



2024 EDITION

KIME JOURNAL

KOIN KIOS 2024

"Aktualisasi Inovasi dan Kreativitas Generasi Muda dalam Menghadapi Tantangan Global Guna Mencapai Sustainable Development Goals 2030"



KIME JOURNAL 2024

KIME ON IDEAS COMPETITION

**“Aktualisasi Inovasi dan Kreativitas Generasi Muda dalam Menghadapi Tantangan
Global Guna Mencapai *Sustainable Development Goals* 2030”**

Editor:

Chiky Cinta Aprillia 2307040020

Layouting :

Fita Amalia Nur Aini 7111422112



Kata Pengantar

Segala puji dan Syukur tetap terpanjatkan kehadirat Tuhan YME, karena atas berkat dan Rahmat-Nya penulis dapat berkesempatan membuat book chapter KIME Journal Volume 3 dengan judul “Aktualisasi Inovasi dan Kreativitas Generasi Muda dalam Menghadapi Tantangan Global Guna Mencapai *Sustainable Development Goals* 2030.” KIME Journal merupakan program kerja Departemen Pengurus Harian yang bertujuan untuk mengarsipkan karya-karya peserta dan fungsionaris KIME ke dalam bentuk book chapter. Tujuan dibentuk KIME Journal ialah untuk menghasilkan karya nyata bagi fungsionaris KIME selama satu periode yang dapat dimanfaatkan secara internal maupun eksternal.

Book chapter ini telah penulis buat berdasarkan hasil kreativitas serta partisipatif para peserta dalam program kerja Kime On Ideas Competition (KOIN) yang diadakan pada 13 Agustus 2024 oleh Departemen Kajian Ilmiah. Ungkapan terimakasih juga selalu penulis panjatkan kepada seluruh pihak yang telah berkontribusi selama penyusunan book chapter ini.

Penulis menyadari bahwa book chapter yang dibuat ini masih jauh dari kata sempurna, baik dalam segi penulisan maupun penyusunannya. Oleh karena itu penulis mengharapkan kritik serta saran dari para pembaca guna menjadi acuan bagi penulis agar bisa lebih baik lagi di masa mendatang.

Semarang, 13 November 2024

Tim Penyunting

DAFTAR JUDUL KARYA

A. FINALIS LKTI

1. **DETEKSI PENIPUAN KEUANGAN MENGGUNAKAN MACHINE LEARNING: SOLUSI INOVATIF GENERASI MUDA UNTUK MENINGKATKAN KEPERCAYAAN DAN KEAMANAN FINANSIAL MENUJU SDGs 2030**
2. **INOVASI LIMBAH AMPAS TEBU (*Saccharum officinarum*) SEBAGAI ENVIRONMENT RENEWABLE BATTERY DENGAN METODE PIROLISIS DALAM MEWUJUDKAN KONSEP SDGs POIN Ke-7**
3. **SPATIAL TEMPORAL ANALYSIS OF LAND SURFACE TEMPERATURE USING LANDSAT 8 TO SUPPORT SMART CITY BASED SUSTAINABLE DEVELOPMENT IN CIKARANG**
4. ***SMART* ANGON: SISTEM INVESTASI DAN PEMASARAN DIGITAL BERBASIS IOT UNTUK MENINGKATKAN POTENSI PETERNAKAN DOMBA MENUJU INDONESIA EMAS 2045**
5. **PENGEMBANGAN KARBON KERAS TERDOPING NITROGEN DENGAN KATALIS Ni(NO₃)₂ DARI LIMBAH BIOMASSA TKKS SEBAGAI ANODA BATERAI SODIUM-ION DENGAN PERFORMA TINGGI**
6. **EKSPLORASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ENDOFIT DARI BENIH PADI UNTUK MENEKAN PERTUMBUHAN *Rhizctonia solani* Khun PENYEBAB PENYAKIT HAWAR PELEPAH PADA TANAMAN PADI UNTUK MEWUJUDKAN SDGs 2030**
7. **POULTRUCK: *INTEGRATED TRANSPORTATION SYSTEM* SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN EFISIENSI DAN KUALITAS PRODUK AYAM BROILER DALAM MEWUJUDKAN KEAMANAN PANGAN BERKELANJUTAN PADA SEKTOR PERUNGGANAN DI INDONESIA**
8. **GREEN INOVATION '*TREMBECASS ECOFLOW*' SEBAGAI FILTRASI PEMBUANGAN KARBON KENDARAAN MOTOR MENGGUNAKAN METODE ABSORBSI BERBASIS CASSIA SP DAN TREMBESI**
9. **UNDERWATER DRONE BERBASIS IOT SEBAGAI PROTOTYPE PENDETEKSI KEBERADAAN DAN KEPADATAN MIKROPLASTIK DI LAUTAN**
10. **PENGALAMAN BUDAYA DAN NORMA SOSIAL DALAM PENCEGAHAN KEKURANGAN ENERGI KRONIK PADA IBU HAMIL DI PUSKESMAS PENUSUP**

B. FINALIS ESSAY

- 1. BIOPENDAR CAHAYA TERBARUKAN MELALUI PEMANFAATAN REKAYASA GENETIKA BAKTERI LUMINESCENT SEBAGAI PEMBANGUNAN JALAN FUTURISTIK TERINKORPORASI BIOAKUMULATOR UDARA GUNA Mendukung SDGS-13**
- 2. BISADIBILITY (OPTIMALISASI PENYERAPAN TENAGA KERJA DISABILITAS MELALUI PLATFORM PENDIDIKAN KARIR INKLUSIF ERA SOCIETY 5.0 GUNA Mencapai SDG's 2030**
- 3. SHARIAKUATIK.ID: OPTIMASI PERMODALAN TEKNOLOGI TEPAT GUNA BERBASIS FUNDRAISING WAKAF DENGAN SKEMA ISLAMIC CROWDFUNDING PLATFORMS SEBAGAI AKSELERATOR INDUSTRIALISASI PERGARAMAN**
- 4. PEMANFAATAN *FLY ASH BOTTOM ASH* (FABA) SEBAGAI BAHAN INFRASTRUKTUR JALAN DI KABUPATEN KEPULAUAN MENTAWAI DALAM MEWUJUDKAN EKONOMI BERBASIS *SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS***
- 5. MINAFUND : WEBSITE *CROWDFUNDING* dan *MARKETPLACE* BERBASIS TEKNOLOGI BLOCKCHAIN sebagai USAHA PENGEMBANGAN *BLUE ECONOMY* untuk Mendukung SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS 2030**
- 6. FLORAL3ON : INOVASI RUMAH APUNG BERKELANJUTAN SEBAGAI UPAYA RESTORASI KERUSAKAN TERUMBU KARANG DI PULAU PANJANG JEPARA**
- 7. *ULTRA HIGH FREQUENCY* RFID UNTUK EFISIENSI PRODUKSI DAN DISTRIBUSI BARANG INDUSTRI SEBAGAI AKTUALISASI INOVASI BIDANG EKONOMI GUNA Mencapai SDGs 2030**
- 8. E-TRACTOR: INOVASI PERTANIAN PRODUKTIF KABUPATEN BLORA SEBAGAI STRATEGI AKSELERASI *SUSTAINABLE FARMING* BERBASIS P2P *LENDING* GUNA MEWUJUDKAN SDG's 2030**
- 9. VISTING SULBAR: APLIKASI PEDULI DESTINASI WISATA BERBASIS AR SEBAGAI SOLUSI PENGEMBANGAN WISATA DI PROVINSI SULAWESI BARAT**
- 10. *THE ALGAE ISLAND*: PULAU FOTOBIOREAKTOR TERAPUNG BERKONSEP MULTI HYBRID POWER PLANT DAN FITOREMEDIASI ALAMI GUNA Mendukung PEMBANGUNAN IBU KOTA BARU**

The background is a gradient of purple and lavender. At the top, there are two large, stylized purple floral or scrollwork patterns. The bottom of the image features a field of purple, faceted crystals or gems of various sizes and orientations. Numerous white, multi-pointed starburst effects are scattered throughout the background, creating a sparkling effect.

FINALIS LKTI

10th KIME on Ideas Competition

**DETEKSI PENIPUAN KEUANGAN MENGGUNAKAN *MACHINE*
LEARNING: SOLUSI INOVATIF GENERASI MUDA UNTUK
MENINGKATKAN KEPERCAYAAN DAN KEAMANAN FINANSIAL
MENUJU SDGs 2030**



Oleh:

Beby Ayu Wulandari

Sistem Informasi/2022

Muhammad Ikram Sabila Rasyad

Teknologi Informasi/2022

Naufal Arsapradhana

Teknologi Informasi/2022

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2024

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR LAMPIRAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vi
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
BAB 3. METODE PENULISAN	7
3.1 Pendahuluan.....	7
3.2 Studi Literatur.....	7
3.3 Wawancara.....	8
BAB 4. PEMBAHASAN	9
4.1 Sintesis Temuan dari Studi Literatur.....	9
4.1.1 Ringkasan dan Integrasi Hasil Penelitian Sebelumnya.....	9
4.1.2 Identifikasi Tren, Teknik, dan Pendekatan yang Digunakan.....	11
4.1.3 Analisis Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Berbagai Metode.	
11	
4.2 Hasil Wawancara.....	12
4.2.1 Rangkuman Hasil Wawancara.....	12
4.2.2 Analisis Hasil Wawancara.....	14
4.2.3 Kesimpulan Hasil Wawancara.....	15
4.3 Analisis Kesenjangan dan Peluang Penelitian.....	15

4.3.1 Celah dan Keterbatasan Penelitian Sebelumnya.....	15
4.3.2 Peluang Pengembangan Solusi Inovatif Generasi Muda.....	16
4.4 Kerangka Konseptual Solusi Deteksi Penipuan Keuangan Berbasis Machine Learning.....	17
4.4.1 Alur Kerja Kerangka Konseptual.....	17
4.4.2 Prinsip-prinsip Utama.....	18
4.4.3 Potensi Manfaat dan Dampak.....	18
4.5 Diskusi Implikasi dan Rekomendasi untuk Penelitian Lanjutan:.....	19
BAB 5. PENUTUP.....	20
5.1 Kesimpulan.....	20
5.2 Saran.....	20
DAFTAR PUSTAKA.....	21
LAMPIRAN.....	23

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Algoritma Machine Learning.....	10
--	----

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Orisinalitas.....	23
Lampiran 2. Biodata.....	24

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul: Deteksi Penipuan Keuangan Menggunakan *Machine Learning*: Solusi Inovatif Generasi Muda Untuk Meningkatkan Kepercayaan Dan Keamanan Finansial Menuju SDGs 2030
2. Ketua Kelompok
 - a. Nama Lengkap: Beby Ayu Wulandari
 - b. NIM: 225150400111042
 - c. Prodi: Sistem Informasi
 - d. Perguruan Tinggi: Universitas Brawijaya
 - e. Alamat: Prigen, Kab. Pasuruan
 - f. No Tel/HP: 082261344785
 - g. Alamat Email: beby_ayu@student.ub.ac.id
3. Anggota Kelompok/Penulis
 - a. Nama Lengkap Anggota 1: Muhammad Ikram Sabila Rasyad
 - b. Nama Lengkap Anggota 2: Naufal Arsapradhana
4. Dosen Pembimbing
 - a. Nama Lengkap dan Gelar: -
 - b. NIP: -
 - c. Alamat: -
 - d. No Telp/HP: -

Mengetahui,

Malang, 20 Juni 2024

Dosen Pembimbing

Ketua Tim



(-)

(Beby Ayu Wulandari)

**Deteksi Penipuan Keuangan Menggunakan *Machine Learning*: Solusi
Inovatif Generasi Muda untuk Meningkatkan Kepercayaan dan Keamanan
Finansial Menuju SDGs 2030**

Beby Ayu Wulandari (225150400111042)

Muhammad Ikram Sabila Rasyad (225150707111014)

Naufal Arsapradhana (225150701111028)

Universitas Brawijaya

2024

beby_ayu@student.ub.ac.id

Abstrak: Penipuan keuangan merupakan sebuah ancaman serius bagi stabilitas ekonomi global, menimbulkan kerugian yang signifikan serta mengurangi kepercayaan masyarakat terhadap sistem keuangan. Dalam konteks ini, teknologi *machine learning* memberikan solusi inovatif yang mampu mendeteksi dan mencegah aktivitas penipuan dengan efisiensi yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji peran generasi muda dalam mengembangkan dan mengimplementasikan solusi *machine learning* untuk deteksi penipuan keuangan, serta dampaknya terhadap peningkatan kepercayaan dan keamanan finansial guna mendukung pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs) 2030. Studi ini didasarkan pada landasan teori utama dalam bidang *machine learning*, termasuk di dalamnya *supervised learning*, *unsupervised learning*, dan *reinforcement learning*. Algoritma seperti *Random Forest*, *Neural Networks*, dan *Support Vector Machines* diulas sebagai sebuah metode utama untuk mendeteksi penipuan. Selain itu, teori tentang adopsi teknologi dan inovasi oleh generasi muda dijadikan landasan untuk memahami dinamika penerapan teknologi ini dalam sektor keuangan. Metode penelitian yang digunakan mencakup studi literatur dan wawancara dengan mahasiswa Fakultas Ekonomi dan bisnis. Penelitian ini mengungkapkan bahwa algoritma *machine learning* dapat secara efektif mengidentifikasi pola-pola penipuan yang kompleks dan dinamis dalam data keuangan yang sering kali tidak terdeteksi oleh metode tradisional. Generasi muda dengan keterampilan digital dan pemikiran yang inovatif dapat memainkan peran

utama dalam mengembangkan model-model ini serta mengintegrasikannya ke dalam sistem keuangan yang ada. Penerapan solusi *machine learning* untuk deteksi penipuan keuangan dapat memberikan peningkatan kepercayaan masyarakat terhadap sistem keuangan, mengurangi kerugian ekonomi akibat penipuan, dan memperkuat keamanan finansial secara keseluruhan. Temuan awal menunjukkan bahwa *machine learning* tidak hanya mampu mendeteksi penipuan dengan lebih cepat dan akurat, tetapi juga dapat membantu dalam memprediksi dan mencegah aktivitas penipuan di masa depan. Implementasi teknologi ini sejalan dengan tujuan SDGs 2030, khususnya dalam hal mempromosikan pertumbuhan ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan (SDG 8), mengurangi ketidaksetaraan (SDG 10), dan membangun infrastruktur yang tangguh serta mendorong inovasi (SDG 9). Penelitian ini menyimpulkan bahwa partisipasi aktif generasi muda dalam mengembangkan teknologi *machine learning* untuk deteksi penipuan keuangan tidak hanya meningkatkan keamanan dan kepercayaan finansial, tetapi juga berkontribusi secara signifikan terhadap pencapaian SDGs 2030. Rekomendasi kebijakan meliputi peningkatan investasi dalam pendidikan teknologi, dukungan untuk startup teknologi finansial, dan kerjasama lintas sektor untuk mempercepat adopsi teknologi inovatif ini.

Kata Kunci: Algoritma, Deteksi Penipuan Keuangan, Generasi Muda, Inovasi Teknologi, Keamanan Finansial, *Machine Learning*, SDGs 2030.

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penipuan keuangan merupakan salah satu ancaman terbesar dalam dunia industri keuangan global yang dapat menimbulkan kerugian finansial yang sangat signifikan serta menurunkan tingkat kepercayaan publik terhadap sistem keuangan. Dalam negara Indonesia sendiri peningkatan akses dan penggunaan teknologi finansial yang pesat telah membawa manfaat yang besar bagi masyarakat, akan tetapi juga membuka celah bagi aktivitas penipuan yang semakin canggih dan sulit terdeteksi. Berdasarkan rilis *Association of Certified Fraud Examiners (ACFE)* bertajuk *Asia-Pacific Occupational Fraud 2022: A Report to the Nations*, Indonesia berada di peringkat ke-4 sebagai negara dengan jumlah fraud di tahun 2022, tercatat sebanyak 23 kasus. Fraud terbesar di Indonesia adalah korupsi (64 persen), penyalahgunaan aktiva/kekayaan negara & perusahaan (28,9 persen), dan fraud laporan keuangan (6,7 persen) (KOMPAS, 2023). Penipuan keuangan mencakup berbagai bentuk seperti mencuri identitas, transaksi palsu dan skema ponzi yang dimana semua itu dapat merusak stabilitas ekonomi dan sosial.

Pada era digital ini teknologi *machine learning* telah muncul sebagai alat inovatif yang memiliki potensi besar dalam mendeteksi dan mencegah penipuan keuangan. Teknologi *machine learning* (ML) adalah mesin yang dikembangkan untuk bisa belajar dengan sendirinya tanpa arahan dari penggunanya (Dicoding, 2020). *Machine Learning* mampu menganalisis dan juga mengidentifikasi pola-pola kompleks dalam data transaksi secara cepat dan juga akurat sehingga dapat menemukan anomali yang menunjukkan aktivitas penipuan. Dalam *machine learning* sendiri memiliki beberapa teknik seperti pengelompokan (clustering), klasifikasi dan analisis deret waktu yang telah terbukti efektif dalam mendeteksi pola-pola penipuan yang sebelumnya sulit untuk terdeteksi oleh metode konvensional.

Generasi muda tumbuh dalam lingkungan teknologi yang berkembang dengan cepat, pada dasarnya mereka memiliki potensi yang sangat besar untuk menjadi pelopor dalam penerapan teknologi *machine learning* untuk tujuan deteksi penipuan keuangan. Menteri Johnny menyatakan, perkembangan ekonomi

digital juga mendorong paradigma organisasi eksponensial di mana perusahaan memanfaatkan teknologi dan mempekerjakan lebih banyak karyawan yang paham teknologi secara spesifik (KOMINFO, 2022). Dengan kemampuan adaptasi dan inovasi yang tinggi, generasi muda dapat mengembangkan solusi yang lebih efektif dalam meningkatkan kepercayaan dan keamanan finansial.

Peningkatan keamanan dan kepercayaan dalam sistem keuangan sejalan dengan tujuan-tujuan Pembangunan Berkelanjutan atau *Sustainable Development Goals* 2030 (SDGs 2030) terutama pada tujuan ke-8 yaitu “pekerjaan yang layak dan pertumbuhan ekonomi” dan tujuan ke-16 yang merupakan “perdamaian, keadilan dan kelembagaan yang kuat”. Dengan mengurangi kejadian atau insiden penipuan keuangan maka stabilitas ekonomi dapat terjaga, kepercayaan publik terhadap lembaga meningkat, dan inklusi keuangan dapat diperluas.

Dengan demikian penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan mengevaluasi mode machine learning dalam mendeteksi penipuan keuangan serta mengeksplorasi peran generasi muda dalam implementasi teknologi ini sebagai solusi yang inovatif dalam rangka meningkatkan kepercayaan dan keamanan finansial menuju tercapainya SDGs 2030.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Bagaimana tingkat penipuan keuangan di Indonesia dapat berdampak pada kepercayaan dan stabilitas sistem keuangan?
2. Sejauh mana teknologi *machine learning* dapat diimplementasikan untuk mendeteksi penipuan keuangan secara efektif dan efisien?
3. Apa peran generasi muda dalam mengembangkan dan mengimplementasikan teknologi *machine learning* untuk deteksi penipuan keuangan?
4. Bagaimana penerapan teknologi *machine learning* dalam deteksi penipuan keuangan dapat berkontribusi pada pencapaian tujuan-tujuan SDGs 2030, khususnya tujuan ke-8 dan ke-16?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan pada penelitian ini antara lain:

1. Menganalisis dampak penipuan keuangan terhadap kepercayaan dan stabilitas sistem keuangan di Indonesia.
2. Mengembangkan model *machine learning* yang efektif untuk mendeteksi penipuan keuangan.
3. Mengevaluasi peran generasi muda dalam mengembangkan dan mengimplementasikan solusi berbasis *machine learning* untuk deteksi penipuan keuangan.
4. Menjelaskan kontribusi teknologi *machine learning* dalam mendeteksi penipuan keuangan terhadap pencapaian tujuan SDGs 2030, khususnya tujuan ke-8 (pekerjaan yang layak dan pertumbuhan ekonomi) dan tujuan ke-16 (perdamaian, keadilan, dan kelembagaan yang kuat).

1.4 Manfaat

Melalui penelitian pendeteksian penipuan keuangan menggunakan *machine learning* ini memberikan manfaat signifikan dalam berbagai aspek, termasuk menambah literatur mengenai penggunaan teknologi *machine learning* dalam deteksi penipuan keuangan dan memberikan wawasan tentang peran generasi muda dalam inovasi teknologi di sektor keuangan. Secara praktis, penelitian ini menyediakan model *machine learning* yang dapat digunakan oleh lembaga keuangan untuk meningkatkan deteksi penipuan, yang pada gilirannya membantu mengurangi kejadian penipuan dan meningkatkan kepercayaan publik terhadap sistem keuangan. Secara sosial dan ekonomi, penelitian ini mendukung pencapaian SDGs 2030 dengan meningkatkan keamanan dan kepercayaan dalam sistem keuangan serta memperkuat stabilitas ekonomi. Selain itu, penelitian ini menginspirasi generasi muda untuk lebih aktif dalam mengembangkan solusi teknologi inovatif dan mendorong keterlibatan mereka dalam proyek-proyek yang berkontribusi pada pembangunan berkelanjutan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Deteksi penipuan keuangan telah menjadi topik penting dalam beberapa dekade terakhir terutama dengan meningkatnya jumlah transaksi keuangan digital. Penipuan keuangan dapat terjadi dalam berbagai cara maupun bentuk seperti penipuan kartu kredit, klaim asuransi palsu, pencucian uang dan manipulasi laporan keuangan. Pada Artikel "*Financial Fraud Detection Based on Machine*

Learning: A Systematic Review" oleh Ali, A. dkk., Teknik tradisional untuk mendeteksi penipuan biasanya bersifat manual yang memerlukan banyak waktu dan sumber daya serta yang rentan terhadap kesalahan manusia. Disebabkan oleh itu metode berbasis pembelajaran mesin diperkenalkan untuk mengatasi tantangan ini secara lebih efisien dan akurat.

Dengan kemajuan dalam bidang kecerdasan buatan, pendekatan berbasis *machine learning* (ML) telah digunakan untuk mendeteksi aktivitas penipuan dengan menganalisis sejumlah besar data keuangan. *Machine learning* memungkinkan identifikasi pola penipuan yang mungkin tidak terlihat oleh metode tradisional. Teknik-teknik seperti *Support Vector Machine* (SVM) dan *Artificial Neural Network* (ANN) adalah algoritma ML yang populer digunakan dalam deteksi penipuan keuangan.

Pada Artikel dijelaskan juga bahwa pendekatan yang mereka gunakan adalah *Systematic Literature Review* (SLR) dalam Deteksi Penipuan Keuangan. Pendekatan tersebut digunakan untuk meninjau dan mensintesis literatur yang ada tentang deteksi penipuan berbasis *machine learning*. SLR ini menggunakan pendekatan Kitchenham yang memiliki protokol yang terdefinisi dengan baik untuk mengekstraksi dan mensintesis artikel-artikel yang relevan.

Ada beberapa teknik machine learning yang umum digunakan untuk deteksi penipuan meliputi :

1. *Support Vector Machine* (SVM): Digunakan untuk klasifikasi dan regresi, SVM bekerja dengan menemukan hyperplane terbaik yang memisahkan data ke dalam kategori yang berbeda.
2. *Artificial Neural Network* (ANN): Model ini meniru jaringan saraf biologis dan mampu mengenali pola yang kompleks dalam data besar.
3. *Decision Trees*: Struktur seperti pohon yang digunakan untuk membuat keputusan berdasarkan aturan yang diturunkan dari data.
4. *Random Forest*: Menggabungkan beberapa pohon keputusan untuk meningkatkan akurasi prediksi dan mengurangi overfitting.
5. *K-Nearest Neighbors* (KNN): Metode klasifikasi yang mengklasifikasikan data berdasarkan kedekatannya dengan titik data lain yang telah diklasifikasikan sebelumnya .

Dijelaskan pada artikel bahwa Deteksi penipuan keuangan dengan menggunakan teknik *machine learning*, khususnya dalam konteks penipuan kartu kredit, telah menjadi fokus utama dalam industri keuangan modern. Penipuan kartu kredit melibatkan penggunaan informasi yang dicuri untuk melakukan transaksi ilegal, memerlukan pendeteksian yang cepat dan tepat. *Machine learning* memungkinkan analisis mendalam terhadap pola transaksi dalam mengidentifikasi perilaku yang mencurigakan secara otomatis. Dengan pemanfaatan algoritma dan model yang terlatih maka sistem dapat secara efisien membandingkan setiap transaksi baru dengan pola penipuan yang telah dikenali yang demikian akan memberikan tingkat akurasi yang tinggi dalam mengidentifikasi potensi penipuan.

Dalam pelaksanaan evaluasi kinerja sistem deteksi penipuan berbasis *machine learning*, beberapa matrik evaluasi standar digunakan. Ini termasuk akurasi, yang mengukur persentase prediksi yang benar dari total prediksi; presisi, yang menilai proporsi prediksi positif yang benar dari semua prediksi positif; serta *recall*, yang mengukur proporsi kasus positif yang berhasil terdeteksi dari total kasus positif yang sebenarnya. F1-Score digunakan untuk memberikan gambaran holistik dengan menggabungkan presisi dan *recall* dalam satu nilai, menyeimbangkan keduanya untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang kinerja sistem.

Meskipun *machine learning* telah memberikan kemajuan signifikan dalam deteksi penipuan keuangan akan tetapi ada beberapa tantangan yang perlu diatasi. Salah satunya adalah ketersediaan data yang relevan dan berkualitas tinggi yang sering kali terbatas dan mempengaruhi keakuratan model yang dikembangkan. Selain itu ketidakseimbangan data antara transaksi normal dan kasus penipuan dapat menyulitkan model dalam mengenali pola penipuan yang jarang terjadi atau belum pernah terjadi sebelumnya. Masalah interpretabilitas juga muncul karena model *machine learning* yang kompleks cenderung sulit untuk dijelaskan kepada pemangku kepentingan non-teknis, yang membatasi penerapan dan penerimaan teknologi ini dalam praktik keuangan sehari-hari. Oleh karena itu, pengembangan terus-menerus dalam teknik deteksi serta adaptasi terhadap evolusi taktik

penipuan menjadi krusial untuk menjaga efektivitas sistem deteksi penipuan berbasis *machine learning* di masa depan.

Studi yang meneliti kinerja algoritma dalam deteksi penipuan menunjukkan bahwa *Classifier Random Forest* memiliki keunggulan dalam hal akurasi dan kemampuan untuk mengklasifikasikan transaksi penipuan dengan benar. Misalnya, beberapa penelitian menunjukkan bahwa *Random Forest* dapat mencapai akurasi hingga 99.7%, dengan metrik *precision* dan *recall* yang juga tinggi. Evaluasi yang lebih komprehensif dengan menggunakan metrik seperti *precision*, *recall*, dan F1-Score memberikan gambaran yang lebih baik tentang kinerja algoritma, terutama dalam konteks dataset yang tidak seimbang. Hal ini penting untuk memastikan bahwa model tidak hanya mengklasifikasikan transaksi dengan benar tetapi juga efektif dalam mendeteksi transaksi penipuan yang jarang terjadi.

Tantangan dalam implementasi deteksi penipuan berbasis machine learning juga mencakup perlunya model yang dapat beradaptasi dengan cepat terhadap evolusi teknik penipuan yang terus berkembang. Penipu terus mengembangkan cara baru untuk menghindari deteksi, sehingga model machine learning harus diperbarui secara berkala dengan data terbaru untuk tetap efektif. Selain itu, interpretabilitas model juga merupakan tantangan signifikan karena model yang kompleks sering kali sulit untuk dijelaskan dan dipahami oleh pemangku kepentingan non-teknis. Pendekatan yang lebih transparan dan mudah dipahami dalam desain model sangat diperlukan untuk meningkatkan kepercayaan dan penerimaan teknologi ini di industri keuangan.

Kesimpulannya, deteksi penipuan keuangan berbasis *machine learning* menawarkan potensi besar untuk meningkatkan keamanan dan keandalan transaksi keuangan digital. Dengan teknik dan algoritma yang tepat, serta evaluasi kinerja yang komprehensif, model *machine learning* dapat memberikan deteksi yang lebih akurat dan efisien terhadap transaksi penipuan. Namun, tantangan seperti ketidakseimbangan data, ketersediaan data berkualitas tinggi, dan interpretabilitas model harus terus diatasi melalui penelitian dan pengembangan yang berkelanjutan. Adaptasi terhadap teknik penipuan yang terus berkembang

juga menjadi kunci untuk memastikan efektivitas jangka panjang dari sistem deteksi penipuan berbasis machine learning.

BAB 3. METODE PENULISAN

3.1 Pendahuluan

Bab ini menjelaskan metode yang digunakan dalam penelitian ini dalam mengkaji dan menganalisis deteksi penipuan keuangan berbasis *machine learning*. Penelitian ini juga mencakup dua metode utama yaitu studi literatur dan wawancara dengan mahasiswa akuntansi dalam bidang audit. Setiap metode ini dirancang untuk memberikan wawasan yang komprehensif mengenai teknik deteksi penipuan dan penerapannya dalam bidang keuangan.

3.2 Studi Literatur

Studi literatur dilakukan untuk memahami konsep, teknik, dan perkembangan terkini dalam deteksi penipuan keuangan menggunakan machine learning. Langkah-langkah yang diambil dalam studi literatur meliputi:

1. Pencarian Literatur

Pencarian dilakukan pada database akademik seperti Google Scholar dan ScienceDirect. Pada pencarian ini menggunakan kata kunci berupa “*financial fraud detection*”, “*machine learning*” dan “*credit card fraud*”. Tujuan dari pencarian ini adalah dalam rangka mengidentifikasi artikel-artikel terbaru dan relevan dalam pembahasan aplikasi *machine learning* dalam deteksi penipuan keuangan.

2. Seleksi Literatur

Artikel yang relevan dipilih berdasarkan abstrak dan kata kata kunci yang tepat dan terkait. Kriteria pemilihan ini meliputi metode deteksi penipuan yang digunakan, evaluasi kinerja model, dan tantangan khusus yang terkait dengan penggunaan *machine learning* dalam konteks keuangan. Artikel yang dipilih biasanya mencakup berbagai macam teknik *machine learning* yang telah diadopsi, analisis evaluasi performa, serta diskusi mengenai keterbatasan dan solusi yang ditawarkan.

3. Analisis Literatur

Artikel-artikel akan dianalisis secara mendalam, dilakukan untuk mengidentifikasi teknik-teknik *machine learning* yang paling umum

digunakan dalam deteksi penipuan keuangan seperti *decision tree*, *logistic regression*, *neural networks* dan lainnya. Selain itu, isu-isu dan keterbatasan yang dihadapi dalam implementasi praktis dari model *machine learning* untuk deteksi penipuan keuangan juga diperhatikan, seperti interpretasi model, biaya komputasi, dan manajemen data yang aman.

3.3 Wawancara

Metode wawancara dipilih dalam penelitian ini menjadi metode kedua dalam penelitian karena memberikan wawasan langsung dan mendalam dari mahasiswa akuntansi yang memiliki fokus dalam bidang audit, yang memiliki pengetahuan teoritis dan praktis mengenai deteksi penipuan keuangan. Wawancara memungkinkan peneliti untuk menggali pengalaman, pandangan, dan pemahaman mereka tentang penggunaan teknologi *machine learning* dalam mendeteksi penipuan, serta mengklarifikasi jawaban dan mendalami topik penting.

Selain itu, wawancara memberikan fleksibilitas untuk mengeksplorasi isu-isu kompleks secara *real-time* dan mengungkap aspek-aspek subjektif terkait sikap, persepsi, dan motivasi generasi muda dalam mengadopsi teknologi ini. Dengan metode ini, diharapkan diperoleh data yang kaya dan relevan untuk mendukung tujuan penelitian dalam mengembangkan model *machine learning* untuk deteksi penipuan keuangan serta mengeksplorasi peran generasi muda dalam implementasi teknologi tersebut.

Beberapa pertanyaan wawancara yang akan kami ajukan kepada mahasiswa akuntansi tersebut antara lain sebagai berikut.

1. Apa yang Anda ketahui tentang penipuan keuangan, dan bagaimana menurut Anda teknologi, khususnya *machine learning*, dapat membantu dalam mendeteksi dan mencegahnya?
2. Seberapa familiar Anda dengan *machine learning*, dan apa pendapat Anda tentang kelebihan dan tantangan utama penggunaan teknologi ini dalam deteksi penipuan keuangan dibandingkan metode konvensional?

3. Bagaimana menurut Anda *machine learning* dapat diterapkan dalam sistem keuangan untuk mendeteksi dan mencegah penipuan dengan lebih efektif?
4. Berdasarkan pengetahuan dan pengalaman Anda, apa saja contoh kasus atau skenario di mana *machine learning* berhasil mendeteksi penipuan keuangan?
5. Bagaimana menurut Anda penggunaan *machine learning* dalam deteksi penipuan keuangan dapat mendukung pencapaian tujuan SDGs 2030, khususnya dalam hal meningkatkan keamanan finansial, kepercayaan publik, pekerjaan yang layak, dan pertumbuhan ekonomi?

Dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan di atas saat wawancara, diharapkan diperoleh data yang kaya dan relevan untuk mendukung tujuan penelitian dalam mengembangkan model *machine learning* untuk deteksi penipuan keuangan serta mengeksplorasi peran generasi muda dalam implementasi teknologi tersebut.

BAB 4. PEMBAHASAN

4.1 Sintesis Temuan dari Studi Literatur

Pada penelitian ini, kami menggunakan 10 artikel yang fokus pada penggunaan *machine learning* untuk deteksi penipuan keuangan. Artikel-artikel tersebut memberikan wawasan yang mendalam mengenai berbagai algoritma dan pendekatan yang telah diterapkan dalam mendeteksi penipuan. Berikut adalah sintesis dari temuan-temuan penting yang diperoleh dari studi literatur ini:

4.1.1 Ringkasan dan Integrasi Hasil Penelitian Sebelumnya

Penipuan keuangan, terutama penipuan kartu kredit, telah menjadi masalah yang semakin mendesak dan luas dampaknya. Penggunaan teknik manual untuk mendeteksi penipuan ini tidak lagi memadai mengingat besarnya volume data yang harus diproses. Oleh karena itu, metode data mining dan pembelajaran mesin (*machine learning*) diperlukan untuk mengatasi tantangan ini. Penelitian-penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa berbagai algoritma *machine learning* dapat mencapai akurasi yang tinggi dalam mendeteksi penipuan keuangan. Berikut adalah beberapa algoritma yang telah diteliti:

Algoritma	Kelebihan	Kekurangan
Jaringan Saraf Tiruan (ANN)	Kemampuan adaptasi tinggi dan mampu menangani data besar dan kompleks.	Memerlukan banyak data untuk pelatihan, sulit diinterpretasi dan risiko overfitting.
Naive Bayes	Cepat dalam proses pelatihan, sederhana dan mudah diimplementasikan.	Kurang efektif untuk dataset yang sangat kompleks.
<i>Support Vector Machines</i> (SVM)	Efektif dalam menangani masalah klasifikasi dan kinerja baik pada data berdimensi tinggi.	Memerlukan waktu komputasi yang signifikan untuk dataset yang besar.
Pohon Keputusan (<i>Decision Trees</i>)	Mudah diinterpretasi dan cepat dalam pelatihan dan prediksi.	Rentan terhadap overfitting.
<i>Random Forest</i>	Mengurangi risiko overfitting dari pohon keputusan individu dan meningkatkan akurasi keseluruhan.	Memerlukan sumber daya komputasi yang lebih besar dan sulit diinterpretasi.
<i>Ensemble Learning</i>	Meningkatkan kinerja prediktif dengan menggabungkan beberapa model dan robust terhadap berbagai tipe data penipuan.	Kompleksitas model meningkat dan memerlukan sumber daya komputasi yang lebih besar.

Tabel 1. Algoritma Machine Learning

Secara keseluruhan, penelitian-penelitian ini menunjukkan bahwa model machine learning dapat mendeteksi penipuan keuangan, menunjukkan potensi besar untuk diterapkan dalam industri keuangan.

4.1.2 Identifikasi Tren, Teknik, dan Pendekatan yang Digunakan

Tren utama dalam penelitian deteksi penipuan adalah penggunaan teknik *machine learning*, terutama dalam konteks penipuan kartu kredit. Beberapa teknik dan pendekatan yang umum digunakan adalah:

1. *Oversampling* (SMOTE): Mengatasi masalah ketidakseimbangan data dengan membuat data penipuan yang langka lebih representatif.
2. Optimasi Hyperparameter: Meningkatkan kinerja model melalui penyesuaian parameter-parameter penting dalam algoritma.
3. *Preprocessing Data*: Termasuk pembersihan data, normalisasi, dan pemilihan fitur untuk memastikan data siap digunakan oleh model.
4. Pemilihan Fitur (*Feature Selection*): Memilih fitur-fitur yang paling relevan untuk meningkatkan akurasi dan efisiensi model.
5. Pengoptimalan Model: Menggunakan teknik seperti *cross-validation* dan *grid search* untuk menemukan konfigurasi model terbaik.

Pendekatan-pendekatan ini umumnya dikombinasikan untuk menghasilkan sistem deteksi penipuan yang efektif dan efisien.

4.1.3 Analisis Perbandingan Kelebihan dan Kekurangan Berbagai Metode

Penggunaan *machine learning* untuk deteksi penipuan memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan yang perlu dipertimbangkan:

Kelebihan:

1. Akurasi Tinggi: Model *machine learning* dapat mencapai akurasi yang sangat tinggi dalam mengidentifikasi transaksi penipuan.
2. Efisiensi Data: Mampu mengolah volume data yang besar dan kompleks dengan efisien.
3. Adaptabilitas: Model dapat beradaptasi dengan pola-pola penipuan yang baru, membuatnya lebih fleksibel dibandingkan metode tradisional.

Kekurangan:

1. Kualitas Data: Keberhasilan model sangat bergantung pada kualitas dan representativitas data pelatihan. Data yang kurang berkualitas dapat mengurangi efektivitas model.

2. *Preprocessing* Data: Memerlukan upaya yang signifikan dalam preprocessing data, terutama untuk mengatasi masalah ketidakseimbangan data.
3. Sumber Daya Komputasi: Membutuhkan sumber daya komputasi yang besar, terutama untuk model-model yang kompleks seperti jaringan saraf tiruan dan *ensemble learning*.

4.2 Hasil Wawancara

4.2.1 Rangkuman Hasil Wawancara

Wawancara ini membahas pentingnya teknologi, khususnya *machine learning* (ML), dalam mendeteksi dan mencegah penipuan keuangan. Berikut rangkuman hasil wawancaranya:

1. Apa yang Anda ketahui tentang penipuan keuangan, dan bagaimana menurut Anda teknologi, khususnya *machine learning*, dapat membantu dalam mendeteksi dan mencegahnya?

Hasil wawancara:

Narasumber memiliki pemahaman yang cukup baik tentang penipuan keuangan, khususnya dalam konteks laporan keuangan perusahaan. Penipuan seperti *overstating revenue* adalah contoh yang diberikan untuk menunjukkan pemahaman ini. Narasumber percaya bahwa *machine learning* dapat menjadi alat yang kuat jika diintegrasikan dengan audit dan akuntansi forensik. Teknologi ini dianggap sebagai komplementer bagi auditor untuk mendeteksi ketidakwajaran dalam laporan keuangan perusahaan.

2. Seberapa familiar Anda dengan *machine learning*, dan apa pendapat Anda tentang kelebihan dan tantangan utama penggunaan teknologi ini dalam deteksi penipuan keuangan dibandingkan metode konvensional?

Hasil wawancara:

Narasumber mengaku tidak memiliki pemahaman mendalam tentang *machine learning* tetapi memahami konsep dasar dan potensinya. Kelebihan yang disebutkan termasuk peningkatan efisiensi dan otomatisasi dalam deteksi penipuan, yang memungkinkan deteksi lebih cepat dibandingkan metode konvensional. Tantangan yang diidentifikasi adalah

biaya tinggi dalam pengoperasian teknologi ini. Pemahaman ini menunjukkan pengetahuan dasar yang cukup tentang keuntungan dan kendala *machine learning* dalam konteks deteksi penipuan.

3. Bagaimana menurut Anda *machine learning* dapat diterapkan dalam sistem keuangan untuk mendeteksi dan mencegah penipuan dengan lebih efektif?

Hasil wawancara:

Narasumber menyarankan pengumpulan informasi lengkap terkait laporan keuangan periodik atau historis untuk mendeteksi anomali dalam akun-akun tertentu. Data ini perlu dibersihkan dari outlier untuk meningkatkan akurasi deteksi. Pendekatan ini menunjukkan pemahaman tentang pentingnya data yang berkualitas dan teknik pembersihan data dalam implementasi *machine learning*.

4. Berdasarkan pengetahuan dan pengalaman Anda, apa saja contoh kasus atau skenario di mana *machine learning* berhasil mendeteksi penipuan keuangan?

Hasil wawancara:

Narasumber hanya menyebutkan kasus penipuan pada perusahaan Enron sebagai contoh, tanpa penjelasan lebih lanjut. Ini menunjukkan bahwa pemahaman Narasumber tentang aplikasi konkret *machine learning* dalam deteksi penipuan masih terbatas.

5. Bagaimana menurut Anda penggunaan *machine learning* dalam deteksi penipuan keuangan dapat mendukung pencapaian tujuan SDGs 2030, khususnya dalam hal meningkatkan keamanan finansial, kepercayaan publik, pekerjaan yang layak, dan pertumbuhan ekonomi?

Hasil wawancara:

Narasumber percaya bahwa *machine learning* dapat membantu mencapai tujuan SDGs 2030 dengan meningkatkan keakuratan laporan audit dan pencegahan penipuan, yang akan mendukung pertumbuhan ekonomi dan keamanan finansial. Pendapat ini mencerminkan keyakinan bahwa teknologi yang lebih canggih dapat berkontribusi pada tujuan pembangunan berkelanjutan dengan cara yang signifikan.

4.2.2 Analisis Hasil Wawancara

Dari hasil wawancara di atas, dapat kita analisis poin-poin utamanya sebagai berikut.

1. Pengetahuan tentang Penipuan Keuangan dan Peran *Machine Learning*:
Penipuan keuangan adalah upaya curang untuk mendapatkan uang secara ilegal, seperti pencurian identitas atau kartu kredit palsu. *Machine learning* dapat membantu dengan menganalisis pola transaksi yang kompleks dan mendeteksi aktivitas mencurigakan yang mungkin tidak terlihat dengan metode konvensional.
2. Familiaritas dengan *Machine Learning* dan Tantangannya:
Machine learning adalah teknologi yang dapat memproses data besar dengan cepat dan meningkatkan akurasi dalam mendeteksi penipuan. Namun, tantangannya termasuk kebutuhan akan data yang besar dan kompleksitas model yang sulit dijelaskan.
3. Penerapan *Machine Learning* dalam Sistem Keuangan:
ML dapat diterapkan dengan memantau transaksi secara *real-time*, memberikan skor risiko untuk setiap transaksi atau aplikasi kredit, serta mengidentifikasi aktivitas anomali yang mencurigakan.
4. Contoh Kasus Penggunaan *Machine Learning*:
Contoh kasus termasuk analisis pola penggunaan kartu kredit atau pendeteksian transaksi tidak sah di akun bank.
5. Kontribusi *Machine Learning* terhadap SDGs 2030:
ML dapat mendukung pencapaian SDGs 2030 dengan meningkatkan keamanan finansial, kepercayaan publik, menciptakan pekerjaan di bidang teknologi, dan mendukung pertumbuhan ekonomi melalui efisiensi yang lebih baik dalam sistem keuangan.
6. Keunggulan Kompetitif Anak Muda dalam Pemanfaatan AI dalam Audit:
Pemanfaatan AI, terutama oleh generasi muda di bidang audit, dapat memberikan keunggulan kompetitif karena kemampuan untuk mengintegrasikan teknologi canggih dalam mendukung proses audit, yang pada gilirannya dapat meningkatkan efisiensi dan akurasi.

Dengan demikian, penggunaan teknologi seperti *machine learning* tidak hanya memberikan solusi inovatif untuk deteksi penipuan keuangan, tetapi juga mendukung tujuan pembangunan berkelanjutan di tahun 2030.

4.2.3 Kesimpulan Hasil Wawancara

Penerapan teknologi *machine learning* (ML) dalam deteksi penipuan keuangan menawarkan solusi inovatif yang mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam mengidentifikasi aktivitas mencurigakan seperti pencurian identitas dan transaksi ilegal. Meskipun ML menjanjikan kecepatan dan akurasi yang tinggi dalam analisis data besar, tantangan seperti kebutuhan akan data yang besar dan kompleksitas model yang sulit dijelaskan tetap perlu diatasi. Namun, penggunaan ML dapat memberikan kontribusi signifikan terhadap pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDGs) 2030 dengan memperkuat keamanan finansial, meningkatkan kepercayaan publik terhadap sistem keuangan, menciptakan lapangan kerja di bidang teknologi, dan mendukung pertumbuhan ekonomi global secara berkelanjutan. Generasi muda, terutama yang terampil dalam memanfaatkan teknologi AI dan ML, memiliki potensi besar untuk mengubah paradigma audit keuangan dan memperkuat upaya pencegahan penipuan keuangan melalui penggunaan teknologi canggih.

4.3 Analisis Kesenjangan dan Peluang Penelitian

4.3.1 Celah dan Keterbatasan Penelitian Sebelumnya

1. Fokus Terbatas pada Jenis Penipuan Tertentu

Sebagian besar penelitian sebelumnya cenderung berfokus pada deteksi penipuan kartu kredit, sementara jenis penipuan keuangan lainnya, seperti penipuan asuransi, pinjaman, dan investasi, kurang mendapatkan perhatian. Penelitian yang ada belum sepenuhnya mencakup berbagai macam skenario penipuan keuangan yang ada. Oleh karena itu, diperlukan pendekatan yang lebih komprehensif untuk menangani berbagai bentuk penipuan keuangan.

2. Kurangnya Adaptabilitas dan Pembaruan Model

Banyak model deteksi penipuan yang dikembangkan hanya dilatih dan diuji pada dataset historis tertentu tanpa mempertimbangkan perubahan pola penipuan yang terus berkembang. Hal ini menunjukkan kurangnya

mekanisme untuk memperbarui dan menyesuaikan model seiring dengan perubahan yang terjadi. Akibatnya, model-model ini mungkin tidak efektif dalam mendeteksi penipuan baru yang muncul.

3. Keterbatasan dalam Penggunaan Data Eksternal

Sebagian besar penelitian hanya menggunakan data internal organisasi keuangan, tanpa memanfaatkan sumber data eksternal yang dapat memperkaya informasi untuk deteksi penipuan. Potensi sinergi antara data internal dan eksternal belum dieksplorasi secara maksimal, yang dapat mengurangi efektivitas sistem deteksi penipuan yang ada.

4.3.2 Peluang Pengembangan Solusi Inovatif Generasi Muda

Machine learning menjadi alat bagi generasi muda dalam menciptakan solusi inovatif guna mendeteksi dan mencegah penipuan keuangan. Dengan memanfaatkan teknologi ini, generasi muda dapat berkontribusi signifikan dalam meningkatkan keamanan finansial, kepercayaan publik, serta mendukung pencapaian tujuan pembangunan berkelanjutan (SDGs) 2030. Integrasi ML dengan ilmu akuntansi dan audit forensik, pengembangan sistem skoring risiko, serta belajar dari contoh kasus sukses adalah beberapa langkah konkret yang dapat diambil untuk mencapai tujuan ini. Generasi muda dapat memanfaatkan teknologi machine learning dengan beberapa cara berikut :

1. Integrasi Pendekatan Multi-modal

Mengintegrasikan berbagai sumber data, seperti data transaksi, data perilaku pengguna, data jaringan sosial dan data eksternal lainnya yang dapat meningkatkan kemampuan deteksi penipuan. Pengembangan model machine learning yang mampu menangani dan mengintegrasikan berbagai jenis data tersebut dapat menghasilkan sistem yang lebih efektif dan efisien.

2. Penerapan Metode Pembelajaran Mesin Terkini

Eksplorasi penggunaan teknik pembelajaran mesin mutakhir, seperti *deep learning*, *transfer learning* dan pembelajaran tidak terawasi, memiliki potensi besar untuk meningkatkan kemampuan generalisasi dan adaptasi model. Model pembelajaran mesin yang dapat mempelajari pola penipuan

secara terus-menerus akan lebih responsif terhadap perubahan dan perkembangan baru dalam modus operandi penipuan.

3. Integrasi dengan Teknologi Kecerdasan Buatan Lainnya

Mengkombinasikan model deteksi penipuan dengan teknologi AI lainnya, seperti *natural language processing*, *computer vision*, dan *anomaly detection* dapat meningkatkan akurasi dan cakupan pendeteksian. Perancangan sistem deteksi penipuan yang lebih holistik dan terintegrasi akan menghasilkan solusi yang lebih kuat dan komprehensif.

Dengan mengeksplorasi peluang-peluang ini, penelitian selanjutnya dapat memberikan kontribusi inovatif dalam meningkatkan kemampuan deteksi penipuan keuangan yang lebih komprehensif dan adaptif.

4.4 Kerangka Konseptual Solusi Deteksi Penipuan Keuangan Berbasis *Machine Learning*

Kerangka konseptual ini menggambarkan alur kerja, komponen, dan prinsip-prinsip utama dari solusi deteksi penipuan keuangan yang memanfaatkan teknologi machine learning.

4.4.1 Alur Kerja Kerangka Konseptual

1. Pengumpulan Data:

Mengumpulkan data dari berbagai sumber, baik internal (transaksi, perilaku pengguna) maupun eksternal (data publik, asosiasi keuangan) dan melakukan pra-pemrosesan data, seperti penanganan data tidak lengkap, deteksi anomali, dan peningkatan kualitas data.

2. Pemodelan Machine Learning:

Memilih model *machine learning* yang sesuai, seperti *deep learning*, *ensemble methods*, atau *anomaly detection* kemudian melatih model dengan data yang telah dikumpulkan, menguji, dan melakukan optimisasi. Menerapkan teknik-teknik pembelajaran mesin mutakhir, seperti transfer learning dan pembelajaran tidak terawasi.

3. Deteksi Penipuan:

Menggunakan model yang telah dilatih untuk mendeteksi penipuan pada data transaksi atau perilaku pengguna terbaru lalu menerapkan mekanisme

pembaruan model secara berkelanjutan untuk mengakomodasi perubahan pola penipuan.

4. Analisis dan Interpretasi:

Memberikan informasi yang dapat diinterpretasikan bagi pengguna, seperti skor risiko, penjelasan, dan rekomendasi tindakan kemudian mengintegrasikan model deteksi penipuan dengan sistem manajemen risiko dan pengambilan keputusan organisasi.

4.4.2 Prinsip-prinsip Utama

1. Multimodalitas: Mengintegrasikan berbagai sumber data, baik internal maupun eksternal, untuk meningkatkan akurasi deteksi.
2. Pembelajaran Mesin Adaptif: Menerapkan teknik pembelajaran mesin yang dapat beradaptasi terhadap perubahan pola penipuan.
3. Privasi dan Etika: Menjaga kerahasiaan data pribadi dan menerapkan praktik pemrosesan data yang bertanggung jawab.
4. Interpretabilitas: Menyediakan informasi yang dapat dipahami dan digunakan oleh pengguna untuk pengambilan keputusan.
5. Integrasi Sistem: Mengintegrasikan solusi deteksi penipuan dengan sistem manajemen risiko organisasi.

4.4.3 Potensi Manfaat dan Dampak

1. Meningkatkan Deteksi Penipuan: Meningkatkan kemampuan deteksi penipuan keuangan yang lebih komprehensif dan adaptif.
2. Efektivitas dan Pencegahan: Memungkinkan organisasi keuangan untuk mengidentifikasi dan mencegah penipuan secara lebih efektif.
3. Pengambilan Keputusan Informasi: Mendukung pengambilan keputusan yang lebih informasi dan mengedepankan etika serta privasi data.
4. Kepercayaan Konsumen: Meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap layanan keuangan dengan adanya sistem deteksi penipuan yang andal.
5. Inovasi dalam Industri Keuangan: Mendorong inovasi melalui penggunaan teknologi *machine learning* yang canggih.

Dengan menerapkan kerangka konseptual ini, organisasi keuangan dapat membangun solusi deteksi penipuan yang lebih komprehensif, adaptif, dan selaras dengan prinsip-prinsip etika serta privasi data.

4.5 Diskusi Implikasi dan Rekomendasi untuk Penelitian Lanjutan:

Kerangka konseptual ini menyarankan beberapa implikasi teoritis dan praktis yang penting untuk dikaji lebih lanjut. Secara teoritis, integrasi multimodal data perlu dikembangkan lebih lanjut untuk memanfaatkan sumber data terstruktur dan tidak terstruktur secara efektif. Eksplorasi metode representasi fitur yang lebih canggih juga diperlukan untuk menangkap interaksi kompleks antar-modalitas data. Selain itu, dalam konteks pembelajaran mesin adaptif, perluasan model berkelanjutan dan penerapan transfer learning dapat membantu model beradaptasi dengan perubahan dinamis dalam pola penipuan. Aspek privasi dan etika harus diperhatikan dengan membangun metode perlindungan data pribadi yang lebih transparan dan akuntabel, serta mempertimbangkan mekanisme pengambilan keputusan yang dapat menjelaskan dan mempertanggungjawabkan hasil deteksi penipuan secara lebih baik.

Secara praktis, implementasi kerangka konseptual ini dapat meningkatkan efektivitas deteksi penipuan dengan mengintegrasikan data multimodal dan memanfaatkan pembelajaran mesin adaptif. Hal ini diharapkan dapat mengurangi kerugian finansial dan reputasi yang disebabkan oleh penipuan, serta meningkatkan kepercayaan pengguna terhadap layanan keuangan. Untuk meningkatkan efisiensi operasional, otomatisasi proses deteksi penipuan akan membantu mengurangi beban kerja dan meningkatkan produktivitas. Namun, tantangan yang harus diatasi mencakup ketersediaan dan kualitas data yang bervariasi, kompleksitas dalam membangun model machine learning yang handal, serta penyeimbangan antara efektivitas deteksi penipuan dengan prinsip-prinsip privasi dan etika AI. Rekomendasi untuk penelitian lanjutan termasuk pengembangan model deep learning yang lebih integratif, pengelolaan data yang lebih aman dan etis, serta integrasi sistem yang lebih baik dengan sistem manajemen risiko organisasi untuk pengambilan keputusan yang lebih terinformasi. Kolaborasi lintas disiplin antara peneliti machine learning, pakar domain keuangan, ahli etika AI, dan regulator juga diperlukan untuk memecahkan tantangan kompleks dalam deteksi penipuan keuangan.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa *machine learning* memiliki potensi besar untuk meningkatkan deteksi penipuan keuangan di Indonesia. Algoritma *machine learning* dapat secara efektif mengidentifikasi pola-pola penipuan yang kompleks dan dinamis dalam data keuangan yang sering kali tidak terdeteksi oleh metode tradisional. Generasi muda dengan keterampilan digital dan pemikiran yang inovatif dapat memainkan peran utama dalam mengembangkan model-model ini serta mengintegrasikannya ke dalam sistem keuangan yang ada. Penerapan solusi *machine learning* untuk deteksi penipuan keuangan dapat memberikan peningkatan kepercayaan masyarakat terhadap sistem keuangan, mengurangi kerugian ekonomi akibat penipuan, dan memperkuat keamanan finansial secara keseluruhan. Implementasi teknologi ini sejalan dengan tujuan SDGs 2030, khususnya dalam hal mempromosikan pertumbuhan ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan (SDG 8), mengurangi ketidaksetaraan (SDG 10), dan membangun infrastruktur yang tangguh serta mendorong inovasi (SDG 9).

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengatasi keterbatasan yang ada dalam implementasi deteksi penipuan berbasis *machine learning*, seperti fokus terbatas pada jenis penipuan tertentu, kurangnya adaptabilitas dan pembaruan model, serta keterbatasan dalam penggunaan data eksternal.
2. Diperlukan pengembangan model *deep learning* yang lebih integratif, pengelolaan data yang lebih aman dan etis, serta integrasi sistem yang lebih baik dengan sistem manajemen risiko organisasi untuk pengambilan keputusan yang lebih terinformasi.
3. Kolaborasi lintas disiplin antara peneliti *machine learning*, pakar domain keuangan, ahli etika AI, dan regulator juga diperlukan untuk memecahkan tantangan kompleks dalam deteksi penipuan keuangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Dicoding. (2020, August 19). Apa itu Machine Learning? Beserta Pengertian dan Cara Kerjanya. *Dicoding*.
<https://www.dicoding.com/blog/machine-learning-adalah/>
- KOMINFO. (2022, April 30). Pemuda G20 Pendorong Transformasi Digital. <https://www.kominfo.go.id/content/detail/42017/pemuda-g20-pendorong-transformasi-digital/0/artikel>
- KOMPAS. (2023, April 10). Berbagai Kasus "Fraud" Membahayakan Ekonomi Indonesia Halaman all - Kompas.com. *Kompas Money*.
<https://money.kompas.com/read/2023/04/10/140841526/berbagai-kasus-fraud-membahayakan-ekonomi-indonesia?page=all>
- Alief, R, & Nurmiati, E 2022, 'Penerapan Kecerdasan Buatan dan Teknologi Informasi pada Efisiensi Manajemen Pengetahuan', *Jurnal Masyarakat Informatika*, vol. 13, no. 1, hh. 59-69.
- Siregar, H, Setiawan, W, & Dirgantara, P 2020, 'Isu Proses Bisnis Berbasis Artificial Intelligence untuk Menyongsong Era Industri 4.0', *Jurnal Bisnis Strategi*, vol. 29, no. 2, hh. 89-100.
- Pourhabibi, T, Ong, K, Kam, B, & Boo, Y 2020, 'Fraud Detection: A Systematic Literature Review of Graph-Based Anomaly Detection Approaches', *Elsevier*, vol. 133, no. 113303, hh. 1-15.
- Motie, S, & Raahemi, B 2024, 'Financial Fraud Detection using Graph Neural Network: A Systematic Review', *Elsevier*, vol. 240. no. 122156, hh. 1-21.
- Liu, C, Chan, Y, Kazmi, S, & Fu, H 2015, 'Financial Fraud Detection Model: Based on Random Forest', *Canadian Center of Science and Education*, vol. 7, no. 7, hh. 178-188.
- Ali, A, razak, S, Othman, S, Eisa, T, Al-Daqm, A, Nasser, M, Elhassan, R, Elshafie, & Saif, A 2022, 'Financial Fraud Detection Based on Machine Learning: A Systematic Literature Review', *Applied Sciences*, vol 12, no. 9637, hh. 1-24.
- Al-Hashedi, K, & Magalingam, P 2021, 'Financial Fraud Detection Applyig Data Mining Techniques: A Comprehensive Review From 2009-2019', *Elsevier*, vol.40. no. 100402, hh.1-23.

- Albashrawi, M 2016, '*Detecting Financial Fraud Using Data Mining Techniques: A Decade Review from 2004-2015*', *Journal of Data Science*, vol. 14, hh. 553-570.
- Aburbeian, A, & Ashqar, H, '*Credit Card Fraud Detection Using Enhanced Random Forest Classifier for Imbalanced Data*', *Department of Natural, Engineering and Technology Sciences, Arab American University*, hh. 1-11.
- Marsella, Wijaya, C, Wijaya, I, Shidqi, M, & Novita, D 2023. '*Analisis Implementasi Artificial Intelligence untuk Bisnis: Systematic Literature Review*', *Journal of Information System, Computer Science and Information Technology*, vol. 4, no. 2, hh. 133-145.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Orisinalitas

**LOMBA KARYA TULIS ILMIAH NASIONAL
10th KIME ON IDEAS COMPETITION**

1. Judul: Deteksi Penipuan Keuangan Menggunakan Machine Learning: Solusi Inovatif Generasi Muda Untuk Meningkatkan Kepercayaan Dan Keamanan Finansial Menuju Sdgs 2030
2. Perguruan Tinggi: Universitas Brawijaya
3. Identitas Penulis:
 - a. Nama Lengkap Ketua: Beby Ayu Wulandari
 - b. Jenis Kelamin: Perempuan
 - c. Tempat, Tanggal Lahir: Pasuruan, 26 Maret 2003
 - d. Prodi/Angkatan: Sistem Informasi/2022
 - e. NIM: 225150400111042
 - f. Alamat: Prigen, Kabupaten Pasuruan
 - g. Email: beby_ayu@student.ub.ac.id
 - h. Anggota
 - Nama Lengkap Anggota 1: Muhammad Ikram Sabila Rasyad
 - Nama Lengkap Anggota 2: Naufal Arsapradhana

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan adalah benar/ Dengan ini, saya menyatakan ikut serta dalam Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional 10th KIME on Ideas Competition (10th KOIN) dan menyetujui semua syarat dan ketentuan lomba yang ditetapkan oleh panitia

Ketua Tim

(Beby Ayu Wulandari)

Lampiran 2. Biodata

BIODATA KETUA TIM

Nama Lengkap/NIM : Beby Ayu Wulandari
/225150400111042
Prodi/Angkatan : Sistem Informasi/2022
Tempat, Tanggal Lahir : Pasuruan, 26 Maret 2003
Alamat : Prigen, Kab. Pasuruan
Email : beby_ayu@student.ub.ac.id
No Tel/WA : 082261344785
Karya Tulis yang Pernah Dibuat :

- Analisis Pengaruh Sistem Informasi Manajemen *E-commerce* Terhadap Pengalaman Pengguna : Studi Kasus Pengguna Shopee

Penghargaan di Bidang Ilmiah : -



BIODATA ANGGOTA KELOMPOK 1

Nama Lengkap/NIM : Muhammad Ikram Sabila
Rasyad/225150707111014
Prodi/Angkatan : Teknologi Informasi/2022
Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 23 April 2004
Alamat : Jl.Cempaka Putih Barat
Email : ikramsabila@gmail.com
No WA/HP : 0895368516460
Karya Tulis yang Pernah Dibuat :

- TRANSFORMASI AI DALAM KEAMANAN KEUANGAN PERUSAHAAN MENINGKATKAN EFISIENSI DAN DAYA SAING MELALUI OTOMATISASI
- Analisis Pengaruh Sistem Informasi Manajemen *E-commerce* Terhadap Pengalaman Pengguna : Studi Kasus Pengguna Shopee
- BE BETTER : Layanan Digital Berbasis AI dalam Pengendalian Kesehatan Mental Pada Generasi Muda



- Guardian of the Digital Galaxy: Deteksi Penipuan Online dengan Plugin Browser dan Machine Learning Berbasis Teknologi Penjaga Privasi
- Penghargaan di Bidang Ilmiah : Pendanaan PMW dan Bronze Essay NEC2

BIODATA ANGGOTA KELOMPOK 2

Nama Lengkap/NIM : Naufal Arsapradhana
/ 225150701111028
Prodi/Angkatan : Teknologi Informasi/2022
Tempat, Tanggal Lahir : Kediri, 27 Juli 2004
Alamat : Jl Sunan Drajat no 19B,
Rejomulyo, Kec Kota, Kota Kediri, 64129
Email : naufalarsa27@student.ub.ac.id
No Tel/WA : 082331076344
Karya Tulis yang Pernah Dibuat :



- MuPy (Music Therapy App Based on AI Music Generator and IoT) : Addressing Mental Health Disorders in Indonesia Using Music Therapy Application
 - Guardian of the Digital Galaxy: Deteksi Penipuan Online dengan Plugin Browser dan Machine Learning Berbasis Teknologi Penjaga Privasi
 - SocioPet : Layanan Pemeliharaan Hewan
- Penghargaan di Bidang Ilmiah : Silver Medal Youth International Science Fair 2024

Lingkungan

10th KIME on Ideas Competition

**INOVASI LIMBAH AMPAS TEBU (*Saccharum officinarum*) SEBAGAI
ENVIRONMENT RENEWABLE BATTERY DENGAN
METODE PIROLISIS DALAM MEWUJUDKAN
KONSEP SDGs POIN Ke-7**



Oleh:

Dhimas Luqmanul Hakim Teknik Lingkungan/2023

Mhd. Farhan Azumah Kimia/2023

Faruq Naufal Yusuf Teknik Kimia/2023

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2024

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul : **Inovasi Limbah Ampas Tebu (*Saccharum Officinarum*) sebagai Environment Renewable Battery dengan Metode Pirolisis dalam Mewujudkan Konsep SDGs Poin Ke-7.**
2. Ketua Kelompok
 - a. Nama Lengkap : Dhimas Luqmanul Hakim
 - b. NIM : 21080123140114
 - c. Prodi : Teknik Lingkungan
 - d. Perguruan Tinggi : Universitas Diponegoro
 - e. Alamat : Kaloran Kidul, Kota Serang, Banten.
 - f. No Telp/HP : 0813176693943
 - g. Alamat Email : dhimash3472@gmail.com
3. Anggota Kelompok/Penulis
 - a. Nama Lengkap Anggota 1 : Faruq Naufal Yusuf
 - b. Nama Lengkap Anggota 2 : Mhd. Farhan Azumah
4. Dosen Pembimbing
 - a. Nama Lengkap dan Gelar : Dr. Rahmad Nuryanto, S.Si., M.Si.
 - b. NIP : 197105211998021001
 - c. Alamat : Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah
 - d. No Telp/HP : 08122794677

Mengetahui,

Kota Serang, 5 Juli 2024

Dosen Pembimbing



Dr. Rahmad Nuryanto, S.Si., M.Si.

Ketua Tim



Dhimas Luqmanul Hakim

ABSTRAK

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), luas perkebunan tebu di Indonesia mencapai 488.900 hektar (ha). Luas lahan tersebut mengalami peningkatan sebesar 8,88% dibandingkan tahun sebelumnya yang tercatat sebesar 449.008 ha. Berdasarkan angka tersebut, Indonesia menjadi negara penghasil tebu terbesar ke-10 di dunia. Namun, hal tersebut diperparah bahwa jumlah rata-rata ampas tebu yang dihasilkan di Indonesia mencapai 11.152.000 ton per tahun dan akan terus meningkat setiap tahunnya. Kurangnya optimalisasi penanganan limbah ampas tebu dapat menyebabkan kontaminasi terhadap lingkungan, sehingga berdampak negatif kepada ekosistem dan kesehatan masyarakat. Pengoptimalan penanganan ampas tebu perlu segera ditingkatkan untuk mengurangi dampak lingkungan yang merugikan. Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah penduduk Indonesia mencapai 279.504.728 jiwa di tahun 2024. Tingginya jumlah penduduk di Indonesia berbanding lurus terhadap kebutuhan barang elektronik. Baterai menjadi salah satu material dari penunjang peralatan elektronik. Namun, baterai mengandung senyawa logam berat yang terdiri dari merkuri, mangan, timbal, nikel, lithium, dan kadmium. Tidak hanya dapat mencemari lingkungan, namun bahan ini sangat berbahaya bagi manusia. Oleh karena itu, riset ini berfokus pada pemanfaatan limbah ampas tebu menjadi material pembuatan baterai. Pembuatan baterai ini dilakukan dengan menggunakan metode pirolisis serta beberapa variasi komposisi material yang berbeda untuk mendapatkan komposisi baterai yang terbaik. Variasi yang digunakan adalah perbedaan penambahan limbah ampas tebu yang digunakan untuk komposisi baterai. Pada riset ini dilakukan pengujian terhadap baterai yaitu pengujian tegangan listrik dan pengaktifan. Tegangan terbesar dihasilkan pada baterai sampel 2 dengan tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan berturut-turut sebesar 2,418 V, 0,46 A, dan 1,10 W.

Kata Kunci: *Baterai, Pirolisis, Tegangan, Ampas Tebu*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS), total luas perkebunan tebu di Indonesia mencapai 488.900 hektar. Luas tersebut mengalami peningkatan sebesar 8,8% dibanding tahun sebelumnya yang tercatat sebesar 449.008 hektar. Meningkatnya luas lahan yang signifikan membuat Indonesia kini menjadi negara penghasil tebu terbesar ke-10 di dunia, dengan hasil panen tebu di Indonesia sekitar 28,9 juta ton setiap tahunnya. Namun, produksi tebu yang tinggi ini menghasilkan jumlah limbah ampas tebu yang cukup besar. Berdasarkan angka panen tersebut, diperoleh nilai rata-rata jumlah ampas tebu di Indonesia mencapai 11.152.000 ton per tahun (Kholid *et al.*, 2024). Limbah ini dihasilkan oleh industri tebu setelah proses ekstraksi yang meninggalkan residu berupa ampas tebu dalam skala besar. Namun, diperkirakan jumlah ampas tebu ini akan terus meningkat seiring dengan meningkatnya industri tebu dan peningkatan hasil produksi tebu.

Peningkatan jumlah ampas tebu ini tidak sebanding dengan penanganannya yang belum optimal. Kurangnya pengoptimalan limbah ampas tebu ini dapat menyebabkan berbagai permasalahan kesehatan pada manusia, seperti batuk-batuk ketika menghirup serbuk ampas tebu yang terbawa angin dan permasalahan kesehatan lainnya. Limbah ampas tebu juga dapat menyebabkan permasalahan lingkungan seperti menimbulkan bau yang tidak sedap jika dibiarkan di lingkungan terbuka. Sisa-sisa penumpukan ampas tebu tersebut seringkali diletakkan di pinggir perairan dan dapat mengkontaminasi ekosistem perairan. Oleh karena itu, pemerintah mendukung adanya pengelolaan limbah lingkungan dengan mengeluarkan regulasi yang sesuai dengan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 27 Tahun 2020 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Perpres Republik Indonesia, 2020).

Di sisi lain, permasalahan limbah yang hingga saat ini belum terselesaikan adalah permasalahan limbah baterai kering. Namun, hal ini

diperparah dengan fakta bahwa kebutuhan baterai kering akan terus meningkat setiap tahunnya sejalan dengan peningkatan jumlah penduduk. Penggunaan dari baterai kering kini menimbulkan permasalahan baru, yaitu bahan yang terkandung pada baterai seperti merkuri, mangan, timbal, nikel, lithium, dan kadmium yang memiliki potensi besar untuk mencemari lingkungan jika tidak dikelola dengan baik. Limbah baterai seringkali dibuang secara begitu saja yang dapat menyebabkan zat-zat berbahaya tersebut meresap ke dalam tanah, sehingga mengakibatkan kontaminasi lingkungan (Irfani et al., 2022).

Sebanyak 80% komponen utama penyusun pada baterai adalah karbon. Namun, karbon yang umum digunakan dalam baterai kering saat ini diperoleh dari batu bara atau grafit sintetis yang merupakan sumber daya tidak terbarukan dan juga memiliki dampak negatif terhadap lingkungan akibat penggunaannya. Upaya dalam mencari bahan alternatif yang lebih ramah lingkungan, karbon aktif menjadi salah satu solusi yang hadir. Limbah dari ampas tebu dapat diolah menjadi karbon aktif karena kaya akan selulosa, hemiselulosa, dan lignin dan merupakan senyawa organik utama dalam biomassa yang dapat dikonversi menjadi karbon aktif. Komponen karbon aktif berperan sebagai penyimpanan energi listrik yang difabrikasi menggunakan metode pirolisis. Karbon aktif ampas tebu nantinya dapat digunakan sebagai pasta elektrolit pengisi baterai yang berfungsi sebagai media penyimpan dan penyalur muatan listrik sehingga baterai mampu menghasilkan tegangan (Hamidah et al., 2023).

Pada riset ini, akan dilakukan fabrikasi karbon aktif dari limbah ampas tebu menggunakan metode pirolisis sebagai komposisi pengisi baterai ramah lingkungan. Baterai yang didapatkan akan dilakukan pengujian pada tegangan, arus listrik, dan daya yang dihasilkan. Riset ini diharapkan dapat membantu mengatasi permasalahan limbah ampas tebu sebagai *renewable battery* dalam mendukung konsep *Sustainable Development Goals* (SDGs).

1.2 Rumusan Masalah

1.2.1 Bagaimana tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan dari baterai berdasarkan perbandingan variasi pasta elektrolit dalam baterai?

- 1.2.2 Bagaimana pengaruh waktu terhadap besaran tegangan, arus, dan daya pada variasi pasta elektrolit dalam baterai?
- 1.2.3 Bagaimana efektivitas karbon aktif ampas tebu sebagai bahan pengisi pasta elektrolit dalam baterai?

1.3 Tujuan Riset

- 1.3.1 Melakukan pengukuran tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan dari baterai berdasarkan perbandingan variasi pasta elektrolit dalam baterai.
- 1.3.2 Melakukan analisis terhadap pengaruh waktu terhadap besaran tegangan, arus, dan daya pada variasi pasta elektrolit dalam baterai.
- 1.3.3 Melakukan analisis terhadap efektivitas karbon aktif ampas tebu sebagai bahan pengisi pasta elektrolit dalam baterai.

1.4 Manfaat Riset

- 1.4.1 Penggunaan limbah ampas tebu sebagai bahan fabrikasi karbon aktif pasta elektrolit untuk menambah nilai ekonomi limbah ampas tebu.
- 1.4.2 Fabrikasi karbon aktif dari limbah ampas tebu sebagai pasta elektrolit dalam baterai dapat menjadi referensi untuk riset lebih lanjut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karbon aktif

Karbon aktif merupakan bentuk karbon yang telah diproses untuk memiliki area permukaan yang sangat besar dan porositas tinggi, yang meningkatkan kemampuannya untuk menyerap zat kimia, gas, dan partikel. Bahan dasar karbon aktif adalah material organik dengan kandungan karbon yang tinggi. Karbon aktif terdiri dari karbon bebas dan memiliki kemampuan adsorpsi yang tinggi. Pembuatan karbon aktif melibatkan 2 tahap, yaitu karbonisasi dan aktivasi. Proses aktivasi memiliki tujuan guna meningkatkan luas permukaan, volume dan luas diameter. Dalam hal ini, kadar abu pada karbon aktif lebih rendah dibandingkan dengan karbon karena telah melalui proses aktivasi. Karbon aktif dapat diperoleh dari tongkol jagung, tempurung kelapa, serat kelapa sawit, dan ampas tebu (Bakti *et al.*, 2023).

2.2 Pasta Elektrolit

Pasta elektrolit merupakan bahan berbentuk pasta yang berfungsi sebagai medium penghantar listrik antara dua elektroda dalam suatu sel elektrokimia atau baterai. Pasta elektrolit berfungsi untuk memisahkan katoda dan anoda pada baterai (Lestari., 2023). Mekanisme pembuatan pasta elektrolit hingga menjadi baterai yakni penumbukan, pengisian baterai dengan pasta, dan pengujian baterai pasta elektrolit (Ningrum *et al.*, 2023). Mekanisme ini terdiri atas disosiasi elektrolit, konduksi ion, reaksi redoks, transportasi ion, dan stabilitas yang masing-masing melibatkan pertukaran ion. Semakin pekat konsentrasi pasta elektrolit yang dibuat maka tegangan dan kuat arus listrik yang dihasilkan semakin besar.

2.3 Baterai

Baterai merupakan salah satu sumber energi yang mengubah energi kimia menjadi energi listrik (Hilal *et al.*, 2023). Baterai menjadi salah satu sumber daya penting bagi kehidupan manusia. Baterai dikenal efektif sebagai alat untuk menyimpan energi dengan densitas yang cukup besar. Baterai kering

terdiri dari tiga komponen utama: batang karbon sebagai anoda (kutub positif), seng (Zn) sebagai katoda (kutub negatif), dan pasta sebagai elektrolit (penghantar). Dalam dunia modern, energi listrik yang sangat diandalkan untuk mengoperasikan peralatan elektronik yang bersifat *portable*. Karbon dikenal sebagai salah satu bahan aktif dalam komponen baterai dengan stabilitas kimia, luas permukaan, dan konduktivitas listrik yang dapat dikembangkan. Bahan dasar baterai yang sering dijumpai yakni grafit, fullerene, dan graphene dalam dunia industri (Nurhilal *et al.*, 2023). Namun, bahan tersebut memiliki harga yang tinggi dan tidak ramah lingkungan.

2.4 Ampas Tebu

Ampas tebu adalah hasil samping proses ekstraksi cairan tebu dengan jumlah ampas yang dihasilkan sekitar 35-40% dari berat tebu yang digiling (Sugiharto & Zidini, 2021). Serat ampas tebu (*bagasse*) merupakan limbah organik yang banyak dihasilkan oleh pabrik-pabrik pengolahan gula tebu di Indonesia. Peningkatan produksi gula di Indonesia menyebabkan peningkatan limbah sisa produksi. Limbah ini kurang dimanfaatkan setelah produksi, meskipun ampas tebu memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi, karena serat ini mudah didapat, murah, tidak berbahaya bagi kesehatan, dan dapat terdegradasi secara alami (*biodegradability*). Sayangnya, pemanfaatan ampas tebu belum dilakukan secara efisien.

Salah satu serat alam yang banyak ditemukan di Indonesia adalah serat ampas tebu (*bagasse*). Ampas tebu sering menjadi bahan pencemar lingkungan yang menimbulkan dampak bau busuk. Dalam industri pengolahan tebu menjadi gula, jumlah ampas tebu yang dihasilkan dapat mencapai 90% dari setiap tebu yang diolah. Selama ini, pemanfaatan ampas tebu sebagai bahan baku pembuatan *particle board*, bahan bakar boiler, pupuk organik, dan pakan ternak masih terbatas dan memiliki nilai ekonomi yang rendah.

2.5 Pirolisis

Metode pirolisis berkaitan dengan aplikasi karbon karena mampu menghasilkan karbon aktif dari bahan yang digunakan. Metode ini dapat

menghilangkan kadar air sehingga bahan dapat terkarbonisasi dengan efektif, serta memungkinkan aktivasi yang efisien. Tujuan metode pirolisis adalah meningkatkan nilai kalori dari setiap bahan. Pirolisis menghasilkan produk dalam fase cair berupa minyak bakar, fase padat berupa residu atau tar, dan fase gas yang terdiri dari campuran gas yang dapat dan tidak dapat terkondensasi. Kelebihan metode pirolisis adalah tidak menyebabkan korosi dan memiliki nilai kalori yang lebih besar (Azis & Rante, 2021).

BAB III

METODOLOGI RISET

3.1 Waktu dan Tempat Riset

Seluruh kegiatan riset ini dilakukan dengan waktu efektif selama 4 bulan yang dimulai dari Februari hingga Juni 2024. Riset dilakukan di Laboratorium Kimia Fisik Universitas Diponegoro.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan pada riset ini adalah limbah ampas tebu yang berasal dari penjual es tebu di Kota Semarang, NaCl, dan air demineralisasi. Alat yang dibutuhkan pada riset ini adalah rangkaian alat pirolisis (wadah pembakaran yang terbuat dari besi dan pemanas api), multimeter digital, saringan, gelas ukur, gelas beker, dan *magnetic stirrer*.

3.3 Variabel Riset

3.3.1 Variabel bebas

1. Variasi pasta elektrolit perbandingan karbon aktif ampas tebu : NaCl : air (gram:gram:mL) = 70:45:25, 60:35:50, 50:25:75, dan 40:15:100
2. Variasi waktu ketahanan baterai = 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 hari.

3.3.2 Variabel terikat

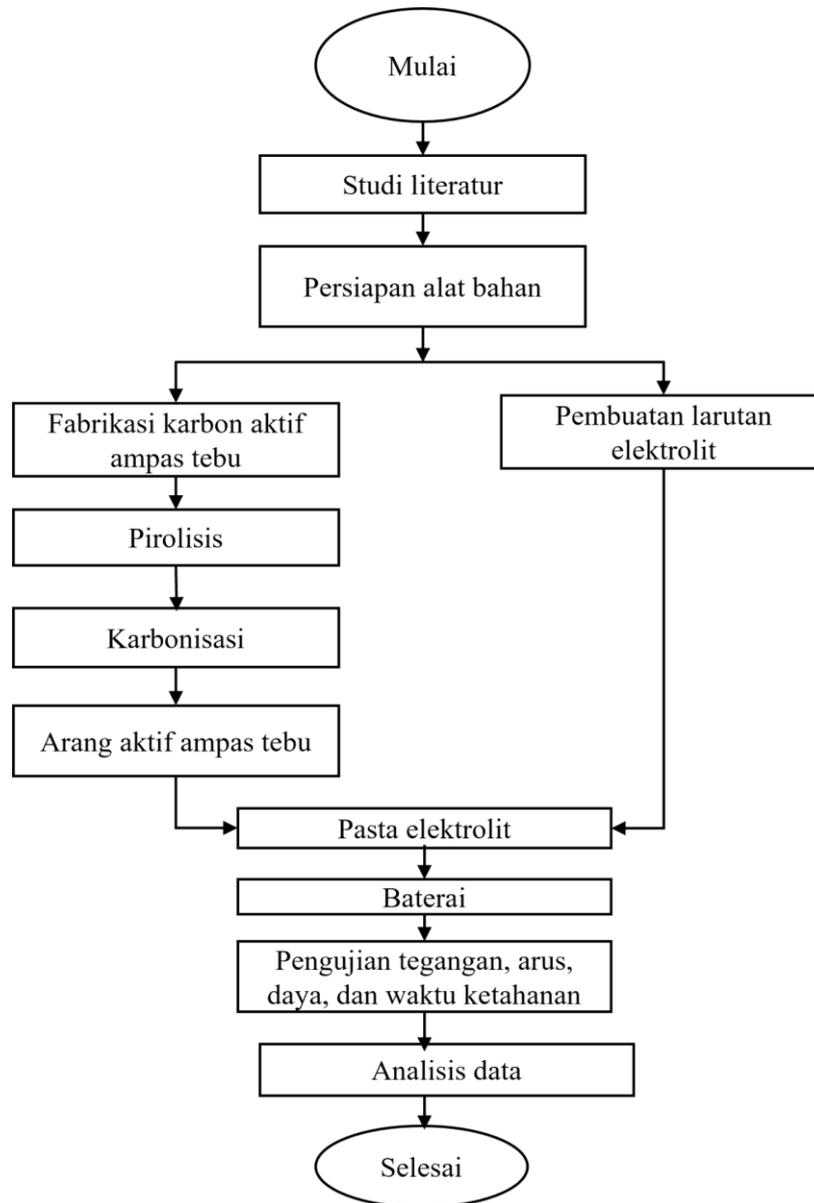
1. Besar tegangan listrik (V) pada baterai.
2. Besar kuat arus (I) pada baterai.
3. Besar daya (P) pada baterai.

3.3.3 Variabel tetap

Variabel tetap yang digunakan pada riset ini meliputi suhu pembakaran, suhu pengeringan, lama waktu pemanasan, dan lama waktu pengadukan dalam prosedur riset.

3.4 Tahapan Riset

Tahapan riset yang dilakukan dapat dilihat pada diagram alir berikut:



Gambar 3.1 Tahapan riset

3.5 Prosedur Riset

3.5.1 Fabrikasi Karbon Aktif Ampas Tebu

1. Tahap Pirolisis (pembakaran)

Limbah ampas tebu yang didapatkan dari pedagang es tebu dilakukan pengeringan di bawah sinar matahari selama 4 jam untuk mencegah adanya ampas tebu yang masih lembab atau mengandung

air. Setelah limbah ampas tebu kering dilakukan pemotongan ampas tebu menjadi bagian-bagian yang lebih kecil agar mempermudah proses pirolisis, lalu dilakukan proses pirolisis menggunakan rangkaian alat pirolisis dengan suhu 850⁰C selama 1 jam. Proses pirolisis dilakukan dengan kondisi wadah pembakaran tertutup rapat agar tidak ada oksigen yang masuk selama pembakaran. Setelah ampas tebu berubah menjadi arang, lalu diamkan hingga suhu arang ampas tebu normal dan dilakukan penghalusan hingga arang ampas tebu berubah menjadi abu ampas tebu. Abu ampas tebu disaring menggunakan saringan untuk memisahkan abu dengan kotoran atau bagian ampas tebu yang tidak terbakar sempurna.

2. Tahap Karbonisasi

Abu sekam padi yang diperoleh dicuci dengan air demineralisasi, lalu dikeringkan dengan menggunakan oven pada temperatur 100⁰C selama 1 jam. Abu ampas tebu yang telah kering kemudian dilakukan proses karbonisasi pada suhu 500⁰C selama 2 jam menggunakan oven, sehingga karbon aktif dari ampas tebu diperoleh sebanyak 250 gram.

3.5.2 Pembuatan Komposisi Pengisi Baterai

Pembuatan komposisi pengisi baterai dilakukan sesuai variasi rasio komposisi dengan RAL (Rancangan Acak Lengkap). Variasi komposisi pengisi baterai yang didapat sebanyak 4 variasi dengan rasio perbandingan karbon aktif ampas tebu, NaCl, dan air yang berbeda sesuai dengan tabel berikut:

Tabel 3.1 Perbandingan variasi komposisi pengisi baterai

Variasi	Karbon Aktif Ampas Tebu (gram)	Larutan Elektrolit	
		NaCl (gram)	Air (mL)
1	70	45	25

2	60	35	50
3	50	25	75
4	40	15	100

1. Pembuatan Larutan Elektrolit

Larutan elektrolit berfungsi sebagai zat cair yang berfungsi untuk menghantarkan ion antara anoda dan katoda. Larutan elektrolit menyebabkan adanya ion-ion (partikel muatan) untuk bergerak bebas dan mengalirkan arus listrik. Larutan elektrolit pada riset ini dibuat dengan menggunakan campuran antara NaCl padat dengan air demineralisasi sesuai dengan variasi yang ditentukan, yaitu variasi 1, 2, 3, dan 4 perbandingan NaCl padat : air demineralisasi (gram/mL) = 45:25, 35:50, 25:75, dan 15:100. Masing-masing takaran NaCl padat dan air demineralisasi dicampurkan pada gelas beker dan dilakukan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* selama 10 menit. Masing-masing variasi larutan elektrolit yang didapatkan didiamkan selama 5 menit.

2. Pembuatan Pasta Elektrolit

Pasta elektrolit merupakan campuran antara karbon aktif ampas tebu dengan larutan elektrolit dan berfungsi sebagai zat yang membantu meningkatkan konduktivitas ionik dan kinerja baterai. Pencampuran karbon aktif ampas tebu dengan larutan elektrolit yang telah dibuat sebelumnya sesuai variasinya masing-masing. Setelah karbon aktif ampas tebu dicampur dengan larutan elektrolit dilakukan pengadukan dengan *magnetic stirrer* selama 10 menit. Pasta elektrolit masing-variasi dimasukkan ke dalam sampel baterai yang terdapat anoda dan katoda di dalamnya.

3.6 Pengujian

3.6.1 Uji Tegangan (V) Baterai

Uji tegangan baterai bertujuan untuk mengetahui besaran tegangan listrik yang dihasilkan dari baterai menggunakan alat multimeter digital. Sebagai pembanding dilakukan pengukuran tegangan terhadap masing-masing variasi pasta elektrolit yang digunakan untuk mengetahui tegangan optimum pada variasi.

3.6.2 Uji Arus Listrik (I) Baterai

Uji arus listrik baterai bertujuan untuk mengetahui besaran arus listrik yang dihasilkan dari baterai menggunakan alat multimeter digital. Sebagai pembanding dilakukan pengukuran arus listrik terhadap masing-masing variasi pasta elektrolit yang digunakan untuk mengetahui arus optimum pada variasi..

3.6.3 Uji Daya (P) Baterai

Uji daya baterai bertujuan untuk mengetahui besaran daya yang dihasilkan dari baterai menggunakan alat multimeter digital. Sebagai pembanding dilakukan pengukuran daya terhadap masing-masing variasi pasta elektrolit yang digunakan untuk mengetahui daya optimum pada variasi.

3.6.4 Uji Waktu Ketahanan

Uji ketahanan waktu bertujuan untuk mengetahui kondisi besaran tegangan, arus, dan daya yang bertahan pada baterai menggunakan alat pengukuran multimeter digital. Variasi waktu pengukuran yang digunakan adalah 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 hari. Uji ketahanan waktu akan menentukan lama waktu kondisi bertahan baterai berdasarkan tegangan, arus, dan daya sehingga dapat diketahui puncak tertinggi tegangan, arus, dan daya berdasarkan ketahanan waktu.

3.7 Indikator Capaian yang Terukur

3.7.1 Luaran

Variasi komposisi pasta elektrolit dari karbon aktif ampas tebu dan larutan elektrolit dengan tegangan, arus, daya, dan ketahanan waktu terbaik sebagai pengisi komposisi dalam baterai yang ramah lingkungan.

3.7.2 Indikator Capaian

Variasi komposisi pasta elektrolit dari karbon aktif ampas tebu dan larutan elektrolit terbaik yang dilihat dari besaran tegangan yang tinggi, arus listrik tinggi, daya yang tinggi, dan lama waktu ketahanan yang optimum.

3.8 Metode Analisis dan Penafsiran Data

3.8.1 Metode Analisis

Analisis data riset bertingkat terdiri dari 1 variabel bebas pada tingkat pertama dengan variasi komposisi pasta elektrolit. 1 variabel bebas pada tingkat kedua dengan 7 variasi waktu ketahanan baterai. Riset tingkat pertama bertujuan untuk mengukur perbandingan komposisi pasta elektrolit yang efektif. Riset tingkat kedua bertujuan untuk mengetahui lama waktu ketahanan yang dilihat berdasarkan besaran tegangan, arus, dan daya pada baterai. Data variabel terbaik dianalisis untuk melihat pengaruh antar variabelnya.

3.8.1 Penafsiran data

Penafsiran data didapatkan dari hasil analisis variabel untuk menentukan variasi paling optimum pada baterai. Perbandingan variasi komposisi pasta elektrolit diukur besarnya menggunakan alat multimeter digital untuk melihat tegangan, arus, dan daya tertinggi yang dihasilkan. Selanjutnya masing-masing komposisi divariasikan dengan lama waktu ketahanan untuk mengetahui besaran tegangan, arus, dan daya yang bertahan pada baterai berdasarkan lama variasi waktu pengukuran yang digunakan.

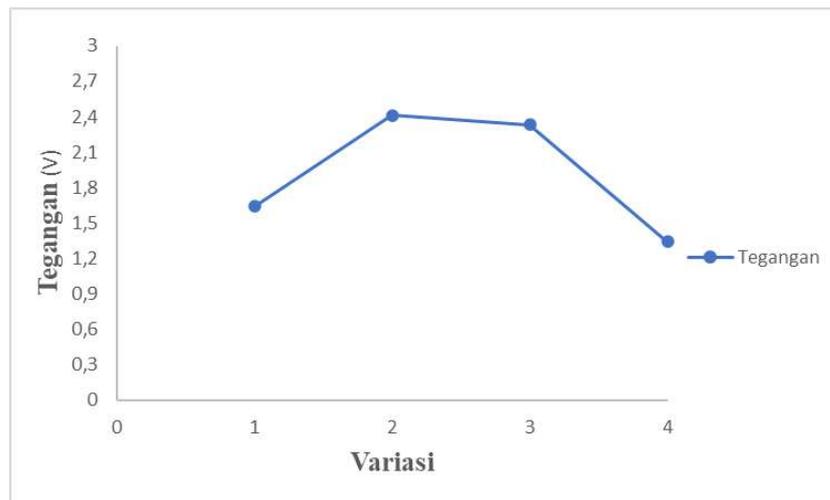
3.9 Kesimpulan Hasil Riset

Setelah dilakukan analisis data berdasarkan prosedur riset yang telah dilakukan, selanjutnya proses rekapitulasi hasil riset dan mengaitkan dengan studi literatur untuk menyimpulkan hasil berdasarkan tujuan riset yang telah ditetapkan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Pengujian Tegangan (V) Baterai Menggunakan Multimeter Digital

Pengujian tegangan baterai dilakukan menggunakan alat multimeter digital yang bertujuan untuk mengetahui tegangan tertinggi yang dihasilkan dari masing-masing variasi komposisi pasta elektrolit dalam baterai, yaitu variasi 1, variasi 2, variasi 3, dan variasi 4. Hasil yang didapat dari pengujian tegangan baterai dapat dilihat pada gambar berikut:

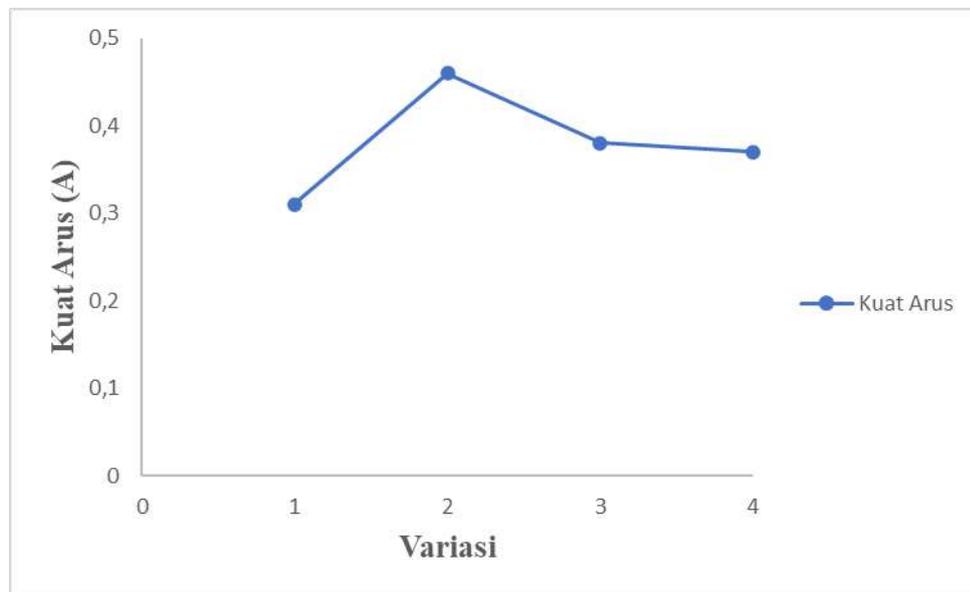


Gambar 4.1 Grafik tegangan yang dihasilkan dari masing-masing variasi

Gambar 4.1 menunjukkan grafik hubungan antara tegangan yang dihasilkan masing-masing variasi pasta elektrolit dalam baterai. Tegangan yang didapatkan merupakan tegangan tertinggi yang diperoleh di hari pertama pengujian menggunakan alat multimeter digital. Tegangan tertinggi diperoleh pada variasi 2 dengan tegangan yang dihasilkan sebesar 2,41 V. Pada variasi 1 diperoleh tegangan sebesar 1,64 V, variasi 3 sebesar 2,33 V, dan variasi 4 sebesar 1,34 V. Perbedaan tegangan yang dihasilkan disebabkan oleh perbedaan komposisi pada pasta elektrolit berdasarkan masing-masing variasi yang digunakan.

4.2 Hasil Pengujian Arus (I) Baterai Menggunakan Multimeter Digital

Pengujian arus listrik pada baterai dilakukan menggunakan alat multimeter digital yang bertujuan untuk mengetahui arus tertinggi yang dihasilkan dari masing-masing variasi komposisi pasta elektrolit dalam baterai, yaitu variasi 1, variasi 2, variasi 3, dan variasi 4. Hasil yang didapat dari pengujian arus baterai dapat dilihat pada gambar berikut:



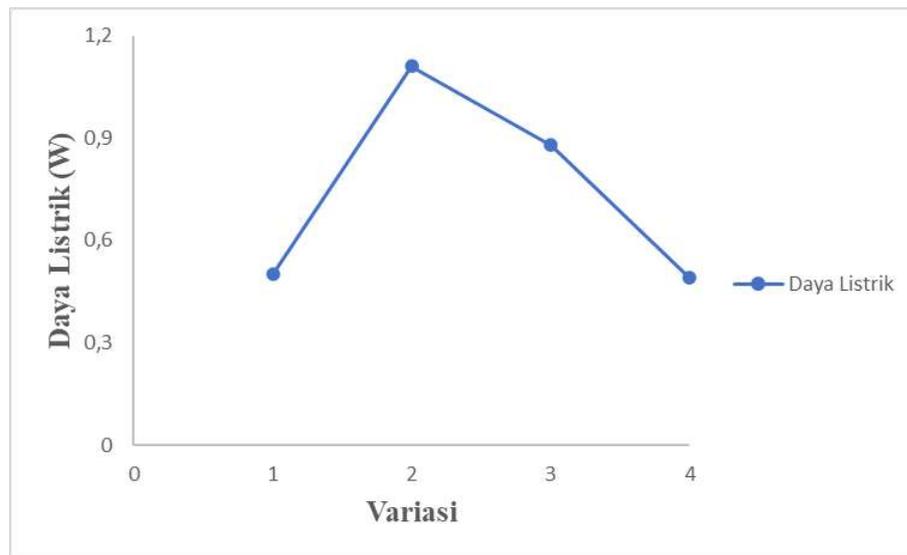
Gambar 4.2 Grafik arus yang dihasilkan dari masing-masing variasi

Gambar 4.2 menunjukkan grafik hubungan antara arus yang dihasilkan masing-masing variasi pasta elektrolit dalam baterai. Arus yang didapatkan merupakan arus tertinggi yang diperoleh di hari pertama pengujian menggunakan alat multimeter digital. Arus tertinggi diperoleh pada variasi 2 dengan arus yang dihasilkan sebesar 0,46 mA. Pada variasi 1 diperoleh arus sebesar 0,31 mA, variasi 3 sebesar 0,38 mA, dan variasi 4 sebesar 0,37 mA. Perbedaan arus yang dihasilkan disebabkan oleh perbedaan komposisi pada pasta elektrolit berdasarkan masing-masing variasi yang digunakan.

4.3 Hasil Pengujian Daya (P) Baterai Menggunakan Multimeter Digital

Pengujian daya baterai dilakukan menggunakan alat multimeter digital yang bertujuan untuk mengetahui daya tertinggi yang dihasilkan dari masing-masing variasi komposisi pasta elektrolit dalam baterai, yaitu variasi 1, variasi

2, variasi 3, dan variasi 4. Hasil yang didapat dari pengujian daya baterai dapat dilihat pada gambar berikut:



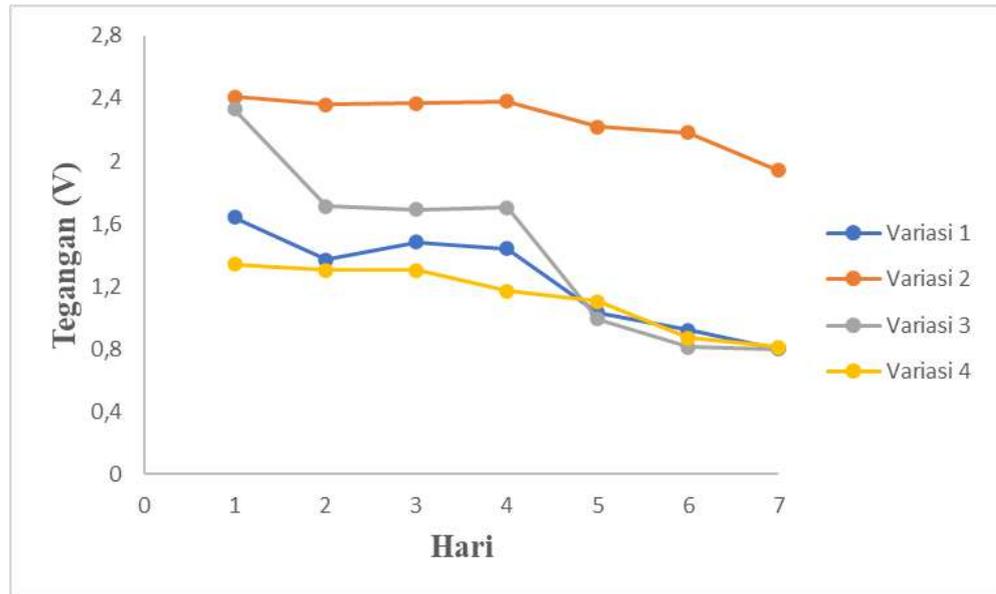
Gambar 4.3 Grafik daya yang dihasilkan dari masing-masing variasi

Gambar 4.3 menunjukkan grafik hubungan antara daya yang dihasilkan masing-masing variasi pasta elektrolit dalam baterai. Daya yang didapatkan merupakan daya tertinggi yang diperoleh di hari pertama pengujian menggunakan alat multimeter digital. Daya tertinggi diperoleh pada variasi 2 dengan daya yang dihasilkan sebesar 1,10 mW. Pada variasi 1 diperoleh daya sebesar 0,5 mW, variasi 3 sebesar 0,88 mW, dan variasi 4 sebesar 0,49 mW. Perbedaan daya yang dihasilkan disebabkan oleh perbedaan komposisi pada pasta elektrolit berdasarkan masing-masing variasi yang digunakan.

4.4 Hasil Pengujian Waktu Ketahanan

4.4.1 Waktu Ketahanan Terhadap Tegangan

Pengujian waktu ketahanan terhadap tegangan dilakukan untuk mengukur perubahan besaran tegangan sesuai variasi waktu yang telah ditentukan yaitu 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 hari berdasarkan masing-masing variasi komposisi pasta elektrolit. Hasil yang didapatkan dari pengujian waktu ketahanan dapat dilihat pada gambar berikut:

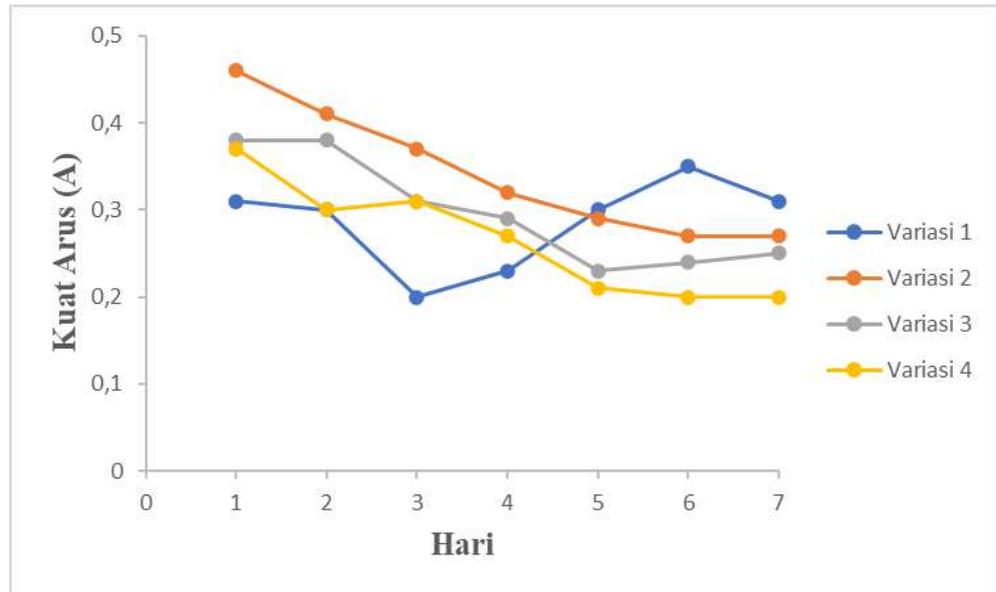


Gambar 4.4 Grafik waktu ketahanan terhadap tegangan

Gambar 4.4 menunjukkan grafik hubungan antara tegangan yang dihasilkan masing-masing variasi komposisi pasta elektrolit terhadap variasi waktu pengujian. Hari ke 1 merupakan tegangan awal yang dihasilkan pada masing-masing variasi. Tegangan yang dihasilkan pada hari ke-2 untuk masing-masing variasi mengalami penurunan karena adanya proses reduksi dan oksidasi pada elektroda baterai. Tegangan baterai mengalami penurunan yang signifikan setiap harinya hingga hari ke-7. Hal ini menjelaskan bahwa tegangan pada baterai akan terus menurun dengan bertambahnya masa pemakaian.

4.4.2 Waktu Ketahanan Terhadap Arus

Pengujian waktu ketahanan terhadap arus dilakukan untuk mengukur perubahan besaran arus sesuai variasi waktu yang telah ditentukan yaitu 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 hari berdasarkan masing-masing variasi komposisi pasta elektrolit. Hasil yang didapatkan dari pengujian waktu ketahanan dapat dilihat pada gambar berikut:



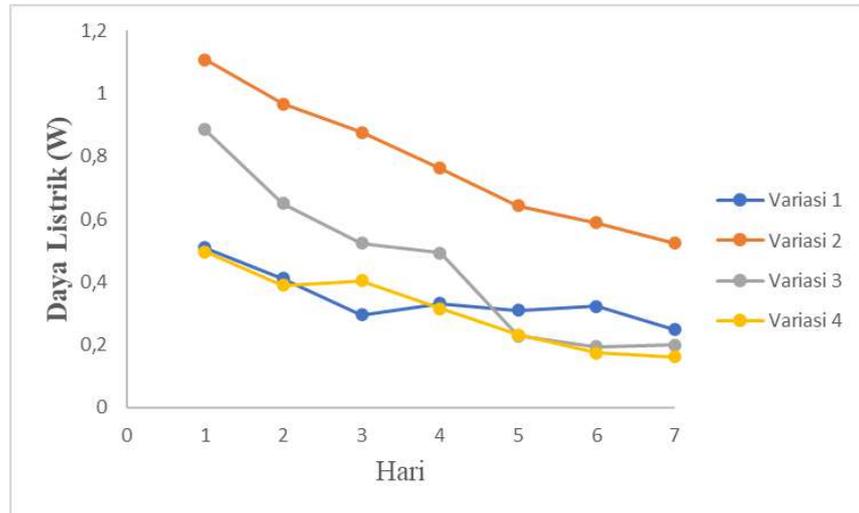
Gambar 4.5 Grafik waktu ketahanan terhadap arus

Grafik hubungan antara arus terhadap waktu ketahanan yang dihasilkan masing-masing variasi komposisi pasta elektrolit ditunjukkan pada gambar 4.5. hari ke-1 arus yang dihasilkan variasi 1, 2, 3, dan 4 berturut-turut adalah 0,31 A, 0,46 A, 0,38 A, dan 0,37 A. Pada variasi 1, hari ke- 2 hingga hari ke-4 mengalami penurunan hingga mengalami kenaikan puncak arus pada hari ke-6 dan mengalami penurunan pada hari ke-7. Pada variasi 2, arus tertinggi diperoleh pada hari ke-1 sebesar 0,46 A, hari ke-2 hingga hari ke-4 mengalami penurunan hingga hari ke-7 secara stabil. Pada variasi 3, arus tertinggi diperoleh pada hari ke-1 sebesar 0,38 A, hari ke-2 hingga hari ke-7 juga mengalami penurunan arus yang stabil. Pada variasi 4, arus tertinggi diperoleh pada hari ke-1 sebesar 0,37 A, hari ke-2 hingga hari ke-7 juga mengalami penurunan arus yang stabil. Penurunan arus ini disebabkan karena faktor waktu yang menyebabkan penurunan arus secara stabil setiap harinya. Arus yang dihasilkan berasal dari dekomposisi pasta elektrolit.

4.4.3 Waktu Ketahanan Terhadap Daya

Pengujian waktu ketahanan terhadap daya dilakukan untuk mengukur perubahan besaran daya sesuai variasi waktu yang telah

ditentukan yaitu 1, 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 hari berdasarkan masing-masing variasi komposisi pasta elektrolit. Hasil yang didapatkan dari pengujian waktu ketahanan dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 4.6 Grafik waktu ketahanan terhadap daya

Grafik hubungan daya terhadap waktu ketahanan pada masing-masing variasi komposisi pasta elektrolit ditunjukkan pada gambar 4.6. Daya yang dihasilkan oleh ke-4 variasi menunjukkan tren yang berbeda. perbedaan trend ini diakibatkan oleh tegangan dan juga arus yang dihasilkan oleh ke-4 variasi pasta elektrolit. Produksi daya terbesar pada ke-4 variasi pasta elektrolit adalah pada variasi 2 yaitu sebesar 1,10 W. Produksi daya dipengaruhi arus dan tegangan pada pasta elektrolit.

Hasil seluruh analisis dari pengukuran pengujian dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4.1 Tabel Hasil Analisis Pengujian

Hari Ke-	Variasi 1			Variasi 2		
	V (Volt)	I (A)	P (W)	V (Volt)	I (A)	P(W)
1	1,64	0,31	0,50	2,41	0,46	1,11
2	1,37	0,3	0,41	2,36	0,41	0,96
3	1,48	0,2	0,29	2,37	0,37	0,87
4	1,44	0,23	0,33	2,38	0,32	0,76
5	1,03	0,3	0,30	2,22	0,29	0,64
6	0,92	0,35	0,32	2,18	0,27	0,58

7	0,8	0,31	0,24	1,94	0,27	0,52
---	-----	------	------	------	------	------

Hari Ke-	Variasi 3			Variasi 4		
	V (Volt)	I (A)	P (W)	V (Volt)	I (A)	P(W)
1	2,33	0,38	0,88	1,34	0,37	0,49
2	1,71	0,38	0,64	1,3	0,3	0,39
3	1,69	0,31	0,52	1,3	0,31	0,4
4	1,7	0,29	0,49	1,17	0,27	0,31
5	0,99	0,23	0,22	1,1	0,21	0,23
6	0,81	0,24	0,19	0,87	0,2	0,17
7	0,8	0,25	0,2	0,81	0,2	0,16

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- 5.1.1 Berdasarkan riset yang telah dilakukan, nilai terbesar tegangan, arus, dan daya listrik terdapat pada komposisi pasta elektrolit variasi 2. Nilai tegangan baterai pada variasi 1, 2, 3 dan 4 berturut-turut sebesar 1,64 V, 2,41 V, 2,33 V, dan 1,34 V. Nilai arus listrik baterai pada variasi 1, 2, 3 dan 4 berturut-turut sebesar sebesar 0,31 A, 0,46 A, 0,38 A, dan 0,37 A. Nilai daya listrik baterai pada variasi 1, 2, 3 dan 4 berturut-turut sebesar 0,5 W, 1,10 W, 0,88 W, dan 0,49 W.
- 5.1.2 Tegangan, arus, dan daya pada baterai dengan komposisi isian pasta elektrolit karbon aktif ampas tebu mengalami penurunan besaran yang stabil, dipengaruhi dari masa pemakaian baterai tersebut. Tegangan, arus, dan daya listrik yang dihasilkan oleh baterai dengan komposisi pasta elektrolit karbon aktif ampas tebu selama 7 hari bersifat fluktuatif. Karakterisasi pengembangan baterai isian pasta elektrolit karbon aktif ampas tebu menghasilkan tegangan maksimum sebesar 2,41 V, kuat arus maksimum sebesar 0,46 A, dan daya maksimum 1,10 W.
- 5.1.3 Limbah ampas tebu dapat difabrikasi menjadi karbon aktif ampas tebu yang dapat digunakan sebagai pasta elektrolit dengan campuran larutan elektrolit NaCl dan air demineralisasi sebagai komposisi isian dalam baterai yang mampu menghasilkan tegangan, arus, dan daya listrik.

5.2 Saran

Riset selanjutnya diperlukan karakterisasi pada karbon aktif ampas tebu yang meliputi karakterisasi morfologi permukaan dan karakterisasi ukuran pori-pori. Riset selanjutnya diperlukan pengembangan analisis dalam skala besar pada komposisi pasta elektrolit terbaik sebagai komposisi pengisi baterai.

DAFTAR PUSTAKA

Hamidah, I. *et al.* (2023). Biomass-Based Supercapacitors Electrodes for Electrical Energy Storage Systems Activated Using Chemical Activation Method: A Literature Review and Bibliometric Analysis. *Indonesian Journal of Science and Technology*.

Irfani, F.U.M., Lean, H.H., Hartono, D., Indraswati, K.D., and Partama, R. (2022). Population Density And Energy Consumption: A Study in Indonesian Provinces. *Contribution Journal. Economic Department. University of Indonesia*.

Kholid, M.N.I., dan Irawan, R.D.(2024). Perancangan Pabrik γ -Valerolactone (GVL) Dari Ampas Tebu Dengan Kapasitas 15.244 Ton/Tahun. *Jurnal Tugas Akhir Teknik Kimia*, 7(1), 12-19.

Lestari, P. (2023). LITERATURE REVIEW: POTENSI AMPAS TAHU SEBAGAI BIO BATERAI RAMAH LINGKUNGAN. *Dalton: Jurnal Pendidikan Kimia dan Ilmu Kimia*, 6(3), 168-176.

Nguyen, N.L.T. et al. (2024). PAN-precursor to carbon fibre: An investigation of manufacture and material properties for varying comonomer composition. *Polymer Degradation and Stability*, 227(February). p. 110835.

Ningrum, R. W., Ningrum, R. F., & Fitasari, D. Analysis of Moringa Leaves as a Material for Making Electrolytes in Bio-Batteries. In *Social, Humanities, and Educational Studies (SHES): Conference Series* (Vol. 6, No. 4).

Nurhilal, O., Salam, Q.B., Hidayat, S., dan Risdiana.(2023). Sintesis Dan Karakterisasi Komposit Karbon/Sulfur Dari Karbon Berpori Dari Eceng Gondok Untuk Katoda Baterai Lithium-Sulfur', XI, pp. 7–12.

Rezki, A.S., Wulandari, Y.R., Alvita, L.R., dan Sari, N.P. (2023). Potential of Empty Fruit Bunches (EFB) Waste as Bioenergy to Produce Bio-Oil using Pyrolysis Method: Temperature Effects. *Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan*, 7(1). pp. 22–29.

Saptati, A.S.D., Silvia, K., Nalita, W.R, Bambang, I. (2016). Potensi Ampas Tebu Sebagai Alternatif Bahan Baku Pembuatan Karbon Aktif. *Jurnal Teknik Kimia, Universitas Brawijaya*, 3(4).

Sari, M.F.P., Loekitowati, P. and Mohadi, R. (2017). Penggunaan Karbon Aktif Dari Ampas Tebu Sebagai Adsorben Zat Warna Procion Merah Limbah Cair Industri Songket. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 7(1). pp. 37–40.

Sultan, S., Latifah, H., dan Awal, N.(2020). Nilai Serapan Karbon Hutan Pinus Di Desa Pesse Kecamatan Donri – Donri Kabupaten Soppeng. *Jurnal Penelitian Kehutanan BONITA*.

LAMPIRAN 1. LEMBAR ORISINALITAS

LOMBA KARYA TULIS ILMIAH NASIONAL 10th KIME ON IDEAS COMPETITON

1. Judul : Inovasi Limbah Ampas Tebu (Saccharum Officinarum) sebagai Environment Renewable Battery dengan Metode Pirolisis dalam Mewujudkan Konsep SDGs Poin Ke-7
2. Perguruan Tinggi : Universitas Diponegoro
3. Identitas Penulis :
- a. Nama Lengkap Ketua : Dhimas Luqmanul Hakim
 - b. Jenis Kelamin : Laki-Laki
 - c. Tempat, Tanggal Lahir : Serang, 20 November 2005
 - d. Prodi/Angkatan : Teknik Lingkungan/2023
 - e. NIM : 21080123140114
 - f. Alamat : Kaloran Kidul, Kota Serang, Banten.
 - g. E mail : dhimaslh3472@gmail.com
 - h. Anggota
 - Nama Lengkap Anggota 1 : Faruq Naufal Yusuf
 - Nama Lengkap Anggota 2 : Mhd. Farhan Azumah

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan adalah benar/ Dengan ini, saya menyatakan ikut serta dalam Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional 10th KIME on Ideas Competition (10th KOIN) dan menyetujui semua syarat dan ketentuan lomba yang ditetapkan oleh panitia

Ketua Tim



(Dhimas Luqmanul Hakim)

LAMPIRAN 1. HALAMAN COVER

Lingkungan

10th KIME on Ideas Competition

**SPATIAL TEMPORAL ANALYSIS OF LAND SURFACE TEMPERATURE
USING LANDSAT 8 TO SUPPORT SMART CITY BASED SUSTAINABLE
DEVELOPMENT IN CIKARANG**



Oleh:

Muhammad Syarifuddin Nur Ramadhoni

Geografi/2021

Ranu Yolán Eky Mahetsa

Sastra Belanda/2021

Ridzki Gunawan Al-Ayyubi

Sejarah/2021

UNIVERSITAS INDONESIA

DEPOK

2024

LAMPIRAN 2. LEMBAR PENGESAHAN

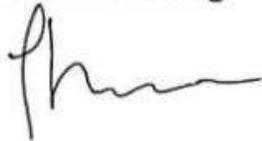
HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul: Spatial Temporal Analysis of Land Surface Temperature using Landsat 8 to Support Smart City Based Sustainable Development in Cikarang Regency.
2. Ketua Kelompok
 - a. Nama Lengkap : Muhammad Syarifuddin Nur Ramadhoni
 - b. NIM : 2106723602
 - c. Prodi : Geografi
 - d. Perguruan Tinggi : Universitas Indonesia
 - e. Alamat : JL. Martapura I No. 2 GKB, Kel. Yosowilangun, Kec. Manyar, Kab. Gresik
 - f. No Tel/HP : 082229325633
 - g. Alamat Email : msnramadhoni@gmail.com
3. Anggota Kelompok/Penulis
 - a. Nama Lengkap Anggota 1: Ranu Yolana Eky Mahetsa
 - b. Nama Lengkap Anggota 2: Ridzki Gunawan Al-Ayyubi
4. Dosen Pembimbing
 - a. Nama Lengkap dan Gelar: Dr. rer nat. Eko Kusratmoko.
 - b. NIP: 196411011989031002
 - c. Alamat: Depok
 - d. No Telp/HP: 081519409592

Mengetahui,

Depok, 28 Mei 2024

Dosen Pembimbing



Dr. rer nat. Eko Kusratmoko

Ketua Tim



Muhammad Syarifuddin Nur Ramadhoni

LAMPIRAN 3. LEMBAR ORISINALITAS

LOMBA KARYA TULIS ILMIAH NASIONAL

10th KIME ON IDEAS COMPETITION

1. Judul: Spatial Temporal Analysis of Land Surface Temperature using Landsat 8 to Support Smart City Based Sustainable Development in Cikarang Regency.
2. Perguruan Tinggi: Universitas Indonesia
3. Identitas Penulis
 - a. Nama Lengkap Ketua : Muhammad Syarifuddin Nur Ramadhoni
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. Tempat, Tanggal Lahir : Gresik, 3 Desember 2002
 - d. Prodi/Angkatan : Geografi/2021
 - e. NIM : 2106723602
 - f. Alamat : JL. Martapura I No. 2 GKB, Kel. Yosowilangun, Kec. Manyar, Kab. Gresik
 - g. E mail : msnramadhoni@gmail.com
 - h. Anggota
 - Nama Lengkap Anggota 1: Ranu Yolani Eky Mahetsa
 - Nama Lengkap Anggota 2: Ridzki Gunawan Al-Ayyubi

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan adalah benar/ Dengan ini, saya menyatakan ikut serta dalam Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional 10th KIME on Ideas Competition (10th KOIN) dan menyetujui semua syarat dan ketentuan lomba yang ditetapkan oleh panitia

Muhammad Syarifuddin



The stamp includes the text 'Kema Tim' at the top, a Garuda emblem, and 'METERAI TEMBE' below it. A handwritten signature is written over the stamp. Below the stamp, the name 'Muhammad Syarifuddin' is printed.

LEMBAR 4. BIODATA

BIODATA KETUA TIM

Nama Lengkap/NIM : Muhammad Syarifuddin Nur Ramadhoni
Prodi/Angkatan : Geografi/2021
Tempat, Tanggal Lahir : Gresik, 3 Desember 2002
Alamat : JL. Martapura I No. 2
GKB, Kel. Yosowilangun, Kec. Manyar, Kab. Gresik
Email : msnramadhoni@gmail.com
No Tel/WA : 082229325633



Karya Tulis yang Pernah Dibuat : Pola Persebaran Dolina Pada Bentang Alam Karst Di Kecamatan Saptosari, Kabupaten Gunungkidul menggunakan Nearest Neighbor Analysis, Kajian Potensi Kesesuaian Wilayah Tanaman Krisan Di Kabupaten Bandung Dengan Metode Overlay Matriks Kesesuaian, Pemanfaatan Penginderaan Jauh menggunakan Citra Landsat 8 dalam Mendukung Pembangunan Berkelanjutan Berbasis Smart City di Kecamatan Cikarang Timur.

Penghargaan di Bidang Ilmiah : Juara 1 LKTI GEO-SMART, Juara Paper Terbaik, Juara Harapan 2 LKTI GEO-SMART, Juara 3 Essay EDUCATIV II

BIODATA ANGGOTA KELOMPOK

Nama Lengkap/NIM : Ranu Yolán Eky Mahetsa
Prodi/Angkatan : Sastra Belanda/2021
Tempat, Tanggal Lahir : Jember, 1 Februari 2002
Alamat : Jl. Rawa Pule I, Cluster Ku
Kukusan - Beji - Depok
Email : yolanezymahetsa@gmail.c
No Tel/WA : 08121089748
Karya Tulis yang Pernah Dibuat : Demobilisasi Eks KNIL Ambon ke Belanda
1949-1955
Penghargaan di Bidang Ilmiah : Juara Harapan I Debat Nasional UNESA,
Juara 3 Debat OIM FIB UI



BIODATA ANGGOTA KELOMPOK

Nama Lengkap/NIM : Ridzki Gunawan Al-Ayyubi
Prodi/Angkatan : Sejarah/2021
Tempat, Tanggal Lahir : Jakarta, 3 November 2002
Alamat : Jl. Rawa Pule I, Cluster
Kukusan 25L, Kukusan - Beji - Depok
Email : ridzkygunawan35@gmail.com
No Tel/WA : 085777064659
Karya Tulis yang Pernah Dibuat : -
Penghargaan di Bidang Ilmiah : -



BIODATA DOSEN PEMBIMBING

Nama Lengkap dan Gelar NIP: Dr. rer nat. Eko Kusratmoko

Tempat, Tanggal Lahir: Jakarta, 1 November 1964

Alamat: Depok

Email: eko.kusratmoko@sci.ui.ac.id

No Tel/HP: 081519409592

Penghargaan yang Pernah Diterima: -

LAMPIRAN 5. ABSTRAK

Spatial Temporal Analysis of Land Surface Temperature using Landsat 8 to Support Smart City Based Sustainable Development in Cikarang Regency

Muhammad Syarifuddin Nur Ramadhoni (2106723602)

Ranu Yolana Eky Mahetsa (NPM)

Ridzki Gunawan Al-Ayyubi (NPM)

Universitas Indonesia

msnramadhoni@gmail.com

Abstrak. Cikarang merupakan kota industri terbesar di Asia Tenggara, sehingga mudah mengalami peningkatan jumlah bangunan. Adanya peningkatan jumlah bangunan industri di Cikarang yaitu dari 84 menjadi 142, sehingga jumlah pekerja industri dari luar daerah yang merantau ke kota tersebut semakin meningkat. Padatnya bangunan menyebabkan perubahan kualitas lingkungan, terutama suhu permukaan yang semakin tinggi di kawasan industri Cikarang. Oleh karena itu, perlu adanya pemantauan suhu permukaan tanah. Pemantauan suhu permukaan tanah merupakan salah satu cara yang sangat penting untuk mendukung pembangunan berkelanjutan di perkotaan. Dengan pertumbuhan pesat perkotaan, terutama di daerah seperti Cikarang Timur, pemahaman yang baik tentang pola suhu permukaan tanah menjadi krusial dalam merencanakan pengembangan yang berkelanjutan. Penelitian ini mengambil pendekatan yang cermat dalam menganalisis pola spasial-temporal suhu permukaan tanah menggunakan data dari satelit Landsat 8. Metode analisis citra satelit dan pengolahan data spasial dengan menggunakan software ArcGIS dan Python untuk analisis regresi telah memberikan wawasan mendalam tentang perubahan suhu permukaan tanah dari tahun 2015 hingga 2021 di wilayah penelitian. Hasil penelitian menunjukkan perbedaan yang signifikan dalam suhu rata-rata berdasarkan jenis tutupan lahan. Selama periode tersebut, terdapat perubahan suhu rata-rata yang mencolok, seperti penurunan suhu rata-rata pada bangunan sebesar -4°C , pada agrikultur sebesar -3.2°C , dan pada vegetasi sebesar -3.43°C . Selain itu, temuan menarik lainnya adalah adanya korelasi yang berbeda antara kerapatan vegetasi dan bangunan dengan suhu permukaan tanah. Kerapatan vegetasi menunjukkan korelasi negatif yang kuat dengan suhu permukaan tanah (-0.67), sementara kerapatan bangunan menunjukkan korelasi positif yang signifikan (0.72). Hal ini menggambarkan kompleksitas interaksi antara tutupan lahan, vegetasi, dan infrastruktur perkotaan dengan suhu permukaan tanah. Dengan memahami dinamika suhu permukaan tanah, pemerintah memiliki kesempatan untuk mengambil langkah-langkah yang lebih tepat dalam perencanaan perkotaan yang berkelanjutan. Informasi yang diperoleh dari pemantauan suhu permukaan tanah dapat menjadi dasar untuk mengembangkan konsep Smart City di Cikarang Timur. Penggunaan teknologi ini

tidak hanya memungkinkan identifikasi pola perkembangan wilayah perkotaan, tetapi juga membuka peluang untuk mengintegrasikan strategi adaptasi iklim dan mitigasi risiko bencana. Dengan demikian, penelitian ini bukan hanya menjadi panduan bagi kebijakan pembangunan berkelanjutan di lingkungan perkotaan, tetapi juga menyediakan landasan yang kokoh untuk upaya penghijauan dan pemeliharaan lahan basah secara berkelanjutan, yang menjadi penting dalam menjaga keseimbangan ekologi di masa depan.

Kata kunci: *Landsat 8, Suhu Permukaan Tanah, Pembangunan Berkelanjutan, Smart City*

DAFTAR ISI

BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Tutupan Lahan.....	4
2.1.1 Perubahan Tutupan Lahan.....	4
2.2 Penginderaan Jauh.....	5
2.3 Suhu Permukaan Tanah.....	7
2.4 El Nino Southern Oscillation (ENSO).....	8
2.4.1 El Nino.....	8
2.4.2 La Nina.....	9
2.5 Penelitian Terdahulu.....	9
BAB 3 METODOLOGI.....	11
3.1 Wilayah Penelitian.....	11
3.2 Diagram Pikir Penelitian.....	11
3.3 Jenis Metode.....	12
3.4 Pengumpulan Data.....	12
3.5 Metode Pengolahan dan Analisis Data.....	13
3.5.1 Pra Pengolahan.....	13
3.5.2 Pengolahan Data Pengolahan Suhu Permukaan Tanah (Land Surface Temperature).....	13
3.5.3 Klasifikasi Tutupan Lahan.....	16
BAB 4 PEMBAHASAN.....	17
4.1 Pola Spasial-Temporal Suhu Permukaan Tanah.....	17
4.2 Pola Spasial-Temporal Kerapatan Vegetasi dan Hubungannya dengan Suhu Permukaan Tanah.....	18

4.3 Pola Spasial-Temporal Tutupan Lahan.....	19
4.4 Efek Perubahan Tutupan Lahan terhadap Suhu Permukaan Tanah.....	21
4.5 Analisis Pengaruh Suhu Permukaan Tanah terhadap Pembangunan Berkelanjutan.....	21
BAB 5 PENUTUP.....	22
5.1 Kesimpulan.....	22
5.1 Saran.....	23
DAFTAR PUSTAKA.....	24
LAMPIRAN.....	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.....	11
Gambar 4.1. Pola spasial-temporal LST Cikarang Timur: (a) 2015, (b) 2021....	17
Gambar 4.2. Pola spasial-temporal kerapatan vegetasi di Cikarang Timur: (a) 2015, (b) 2021.....	18
Gambar 4.3. Hasil regresi scatter plots LST dan NDVI di Cikarang Timur : (a) 2015, (b) 2021.....	19
Gambar 4.4 Hasil klasifikasi tutupan lahan di Cikarang Timur: (a) 2015, (b) 2021.....	20

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Tabel Penelitian Terdahulu.....	9
Tabel 3.1. Data yang digunakan dalam penelitian.....	13
Tabel 4.1. Hasil statistik suhu permukaan tanah di Cikarang Timur.....	17
Tabel 4.2. Hasil statistik kerapatan vegetasi di Cikarang Timur.....	18
Tabel 4.3. Hasil statistik tutupan lahan di Cikarang Timur.....	20
Tabel 4.4 Hasil statistik perbedaan rata-rata suhu permukaan tanah untuk setiap jenis tutupan lahan dari tahun 2015 hingga 2021.....	21

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Cikarang merupakan sebuah kota di Kabupaten Bekasi yang dikenal sebagai kota industri terbesar di Asia Tenggara (Fachrurozi, 2023). Hal tersebut dapat diketahui dari kawasan industri yang tersebar secara luas di seluruh area Cikarang, sehingga kegiatan yang paling menonjol di wilayah ini adalah kegiatan industri. Kawasan industri di Cikarang ini menerapkan program pembangunan berkelanjutan berbasis *Smart City* untuk mendukung kelestarian lingkungan. Menurut Hafasy (2022), *Smart City* adalah konsep kota yang memanfaatkan teknologi informasi untuk mengintegrasikan seluruh infrastruktur dan pelayanan dari pemerintah kepada masyarakat. Namun, dalam pelaksanaannya terdapat hal-hal yang menjadi perhatian khusus yaitu padatnya bangunan industri dan permukiman. Penelitian B.Saleh dan L.Warlina (2017), menunjukkan bahwa tahun 2006 dan 2013 di Cikarang mengalami peningkatan jumlah bangunan industri yaitu dari 84 menjadi 142, sehingga jumlah pekerja industri dari luar daerah yang merantau ke kota tersebut semakin meningkat. Padatnya bangunan menyebabkan perubahan kualitas lingkungan, terutama suhu permukaan yang semakin tinggi di kawasan industri Cikarang. Oleh karena itu, perlu adanya pemantauan suhu permukaan tanah agar pembangunan berkelanjutan berbasis *smart city* yang diprogramkan dapat terlaksana dengan baik.

Suhu permukaan tanah menjadi isu hangat di dunia karena dapat mempengaruhi perubahan iklim dan kualitas lingkungan, terutama di perkotaan (Balew, A. et.al, 2020). Suhu permukaan tanah dapat diketahui melalui pengukuran *in-situ*, tetapi metode tersebut tidak efektif dalam segi waktu dan biaya. Oleh karena itu, perlu adanya metode lain untuk melakukan pemantauan suhu di permukaan bumi, seperti penginderaan jauh. Penginderaan jauh adalah ilmu dan seni untuk memperoleh informasi tentang suatu objek, daerah, atau

fenomena melalui analisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang dikaji (Rahayu et.al, 2015). Produk data yang dihasilkan dari teknologi penginderaan jauh ini berupa citra satelit. Citra satelit ini memiliki banyak informasi yang dapat dimanfaatkan untuk mengatasi berbagai permasalahan lingkungan. Salah satunya adalah citra satelit Landsat 8 yang memiliki *band thermal* untuk mendeteksi suhu permukaan.

Landsat 8 memiliki dua *band thermal* yang dapat digunakan untuk ekstraksi suhu permukaan, yaitu *band 10* dan *11*. Pada penelitian ini, dilakukan ekstraksi suhu permukaan menggunakan *band 10 thermal* yang terbukti lebih andal dalam mendeteksi suhu permukaan. Pernyataan tersebut didukung dalam penelitian Ayuningtyas, V. A (2015) yang menyatakan bahwa *band 10* memiliki nilai hasil ekstraksi suhu permukaan yang relevan dengan kondisi lapangan, karena memiliki panjang gelombang yang lebih pendek sehingga radiasi yang terekam sensor lebih besar. Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi suhu permukaan menggunakan Landsat 8 *band 10 thermal* dengan tujuan memantau dan menganalisis pola spasial-temporal suhu permukaan tanah dengan parameter kerapatan bangunan, vegetasi, dan tutupan lahan di Kecamatan Cikarang Timur di tahun 2015 dan 2021. Dengan demikian, hasilnya dapat dijadikan sebagai salah satu sumber data untuk mengambil keputusan untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan yang berbasis *smart city* di Kawasan Industri Cikarang.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana keterkaitan pola spasial dan temporal suhu permukaan tanah, dengan kerapatan bangunan di Kecamatan Cikarang Timur tahun 2015 dan 2021?
2. Bagaimana pengaruh kerapatan bangunan dan vegetasi terhadap suhu permukaan di Cikarang Timur?
3. Apakah terdapat pengaruh jenis tutupan lahan terhadap variasi suhu permukaan tanah di Kecamatan Cikarang Timur tahun 2015-2021?

4. Bagaimana analisis spasial dan temporal Urban Heat Island (UHI) di Kecamatan Cikarang Timur tahun 2015 dan 2021?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dan Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Menganalisis pola spasial dan intensitas suhu permukaan menggunakan Landsat 8 di Cikarang Timur.
2. Mengetahui ada atau tidaknya pengaruh kerapatan bangunan dan vegetasi terhadap suhu permukaan di Cikarang Timur.
3. Menganalisis variasi suhu permukaan pada masing-masing kelas tutupan lahan di Cikarang Timur.

1.4 Manfaat Penelitian

1. Penelitian ini bermanfaat bagi Pemerintah Kecamatan Cikarang Timur untuk pemantauan iklim dan perkembangan tutupan lahan, dampaknya dapat diprediksi dengan lebih cepat. Selain itu, pemerintah juga dapat mengetahui anomali suhu permukaan tanah pada tutupan lahan kaitannya dengan fenomena ENSO di tahun 2015-2021 yang dapat digunakan untuk mitigasi awal dan acuan pengambilan keputusan bagi pemerintah dalam penyusunan kebijakan pembangunan wilayah perkotaan yang berwawasan lingkungan.
2. Memberikan rekomendasi bagi pemerintah dalam mengambil keputusan untuk mewujudkan pembangunan berkelanjutan berbasis *smart city*
3. Memberikan informasi terkait anomali suhu permukaan tanah pada jenis tutupan lahan kaitannya dengan fenomena ENSO di Kecamatan Cikarang Timur tahun 2015 dan 2021.
4. Penerapan sistem informasi geografis dalam memantau daerah padat bangunan dengan tingkat suhunya.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tutupan Lahan

Lahan (land) merupakan lingkungan fisik hasil perpaduan iklim, relief, tanah, air, dan vegetasi, serta benda yang ada di atasnya sepanjang ada pengaruh terhadap penggunaan lahan (Dinas Lingkungan Hidup Surakarta, 2019). Lahan juga dapat diartikan sebagai suatu wilayah di permukaan bumi yang menjadi tempat seluruh makhluk hidup berada dan melangsungkan kehidupannya dengan memanfaatkannya (Aristian, 2018). Lahan berkaitan dengan muka bumi dengan segala faktor yang mempengaruhinya, seperti letak, kesuburan, lereng dan sebagainya. Lahan sangat bervariasi sesuai dengan faktor topografi, iklim, geologi, tanah, dan vegetasi penutupnya. Lahan menjadi salah satu sumber daya alam memiliki peran yang sangat penting karena merupakan wadah dari sumber daya yang ada di muka bumi (Dinas Lingkungan Hidup Surakarta, 2019). Sedangkan menurut (Pauleit, Ennos, & Golding, 2005), tutupan lahan merupakan permukaan fisik dari suatu lahan. Tutupan lahan adalah tutupan biofisik pada permukaan bumi yang dapat diamati dari hasil pengaturan, aktivitas, dan perlakuan manusia yang dilakukan pada jenis tutupan lahan tertentu untuk melakukan kegiatan produksi, perubahan, ataupun perawatan pada tutupan lahan tersebut. Kelas tutupan lahan terbagi menjadi dua bagian, yaitu daerah vegetasi dan non-vegetasi. Kelas tutupan lahan yang bervegetasi diturunkan dari pendekatan konseptual struktur fisiognomi yang konsisten dari bentuk tumbuhan, bentuk tutupan, tinggi tumbuhan, dan distribusi spasialnya. Sedangkan, pada kelas tutupan lahan non-vegetasi, pendetailan kelasnya mengacu pada aspek permukaan tutupan, distribusi atau kepadatan, dan ketinggian atau kedalaman objek (Badan Standarisasi Nasional, 2014).

2.1.1 Perubahan Tutupan Lahan

Tutupan lahan menjadi salah satu topik yang sering dibahas dalam perencanaan pembangunan suatu daerah atau wilayah (Ikram, 2012) (Sitorus, 2016). Hal tersebut disebabkan karena tutupan lahan merupakan terjadi akibat proses yang lama dari

adanya interaksi yang tetap, keseimbangan dan dinamis, antara aktivitas-aktivitas manusia di atas lahan, dan keterbatasan-keterbatasan di dalam lingkungan tempat mereka hidup (Nugroho W. A., 2022). Dengan demikian, dapat diketahui bahwa tutupan lahan akan selalu mengalami perubahan seiring dengan berjalannya waktu karena berbagai macam faktor. Salah satunya seperti peningkatan jumlah penduduk yang menyebabkan kebutuhan lahan meningkat signifikan (Jalaluddin, 2018). Kebutuhan lahan yang semakin meningkat untuk memenuhi kebutuhan pembangunan dan manusia menjadi salah satu faktor penyebab terjadinya perubahan tutupan lahan (Monsaputra, 2023).

Perubahan tutupan lahan terjadi akibat adanya pemanfaatan serta alih fungsi lahan atau perubahan penggunaan lahan karena aktivitas alam maupun manusia (James & Lecce, 2013). Alih fungsi lahan tersebut menyebabkan adanya degradasi lahan, terutama pada lahan yang bervegetasi. Penurunan lahan vegetasi akibat perluasan bangunan dapat menimbulkan dampak bagi lingkungan sekitarnya, seperti perubahan suhu permukaan tanah (Wibisono, Miladan, & Utomo, 2023). Perubahan tutupan lahan dapat diketahui secara lebih spesifik dengan melakukan pemantauan langsung di lapangan. Namun, metode pemantauan tersebut membutuhkan waktu, biaya, dan tenaga yang lebih tinggi. Oleh karena itu, perlu adanya metode lain agar pemantauan tutupan lahan lebih berjalan secara efektif dan efisien. Salah satu teknologi yang tepat untuk menyelesaikan permasalahan tersebut adalah dengan menggunakan penginderaan jauh (Meshaesha, Tripathi, & Khare, 2016).

2.2 Penginderaan Jauh

Penginderaan jauh merupakan ilmu dan seni untuk mendapatkan informasi tentang suatu objek, wilayah, atau fenomena dengan menganalisis data yang diperoleh dengan suatu alat tanpa kontak langsung dengan objek, daerah, atau fenomena yang dikaji (Lillesand, Kiefer, & Chipman, 2015). Prinsip dari penginderaan jauh ini adalah dengan menggunakan berbagai jenis sensor, alat berupa satelit yang dipasang di luar angkasa akan mengumpulkan data dari jarak jauh yang kemudian data tersebut dapat dianalisis untuk mendapatkan informasi tentang objek, wilayah, atau fenomena

yang ada di permukaan bumi. Teknologi penginderaan jauh yang berbasis satelit ini menjadi sangat populer karena sering digunakan dalam berbagai bidang pekerjaan. Selain itu, proses perolehan data penginderaan jauh memiliki beberapa keunggulan, seperti datanya bersifat open source dan mudah dijangkau oleh semua kalangan, periode perekaman daerah yang sama, pemilihan spektrum panjang gelombang untuk mengatasi gangguan atmosfer, area cakupannya yang luas dan mampu menjangkau area terpencil, serta bentuk datanya digital sehingga lebih mudah diakses (Niagara, Ernawati, & Purwandari, 2020). Pada teknologi penginderaan jauh terdapat suatu alat yang dipasang untuk menangkap pantulan suatu objek disebut sebagai sensor, sedangkan alat atau pesawat yang digunakan untuk membawa sensor disebut sebagai wahana (Sedana, 2018). Dalam penginderaan jauh, kanal pada masing-masing citra digunakan untuk mengetahui karakteristik dan mengidentifikasi objek-objek atau jenis lahan yang ada di permukaan bumi (Suwargana, 2013).

Dasar dari penginderaan jauh terdiri dari beberapa unsur atau bagian, yang mencakup sumber energi, lapisan atmosfer, interaksi energi dengan benda-benda di permukaan bumi, sensor dan wahana, serta sistem untuk pemrosesan data (Rauf, Pasra, & Dewa, 2018). Secara umum penginderaan jauh adalah suatu metode untuk mendapatkan informasi atau data tentang objek permukaan bumi tanpa melakukan kontak langsung dengan objek tersebut. Informasi atau data yang diperoleh berupa gambar digital yang merupakan hasil dari pengumpulan cahaya dari titik-titik cahaya yang ditangkap oleh sensor. Dalam merekam objek di permukaan bumi, sensor satelit penginderaan jauh terbagi menjadi dua jenis, yaitu penginderaan jauh sensor pasif dan sensor aktif. Kedua jenis sensor penginderaan jauh tersebut memiliki tujuan, kelebihan, dan kekurangannya masing-masing. Setelah sensor satelit merekam objek di permukaan bumi, maka data-data hasil perekaman tersebut akan secara otomatis masuk ke dalam sistem penginderaan jauh, yang kemudian menghasilkan produk citra yang dapat dimanfaatkan oleh pengguna (user) (Muhsoni, 2015). Proses perekaman ini dilakukan menggunakan platform, seperti wahana, yang dilengkapi dengan sensor

optik-elektronik untuk merekam informasi objek melalui gelombang elektromagnetik (Danoedoro, 2012 dalam Ismail, 2017).

2.3 Suhu Permukaan Tanah

Suhu permukaan tanah atau Land Surface Temperature (LST) merupakan suhu yang dirasakan pada saat permukaan tanah disentuh dengan tangan atau suhu kulit dari suatu permukaan tanah (Rajeshwari & Mani, 2014). Suhu permukaan tanah merupakan faktor yang mempengaruhi terhadap iklim global (Wiguna & Sonata, 2018), menjadi parameter kunci keseimbangan energi pada permukaan (Arifin & Sukojo, 2012), juga merupakan faktor penting dalam studi perubahan keseimbangan panas dan sebagai kontrol untuk perubahan iklim global (Wiguna, 2017). LST menjadi kunci keseimbangan energi di permukaan bumi. Suhu permukaan tanah memiliki peranan yang sangat penting dalam pendekatan hidrologi, ekologi, pertanian, dan proses meteorologi di permukaan bumi (Jimenez & Sobrino, 2008). LST menjadi salah satu parameter yang dapat digunakan untuk mendeteksi adanya perubahan iklim di suatu wilayah (Utami, 2020). Suhu permukaan tanah akan selalu mengalami perubahan bergantung pada kondisi parameter permukaan lainnya, seperti kelembaban permukaan, albedo, dan tutupan serta kondisi vegetasi (Guntara & Priyana, 2016). Dapat diketahui bahwa suhu permukaan tanah akan selalu mengalami perubahan seiring dengan adanya perubahan yang terjadi pada parameter-parameter tersebut, sehingga dijadikan sebagai nilai perubahan iklim lokal yang sangat penting dilakukan pemantauan (Guntara & Priyana, 2016). Hal tersebut menyebabkan LST menjadi salah satu topik penelitian yang paling banyak dikaji. Untuk dapat mengetahui informasi LST, dilakukan proses identifikasi suhu permukaan tanah dengan memanfaatkan gelombang thermal yang terdapat pada citra satelit (Ningrum & Narulita, 2018). Land Surface Temperature (LST), yang dikenal juga sebagai suhu permukaan bumi, dapat diestimasi menggunakan data citra Landsat yang telah diproses. LST diperoleh dengan menggunakan dua kanal TIRS (Thermal Infrared Sensor), yaitu kanal 10 dan kanal 11. Kedua kanal ini memiliki panjang gelombang yang berbeda, yaitu 10,5 - 11,5 μm untuk kanal 10 dan 11,5 - 12,5 μm untuk kanal 11.

2.4 *El Nino Southern Oscillation (ENSO)*

El Nino Southern Oscillation (ENSO) merupakan fenomena alam berulang yang disebabkan perubahan suhu permukaan air laut yang berpusat di Ekuatorial Samudera Pasifik (Philander, *El Nino Southern Oscillation Phenomena*, 1983) (Philander, *El Nino, La Nina and the Southern Oscillation*, 1990). ENSO menjadi salah satu parameter terpenting yang dapat mempengaruhi perubahan iklim global (World Health Organization, 2023). Fenomena ENSO yang terjadi di Samudera Pasifik sangat memengaruhi kondisi oseanografi dan atmosfer di Indonesia, seperti perubahan suhu permukaan air laut dan curah hujan (Puspasari, Rahmawati, & Prianto, 2021). Adanya fenomena ENSO ini memberikan dampak pada perubahan musim yang tidak menentu di Indonesia. ENSO merupakan fenomena tunggal yang memiliki tiga fase, yaitu El Nino, La Nina, dan netral (L'Heureux, 2014) yang masing-masing memiliki kriteria berdasarkan parameter South Oscillation Index (SOI) dari Bulan April hingga Maret (Pasha, Amron, & Pranowo, 2022)

2.4.1 El Nino

El Nino merupakan suatu kondisi naiknya suhu permukaan air laut (sea surface temperature) dari suhu normalnya di kawasan Samudera Pasifik sekitar Ekuator (Rinjani & Sukojo, 2016). Fenomena El Nino terjadi apabila suhu permukaan laut mengalami peningkatan sebesar 0,5oC di atas suhu normalnya (Yuniasih, Harahap, & Wardana, 2023). Pada saat terjadi EL Nino, suhu permukaan laut di Samudera Pasifik bagian tengah dan timur mengalami kenaikan, sebaliknya suhu permukaan laut Samudera Pasifik bagian barat yang bersebelahan dengan Indonesia menurun (Afyan, 2022). Adanya fenomena El Nino tersebut berdampak pada menurunnya curah hujan dan hari hujan, sehingga menyebabkan periode musim kemarau lebih panjang dari normalnya dan peningkatan suhu di wilayah Indonesia (Tongkukut, 2011). Dapat diketahui bahwa terjadinya El Nino dapat menimbulkan kekeringan yang berkepanjangan, sehingga dapat meningkatkan suhu permukaan tanah.

2.4.2 La Nina

La Nina adalah kebalikan dari fenomena El Nino yang merupakan kondisi turunnya suhu permukaan air laut dari suhu normalnya di Kawasan Samudera Pasifik sekitar Ekuator (Rinjani & Sukojo, 2016). Fenomena La Nina terjadi apabila terjadi penurunan suhu permukaan laut lebih dari - 0,5oC di atas suhu normalnya (Yuniasih, Harahap, & Wardana, 2023). Adanya fenomena La Nina menimbulkan peningkatan jumlah curah hujan dan hari hujan yang berdampak pada musim hujan berkepanjangan di Indonesia (Irawan, 2016) (Yuniasih, Harahap, & Wardana, 2023). Hal tersebut disebabkan pada saat terjadi fenomena ini angin pasat yang membawa udara hangat bergerak ke arah Indonesia dengan lebih kuat, sehingga pembentukan awan konveksi semakin meningkat (Yuniasih, Harahap, & Wardana, 2023). Dengan demikian, dapat diketahui bahwa adanya fenomena La Nina ini akan menyebabkan suhu permukaan global menurun akibat sering terjadi hujan.

2.5 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.1. Tabel Penelitian Terdahulu

Penulis	Metode Penelitian	Hasil Penelitian
Arfina Kusuma Putra, Abdi Sukmono, dan Bandi Sasmito (2018)	Fenomena Urban Heat Island dianalisis menggunakan data Landsat tahun 1997, 2007, dan 2017 yang kemudian diekstraksi menjadi nilai NDVI (Normalized Difference Vegetation Index), LST (Land Surface Temperature). Tutupan lahan diklasifikasikan menggunakan metode supervised classification. Analisis hubungan perubahan tutupan lahan terhadap suhu permukaan dilakukan menggunakan regresi linear	Perubahan suhu yang terjadi di Kota Surakarta pada tahun 1997, 2007, dan 2017 yang menghasilkan hasil yang variatif. Perubahan tutupan lahan dan indeks vegetasi memiliki korelasi dengan suhu permukaan. Uji regresi pada lahan terbangun terhadap suhu permukaan menghasilkan nilai koefisien determinasi (R^2) sebesar 99,8%, sedangkan pada badan air memiliki nilai R^2 hanya sebesar 2%. Perbedaan suhu permukaan antara pusat Kota Surakarta dengan daerah sub urban sebesar $\pm 1 - 2,5$ oC. Perbedaan suhu antara pusat kota dan

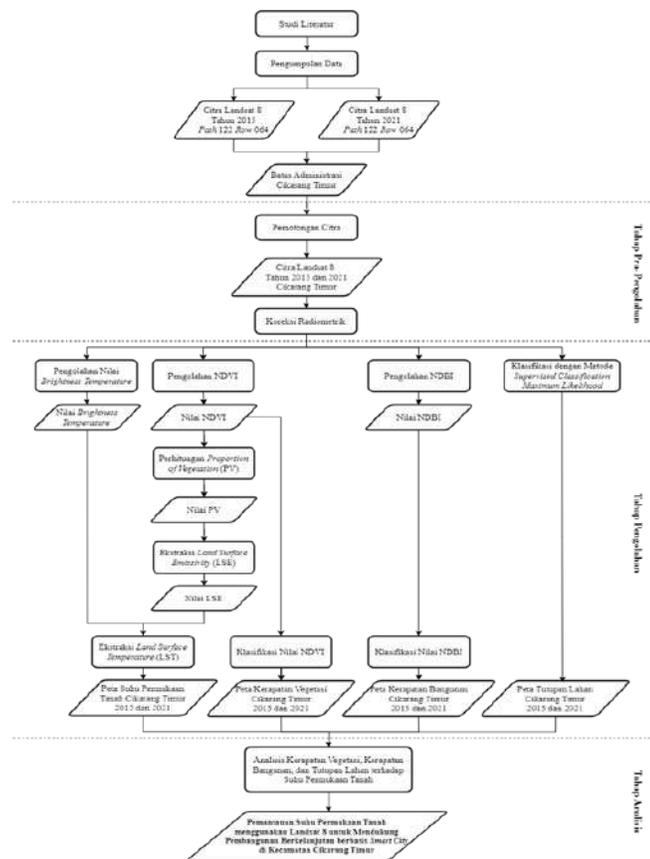
	sederhana.	sub urban tersebut menjadi indikator kuat terjadinya UHI di Surakarta.
Abdul Rohman Zaky, Suhendra, dan Muhammad Ayub Erwin (2023)	Landsat 5 TM untuk tahun 1990 dan Landsat 7 ETM+ untuk tahun 2000, 2010, dan 2020 diekstraksi menjadi LST menggunakan band thermal serta koreksi emisivitas (Land Surface Emissivity) dari band red dan NIR. Dilakukan analisis regresi untuk mengetahui pengaruh vegetasi yang diperoleh dari NDVI dan LST	Adanya kenaikan LST dari tahun 1990 ke 2000 sebesar $3,03^{\circ}\text{C}$, dan terjadi penurunan dari tahun 2000 ke 2010 dan 2010 ke 2020 berturut-turut sebesar $2,39^{\circ}\text{C}$ dan $0,54^{\circ}\text{C}$. Penurunan tersebut disebabkan adanya peningkatan luas area vegetasi sekitar 24% dari luas daerah penelitian. adanya peningkatan nilai koefisien determinasi dari analisis korelasi menggunakan persamaan regresi antara Normalized Difference Vegetation Index (kerapatan vegetasi) dan suhu permukaan tanah dari tahun 1990 hingga 2020 karena semakin luasnya vegetasi di area penelitian.
Oliver Valentine Ebo dan Ricky Anak Kema (2023)	Citra Landsat 5 TM, 7 ETM, dan 8 OLI/TIRS untuk mengekstraksi suhu permukaan tanah dan klasifikasi tutupan lahan menggunakan metode ISO cluster pada tahun 1997 hingga 2019. Dilakukan analisis khusus hasil suhu permukaan tanah tahun 1997 dan 2016 saat peristiwa El Nino. Lalu analisis tahun 2011 dan 2018 saat terjadi La Nina. Hasil suhu permukaan tanah dan klasifikasi tutupan lahan saat fenomena EL Nino dan La Nina dilakukan overlay untuk mengetahui suhu permukaan di setiap objek tutupan lahan.	Fenomena ENSO memiliki pengaruh yang kuat terhadap variasi suhu permukaan di wilayah penelitian. Wilayah perkotaan yang didominasi oleh tutupan lahan objek terbangun memiliki suhu permukaan yang lebih tinggi. Namun, selama terjadi peristiwa El Nino semua suhu permukaan tutupan lahan mengalami peningkatan. Objek tutupan lahan terbangun, vegetasi, lahan basah, dan badan air masing-masing mengalami peningkatan suhu permukaan sebesar $2,5^{\circ}\text{C}$, $0,17^{\circ}\text{C}$, $0,7^{\circ}\text{C}$, dan $0,17^{\circ}\text{C}$. Sebaliknya pada saat terjadi peristiwa La Nina semua objek tutupan lahan mengalami penurunan suhu permukaan tanah.

BAB 3 METODOLOGI

3.1 Wilayah Penelitian

Studi kasus dari penelitian ini adalah Kecamatan Cikarang Timur, Kabupaten Bekasi, Jawa Barat. Secara geografis, Cikarang Timur terletak berbatasan dengan kecamatan Kedungwaringin di utara, kecamatan Cikarang Utara di barat, Kabupaten Karawang di timur, dan kecamatan Cikarang Pusat di selatan. Cikarang timur memiliki luas wilayah sebesar 5,131 Ha. Selain itu, Cikarang timur memiliki populasi sebanyak 96.326 jiwa yang tersebar pada delapan Kelurahan yaitu Cipayung, Hegarmanah, Jatibaru, Jatireja, Karang Sari, Labansari, Sertajaya, dan Tanjung Baru.

3.2 Diagram Pikir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian

3.3 Jenis Metode

Adapun penelitian ini menggunakan metode kuantitatif deskriptif dari variabel-variabel data yang telah diuji dengan perhitungan statistik untuk melihat korelasi antara LST dengan NDBI, korelasi antara LST dengan NDVI. Kemudian dilakukan klasifikasi tutupan lahan dengan metode *supervised classification maximum likelihood*, lalu dilakukan analisis efek perubahan tutupan lahan dengan suhu permukaan tanah (LST). path 122 row 64 tahun 2015 dan 2021 yang diunduh dari website US Geological Survey (USGS) (<http://glovis.usgs.gov/>) untuk mendapatkan nilai LST dan NDBI.

3.4 Pengumpulan Data

Pengumpulan data berupa data primer yang diperoleh dengan pengukuran langsung dilapangan dan data sekunder yang diperoleh dari beberapa sumber studi pustaka, instansi terkait, dan kajian literatur. Pengumpulan data dilakukan dengan menentukan variabel apa saja yang akan digunakan dan dilanjutkan dengan pencarian data. Adapun Variabel data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu tutupan lahan untuk melihat perubahan lahan, NDBI untuk melihat kerapatan bangunan LST untuk melihat variasi suhu permukaan daratan di daerah Cikarang Timur yang semua data tersebut didapatkan dari citra Landsat. Data sekunder yang digunakan berupa citra Landsat-8 OLI/TIRS. Data sekunder lainnya yaitu peta administrasi Kecamatan Cikarang Timur, Kabupaten Bekasi yang berasal dari Badan Informasi Geospasial. Dalam pengumpulan data primer bertujuan untuk melakukan periksa ulang terhadap tutupan lahan. Peta yang dihasilkan dari citra perlu diverifikasi (diperiksa ulang) di lapangan untuk diketahui kondisi sesungguhnya pada saat kegiatan penelitian dilakukan, dengan foto-foto survei lapang dan menggunakan avenza map untuk melakukan pemetaan survey.

Tabel 3.1. Data yang digunakan dalam penelitian

Jenis Data		Variabel	Sumber
Data Primer	Survey Tutupan Lahan	Tutupan Lahan (verifikasi)	Lapangan
Data Sekunder	Peta Administrasi Kecamatan skala 1:50.000	Administrasi wilayah (penunjang referensi)	INA Geoportal
	Citra Landsat 8 Kecamatan Cikarang Timur	Tutupan Lahan	LAPAN/USGS
		Suhu Permukaan (LST)	
		Kerapatan Bangunan (NDBI)	
		Kerapatan Vegetasi (NDVI)	

3.5 Metode Pengolahan dan Analisis Data

3.5.1 Pra Pengolahan

Pada tahap pra-pengolahan citra terdiri dari proses pemotongan citra berdasarkan batas administrasi Kecamatan Cikarang Timur dan koreksi radiometrik.

3.5.2 Pengolahan Data Pengolahan Suhu Permukaan Tanah (Land Surface Temperature)

LST (Land Surface Temperature) dapat didefinisikan sebagai suhu permukaan rata-rata dari suatu permukaan yang digambarkan dalam cakupan suatu piksel dengan berbagai tipe permukaan yang berbeda (Faridah dan Krisbiantoro, 2014). Suhu permukaan tanah dapat diamati menggunakan teknologi penginderaan jauh dengan memanfaatkan citra satelit yang dilengkapi dengan sensor termal, seperti Landsat 8.

Dalam penelitian ini, ekstraksi suhu permukaan pada landsat 8 dilakukan menggunakan band TIRS (Thermal Infrared Sensor) yaitu band 10. Adapun tahapan pengolahan LST adalah sebagai berikut:

1. Perhitungan Emisivitas Permukaan (*Land Surface Emissivity/LSE*)

a. Konversi DN Landsat 8 ke Reflektan

a) DN ke *ToA Reflectance* tanpa koreksi sudut matahari

$$\rho_{\lambda}' = M_p * Q_{cal} + A_p$$

dimana, ρ_{λ}' adalah *ToA Reflectance* tanpa koreksi sudut matahari, M_p adalah faktor penskalaan pantulan-pantulan untuk band, A_p adalah faktor penskalaan aditif pantulan untuk band, dan Q_{cal} adalah nilai piksel/*Digital Number*.

b) *ToA Reflectance* tanpa koreksi sudut matahari ke *ToA Reflectance*

$$\rho_{\lambda} = \frac{\rho_{\lambda}'}{\cos \theta_{SZ}} = \frac{\rho_{\lambda}'}{\sin \theta_{SE}}$$

dimana, ρ_{λ} adalah *ToA Reflectance*, θ_{SE} adalah *local sun elevation angle* (SUN_ELEVATION in metadata citra), dan θ_{SZ} adalah *local solar zenith angle* ($\theta_{SZ} = 90^{\circ} - \theta_{SE}$).

b. Perhitungan *Normalized Difference Vegetation Index* (NDVI)

Nilai NDVI dapat diperoleh melalui persamaan berikut ini:

$$NDVI = \frac{\rho_{NIR} - \rho_{RED}}{\rho_{NIR} + \rho_{RED}}$$

dimana, ρ_{NIR} adalah reflektan band NIR (band 5) dan ρ_{RED} adalah reflektan band RED (band 4)

c. Perhitungan *Proportion of Vegetation* (PV)

Nilai PV pada permukaan bumi dapat dihitung dengan persamaan Sobrino dan Raissouni (2000) sebagai berikut:

$$P_v = \left(\frac{NDVI - NDVI_s}{NDVI_v - NDVI_s} \right)^2$$

dimana, $NDVI_v$ adalah nilai NDVI untuk vegetasi penuh (0.5) dan $NDVI_s$

adalah nilai NDVI untuk *bare soil* (0.2).

d. Perhitungan Emisivitas Permukaan (ϵ)

Nilai Perhitungan LSE ini menggunakan persamaan menurut Sobrino et. al (2004), yaitu:

$$\epsilon = \begin{cases} a + b\rho_{red} \\ \epsilon_s(1 - P_v) + \epsilon_v P_v \\ 0.99 \end{cases}$$

dimana, α adalah koefisien yang bernilai 0.979, b adalah koefisien yang bernilai 0.046, ρ_{red} adalah reflektan band 4 (red), ϵ_v adalah emisivitas vegetasi (0.987), dan ϵ_s adalah emisivitas tanah (0.971)

2. Perhitungan Suhu Permukaan Tanah (*Land Surface Temperature/LST*)

a. Konversi *Digital Number* (DN) Landsat 8 pada Band 10 Thermal ke Radian

$$L_\lambda = M_\lambda Q_{cal} + A_L$$

dimana, L_λ adalah *spectral radiance*, M_λ adalah faktor penskalaan pancaran-pancaran untuk band, A_L adalah faktor penskalaan aditif pancaran untuk band, dan Q_{cal} adalah nilai piksel/*Digital Number*.

b. Konversi *Radiance* ke *Brightness Temperature* (BT)

Nilai *brightness temperature* dapat diperoleh melalui persamaan berikut ini:

$$BT = \frac{K2}{\left(\ln\left(\frac{K1}{CV_{R2}}\right)+1\right)} - 273.15$$

dimana, BT adalah *Brightness Temperature* (Celcius), K1 adalah konstanta kalibrasi radian spektral, K2 adalah konstanta kalibrasi suhu absolut, dan CV_{R2} adalah *spectral radiance*.

c. Ekstraksi Suhu Permukaan Tanah

Suhu permukaan tanah diperoleh menggunakan persamaan Stathpoulou & Cartalis (2007), yaitu:

$$T_s = \frac{BT}{\left\{1 + \left[\frac{\lambda}{\rho} \cdot \ln \varepsilon\right]\right\}}$$

dimana, T_s adalah suhu permukaan tanah (Celcius), BT adalah *Brightness Temperature* (Celcius), λ adalah panjang gelombang radiasi yang dipancarkan (11,5 μ M), ρ adalah $1,438 \cdot 10^{-2}$ m K, dan ε adalah emisivitas permukaan.

3. Pengolahan *Normalized Difference Built Index* (NDBI)

Nilai NDBI dapat diperoleh melalui persamaan berikut ini:

$$NDBI = \frac{\rho_{SWIR} - \rho_{NIR}}{\rho_{SWIR} + \rho_{NIR}}$$

dimana, ρ_{SWIR} adalah reflektan band SWIR (band 6) dan ρ_{NIR} adalah reflektan band NIR (band 5).

4. Analisis Pengaruh NDVI dan NDBI terhadap Suhu Permukaan Tanah

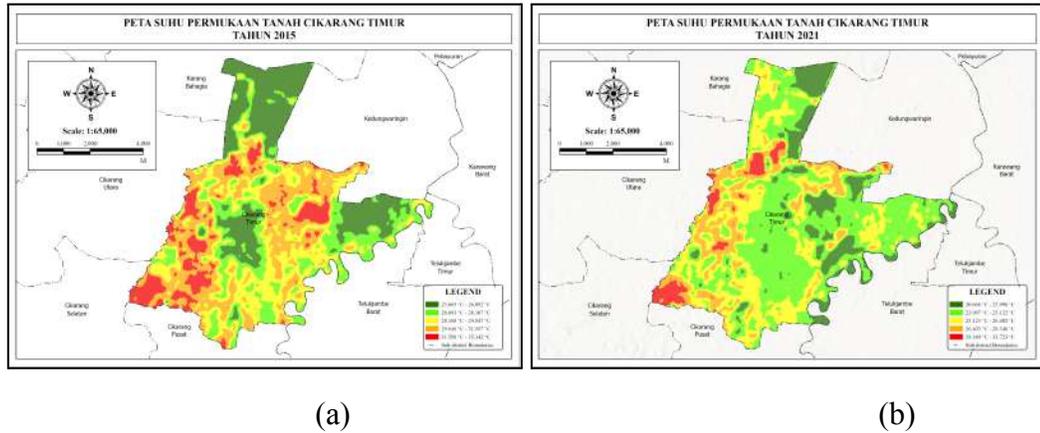
Pengaruh nilai NDVI dan NDBI terhadap suhu permukaan tanah diidentifikasi menggunakan persamaan regresi. Persamaan regresi tersebut diolah menggunakan bahasa pemrograman python. Data hasil pengolahan NDVI, NDBI, dan suhu permukaan tanah berformat raster, sehingga perlu dilakukan konversi dari raster ke tabel menggunakan perangkat lunak ArcGIS Pro. Selanjutnya, dilakukan pencarian nilai regresi dari data tabel menggunakan python.

3.5.3 Klasifikasi Tutupan Lahan

Klasifikasi tutupan lahan dilakukan pada seluruh data citra menggunakan klasifikasi supervised metode Maximum Likelihood. Klasifikasi Maximum Likelihood merupakan klasifikasi dengan menggunakan training data untuk masing-masing objek penutup lahan. Hasil dari klasifikasi ini akan sangat bergantung dari training data yang dibuat. Pemilihan training data yang kurang baik dapat menghasilkan klasifikasi yang kurang optimal sehingga akurasi juga akan berkurang. Dengan demikian, perlu dilakukan uji akurasi hasil klasifikasi tutupan lahan terhadap data lapangan menggunakan matriks konfusi (Marini, 2014).

BAB 4 PEMBAHASAN

4.1 Pola Spasial-Temporal Suhu Permukaan Tanah



Gambar 4.1. Pola spasial-temporal LST Cikarang Timur: (a) 2015, (b) 2021

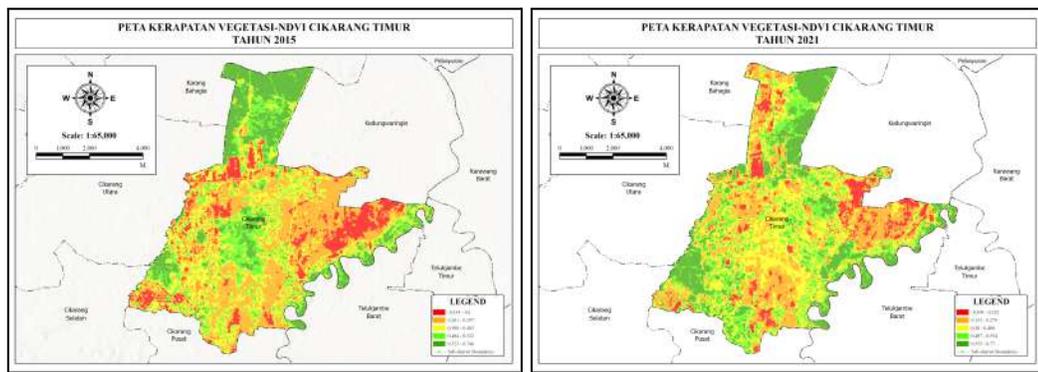
Tabel 4.1. Hasil statistik suhu permukaan tanah di Cikarang Timur

Acquisition Date	Min	Max	Mean	Standard Deviasi	Average Temperature
	Temperature (°C)	Temperature (°C)	Temperature (°C)		Difference 2015-2021
31 Agustus 2015	23.67	35.34	28.53	2.49	-3.32
11 Mei 2021	20.67	33.72	25.22	1.41	

Penelitian ini menghasilkan tiga peta yang menunjukkan dinamika suhu permukaan tanah di Cikarang Timur pada tahun 2015 dan 2021. Selama dua periode penelitian, terlihat bahwa bagian barat daya, barat, dan timur laut memiliki suhu permukaan tanah yang lebih tinggi dibandingkan dengan wilayah lainnya. Pada tahun 2015, suhu berkisar antara 23.665°C hingga 35.342°C, dengan dominasi suhu sekitar 28.108°C hingga 31.587°C. Dalam enam tahun tersebut, suhu rata-rata turun sebesar 3.32°C. Pada tahun 2021, suhu minimum mencapai 20.668°C dan suhu maksimum mencapai 33.723°C, sementara area kajian didominasi oleh suhu antara 23.997°C hingga 26.402°C. Berdasarkan hasil statistik menunjukkan penurunan suhu minimum dan

rata-rata di Cikarang Timur dari 2015 hingga 2021. Penurunan suhu ini terkait dengan fenomena El-Nino pada tahun 2015, yang memiliki dampak kekeringan di beberapa daerah Indonesia, termasuk Cikarang. Menurut BMKG, El-Nino di tahun 2015 ini diperkirakan akan sekuat bahkan lebih kuat dibandingkan dengan fenomena serupa yang terjadi pada tahun 1997, tetapi dampaknya bagi Indonesia tidak akan separah tahun 1997 (BNPB, 2015).

4.2 Pola Spasial-Temporal Kerapatan Vegetasi dan Hubungannya dengan Suhu Permukaan Tanah



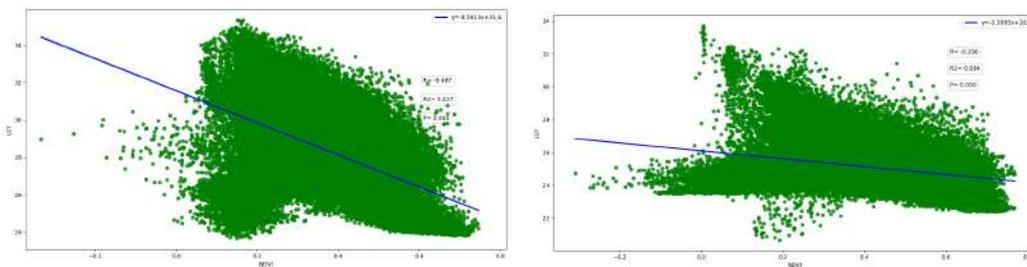
(a)

(b)

Gambar 4.2. Pola spasial-temporal kerapatan vegetasi di Cikarang Timur: (a) 2015, (b) 2021

Tabel 4.2. Hasil statistik kerapatan vegetasi di Cikarang Timur

Tanggal Akuisisi	Minimum	Maximum	Rata-rata	Standar Deviasi
31 Agustus 2015	-0.334	0.746	0.353	0.141
11 Mei 2021	-0.309	0.770	0.365	0.171



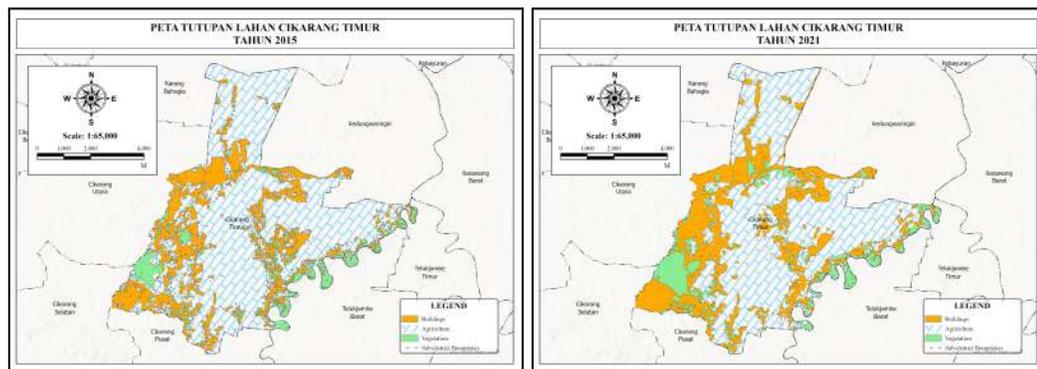
(a)

(b)

Gambar 4.3. Hasil regresi scatter plots LST dan NDVI di Cikarang Timur : (a) 2015, (b) 2021

Pada penelitian ini diperoleh hasil peta yang menunjukkan pola spasial kerapatan vegetasi pada tahun 2015 dan 2021 di Cikarang Timur. Pada tahun 2015, nilai kerapatan vegetasi berkisar antara -0.034 hingga 0.746, dengan nilai 0.201 hingga 0.403 yang lebih dominan. Sedangkan, pada tahun 2021 menunjukkan bahwa kerapatan vegetasi sekitar -0.309 hingga 0.77, dengan kerapatan vegetasi 0.153 hingga 0.406 yang lebih dominan. Berdasarkan hasil tersebut, dapat diketahui bahwa kerapatan vegetasi yang diperoleh dari pengolahan NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) di Cikarang Timur didominasi dengan kerapatan vegetasi rendah hingga sedang. Pada hasil peta kerapatan vegetasi di Cikarang Timur 2015 hingga 2021 juga menunjukkan bahwa daerah dengan lebih banyak vegetasi cenderung terletak pada wilayah dengan suhu permukaan yang lebih rendah. Berdasarkan hasil regresi scatter plots menunjukkan bahwa NDVI dan LST memiliki hubungan yang berlawanan. Ketika NDVI naik, LST cenderung turun, dan sebaliknya. Ini menunjukkan bahwa semakin hijau atau vegetasi yang lebih subur, suhu permukaan tanah cenderung lebih rendah.

4.3 Pola Spasial-Temporal Tutupan Lahan



(a)

(b)

Gambar 4.4 Hasil klasifikasi tutupan lahan di Cikarang Timur: (a) 2015, (b) 2021

Tabel 4.3. Hasil statistik tutupan lahan di Cikarang Timur

Jenis Tutupan Lahan	2015		2021		2015 -2021	
	Hektare	%	Hektare	%	Hektare	%
Bangunan	1266.27	24.25	1483.07	28.40	216.8	4.15
Agrikultur	3616.2	69.24	3231.5	61.88	-384.7	-7.37
Vegetasi	340.04	6.51	507.94	9.72	167.9	3.21

Tutupan lahan di Kecamatan Cikarang Timur diklasifikasikan menjadi tiga kelas, yaitu kelas bangunan, vegetasi, dan agrikultur sesuai dengan SNI 7645-1-2014 tentang Klasifikasi Tutupan Lahan. Uji akurasinya dilakukan menggunakan *Google Earth* dengan hasil *overall accuracy* tutupan lahan tahun 2015 sebesar 88.43%, tahun 2021 sebesar 88.67%. Berdasarkan hasil klasifikasi tutupan lahan yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa pada perekaman citra dengan dua tahun yang berbeda, terjadi perubahan tutupan lahan meskipun tidak terlalu signifikan. Terdapat perluasan pada objek bangunan sebesar 4.15%. Pada objek vegetasi juga mengalami peningkatan sebesar 3.21% dari tahun 2015 hingga 2021. Adanya perluasan objek bangunan dan vegetasi ini menimbulkan luasan lahan pertanian menjadi semakin berkurang sebesar 7.37%. Perluasan bangunan dari tahun 2015 hingga 2021 menunjukkan bahwa terjadi ekspansi perkotaan di Cikarang Timur. Namun, ekspansi perkotaan yang terjadi tidak hanya pada bangunan saja, tetapi juga pada area vegetasi. Area yang awalnya merupakan objek pertanian/agrikultur diubah menjadi area taman dan ruang hijau. Adanya peningkatan pada objek bangunan dan vegetasi tersebut akan mempengaruhi nilai suhu permukaan tanah, kerapatan vegetasi, dan kerapatan bangunan di Cikarang Timur.

4.4 Efek Perubahan Tutupan Lahan terhadap Suhu Permukaan Tanah

Tabel 4.4 Hasil statistik perbedaan rata-rata suhu permukaan tanah untuk setiap jenis tutupan lahan dari tahun 2015 hingga 2021

Jenis Tutupan Lahan	Perbedaan Suhu Permukaan Tanah		
	Suhu Permukaan Tanah Rata-rata (°C)		Rata-rata (°C)
	2015	2021	2015 - 2021
Bangunan	30.70	26.70	-4
Agrikultur	27.80	24.60	-3.2
Vegetasi	28.32	24.89	-3.43

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa rata-rata suhu permukaan semua jenis tutupan lahan mengalami penurunan dari 2015 hingga 2021 di Cikarang Timur. Bangunan mengalami penurunan 4°C, pertanian 3.2°C, dan vegetasi 3.43°C. Penurunan ini berkaitan dengan adanya El-Nino di bulan Agustus 2015 saat pengambilan citra. El-Nino tersebut dapat memperpanjang musim kemarau yang menyebabkan kekeringan. Selain itu, pada tahun 2021 terdapat perluasan area vegetasi dengan dibangunnya area taman dan ruang hijau, sehingga dapat meminimalkan suhu permukaan tanah karena dapat menutupi tanah. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa peristiwa kekeringan dan perluasan bangunan berkontribusi pada peningkatan suhu permukaan tanah.

4.5 Analisis Pengaruh Suhu Permukaan Tanah terhadap Pembangunan

Berkelanjutan

Adanya ekspansi perkotaan dan perubahan tutupan lahan dapat meningkatkan suhu permukaan tanah. Namun, pada penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat faktor lain yang dapat meningkatkan suhu permukaan tanah selain perubahan tutupan lahan, yaitu kondisi meteorologis. Kondisi meteorologis yang terjadi pada tahun 2015 adalah El-Nino, sehingga pada tahun 2015 kondisi suhu permukaan tanah di wilayah studi area menjadi lebih panas. Hal tersebut menjadi faktor utama penyebab penurunan suhu permukaan di tahun 2021. Selain itu, pada tahun 2021 juga terdapat

perluasan terhadap area vegetasi dengan dibangunnya area taman dan ruang hijau di Cikarang Timur. Dengan demikian, dapat diketahui bahwa Kecamatan Cikarang Timur telah menciptakan pembangunan yang berkelanjutan untuk menjaga kondisi lingkungan sekitarnya, terutama dapat mencegah adanya fenomena *Urban Heat Island* di perkotaan. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dapat menjadi acuan bagi pemerintah untuk melaksanakan pembangunan berkelanjutan berwawasan lingkungan di lingkungan perkotaan dengan menerapkan penghijauan serta kawasan lahan basah harus dipulihkan dan dipertahankan secara berkelanjutan.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Penelitian ini mampu menganalisis pola spasial-temporal suhu permukaan tanah di Cikarang Timur menggunakan Landsat 8. Hasil menunjukkan bahwa area perkotaan di wilayah studi berkembang dari tahun 2015 hingga 2021. Hal tersebut dibuktikan dengan semakin diperluasnya bangunan dan vegetasi di area kajian. Hasil kerapatan vegetasi berbanding terbalik dengan suhu permukaan tanah, sedangkan kerapatan bangunan berbanding lurus dengan suhu permukaan tanah. Namun, terdapat fenomena khusus pada penelitian ini yang membedakannya dengan penelitian lain. Fenomena tersebut ditunjukkan pada hasil rata-rata suhu permukaan tanah mengalami penurunan dari tahun 2015 hingga 2021. Penurunan suhu permukaan tanah ini disebabkan adanya El-Nino di tahun 2015 yang menimbulkan kekeringan di seluruh wilayah kajian, sehingga hal tersebut menimbulkan efek peningkatan suhu permukaan di tahun 2015. Selain itu, di tahun 2021 terdapat perluasan ruang hijau yang meminimalkan suhu permukaan tanah. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pemerintah Cikarang Timur telah menerapkan pembangunan berkelanjutan yang berwawasan lingkungan. Adanya pembangunan berkelanjutan yang telah diterapkan kajian akan dapat menjadi peluang yang besar untuk mewujudkan Smart City di Cikarang Timur.

5.1 Saran

Diperlukan adanya penelitian lanjutan mengenai keterkaitan suhu permukaan daratan dengan suhu udara untuk menganalisis lebih lanjut terkait adanya UHI di wilayah tersebut serta meninjau ulang perubahan tutupan lahan dengan melakukan pengambilan data yang lebih lengkap agar hasilnya akurat.

DAFTAR PUSTAKA

- A, R., & Mani, N. D. (2014). Estimation of land surface temperature of Dindigul district using Landsat 8 data. *IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology* 3(5), 122-126.
- Ayuningtyas, V. A. (2015). PENGOLAHAN DATA THERMAL (TIRS) CITRA SATELIT LANDSAT 8 UNTUK TEMPERATURE SUHU PERMUKAAN (Studi Lokasi: Kabupaten Banyuwangi) (Doctoral dissertation, ITN MALANG).
- Badan Nasional Penanggulangan Bencana. (2015). Dampak El-nino Tahun 2015 terhadap Kekeringan di Indonesia. Available online: <https://bnpb.go.id/berita/dampak-el-nino-tahun-2015-terhadap-kekeringan-di-indonesia>.
- Balew, A., & Korme, T. (2020). Monitoring land surface temperature in Bahir Dar city and its surrounding using Landsat images. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 23(3), 371-386.
- Eboy, O. V., & Kemarau, R. A. (2023). Study Variability of the Land Surface Temperature of Land Cover during El Niño Southern Oscillation (ENSO) in a Tropical City. *Sustainability* 15(11), 8886.
- Faridah, S. A. N., & Krisbiantoro, A. (2014). Analisis Distribusi Temperatur Permukaan Tanah Wilayah Potensi Panas Bumi Menggunakan Teknik Penginderaan Jauh Di Gunung Lamongan, Tiris-Probolinggo, Jawa Timur. *Berkala Fisika*, 17(2), 67-72.
- Guntara, I., & Priyana, Y. (2016). Analisis Urban Heat Island untuk Pengendalian Pemanasan Global di Kota Yogyakarta Menggunakan Citra Penginderaan Jauh. Institutional Repository of Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Hafasy, D. E. 2022. IMPLEMEMNTASI SMART CITY DALAM PELAYANAN INFORMASI PUBLIK DI DINAS KOMUNIKASI DAN INFORMATIKA KOTA SAMARINDA PROVINSI KALIMANTAN TIMUR (Doctoral dissertation, Institut Pemerintahan Dalam Negeri).
- J. A. Sobrino and N. Raissouni, "Toward remote sensing methods for land cover dynamic monitoring: Application to Morocco," *Int. J. Remote Sens.*, vol. 21, pp. 353–366, 2000.
- Marini, Emiyati, dan Hawariyah S. (2014). Perbandingan Metode Klasifikasi Supervised Maximum Likelihood dengan Klasifikasi Berbasis Objek untuk Inventarisasi Lahan Tambak di Kabupaten Maros. LAPAN.

- Niagara, Y., Ernawati, & Purwandari, E. P. (2020). PEMANFAATAN CITRA PENGINDERAAN JAUH UNTUK PEMETAAN KLASIFIKASI TUTUPAN LAHAN MENGGUNAKAN METODE UNSUPERVISED K-MEANS BERBASIS WEB GIS (STUDI KASUS SUB-DAS BENGKULU HILIR). *Jurnal Rekursif*, Vol. 8No. 1, 100-110.
- Putra, A. K., Sukmono, A., & Sasmito, B. (2018). ANALISIS HUBUNGAN PERUBAHAN TUTUPAN LAHAN TERHADAP SUHU PERMUKAAN TERKAIT FENOMENA URBAN HEAT ISLAND MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT (STUDI KASUS: KOTA SURAKARTA). *Jurnal Geodesi Undip*, 22-31.
- Rahayu L, Subiyanto S, dan Yuwono B. D. (2015). Kajian pemanfaatan data penginderaan jauh untuk identifikasi objek pajak bumi dan bangunan (studi kasus: Kecamatan Tembalang Kota Semarang). *Jurnal Geodesi UNDIP*, 4(1), 20-31.
- Rinjani, I. A., & Sukojo, B. M. (2016). Pasang Surut Surabaya Selama Terjadi ElNino. *Jurnal Teknik Institut Teknologi Sepuluh November*, 181-1
- Saleh, B., & Warlina, L. (2017). Identifikasi Karakteristik Aglomerasi Industri Pengolahan Di Cikarang Kabupaten Bekasi Tahun 2006 Dan 2013. *Jurnal Wilayah Dan Kota*, 4(01), 37-53.
- Stathopoulou, M., & Cartalis, C. (2007). Daytime urban heat islands from Landsat ETM+ and Corine land cover data: An application to major cities in Greece. *Solar Energy*, 81(3), 358-368.
- Tongkukut, S. H. (2011). El-Nino dan Pengaruhnya Terhadap Curah Hujan di Manado, Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Sains*, 11(1).
- Utami, D. N. (2020). ANALISIS KORELASI SUHU PERMUKAAN TANAH BERBASIS CITRA LANDSAT 8 TIRS DENGAN DATA TERRAIN SRTM DI KOTA BANDUNG TAHUN 2015 DAN 2019. *Institut Teknologi Nasional Bandung Repository*.
- Wiguna, D. P. (2017). IDENTIFIKASI SUHU PERMUKAAN TANAH DENGAN METODE KONVERSI DIGITAL NUMBER MENGGUNAKAN TEKNIK PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFI. *Jurnal Teknologi Informasi dan Komunikasi*, 59-69.
- Yuniasih, B., Harahap, W. N., & Wardana, D. A. (2023). Anomali Iklim El Nino dan La Nina di Indonesia pada 2013-2022. *Jurnal Agroteknologi* Vol. 6, 136-143.
- Zaky, A. R., Suhendra, & Erwin, M. A. (2023). DETEKSI LAND SURFACE TEMPERATURE MENGGUNAKAN CITRA LANDSAT: STUDI KASUS KOTA JABABEKA DAN SEKITARNYA. *Jurnal Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer (JTIC)*, 1545-1554.

10th KIME on Ideas Competition
SMART ANGON: SISTEM INVESTASI DAN PEMASARAN DIGITAL
BERBASIS IOT UNTUK MENINGKATKAN POTENSI PETERNAKAN
DOMBA MENUJU INDONESIA EMAS 2045



Oleh

Carles Turawan	Peternakan / 2021
Bagus Chandra Ramadhan Gunawan	Peternakan / 2021
Aurega Puspa Anugrailah	Peternakan / 2021

UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2024

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Smart Angon: Sistem Investasi dan Pemasaran Digital Berbasis IoT untuk Meningkatkan Potensi Peternakan Domba Menuju Indonesia Emas 2045

Ketua Kelompok

Nama Lengkap : Carles Turawan

NIM : 215050101111223

Prodi : Peternakan

Perguruan Tinggi : Universitas Brawijaya

Alamat : Karangploso, Kabupaten Malang

No Tel/HP : 082289906787

Alamat Email : cturawan@student.ub.ac.id

Anggota Kelompok/Penulis

Nama Lengkap Anggota 1 : Bagus Chandra Ramadhan Gunawan

Nama Lengkap Anggota 2 : Aurega Puspa Anugrailah

Dosen Pembimbing

Nama Lengkap dan Gelar : Aulia Puspita Anugra Yekti, S.Pt, MP, M.Sc

NIP : 198605202015042004

Alamat : Jl. Veteran Malang 65145

No Telp/HP : 0812-2334-4945

Mengetahui,

Dosen Pembimbing

Malang, 20 Juni 2024
Ketua Tim



Aulia Puspita Anugra Yekti, S.Pt, MP, M.Sc



Carles Turawan

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
DAFTAR ISI	iii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Masalah.....	2
1.4 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Peternakan Domba	4
2.2 <i>Internet of Things</i>	4
2.3 Penerapan Sistem Investasi	5
BAB III METODE PENELITIAN	6
3.1 Jenis Penelitian.....	6
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian	6
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	6
3.4 Teknik Analisis dan Pengolahan Data	7
3.5 Analisis Sistem.....	8
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	9
4.1 Sistem Perumahan Berbasis <i>Internet of Things</i> (IoT).....	9
4.2 Langkah Implementasi dan Proses Implementasi	11
4.3 Fitur Aplikasi <i>Smart Angon</i>	14
4.4 Alur Investasi pada Sistem <i>Smart Angon</i>	19
BAB V PENUTUP	23
5.1 Kesimpulan	23
5.2 Saran.....	23
DAFTAR PUSTAKA	24
LAMPIRAN-LAMPIRAN	26

Smart Angon: Sistem Investasi dan Pemasaran Digital Berbasis IoT untuk Meningkatkan Potensi Peternakan Domba Menuju Indonesia Emas 2045

Carles Turawan (21505010111223)

Bagus Chandra Ramadhan Gunawan (215050100111236)

Aurega Puspa Anugrailah (215050107111025)

Universitas Brawijaya, Malang

cturawan@student.ub.ac.id

ABSTRAK

Sektor peternakan merupakan hal yang krusial dalam mewujudkan bangsa yang sejahtera dalam berbagai bidang, khususnya dalam bidang perekonomian. Tingginya potensi ekonomi sektor peternakan perlu adanya dorongan agar dapat memberikan manfaat yang luas bagi masyarakat khususnya dalam bidang peternakan domba. Kemudahan memelihara domba bisa dijadikan ladang investasi bagi banyak orang. Sistem pengembangan investasi domba berbasis pemantauan makro IoT (*Internet of Things*) merupakan konsep preventif yang cerdas di bidang peternakan. Ditambah lagi dengan sistem monitoring aplikasi digital dapat memudahkan petani dalam memantau dan meyakinkan investor untuk melakukan transaksi atau berinvestasi. Selain itu, terkait penjualan hewan ternak khususnya domba, sebagian besar peternak desa masih menggunakan sistem tradisional atau momentum hari raya Idul Adha sehingga penjualannya belum bisa dipastikan. Di luar momentum tersebut, harga domba dipastikan tidak stabil sehingga penjualannya masih ditentukan. Dengan sistem investasi maka pasar ternak domba akan terbangun secara stabil dan penjualan domba dapat berada di tangan yang tepat. Investasi ini akan memberikan keuntungan bagi investor, pemulia desa, dan masyarakat sekitar karena dapat mengembangkan sektor perekonomian masyarakat. Penelitian ini berfokus pada hubungan antara dua variabel atau lebih. Metode survei yang digunakan adalah kuantitatif untuk memperoleh korelasi antar beberapa variabel, yang selanjutnya dilakukan analisis deskriptif yaitu suatu prosedur pemecahan masalah dengan cara menggambarkan keadaan objek penelitian saat ini berdasarkan penemuan fakta atau kondisi sebenarnya. Output jangka panjang yang diperoleh adalah peningkatan jumlah domba di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan daging di Indonesia. Sistem pasar ternak domba akan terus berkembang karena adanya stabilitas harga dan peningkatan jumlah domba serta berkurangnya jumlah impor domba yang masuk ke Indonesia bahkan diharapkan dapat diekspor ke luar negeri.

Kata Kunci : Aplikasi, Ekonomi, Investasi, IoT

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Majunya perekonomian suatu negara menjadi tolak ukur kesejahteraan masyarakatnya. Perekonomian di Indonesia dipengaruhi oleh beberapa sektor usaha, setiap sektor usaha mempunyai kontribusi dalam meningkatkan perekonomian di Indonesia dan salah satu sektor usaha tersebut adalah sektor peternakan. Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian (2022) menyatakan bahwa usaha sektor peternakan di Indonesia akan mengalami peningkatan investasi sebesar 541,04 miliar pada tahun 2021. Hal ini mampu mendorong potensi perekonomian yang tinggi dari sektor peternakan, dimana peternakan memberikan kontribusi yang positif terhadap perekonomian nasional, sehingga dapat mengatasi kemiskinan yang terjadi di Indonesia. Tingginya potensi ekonomi sektor peternakan perlu didorong agar dapat memberikan manfaat yang luas kepada masyarakat khususnya pada peternakan domba. Badan Pusat Statistik (2022) menyebutkan populasi domba di Indonesia pada tahun 2015 tercatat sebanyak 17,02 juta ekor dan akan meningkat menjadi 17,90 juta ekor pada tahun 2021. Populasi domba di Indonesia secara regional terpusat di Pulau Jawa, khususnya di Jawa Barat dan Jawa Timur. Bagi sebagian pelaku usaha, peternakan domba sudah menjadi usaha andalan dan tumpuan perekonomian rumah tangga. Beberapa peternak, terutama pecinta domba, mendapatkan keuntungan ekonomi yang lebih baik. Selain itu, mereka juga mendapatkan manfaat sosial berupa gengsi, status sosial, dan kenikmatan dari penampilan luar domba yang mereka pelihara (Firman, dkk., 2018). Dalam kaitan ini, domba dapat menjadi salah satu potensi dalam tradisi Islam, yaitu 909 ribu ekor per tahun atau 14,28% dari potensi pasar aqiqah di Indonesia. Selain itu, penyembelihan hewan kurban pada Idul Adha juga turut andil dalam pemanfaatan domba. Berdasarkan data Kementerian Koordinator Perekonomian (2022), konsumsi hewan ternak untuk keperluan kurban tercatat sebesar 1,03 juta pada tahun 2021. Hal ini bisa menjadi peluang investasi di masa depan.

Di Indonesia, sektor peternakan domba mempunyai potensi yang besar untuk tersebar di berbagai daerah. Namun dalam praktiknya, sistem pemasaran domba masih

mengandalkan model tradisional yang melibatkan peran pihak ketiga, misalnya domba. Dalam model ini, peternak seringkali kehilangan kendali atas harga jual ternaknya, terutama ketika permintaan meningkat menjelang hari raya Idul Adha. Ketergantungan pada sistem ini dapat menimbulkan kerugian bagi petani dan membatasi potensi ekonomi mereka. Oleh karena itu, diperlukan langkah-langkah inovatif yang memungkinkan peternak lebih mandiri dalam mengelola pemasaran dan investasi usaha peternakan domba.

Berdasarkan permasalahan tersebut, muncullah sebuah gagasan yang dapat diselaraskan secara nyata melalui “Sistem Deep Learning pada Peternakan Domba Cerdas untuk Meningkatkan Produksi dan Minat Investasi Berbasis IoT.” Adanya sistem investasi maka pasar ternak domba akan berkembang secara stabil dan penjualan domba dapat terkendali. Investasi ini akan memberikan keuntungan bagi investor, peternak, dan masyarakat sekitar karena dapat mengembangkan sektor perekonomian masyarakat. Output jangka panjang yang diperoleh adalah peningkatan jumlah domba di Indonesia untuk memenuhi kebutuhan daging dalam negeri. Sistem pasar ternak domba akan terus berkembang karena adanya stabilitas harga dan peningkatan jumlah domba, serta berkurangnya jumlah impor domba yang masuk ke Indonesia, bahkan diharapkan dapat diekspor ke luar negeri.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah:

1. Bagaimana sistem IoT pada *Smart Angon*?
2. Bagaimana langkah implementasi dan proses implementasi aplikasi *Smart Angon*?
3. Fitur apa saja yang dimiliki oleh Aplikasi *Smart Angon*?
4. Bagaimana alur sistem pemasaran domba berbasis investasi dan pemasaran digital?

1.3 Tujuan Masalah

Berdasarkan rumusan masalah yang ada, maka tujuan permasalahan adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui tentang sistem perumahan berbasis (IoT).
2. Untuk mengetahui langkah-langkah implementasi dan proses implementasi Aplikasi *Smart Angon*
3. Untuk mengetahui fitur-fitur pada Aplikasi *Smart Angon*?
4. Untuk mengetahui alur sistem pemasaran domba berbasis investasi dan pemasaran digital

1.4 Manfaat

Manfaat penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Masyarakat khususnya peternak domba dapat meningkatkan soft skill serta pengetahuan tentang pentingnya teknologi pemasaran investasi di bidang peternakan domba. Di satu sisi, peternak tidak bergantung pada pihak ketiga dalam hal jual beli.
2. Bagi kalangan akademisi baik mahasiswa maupun dosen dapat dijadikan sebagai lokasi penelitian lebih lanjut serta wadah pelaksanaan Tri Dharma Perguruan Tinggi khususnya Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat.
3. Bagi Pemerintah terutama dari lingkup terkecil hingga terbesar baik dari perangkat desa, BUMDES, Dinas Peternakan setempat. Harapannya juga dapat meningkatkan defisit anggaran pemerintah dari subsektor peternakan program penggemukan domba.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Peternakan Domba

Pengertian peternakan tidak terbatas pada pemeliharaan saja; Perbedaan antara pemeliharaan dan peternakan terletak pada tujuan yang ditetapkan. Tujuan dari peternakan adalah mencari keuntungan dengan menerapkan prinsip pengelolaan terhadap faktor-faktor produksi yang telah dipadukan secara optimal (Daud et al., 2022). Salah satu peternakan yang saat ini sedang berkembang adalah peternakan domba. Peluang sektor peternakan Indonesia masih sangat terbuka lebar untuk terus dikembangkan oleh semua kalangan. Salah satunya dari sektor penggemukan domba, dimana kebutuhan daging sebagai sumber protein hewani semakin meningkat di masyarakat. Produksi domba sendiri berkontribusi dalam pemenuhan kebutuhan nutrisi berupa protein hewani dan berperan sebagai produsen daging untuk memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri dan pasar ekspor. Keunggulan domba adalah produktif, dapat melahirkan setiap tahun, dan adaptif terhadap lingkungan setempat (Hasan et al., 2023).

2.2 *Internet of Things*

Teknologi di sektor peternakan mekanis di seluruh dunia telah maju dengan pesat untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi berbagai proses peternakan salah satunya *Internet of Think* (IoT). IoT adalah konsep dimana perangkat elektronik dapat mengirim sebuah informasi secara otomatis dan bertukar data melalui jaringan. Penerapan IoT memungkinkan berbagai aktivitas di berbagai bidang untuk terhubung melalui internet, sehingga menjadi lebih mudah dan efisien (Ilhami et al., 2019). Adanya kemajuan dalam *Wireless Sensor Networks* (WSN) dan IoT terdapat potensi tak terbatas untuk penerapannya di berbagai bidang, termasuk pemantauan habitat, pelacakan ternak, dan peternakan cerdas (Stojkoska et al., 2018).

Penelitian IoT pada peternakan khususnya domba juga telah banyak dilakukan dengan memasang tag Radio Frekuensi Identification (RFID) untuk merekam data peternakan (Lauriyanto et al., 2022). Hal ini telah dilakukan pada penelitian lain untuk mencatat data ternak, antara lain data kelahiran ternak dan inseminasi ternak

(Aisuwarya et al., 2020). Implementasi IoT lainnya adalah mampu mengidentifikasi suhu ternak sehingga membantu pengecekan kesehatan ternak (Farooq et al., 2019). Setelah itu, tim pengusul merancang sistem pencatatan dimana setiap ternak akan memiliki dashboard status yang terintegrasi dengan perangkat IoT sehingga proses budidaya ternak dapat lebih optimal.

2.3 Penerapan Sistem Investasi

Kondisi peternakan dihadapkan pada permasalahan teknologi budidaya yang sederhana dan keterbatasan modal. Salah satu cara mendapatkan modal adalah melalui investasi. Investasi dapat diartikan sebagai menginvestasikan uang dengan harapan mendapatkan keuntungan di masa depan. Investasi merupakan awal dimulainya suatu kegiatan produksi dan merupakan salah satu faktor dalam meningkatkan pertumbuhan ekonomi. Investasi memerlukan komitmen untuk memegang sejumlah dana tertentu yang bertujuan memperoleh sejumlah keuntungan tertentu di masa depan (Borman et al. 2020). *Smart Livestock System* merupakan platform di bidang peternakan yang mempertemukan peternak dan investor. Proses bisnis yang ditawarkan *Smart Livestock System* adalah investor dapat memilih peternakan mana yang akan diinvestasikan untuk pengembangan peternakan. Sistem aplikasi ini berbasis web sehingga mudah dijangkau oleh pengguna (Perwira et al., 2021). Sistem ini juga memudahkan menghubungkan peternak dan investor. Sistem peternakan cerdas yang akan dikembangkan adalah sistem yang mampu mencatat proses peternakan mulai dari proses produksi hingga distribusi.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan kualitatif untuk mendapatkan pemahaman mendalam tentang penggunaan aplikasi "Smart Angon" dalam pengelolaan peternakan domba. Pendekatan kualitatif dipilih karena fokus pada interpretasi dan pemahaman yang mendalam terhadap fenomena yang kompleks dan kontekstual. Pendekatan ini memungkinkan peneliti untuk mengeksplorasi persepsi, pengalaman, dan konteks pengguna aplikasi dengan lebih baik.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Lokasi penelitian adalah Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya. Pemilihan lokasi dilakukan secara *purposive* dengan beberapa pertimbangan antara lain adanya fasilitas yang memadai untuk penelitian, tersedianya populasi ternak yang sesuai dengan kebutuhan penelitian, serta dukungan dari pihak fakultas dalam hal aksesibilitas data dan sumber daya. Selain itu, Fakultas Peternakan Universitas Brawijaya memiliki tenaga ahli dan akademisi yang kompeten dalam bidang peternakan, sehingga dapat memberikan bimbingan dan konsultasi yang diperlukan selama penelitian berlangsung, sedangkan periode penelitian dimulai pada bulan Mei 2024 – Juni 2024

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah studi literatur dari berbagai sumber yang berkaitan dengan rumusan masalah yang telah disusun. Pengumpulan data dapat dilakukan dalam berbagai latar, berbagai sumber, dan berbagai metode; kuesioner merupakan teknik pengumpulan data penelitian kuantitatif (Sugiyono, 2016). Secara umum, teknik pengumpulan data dilakukan dengan melakukan penelitian kepustakaan dan pencarian informasi digital dengan sasaran antara lain studi literatur. Secara lebih rinci, teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Wawancara Mendalam

Wawancara mendalam dilakukan dengan pemilik peternakan, calon investor, dan pengguna aplikasi "Smart Angon". Wawancara ini bertujuan untuk

memahami pengalaman mereka dalam menggunakan aplikasi, tantangan yang dihadapi, dan harapan terkait penggunaan aplikasi dalam pengelolaan peternakan domba. Wawancara dilakukan secara tatap muka atau melalui telepon, direkam dengan izin responden, dan transkripnya dianalisis untuk mengeksplorasi tema-tema utama.

2. Observasi Partisipatif

Observasi partisipatif dilakukan dengan cara peneliti secara langsung berpartisipasi dalam kegiatan sehari-hari peternakan domba. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan pemahaman yang mendalam tentang praktik pengelolaan ternak, interaksi antara peternak dan aplikasi "Smart Angon", serta tantangan yang mungkin timbul dalam implementasi aplikasi ini.

3. Studi Dokumen

Studi dokumen dilakukan dengan menganalisis dokumen terkait seperti laporan historis pengelolaan peternakan, data keuangan, dan dokumentasi investasi. Analisis ini membantu dalam memahami konteks yang lebih luas terkait dengan praktek-praktek yang ada dan kemungkinan integrasi aplikasi "Smart Angon" dalam konteks yang sudah ada.

3.4 Teknik Analisis dan Pengolahan Data

Analisis data dalam penelitian ini mengacu pada:

1. Analisis Tematik

Data kualitatif dari wawancara dan observasi akan dianalisis menggunakan teknik analisis tematik. Langkah-langkah analisis tematik meliputi

- a) Pengkodean: Identifikasi tema-tema dari data mentah yang relevan dengan pertanyaan penelitian.
- b) Penyusunan Tema: Pengelompokan data ke dalam tema-tema yang signifikan dan kohesif.
- c) Interpretasi: Penafsiran temuan-temuan untuk mengembangkan pemahaman yang lebih dalam tentang penggunaan aplikasi "Smart Angon" dan tantangan yang dihadapi dalam pengelolaan peternakan domba.

2. Triangulasi Data

Melakukan triangulasi data dengan membandingkan temuan dari berbagai sumber data (wawancara, observasi, studi dokumen) untuk memastikan keabsahan temuan. Pendekatan ini membantu meminimalkan bias dan memvalidasi temuan yang diperoleh dari masing-masing metode pengumpulan data.

3.5 Analisis Sistem

Analisis sistem dapat diartikan sebagai penguraian suatu sistem secara menyeluruh menjadi bagian-bagiannya untuk mengidentifikasi dan mengevaluasi masalah, peluang, hambatan yang terjadi, dan kebutuhan yang diharapkan sehingga dapat diusulkan perbaikannya. Analisis sistem juga dapat diartikan sebagai penelitian terhadap sistem yang sudah ada untuk merancang sistem yang baru atau perbaikan. Dalam membuat suatu sistem perlu dilakukan penelitian dan analisis terhadap sistem yang akan dibangun.

Analisis sistem pada penelitian ini menggunakan *System Development Life Cycle* (SDLC) atau model sekuensial linier yang sering disebut model air terjun. Model ini mengusulkan pendekatan pengembangan perangkat lunak yang sistematis dan berurutan yang dimulai pada tingkat sistem dan berlanjut ke seluruh analisis, desain, kode, pengujian, dan pemeliharaan. Model ini disusun secara bertahap; setiap tahapan dalam model ini dilakukan secara berurutan, satu demi satu. Model ini biasanya digunakan untuk membuat perangkat lunak dalam skala besar yang akan digunakan dalam jangka waktu lama. Tahapan model SDLC:

1. Tahap Perencanaan Sistem
2. Tahap Analisis Sistem
3. Tahap Perancangan Sistem Umum
4. Tahap Evaluasi dan Seleksi Sistem
5. Tahap Perancangan Sistem Terperinci
6. Tahap Implementasi Sistem dan Pemeliharaan Sistem

BAB IV

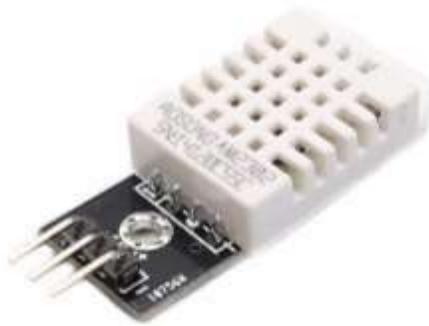
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sistem Perumahan Berbasis *Internet of Things* (IoT).

Internet of Things (IoT) ditemukan oleh Kevin Ashton pada tahun 1999. Menurut Tiffany dkk. (2017), IoT secara umum didefinisikan sebagai kemampuan untuk menghubungkan objek cerdas dan memungkinkan untuk berinteraksi dengan objek lain atau lingkungan dengan peralatan komputasi cerdas lainnya melalui jaringan Internet.

1. sensor DHT22

DHT22 merupakan sensor untuk mengukur suhu dan kelembapan, dengan output berupa sinyal digital. Ini memiliki 4 pin yang terdiri dari catu daya, sinyal data, null, dan ground.



Gambar 1. Sensor Suhu dan Kelembapan DHT22

2. Sensor Gas MQ-135

MQ-135 merupakan sensor yang mampu mendeteksi gas berbahaya seperti amonia, sulfida, dan benzena dalam berbagai konsentrasi. Sensor ini memiliki sensitivitas yang baik dan cocok untuk mendeteksi kadar amonia pada drum.

3. Kipas *Exhaust*

Banyaknya kotoran pada kandang domba sangat mempengaruhi udara disekitarnya, sehingga dapat menjadi masalah yang mempengaruhi kesehatan domba dan lingkungan. *Exhaust fan* yang ditempatkan pada bagian atas sangkar

(seperti sistem cerobong asap) bertujuan untuk mengeluarkan gas amoniak dari luar. Jadi, kualitas udara di dalam kandang selalu nyaman.



Gambar 2. Exhaust

4. ESP 32 KAMERA

CAM ESP 32 merupakan kamera pemantau seperti CCTV yang dipasang di bagian atas kandang untuk memantau kondisi ternak. Investor nantinya dapat mengetahui kondisi dan aktivitas ternaknya.

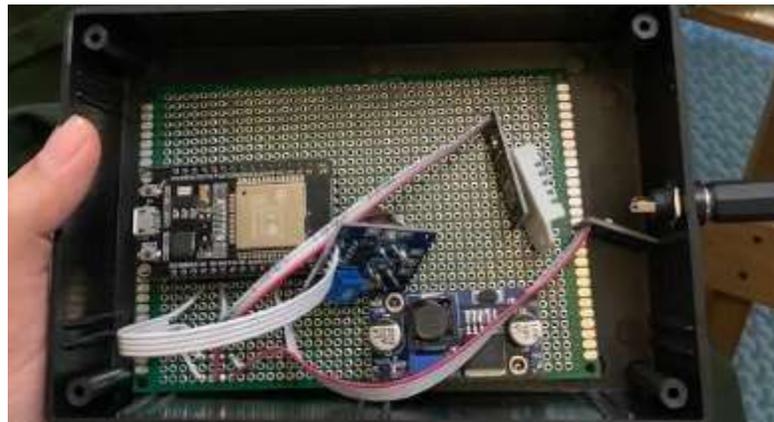
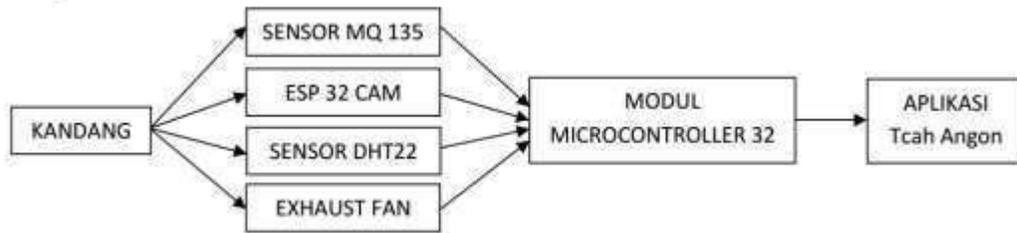


Gambar 3. Kamera ESP32

5. Aplikasi Seluler

Aplikasi “*Smart Angon*” merupakan aplikasi investasi domba yang bertujuan untuk mengembangkan perekonomian peternak domba. Aplikasi ini dilengkapi dengan sistem kendali sangkar yang terhubung dengan sensor-sensor yang terpasang di dalam sangkar, seperti sensor DHT22 dan sensor gas MQ-135. Sistem pengendalian ini bertujuan untuk meyakinkan investor yang masuk bahwa ternaknya aman dan juga berfungsi sebagai pengingat. bagi para

peternak jika kandangnya bermasalah dengan suhu dan kelembaban. Struktur komponen yang disertakan dalam aplikasi ini adalah sebagai berikut:



Gambar 4. Struktur Komponen IoT

4.2 Langkah Implementasi dan Proses Implementasi

Untuk dapat membangun pengalaman antarmuka pengguna yang baik, Anda memerlukan metode yang tepat. Dalam hal ini *User-Centered Design* (UCD) merupakan metode yang selalu melibatkan pengguna dalam proses desain.

1. Langkah-langkah implementasi

Dalam tahap implementasi diperlukan beberapa tahapan, antara lain:

- a) Tentukan konteks penggunaan. Pada tahap ini penulis mengidentifikasi siapa saja yang menggunakan aplikasi tersebut sehingga penulis juga mengetahui siapa saja yang dapat dijadikan responden untuk melakukan analisis. Pengguna yang akan menjadi responden adalah orang dewasa berusia 18–50 tahun karena dinilai lebih siap menggunakan teknologi dan mampu menjadi peternak modern.
- b) Tentukan persyaratan. Pada tahap ini penulis melakukan analisis kebutuhan untuk membantu menciptakan solusi yang berguna untuk pengembangan

desain aplikasi. Untuk mengetahui kebutuhan pengguna, penulis melakukan wawancara terhadap orang dewasa berusia 18–50 tahun, sebagaimana dijelaskan pada tahap Tentukan konteks penggunaan. Setelah itu, data yang telah dikumpulkan akan menghasilkan persona pengguna dan skenario pengguna yang dalam pembuatannya sangat berpusat pada pengguna. Harapannya ketika pengguna menggunakan aplikasi ini, mereka akan memahami dan dapat dengan mudah menggunakan sistem.

- c) Buat solusi desain. Pada tahap ini penulis mulai menerjemahkan kebutuhan yang telah didefinisikan pada tahap sebelumnya ke dalam bentuk desain. Tahapan ini diawali dengan membuat wireframe, kemudian mengadaptasinya kepada pengguna dari wireframe yang telah disiapkan, kemudian mulai membuat mock up, dan terakhir tahap prototype.
- d) Evaluasi desain. Pada tahap ini penulis akan mengevaluasi desain solusi yang dihasilkan dari tahap sebelumnya untuk target pengguna. Dalam melakukan evaluasi, penulis menggunakan metode usability test dan skala SUS untuk mengukur tingkat kemudahan pengguna dalam menggunakan aplikasi. Pada tahap ini akan mempengaruhi tingkat interaktif pengguna agar benar-benar sesuai dan dipahami dengan baik.

2. Proses Implementasi

Dalam melaksanakan implementasi ada beberapa proses yang harus kita lalui, antara lain:

- a) Identifikasi masalah: dalam hal ini tim mencoba menemukan permasalahan yang sedang dihadapi oleh peternak. Setelah menemukan permasalahan, tim melakukan survei lapangan.
- b) Survei Lapangan: bertujuan untuk mengetahui apakah permasalahan yang ditemukan tim benar-benar terjadi di masyarakat.
- c) Setelah mempelajari kasus tersebut dan melakukan survei lapangan, tim akan mencari solusi untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi para peternak.

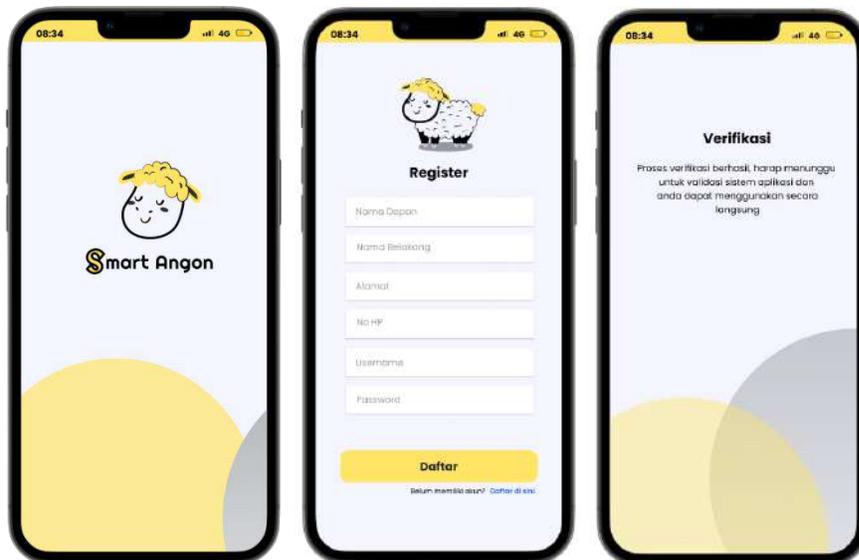
- d) Pembuatan Aplikasi : Solusi yang kami tawarkan adalah metode digitalisasi jual beli hewan ternak khususnya domba untuk memudahkan peternak dalam bertransaksi.
- e) Uji Coba Aplikasi : Setelah pembuatan aplikasi selesai maka perlu dilakukan uji coba untuk mengetahui kekurangan apa saja yang terdapat pada aplikasi, dan tim dapat segera memperbaikinya.
- f) Proses Perbaikan : Proses ini bertujuan untuk memperbaiki sistem pada aplikasi agar tidak terjadi cacat pada aplikasi.
- g) Finishing : Proses finishing sangat diperlukan untuk keperluan pengecekan kembali aplikasi agar benar-benar dapat digunakan dengan baik.
- h) Mencari Investor : Dalam solusi yang penulis berikan untuk mengatasi permasalahan para peternak, tim juga menawarkan program ini kepada calon investor karena program yang penulis berikan juga memiliki arah yang lebih besar. Oleh karena itu, penulis juga perlu mencari investor.
- i) Sosialisasi Aplikasi : Sasaran sosialisasi aplikasi ini adalah para peternak Desa Bumirejo yang sebagian besar mempunyai hewan ternak berupa domba. Peran pemerintah desa juga sangat penting dalam mengajak warganya untuk berpartisipasi dalam sosialisasi ini.
- j) Proses Implementasi : Proses ini dilakukan oleh peternak yang telah diberikan sosialisasi. Dalam hal ini, hanya peternak yang bersedia bekerjasama dalam program ini.
- k) Sosialisasi Tahap 2 : Pada sosialisasi tahap 2 ini para peternak akan diberikan materi terkait keberlanjutan program agar memiliki rasa semangat dan tidak putus asa dalam merawat hewan ternaknya.
- l) Pemantauan Pelaksanaan : Pemantauan ini dilakukan pada awal pelaksanaan terhadap para peternak yang mengikuti program ini. Peternak harus mengirimkan data mengenai bobot dan umur ternak, serta kesehatan ternak setiap bulannya dan nantinya akan dimasukkan ke dalam data di aplikasi.

4.3 Fitur Aplikasi *Smart Angon*

Pengembangan aplikasi mobile mempunyai keunggulan dalam memberikan tampilan yang mudah diakses oleh petani serta panduan yang dapat menambah informasi bagi pengguna aplikasi. Berikut fitur-fitur unggulan yang terdapat pada aplikasi *Smart Angon* :

1. Registrasi

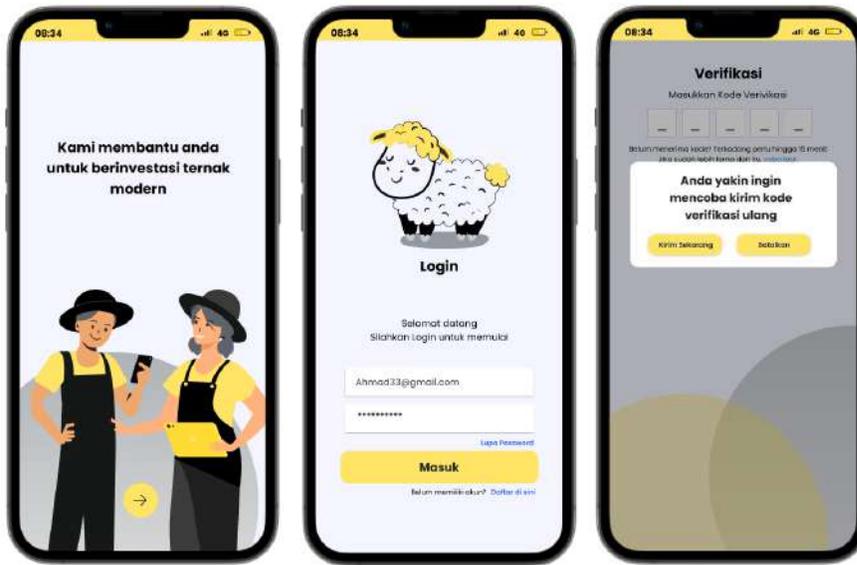
Sebelum pengguna masuk ke dalam aplikasi, langkah pertama yang harus dilakukan adalah melakukan registrasi melalui email terlebih dahulu, agar data pengguna masuk ke dalam database aplikasi *Smart Angon*



Gambar 5. Halaman Pendaftaran Aplikasi *Smart Angon*

2. Masuk Gambar

Setelah mendaftar, pengguna harus login terlebih dahulu sebelum masuk ke aplikasi.



Gambar 6. Halaman masuk

3. Rumah

Pada halaman beranda terdapat beberapa fitur utama, antara lain:

a) Profil

Fitur ini akan menyimpan data pengguna seperti nama, alamat, kontak, dan lain sebagainya.

b) Tentang kami

Fitur ini akan menampilkan beberapa panduan aplikasi serta detail sistem investasi. Ini juga akan memberikan informasi tentang beberapa pertanyaan aplikasi yang sering diajukan. Fitur ini juga dilengkapi dengan fitur Helpdesk aplikasi jika pengguna ingin menanyakan lebih detail mengenai sistem investasi ini.

c) Saldo nominalnya

Fitur ini akan menampilkan sisa saldo atau uang yang diperoleh pengguna. Pengguna juga dapat melihat riwayat pemasukan dan pengeluaran secara berkala untuk memudahkan dalam mengelola pemasukan setiap bulannya. Nilai nominal ini juga akan terintegrasi dengan fitur “Tracking”.

d) Pelacakan

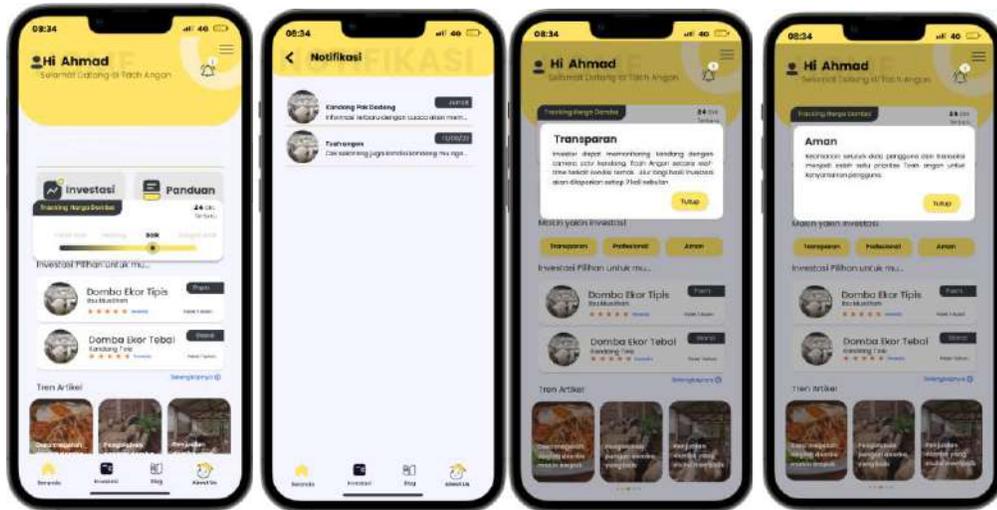
Dengan melacak harga pasar domba, pengguna akan mendapatkan informasi harga pasar domba secara real time, termasuk harga beli dan jual langsung domba atau daging. Melacak pendapatan investasi, pengguna akan mendapatkan informasi naik turunnya peternakan. Fitur ini juga dilengkapi dengan pemantauan langsung dengan kamera IoT, sehingga investor dapat mengetahui kondisi lapangan secara langsung. Fitur ini memberikan notifikasi kepada pengguna secara tepat waktu. Jika pelacakan mengalami kenaikan atau penurunan harga domba dan daging, pengguna akan menerima notifikasi mengenai informasi lapangan aktual yang terjadi.

e) Mengunjungi

Pada fitur ini pengguna akan diarahkan ke beberapa hewan ternak yang menjadi mitra penelitian penulis. Pengunjung dapat memilih peternakan mana yang memiliki domba yang siap dijual, dengan penjelasan rinci tentang masing-masing peternakan.

f) Dasbor promosi

Fitur ini akan memberikan informasi mengenai penawaran diskon paket ternak. Beli Daging : Fitur ini akan memberikan informasi terkait jual beli daging domba. Pada fitur ini pengguna juga akan melakukan proses transaksi jual beli daging yang dilengkapi dengan fitur chat untuk negosiasi atau informasi. dengan cara langsung dari peternaknya.



Gambar 7.Halaman Beranda

4. Investasi

Ini adalah fitur utama dimana pengguna dapat mengatur proses investasi. Fitur ini terbagi menjadi 4 sub-fitur yaitu:

a) Lokasi Pencarian

Pada fitur ini, pengguna dapat memilih lokasi hewan ternaknya. Secara default, aplikasi akan memberikan daftar hewan ternak yang tersedia, dimana pengguna juga dapat melihat hasil review atau kondisi kandangnya.

b) Proses

Pada fitur ini, pengguna akan diminta untuk menyetujui syarat dan ketentuan kontrak investasi. Pengguna juga dapat menghitung perkiraan nominal investasi yang akan menghasilkan hasil output yang akan diperolehnya.

c) Hasil

Pada fitur ini pengguna akan mendapatkan informasi mengenai hasil yang diperoleh. Pengguna juga dapat melihat informasi terkait keberlanjutan, yang akan memberikan investor lebih detail mengenai hasil yang akan diperolehnya di masa depan.

d) Sejarah

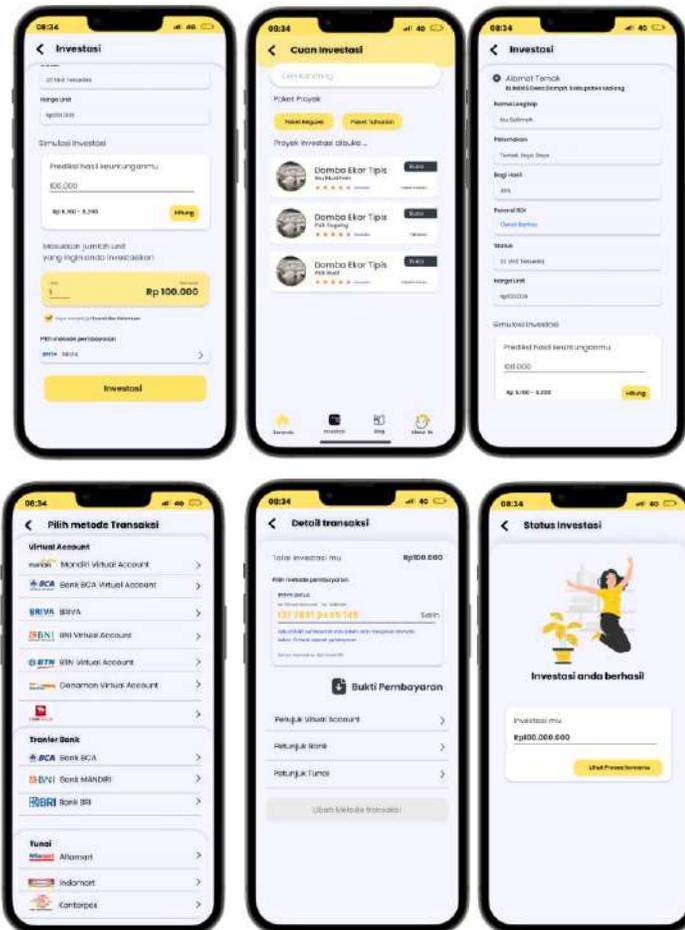
Fitur ini akan menampilkan informasi terkait riwayat investasi pengguna, yang akan digunakan oleh dokumen aplikasi untuk mengelola data pengguna.

e) Blog

Fitur ini akan menampilkan informasi terkini seputar peternakan domba dalam bentuk artikel atau berita.

f) Hubungi kami

Pada fitur ini “*Smart Angon*” akan memberikan informasi bantuan aplikasi atau pelaporan terkait aplikasi sehingga pengguna lebih aman saat menggunakan aplikasi. Hubungi Kami juga berfungsi sebagai tempat pengaduan pengguna jika terjadi kejanggalan dalam penggunaan aplikasi.



Angka 8.Halaman investasi

4.4 Alur Investasi pada Sistem *Smart Angon*

Menurut KBBI, investasi diartikan sebagai penanaman uang atau modal pada suatu perusahaan atau proyek dengan tujuan memperoleh keuntungan. Saat ini, terdapat banyak jenis sistem investasi. Investasi adalah kegiatan menanam modal, dimana modal yang dimaksud adalah suatu harta yang berupa uang atau dalam bentuk lain yang bukan uang dan diusulkan oleh pemberi modal, dan tentunya modal tersebut harus mempunyai nilai ekonomis. Hal ini juga telah diatur dalam UU Pasal 1 Ayat 7 25/2007. Investor adalah orang perseorangan atau badan usaha yang menanamkan modalnya pada suatu kegiatan atau proyek yang dilaksanakan oleh suatu perusahaan. Tujuan dari investasi ini untuk mengembangkan aset yang Anda miliki dan mencari keuntungan dari kerjasama dengan perusahaan. Menurut Pajar RC (2017), investasi merupakan salah satu instrumen pembangunan yang dibutuhkan suatu negara dalam rangka meningkatkan kesejahteraan masyarakatnya, termasuk Indonesia. Langkah ini diperlukan karena akan memberikan manfaat bagi berbagai pihak terhadap kemajuan di segala sektor.

Penanaman modal akan berjalan dengan baik apabila semua pihak di berbagai sektor berfungsi dengan baik dan mempertanggungjawabkan tugasnya. Dalam sistem penanaman modal ini akan dibagi menjadi empat sektor yang dimana masing-masing sektor mempunyai peran dan fungsi yang saling menguntungkan satu sama lain.

1. Investor

Investor adalah orang atau perseorangan yang melakukan investasi pada aplikasi *Smart Angon*. Nantinya, investor harus mendaftar terlebih dahulu di aplikasi dan mengikuti persyaratan yang ada di aplikasi. Investor kemudian akan diberikan pilihan untuk memilih mitra peternak mana yang akan diberikan modal. Kemudian setelah memilih peternak, investor akan diarahkan untuk mencantumkan besaran modal yang akan diberikan untuk berinvestasi pada aplikasi *Smart Angon*. Investor akan mendapatkan bagi hasil sebesar 20% setiap 3 bulan atau 1 siklus.

2. Peternakan Utama

Master Farm akan menyuplai kebutuhan domba bakalan yang akan didistribusikan ke peternak mitra. Setelah 3 bulan penggemukan oleh peternak mitra, induk peternakan harus membeli kembali seluruh dombanya. Domba yang dibeli master farm dari peternak mitra akan diseleksi terlebih dahulu dari domba yang mempunyai kualitas unggul dibandingkan dengan domba yang mempunyai kualitas biasa saja. Domba yang berkualitas tinggi akan dijadikan indukan oleh master farm untuk menghasilkan stok unggul, sedangkan domba biasa akan didistribusikan ke rumah potong hewan modern (RPH) untuk memasok kebutuhan daging domba di supermarket dan restoran. Keuntungan dari Master farm adalah master farm hanya perlu fokus beternak domba tanpa perlu bingung menggemukkan dombanya.

3. Mitra Peternak

Peternak mitra adalah masyarakat yang bersedia bekerjasama dengan *Smart Angon* untuk merawat domba investasi selama 3 bulan atau 1 siklus. Kriteria peternak mitra adalah harus memiliki keahlian pembuatan pakan konsentrat dan memiliki kandang yang mampu menampung minimal 20 ekor domba. Keuntungan yang diperoleh peternak mitra adalah dalam 1 tahun mampu melakukan 4 kali penjualan, dan setiap terjual pasti akan terjual semua dombanya. Peternak akan mendapatkan 70% dari total penjualan domba setiap siklusnya.

4. Tim Aplikasi

Tim aplikasi merupakan kelompok yang membuat aplikasi dan mengembangkan sistem ini, dimana nantinya seluruh data yang masuk mulai dari dana investor yang masuk, jumlah keuntungan, dan pembagian hasil akan diinput oleh tim ke dalam aplikasi *Smart Angon*. Dana investor yang masuk nantinya akan disalurkan tim ke Master Farm untuk segera disalurkan ke petani mitra. Tim juga akan melakukan sosialisasi ke desa-desa untuk mencari peternak yang bersedia menjadi mitra *Smart Angon*. Perhitungan investasi kandang dengan populasi 20 ekor domba adalah sebagai berikut:

a) **Domba:**

Domba Bakalan				
Komoditas	Keterangan	Harga	Jumlah	Total
Domba	15 kg	Rp. 825.000	20 ekor	Rp. 16. 500.000
Total				Rp. 16. 500.000
Ket: harga 1 kg domba = Rp. 55.000				

b) **Biaya operasional**

Biaya Operasional				
Jenis Biaya	Keterangan	Harga	Jumlah	Total
Pakan 600kg	20 ekor/bulan	Rp. 1.500.000	3 bulan	Rp. 4.500.000
Total				Rp. 4.500.000

c) **Memanen:**

Biaya Panen				
Komoditas	Keterangan	Harga	Jumlah	Total
Domba	24 kg	Rp. 1.368.000	20 ekor	Rp. 27.360.000
Total				Rp. 27.360.000
Ket : harga jual domba 1 Kg = Rp. 57.000				

d) **Laba:**

$$\begin{aligned}
 \text{Keuntungan akhir} &= \text{harga jual akhir} - (\text{harga jual awal} + \text{biaya operasional}) \\
 &= \text{Rp. 27.360.000} - (\text{Rp}16.500.000 + \text{Rp}4.500.000) \\
 &= \text{Rp. 6.360.000}
 \end{aligned}$$

e) **Bagi hasil selama 1 siklus**

Peternak (70%)	Investor (20%)	Bumdes (5 %)	Aplikasi (5%)
----------------	----------------	--------------	---------------

f) **Sistem Investasi:**

$$\begin{aligned}
 \text{Harga satu kandang yang mampu menampung 20 ekor domba adalah : (harga} \\
 \text{jual awal} + \text{biaya operasional)} &= \text{Rp. 21.000.000,} \\
 \text{1 kandang} &= \text{210 unit} \\
 \text{Harga 1 unit} &= \text{Rp. 100.000}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
&\text{Keuntungan 1 satuan investor): jumlah unit} &&= \text{keuntungan akhir} \times 20\% \text{ (bagian)} \\
& &&= \text{Rp } 6.360.000 \times 20\% : 210 \\
& &&= \text{Rp } 6.057
\end{aligned}$$

Investor wajib membeli minimal 1 unit atau senilai Rp. 100.000

Sasaran dari penerapan ini adalah untuk mengembangkan pasar ternak yang masih relatif belum terstruktur, dan memudahkan para peternak untuk menjual ternaknya dengan jelas tanpa bingung dan harus menunggu waktu. Aplikasi *Smart Angon* juga membuat para peternak bersemangat beternak dan tidak menjadikan sektor peternakan sebagai pekerjaan sampingan sebagai alat tabungan masa depan, melainkan menjadi sumber perekonomian utama masyarakat. Target jangka panjangnya adalah domba tidak lagi diimpor dari luar negeri, bahkan Indonesia bisa mengekspor ke pasar dunia. Diagram alir proses investasi ini dapat dilihat di bawah ini.



Gambar 9. Arus Investasi

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Peternakan domba di Desa Bumirejo, Kecamatan. Dampit, Kab. Kabupaten Malang pada dasarnya menggunakan sistem pemeliharaan dan pemasaran yang masih tradisional, sehingga hasil yang diperoleh peternak kurang optimal. Konsep penggunaan aplikasi *Smart Angon* dirancang untuk memudahkan para peternak dalam sistem pemeliharaan dan pemasaran yang modern dan terintegrasi teknologi. Selain itu, perlu adanya dukungan dari beberapa pihak agar konsep ini dapat berjalan dengan baik. Kemudian jika konsep ini dapat berjalan lancar dan terimplementasi dengan baik, diharapkan dapat dikembangkan di wilayah lain di Indonesia.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya diharapkan dapat memperluas jangkauan investasi di berbagai kota lain bahkan seluruh Indonesia sehingga sektor perekonomian khususnya peternakan mampu berkembang dan membantu para peternak ternak mengatasi perekonomian yang belum stabil.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisuwarya, R., M.H. Hersyah, R.E. Putri, R. Ferdian dan F. Fatimah. 2020. Implementasi Teknologi Nfc Untuk Recording Data Sapi Perah Kelompok Tani Lembu Alam Serambi Kota Padang Panjang. *Journal of Appropriate Technology for Community Services*. 1(2):74-81.
- Borman, R. I., A. T. Priandika, and A. R. Edison. 2020. Implementasi Metode Pengembangan Sistem Extreme Programming (XP) Pada Aplikasi Investasi Peternakan. *JUSTIN (Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi)*. 8(3): 272-277.
- BPS. "Populasi Domba Menurut Provinsi (Ekor), 2019-2021" bps.co.id. Diakses pada 5 Maret 2024. <https://www.bps.go.id/indicator/24/473/1/populasi-domba-menurut-provinsi.html>
- Daud, R. F., D. Monica and K. Khairunnisa. 2022. Penyuluhan Strategi Komunikasi Pemasaran Berbasis Teknologi Digitalisasi 4.0. DPC Himpunan Peternak Domba-Kambing Indonesia Lampung Barat. *Lumbung Inovasi: Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*. 7(3): 360-368.
- Ekon. "Lewat Program Peternakan Rakyat, Pemerintah Gencar Integrasikan Kegiatan Ekonomi dengan Keuangan Inklusif" ekon.go.id. Diakses pada 5 Maret 2024. <https://ekon.go.id/publikasi/detail/5557/lewat-program-peternakan-rakyat-pemerintah-gencar-integrasikan-kegiatan-ekonomi-dengan-keuangan-inklusif>
- Ekon. "Dukungan bagi Korporasi Peternakan Terintegrasi Model Klaster untuk Gerakan Ekonomi Pedesaan" ekon.go.id. Diakses pada 5 Maret 2024. <https://www.ekon.go.id/publikasi/detail/4020/dukungan-bagi-korporasi-peternakan-terintegrasi-model-klaster-untuk-gerakkan-ekonomi-pedesaan>
- Erlina, T. (2017). Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban Dan Gas Amonia Pada Kandang Sapi Perah Berbasis Teknologi *Internet of Things* (IoT). *JITCE (Journal of Information Technology and Computer Engineering)*. 1(01): 1-7.
- Farooq, M.S., S. Riaz, A. Abid, K. Abid dan M. A. Naeem. 2019. A Survey on the Role of IoT in Agriculture for the Implementation of Smart Farming. *IEEE Access*. 7(1):156237-156271.
- Firman, A., L. Herlina, M. Paturochman, and M. M. Sulaeman. 2018. Penentuan Kawasan Unggulan Agribisnis Ternak Domba di Jawa Barat. *Mimbar Agribisnis: Jurnal Pemikiran Masyarakat Ilmiah Berwawasan Agribisnis*. 4(1):111-125.

- Hasan, M. R. A., A. Yani, and S. Rahayu. 2023. Model Evaluasi Penerapan Aspek Pakan dan Air Minum dalam Good *Farming Practice* Peternakan Domba di UP3J Bogor. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 10(3): 119-125.
- Ilhami, F., P. Sokibi and A. Amroni. 2019. Perancangan dan implementasi prototype kontrol peralatan elektronik berbasis *Internet of Things* menggunakan nodemcu. *Jurnal Digit: Digital of Information Technology*. 9(2):.143-155.
- Laurianto, E., E. Gracia, F. Clarissa, E. Wijaya, and O. Barus. 2022. Transformasi Peternakan Digital dengan Mengimplementasikan Teknologi *Internet of Things* (IoT) pada Arjuna *Farm*. *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat Nusantara*. 3(1): 300-308.
- Chaerul, P. R. 2017. Pengaruh Motivasi Investasi dan Pengetahuan Investasi Terhadap Minat Investasi di Pasar Modal Pada Mahasiswa UNY. *Jurnal Profita Edisi I*. 5(1): 1-16.
- Perwira, M. S. J., M. T. Jauhari, M. F. AlRasyid, and R. R. Irwan. 2021. Analisis dan Perancangan Prototipe Sistem Ternak Cerdas Berbasis WEB. *PETIR: Jurnal Pengkajian dan Penerapan Teknik Informatika*. 16(1): 61-70.
- Rinca, K. F., R. Mubdi, D. Kristanto, I. P. C. Putra, M. T. Luju, Y. M. Bollyn, and R. Gultom. 2022. Faktor Resiko yang Mempengaruhi Respon Termoregulasi Ternak Ruminansia. *Jurnal Peternakan Indonesia (Indonesian Journal of Animal Science)*. 24(3): 304-314.
- Stojkoska R, B., D. Capeska-Bogatinoska, G. Scheepers and R. Malekian. 2018. Real-time *Internet of Things* Architecture for Wireless Livestock Tracking. *Telfor Journal*. 10(2): 74-79.
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Pendidikan : Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Yogyakarta : ALFABETA
- Tiffani A., D. I. Putra dan T. Erlina. 2017. Sistem Monitoring Suhu, Kelembapan dan Gas Amonia pada kandang Sapi Perah Berbasis Teknologi *Internet of Things* (IoT). *Journal of Information Technology and Computer Engineering*. 1(1) : 33-39.

LAMPIRAN-LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Orisinalitas

LOMBA KARYA TULIS ILMIAH NASIONAL 10TH KIME ON IDEAS COMPETITION

1. Judul : Smart Angon: Sistem Investasi dan Pemasaran Digital Berbasis IoT untuk Meningkatkan Potensi Peternakan Domba Menuju Indonesia Emas 2045
2. Perguruan Tinggi : Universitas Brawijaya
3. Identitas Penulis :
 - a. Nama Lengkap Ketua : Carles Turawan
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. Tempat, Tanggal lahir: OKU Timur, 18 Juni 2003
 - d. Prodi/Angkatan : Peternakan/2021
 - e. NIM : 215050101111223
 - f. Alamat : Karangploso, Kabupaten Malang
 - g. E-mail : cturawan@student.ub.ac.id
 - h. Anggota :
 - Nama Lengkap Anggota 1 : Bagus Chandra Ramadhan G.
 - Nama Lengkap Anggota 2 : Aurega Puspa Anugrailah

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa daya yang saya sampaikan adalah benar. Dengan ini, saya menyatakan ikut serta dalam Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional 10th KIME on Ideas Competition (10th KOIN) dan menyetujui semua syarat dan ketentuan lomba yang ditetapkan oleh panitia

Ketua Tim



(Carles Turawan)

Lampiran 2. Biodata

BIODATA KETUA TIM

Nama Lengkap/NIM : Carles Turawan/215050101111223
Prodi/Angkatan : Peternakan/2021
Tempat, Tanggal Lahir: OKU Timur, 18 Juni 2003
Alamat : Karangploso, Kabupaten Malang
Email : cturawan@student.ub.ac.id
No WA/HP : 082289906787
Karya Tulis yang Pernah Dibuat: -
Penghargaan di Bidang Ilmiah: -



BIODATA ANGGOTA 1

Nama Lengkap/NIM : Bagus Chandra Ramadhan Gunawan/215050100111236
Prodi/Angkatan : Peternakan / 2021
Tempat, Tanggal Lahir: Blitar, 3 Desember 2001
Alamat : Blitar
Email : baguschandra20@student.ub.ac.id
No WA/HP : 085791923422
Karya Tulis yang Pernah Dibuat : -
Penghargaan di Bidang Ilmiah : -



BIODATA ANGGOTA 2

Nama Lengkap/NIM : Aurega Puspa Anugrailah/215050107111025
Prodi/Angkatan : Peternakan/2021
Tempat, Tanggal Lahir: Situbondo, 23 September 2002
Alamat : Perum. Harmonika, Malang
Email : egapuspa@student.ub.ac.id
No WA/HP : 089603473869
Karya Tulis yang Pernah Dibuat: -



Penghargaan di Bidang Ilmiah: -

BIODATA DOSEN PEMBIMBING

Nama Lengkap dan Gelar NIP : Dr. Aulia Puspita Anugra Yekti, S.Pt., MP., M.Sc /
198605202015042004

Tempat, Tanggal Lahir: Situbondo, 20 Mei 1986

Alamat: Jl. Veteran Malang 65145

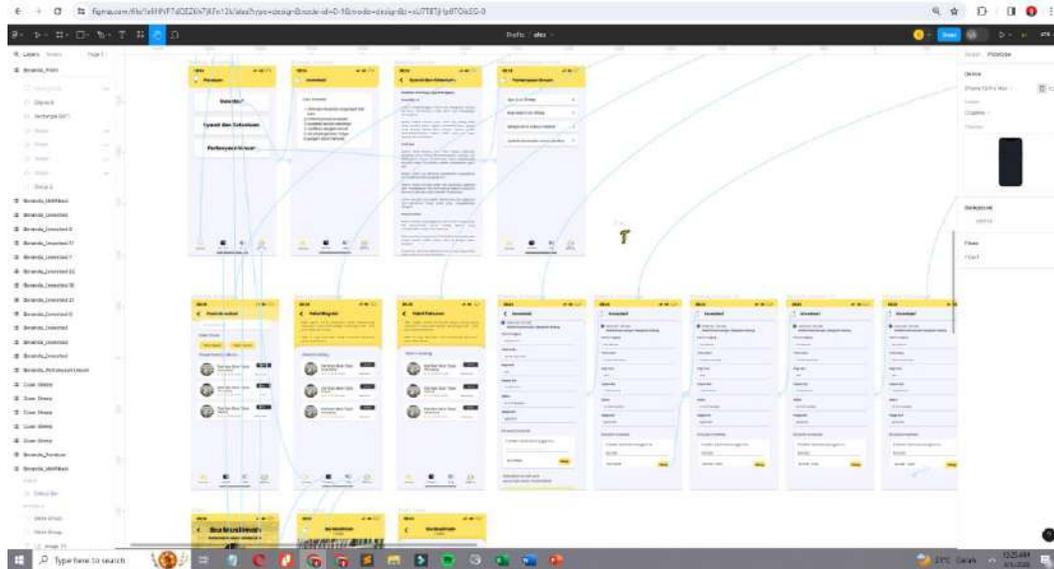
Email: auliapay@ub.ac.id

No WA/HP : 081223344945

Penghargaan yang Pernah Diterima :-

Lampiran 3. Dokumentasi Pendukung

A. Lampiran Desain Aplikasi



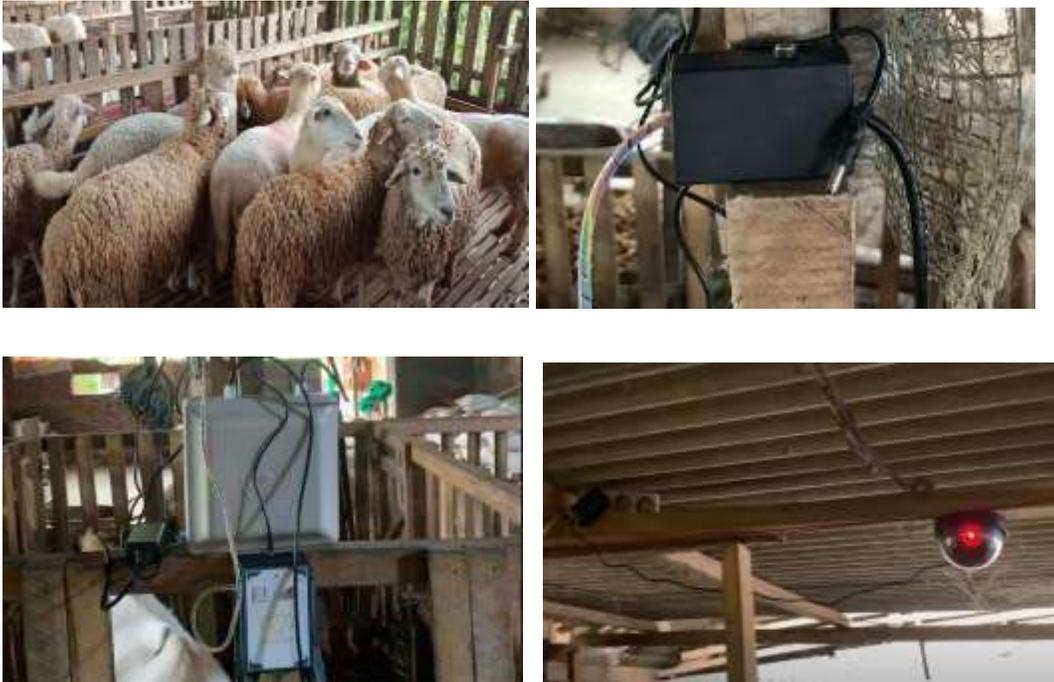
Gambar 10. Desain Aplikasi menggunakan Platform Figma

B. Lampiran Perakitan IoT



Gambar 11. Perakitan IoT

C. Dokumentasi Lampiran Kondisi dan Pemasangan Enklosur IoT



Gambar 12.Kondisi Penutupan dan Instalasi IoT

Lingkungan

10th KIME on Ideas Competition

**Pengembangan Karbon Keras Terdoping Nitrogen dengan Katalis $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$
dari Limbah Biomassa TKKS Sebagai Anoda Baterai Sodium-Ion dengan
Performa Tinggi**



ITS
Institut
Teknologi
Sepuluh Nopember

Oleh:

Falsyabillah

Kimia/2022

Made Ayu Sawitri Dharmayanti

Kimia/2022

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

SURABAYA

2024

HALAMAN PENGESAHAN

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul : Pengembangan Karbon Keras Terdoping Nitrogen dengan Katalis $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ dari Limbah Biomassa TKKS Sebagai Anoda Baterai Sodium-Ion dengan Performa Tinggi
2. Ketua Kelompok
 - a. Nama Lengkap : Falsyabillah
 - b. NIM : 5004221094
 - c. Prodi : Kimia
 - d. Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Sepuluh Nopember
 - e. Alamat : Asrama Mahasiswa Nusantara Surabaya
 - f. No Telp/HP : 081929753472
 - g. Alamat Email : falsyabillah@gmail.com
3. Anggota Kelompok/Penulis
 - a. Nama Lengkap Anggota 1 : Made Ayu Sawitri Dharmayanti
4. Dosen Pembimbing
 - a. Nama Lengkap dan Gelar : Prof. Dra. Fahimah Martak, M.Si.
 - b. NIP : 196607031991022001
 - c. Alamat : Perumdos ITS, Jl. Teknik Komputer, Blok U, Keputih, Sukolilo, Surabaya
 - d. No Telp/HP : 081572535690

Mengetahui,

Surabaya, 21 Mei 2024

Dosen Pembimbing

Ketua Tim



Prof. Dra. Fahimah Martak, M.Si.



Falsyabillah

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	v
DAFTAR TABEL	vi
ABSTRAK.....	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Limbah Biomassa	4
2.2 Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)	4
2.3 Karbon Keras.....	5
2.4 Doping Nitrogen.....	6
2.5 Grafitisasi Katalitik	6
2.6 Anoda dalam Baterai Sodium Ion	6
2.7 Riset Sebelumnya Mengenai Karbon Keras Turunan Biomassa.....	7
BAB III METODE PENULISAN	9
3.1 Tahap Penulisan.....	9
3.2 Pendekatan Penulisan	9
3.3 Pengumpulan Data	9
3.4 Analisis Data	10
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	11
4.1 Hasil	11
4.1.1 Karbon Keras Turunan Limbah Biomassa Daun Lontar.....	11
4.1.2 Karbon Keras Turunan Limbah Biomassa Batang Jagung.....	12
4.1.3 Karbon Keras Turunan Limbah Biomassa Pelepah Kelapa	13
4.1.4 Karbon Keras Turunan Lignin.....	15
4.2 Pembahasan.....	16
4.3 Solusi yang Ditawarkan	18
4.4 Metode yang Ditawarkan	18
BAB V PENUTUP	22

5.1 Kesimpulan.....	22
5.2 Saran.....	22
DAFTAR PUSTAKA.....	23
LAMPIRAN.....	26
Lampiran 1. Lembar Orisinalitas	26
Lampiran 2. Ilustrasi	27
Lampiran 3. Data Studi Literatur	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Biomassa dari Tumbuhan.....	27
Gambar 2.2 Tandan Kosong Kelapa Sawit.....	27
Gambar 2.3 Skema Pembentukan Karbon Keras dalam Fungsi Temperatur.....	27
Gambar 4.9 Skema Sintesis Karbon Keras Terdoping Nitrogen dengan Katalis Ni(NO ₃) ₂ dari Limbah TKKS.....	18
Gambar 4.1 Skema Pembuatan Karbon Keras Turunan Limbah Biomassa Daun Lontar	28
Gambar 4.2 Gambar FESEM Karbon Keras Turunan Daun Lontar (H) Sebelum Ball Milling (I) Sesudah Ball Milling.....	28
Gambar 4.3 Grafik Galvanostatic Charge-Discharge (GCD) BSI dengan Anoda PP-HC	28
Gambar 4.4 (a) Profil Pelepasan dari Berbagai Tempat Penyimpanan Na ⁺ (b) Representasi Skema PP-HC dari Penyimpanan Na ⁺ pada Struktur Karbon Keras	29
Gambar 4.5 (a) Grafik Serapan FTIR CS-HC (b) Grafik Termogravimetri Pembakaran CS-HC	29
Gambar 4.6 Spektrum FTIR Karbon Keras Turunan Limbah Biomassa Pelepah Kelapa	29
Gambar 4.7 (a, b) SEM CLM dan CLM-Ni (c, d) HRTEM CLM (e, f) CLM-Ni	30
Gambar 4.8 Kurva GCD Karbon Keras Turunan Lignin.....	30

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Riset Sebelumnya Mengenai Karbon Keras Turunan Biomassa	7
Tabel 4.1 Perbandingan Riset Terdahulu Mengenai Sintesis Karbon Keras dari Limbah Biomassa.....	16

Pengembangan Karbon Keras Terdoping Nitrogen dengan Katalis Ni(NO₃)₂ dari Limbah Biomassa TKKS Sebagai Anoda Baterai Sodium-Ion dengan Performa Tinggi

Falsyabillah (5004221094)
Made Ayu Sawitri Dharmayanti (5004221068)
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
falsyabillah@gmail.com

ABSTRAK

Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) semakin serius dalam mencapai target *Net Zero Emission 2060* melalui *Grand Strategi Energi Nasional (GSEN)*. GSEN menargetkan pada tahun 2060 penggunaan *Battery Energy Storage System (BESS)* akan mencapai 140 GW. Baterai Sodium-Ion (BSI) merupakan salah satu BESS yang diprediksi akan menggantikan Baterai Litium-Ion (BLI) dalam menyediakan penyimpanan energi yang ramah lingkungan dengan mengurangi dampak perubahan iklim akibat penggunaan BLI sebesar 43-57% pada tahun 2050. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran mengenai pengaruh kombinasi doping nitrogen pada anoda BSI berbasis karbon keras melalui melamin dengan katalis Ni(NO₃)₂ dalam sintesis karbon keras dari limbah biomassa TKKS yang meliputi jenis prekursor, dopan, dan temperatur pirolisis. Anoda pada BSI memiliki peran penting dalam mempengaruhi kinerja keseluruhan siklus pengisian dan pengosongan baterai. Material seperti karbon keras dapat menjadi alternatif anoda BSI dari segi stabilitas dan biaya produksi yang rendah karena mudah disintesis dari limbah biomassa seperti Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). Merujuk pada Kementerian Perindustrian Indonesia pada tahun 2022, jumlah limbah TKKS yang dihasilkan di Indonesia mencapai 51 juta ton. Kandungan lignin pada TKKS membuat TKKS berpotensi untuk dijadikan prekursor karbon keras. Karbon keras pada BSI harus memiliki banyak sisi aktif penyimpan ion Na⁺ termasuk jumlah defek dan porositas karbon untuk meningkatkan kapasitas penyimpanan BSI. Salah satu optimasi untuk meningkatkan sisi aktif penyimpanan ion Na⁺ adalah modifikasi struktur seperti doping heteroatom dan penambahan katalis. Selain itu, penambahan doping nitrogen juga dapat meningkatkan konduktivitas melalui peningkatan mobilitas elektron akibat penyisipan atom nitrogen. Lalu, penambahan katalis Ni(NO₃)₂ memiliki peran penting dalam perbaikan struktur karbon keras melalui mekanisme grafitisasi katalitik, sehingga struktur karbon keras yang amorf menjadi lebih teratur sehingga dapat meningkatkan konduktivitas anoda secara signifikan. Tetapi, penelitian tentang sintesis karbon keras dari limbah biomassa TKKS dengan optimasi doping nitrogen dan penambahan katalis Ni(NO₃)₂ belum pernah dilaporkan. Melalui studi literatur, penulis memperdalam kajian mengenai pengembangan material karbon keras terdoping nitrogen dan dengan penambahan katalis Ni(NO₃)₂ dalam aplikasi anoda BSI yang dapat menjadi terobosan baru dalam penanganan limbah biomassa TKKS menjadi bahan baku untuk produksi baterai dalam investasi ramah lingkungan di masa depan.

Kata kunci: Anoda, Baterai Sodium-Ion, Karbon Keras, Limbah TKKS, Lingkungan

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemerintah Indonesia melalui Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) semakin serius dalam mencapai target *Net Zero Emission 2060* melalui *Grand Strategi Energi Nasional (GSEN)*. GSEN menargetkan bahwa pada tahun 2060 penggunaan *Battery Energy Storage System (BESS)* akan mencapai 140 GW. Baterai Litium-Ion (BLI) adalah BESS yang umum digunakan saat ini, tetapi BLI sulit untuk didaur ulang dan menyebabkan kerusakan lingkungan seperti gas rumah kaca (Li dkk., 2024). Baterai Sodium-Ion (BSI) adalah salah satu BESS yang diprediksi akan menggantikan BLI dalam menyediakan penyimpanan energi yang ramah lingkungan dengan mengurangi dampak perubahan iklim BLI sebesar 43 – 57% pada tahun 2050 (Zhang dkk., 2024).

Anoda dalam BSI memiliki peran penting dalam mempengaruhi kinerja keseluruhan baterai sebagai penyimpan dan pengumpul ion Na^+ dalam pengisian dan pemakaian siklus. Anoda BSI dapat dibuat dari beberapa bahan seperti karbon. Karbon keras menjadi alternatif anoda BSI dalam hal stabilitas dan biaya produksi yang rendah karena dapat disintesis dari limbah biomassa (Ghimbeu dkk., 2019). Penelitian sebelumnya tentang karbon keras yang berasal dari biomassa melaporkan bahwa karbon keras memiliki sisi aktif Na^+ yang terbatas sehingga kinerja BSI belum optimal. Merujuk pada penelitian Cong dkk. (2020) kapasitas reversibel karbon keras dari limbah tongkol jagung relatif rendah, yaitu $248,9 \text{ mAh g}^{-1}$. Hal ini diperkuat dengan penelitian Kumar dkk. (2021) dan Thenappan dkk. (2022) yang menyatakan bahwa kapasitas reversibel limbah biomassa seperti pelepah pohon kelapa sawit dan pelepah kelapa yang berasal dari karbon keras terbatas pada 255 mAh g^{-1} dan 162 mAh g^{-1} . Terbatasnya nilai kapasitas reversibel ini disebabkan oleh kandungan lignin yang rendah seperti pada tongkol jagung yang hanya berkisar 15% (Kanani dan Rusdi, 2019). Di sisi lain, jumlah lignin yang terkarbonisasi berpengaruh signifikan terhadap nilai porositas serta luas permukaan karbon keras (Meng dkk., 2021).

Karbon keras juga dapat disintesis dari limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). Merujuk pada Kementerian Perindustrian Indonesia pada tahun 2022, jumlah limbah TKKS yang dihasilkan di Indonesia mencapai 51 juta ton (Rezki dkk., 2023). Jumlahnya yang besar juga mencerminkan kandungan ligninnya yang tinggi, limbah TKKS memiliki kandungan lignin mencapai 32,5% lignin pada setiap tandannya (Prakoso dkk., 2017). Kandungan lignin yang dimiliki oleh TKKS membuat TKKS berpotensi untuk digunakan sebagai prekursor karbon keras. Namun, belum adanya penelitian yang dilaporkan mengenai sintesis karbon keras dari TKKS menjadi bukti bahwa pengolahan limbah TKKS masih sangat jarang dilakukan khususnya di Indonesia.

Karbon keras dalam BSI harus memiliki banyak sisi aktif penyimpanan ion Na^+ dan banyak defek serta porositas, dengan struktur mikropori berukuran > 1 nm dan mesopori berukuran $5 - 50$ nm (Glatthaar dkk., 2023). Banyaknya jumlah struktur mikropori dan mesopori pada karbon keras diharapkan dapat meningkatkan sisi aktif dari penyimpanan ion Na^+ . Salah satu optimasi untuk meningkatkan sisi aktif penyimpanan ion Na^+ adalah modifikasi struktur dengan doping heteroatom dan penambahan katalis (Rios dkk., 2021). Optimasi ini ditunjukkan oleh karbon keras dari limbah biomassa yang memiliki nilai kapasitas reversibel sangat kecil dengan rata-rata hanya sekitar 100 mAh g^{-1} pada 14 variasi sampel yang berbeda dibandingkan dengan nilai kapasitas reversibel karbon keras yang didoping nitrogen dan ditambahkan katalis $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ yaitu sebesar 345 mAh g^{-1} (Zhang dkk., 2017; Zhu dkk., 2018; Pei dkk., 2020; Thenappan dkk., 2022).

Penelitian ini menggambarkan kombinasi doping nitrogen melalui melamin dengan katalis $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ pada karbon keras dari limbah TKKS sebagai anoda BSI. Penelitian ini sejalan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan global di masa depan melalui penanggulangan perubahan iklim dan mewujudkan industri, inovasi, dan infrastruktur terdepan melalui pengembangan material BSI dalam aplikasi anoda untuk menangani limbah biomassa dalam jumlah besar menjadi bahan baku untuk produksi baterai.

1.2 Rumusan Masalah

Penelitian sebelumnya terkait pemanfaatan limbah biomassa sebagai prekursor karbon keras pada anoda BSI menunjukkan nilai kapasitas yang rendah karena kandungan lignin yang terbatas. Berdasarkan latar belakang di atas, limbah TKKS berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai prekursor karbon keras karena kandungan ligninnya yang melimpah. Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui:

1. Bagaimana metode untuk mengoptimalkan kinerja karbon keras sebagai anoda BSI dari limbah biomassa TKKS dengan penambahan doping nitrogen dan katalis $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$?
2. Bagaimana pengaruh faktor optimasi dengan penambahan doping nitrogen dan $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ terhadap prekursor karbon keras dari TKKS?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memberikan gambaran umum tentang kombinasi karbon keras yang didoping nitrogen melalui melamin dengan katalis $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ dalam menyintesis karbon keras berbasis TKKS meliputi jenis prekursor, dopan, dan pirolisis suhu. Selain itu, hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi akademisi sebagai referensi terbaru dalam penelitian terkait pengembangan material karbon keras dari limbah TKKS sebagai anoda pada BSI serta bagi industri dalam mengatasi permasalahan limbah TKKS dan sebagai referensi untuk pengembangan baterai berkinerja tinggi dan ramah lingkungan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Biomassa

Biomassa merupakan salah satu sumber daya alam terbesar di Indonesia dengan potensi sebagai sumber energi terbarukan yang diperkirakan mencapai 32.654 MW (Primadita dkk., 2020). Biomassa berasal dari limbah organik dan bahan baku organik, termasuk tanaman yang digunakan sebagai sumber daya energi terbarukan khusus (misalnya biji jarak, biji kelapa sawit, bunga matahari, kedelai) dan limbah organik pertanian organik pertanian (misalnya limbah tandan kosong kelapa sawit, limbah sekam padi, dan limbah batang jagung) yang digambarkan pada **Gambar 2.1**. Biomassa dari tanaman terdiri dari selulosa, hemiselulosa, lignin, karbohidrat, dan protein yang sering digunakan sebagai bahan energi terbarukan. Penggunaan energi biomassa memiliki dampak positif yang besar bagi Indonesia untuk meminimalisir impor bahan bakar fosil, meningkatkan energi dari biomassa di sektor kelistrikan, dan menurunkan harga pasokan listrik dari negara lain. Energi biomassa diharapkan dapat memberikan kontribusi dan menjawab permasalahan energi dan pemanfaatan biomassa di Indonesia. Oleh karena itu, dibandingkan dengan energi tak terbarukan, energi biomassa dinilai lebih baik karena tidak menghasilkan emisi tertentu. Meskipun energi biomassa dapat menghasilkan emisi tertentu, emisi tersebut adalah emisi alami yang tidak berbahaya bagi lingkungan atau kesehatan manusia. (Tun dkk., 2023).

2.2 Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)

Salah satu limbah biomassa yang paling melimpah yang diperoleh dari kelapa sawit adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Merujuk pada data Kementerian Perindustrian pada tahun 2022, limbah TKKS yang dihasilkan Indonesia mencapai 51 juta ton (Rezki dkk., 2023). Selain jumlahnya yang melimpah, limbah TKKS juga memiliki kandungan lignin yang besar pada setiap tandannya, yaitu berkisar pada nilai 32,5% (Prakoso dkk., 2017). Saat ini, pengolahan lignin pada limbah TKKS dinilai kurang efektif karena sebanyak 98% kandungan lignin dihancurkan dengan cara dibakar dan menimbulkan masalah

lingkungan yang cukup parah (Bartoli dkk., 2020). Oleh karena itu, diperlukan proses yang tepat untuk mengolah kandungan lignin dari TKKS tersebut. Mengolah kandungan lignin dari limbah TKKS menjadi karbon keras dengan kualitas tinggi akan menjadi solusi untuk menyelesaikan masalah lingkungan dan menghasilkan produk material berbiaya rendah (He dkk., 2023). Kandungan lignin pada TKKS berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku karbon keras karena memiliki gugus poliaromatik yang mengandung lebih sedikit oksigen dibandingkan dengan selulosa dan hemiselulosa yang mengandung banyak gugus hidroksil. Bahan dengan konsentrasi oksigen yang tinggi dapat mengurangi konduktivitas dan derajat grafitisasi, sehingga kurang efektif untuk aplikasi elektrokimia (Xu dkk., 2023). Lignin dapat dibentuk sebagai karbon keras dengan berbagai proses, salah satunya yakni dengan proses pirolisis. Proses pirolisis melibatkan pemanasan pada suhu antara 1000 °C dan 1400 °C dengan suasana tanpa oksigen untuk menghasilkan karbon keras dengan struktur mikro dan sifat penyimpanan yang baik (Song, dkk., 2023). Proses pirolisis akan memicu dekomposisi kimiawi bahan organik dan memisahkan komposisi lignoselulosa. Pirolisis dianggap sebagai metode yang efektif dan menguntungkan karena dapat meningkatkan luas permukaan dan kontak dengan proses selanjutnya (Suhartini dkk., 2022).

2.3 Karbon Keras

Karbon keras adalah salah satu material yang berpotensi tinggi untuk dijadikan anoda baterai sodium-ion (BSI) yang sedang berkembang, karena potensi pengisian / pengosongannya yang tinggi dan dapat dimodifikasi melalui modifikasi struktural untuk meningkatkan sisi aktif penyimpanan ion Na^+ (Chu dkk., 2023). Keuntungan ini memungkinkan efisiensi adsorpsi dan desorpsi ion Na^+ selama siklus baterai dan mendukung kapasitas penyimpanan energi yang tinggi (Tan dkk., 2023). Penelitian Ghimbeu dkk. (2019) melaporkan bahwa karbon keras turunan lignin memiliki kapasitas reversibel yang lebih tinggi, siklus pengisian yang lebih stabil, dan 78,1% lebih efisien daripada karbon keras yang berasal dari selulosa. Lignin dari limbah TKKS dapat diolah menjadi karbon keras yang akan menjadi solusi untuk memecahkan masalah lingkungan dan menghasilkan produk material berbiaya rendah namun berkualitas tinggi (He dkk., 2023). Metode pirolisis

digunakan dengan suhu tinggi untuk memaksimalkan proses penyisipan yang akan meningkatkan jarak antara lapisan dan memungkinkan ion-ion besar seperti Na^+ masuk ke dalam karbon keras yang terlihat pada **Gambar 2.3**.

2.4 Doping Nitrogen

Doping nitrogen merupakan salah satu strategi doping yang populer dengan kemampuan untuk menyediakan defek aktif pada karbon keras dan meningkatkan konduktivitas dengan menyesuaikan keadaan elektronik secara intrinsik (Chen dkk., 2022). Pada karbon keras, doping nitrogen dapat meningkatkan konduktivitas anoda secara optimal karena kemampuannya untuk membentuk ikatan yang menjuntai dan celah di sekitar situs nitrogen. (Yang dkk., 2018; Rios dkk., 2021). Doping nitrogen dilakukan dengan menginjeksikan atom nitrogen ke dalam material untuk memodifikasi strukturnya. Nitrogen diinjeksikan dengan menyintesis resin lignin-melamin melalui penambahan melamin ke dalam lignin. Penerapan doping nitrogen pada karbon keras menghasilkan kapasitas reversibel yang sangat baik yaitu 345 mAh g^{-1} (Yang dkk., 2018).

2.5 Grafitisasi Katalitik

Karbon keras memiliki struktur amorf yang menyebabkan karbon keras memiliki konduktivitas yang rendah (Wang dkk., 2018). Salah satu cara untuk memperbaiki struktur tersebut adalah dengan memanfaatkan $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ dalam mekanisme grafitisasi katalis. Nikel nitrat akan terurai dan membentuk nikel oksida pada suhu $\sim 300 \text{ }^\circ\text{C}$. Karbon akan mereduksi nikel oksida untuk membentuk nikel logam di bawah pemanasan. Metode ini memecah karbon amorf menjadi partikel katalis dan mengendapkan karbon grafit, menghasilkan nikel oksida dan nikel logam di dalam matriks karbon, dan pada akhirnya membentuk struktur karbon keras yang menyerupai grafit. Penggunaan katalis $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ juga terbukti meningkatkan konduktivitas karbon keras sebesar 909 S/m (Yang dkk., 2018).

2.6 Anoda dalam Baterai Sodium Ion

Baterai sodium-ion (BSI) memiliki sifat elektrokimia yang sangat baik dan memiliki peran penting dalam pasar teknologi energi untuk menggantikan

penggunaan baterai litium-ion (BLI) (Thenappan dkk., 2022). BSI dianggap dapat menggantikan BLI dalam menyediakan BSI yang aman, terjangkau, mudah dibuat, dan dapat didaur ulang. Cara kerja BSI hampir sama dengan BLI, dimana ion Na^+ berpindah dari katoda ke anoda untuk membentuk ikatan kimia dan menyimpan energi di dalam baterai (Zhao dkk., 2023). Anoda memiliki peran penting dalam BSI karena dapat dimodifikasi secara fungsional dan elektrokimia (Thenappan dkk., 2022). Pada BSI tipe *coin cell* dengan anoda karbon keras yang didoping nitrogen, reaksi redoks menunjukkan kapasitas reversibel yang lebih tinggi dan ketahanan siklus pengisian-pengosongan jangka panjang karena luas permukaan dan pori diameter anoda dimodifikasi oleh adsorpsi dan desorpsi pada penambahan nitrogen (Rios dkk., 2021).

2.7 Riset Sebelumnya Mengenai Karbon Keras Turunan Biomassa

Riset sebelumnya mengenai karbon keras turunan biomassa dirangkum pada **Tabel 2.1**.

Tabel 2.1 Riset Sebelumnya Mengenai Karbon Keras Turunan Biomassa

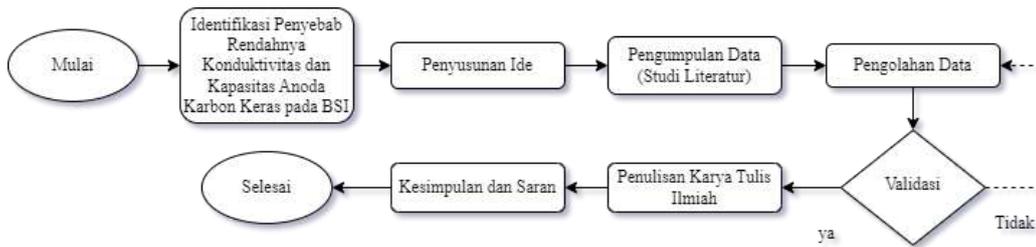
Riset Sebelumnya dan Referensi	Kekurangan
Riset terkait sintesis karbon keras dari limbah biomassa batang jagung sebagai anoda pada BSI (Cong dkk., 2021).	Efisiensi Coulomb limbah batang jagung terbatas pada 60–65% meskipun kadar impuritasnya rendah. Kapasitas reversibel relatif rendah yakni 248,9 mAh/g.
Riset terkait sintesis karbon keras dari limbah biomassa daun lontar sebagai anoda pada BSI (Kumar dkk., 2021).	Stabilitas siklus pengisian dan pengosongan daya BSI hanya 60% dan kapasitas reversibel anoda sebesar 255 mAh/g yang dinilai masih perlu ditingkatkan.
Riset terkait sintesis karbon keras dari pelepah kelapa sebagai anoda pada BSI (Thenappan dkk., 2022).	Karbon keras turunan pelepah kelapa memiliki kapasitas reversibel yang paling rendah yakni hanya berkisar 162 mAh/g.

Pemanfaatan limbah biomassa TKKS sebagai anoda BSI belum pernah dilaporkan sebelumnya. Oleh karena itu, penulis mengusulkan fabrikasi karbon keras terdoping nitrogen dengan katalis $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ dari limbah TKKS sebagai anoda BSI dengan performa tinggi sehingga dihasilkan nilai konduktivitas dan kapasitas yang lebih optimal. Untuk mendukung keberlanjutan, maka penelitian ini berpotensi untuk direalisasikan.

BAB III METODE PENULISAN

3.1 Tahap Penulisan

Penelitian ini dilakukan selama satu bulan. Proses penulisan dan peninjauan dengan dosen pembimbing dilakukan dengan metode hibrida. Proses yang dilalui selama penulisan karya tulis ini dapat dilihat pada **Gambar 3.1** berikut ini.



Gambar 3.1 Diagram Alir Tahapan Penulisan Karya Tulis

3.2 Pendekatan Penulisan

Pendekatan penulisan yang digunakan dalam karya tulis ini adalah pendekatan kualitatif. Penelitian kualitatif biasanya menguraikan lima fokus utama dalam melakukan tinjauan penelitian kualitatif yakni tinjauan sistematis, menekankan pentingnya memperjelas tujuan, mendefinisikan kualitas, menempatkan penelitian dalam konteks yang relevan, dan mempraktikkan reflektivitas (Wilson dkk., 2021). Dalam karya tulis ini, pendekatan kualitatif deskriptif digunakan untuk menghasilkan dan mendeskripsikan ide-ide tentang pengembangan karbon keras yang didoping nitrogen dengan katalis $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ dari limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS).

3.3 Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data dalam penulisan ini adalah dengan menggunakan studi literatur, yaitu membaca buku-buku, artikel ilmiah, internet, atau media lainnya yang berhubungan dengan penulisan ini. Dilakukan juga tinjauan pustaka dengan menggunakan data-data yang diperoleh dari artikel-artikel ilmiah atau jurnal dari berbagai sumber yang relevan dengan isi pembahasan sebagai landasan teori pendukung. Sumber-sumber yang digunakan dalam penulisan ini merupakan

sumber yang kredibel dan dapat dipertanggungjawabkan. Dengan demikian, jenis data yang diperoleh adalah data sekunder.

3.4 Analisis Data

Data sekunder yang dikumpulkan dari hasil tinjauan pustaka disusun secara tepat berdasarkan kesesuaian dengan hasil penelitian yang diharapkan. Analisis data dalam metode kualitatif deskriptif dilakukan pada saat pengumpulan data berlangsung atau selesai pengumpulan data dalam periode tertentu dan dilakukan dengan cara mengaitkan antara teori yang relevan dengan data yang dikumpulkan. Selanjutnya dapat diambil poin-poin penting yang kemudian ditarik menjadi beberapa kesimpulan.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Karbon Keras Turunan Limbah Biomassa Daun Lontar

Kumar dkk. (2021) melaporkan tentang sintesis karbon keras turunan daun lontar (PP). Serat daun PP dihaluskan dan kemudian dipirolisis selama lima jam pada suhu 1300 °C dalam lingkungan argon untuk menyelesaikan sintesis. Setelah itu, karbon keras PP dibersihkan dengan HCl 2 M dan digiling menjadi serbuk menggunakan *ball milling*. Skema pembuatan karbon keras berbasis daun lontar (PP-HC) dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.

Gambar 4.2 menunjukkan kondisi karbon keras sebelum dan sesudah proses *ball milling*. **Gambar 4.2 (H)** menunjukkan bahwa karbon keras yang belum dihaluskan memiliki bentuk partikel yang besar dan tidak beraturan dengan distribusi partikel pada ukuran kurang lebih 20 µm. Sedangkan ketika karbon keras telah dihaluskan, ditemukan sebagai partikel-partikel kecil yang tidak beraturan dengan ukuran 5-10 µm yang ditunjukkan pada **Gambar 4.2 (I)**. Ukuran yang lebih kecil dari kristalit karbon keras memungkinkan pemasukan/pengeluaran ion Na⁺ yang memiliki jari-jari ionik yang lebih besar dibandingkan dengan ion Li⁺, hal ini sangat berpengaruh terhadap kapasitas penyimpanan ion Na⁺ dalam siklus pengisian/pengosongan daya (Kumar dkk., 2021)

Setelah anoda dirangkai dalam sel baterai penuh, dilakukan uji performa elektrokimia terhadap BSI dengan anoda karbon keras turunan limbah daun lontar (PP-HC). **Gambar 4.3** menampilkan grafik *galvanostatic charge-discharge* (GCD) bahan anoda PP-HC pada kerapatan arus C/50 pada rentang potensial 0,001 – 2,5 V (terhadap Na⁺/Na). Kapasitas pengosongan 394 mAh g⁻¹ dengan efisiensi Coulomb 54% dicapai pada siklus pengisian-pengosongan pertama. Efisiensi Coulomb yang rendah selama pengosongan pertama menunjukkan pengurangan yang tidak dapat dipulihkan, seperti yang dihasilkan oleh pemecahan elektrolit propilena karbonat (PC) dan produksi lapisan *Solid Electrolyte Interface* (SEI) pada permukaan PP-HC. Siklus yang terjadi selanjutnya memiliki efisiensi Coulomb 84% dan kapasitas reversibel 255 mAh g⁻¹. Mayoritas kontribusi kapasitas dalam

hal ini mengontrol area *plateau* (penyisipan/de-insersi nanopori reversibel natrium), menunjukkan bahwa ini adalah metode untuk penyimpanan natrium karbon keras.

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa ada empat wilayah berbeda pada kurva pelepasan ion Na^+ : (i) permukaan aktif tempat natrium mengalami adsorpsi; (ii) lokasi defek pada tegangan tertinggi dari kurva pelepasan awal; (iii) struktur antar lapisan tempat natrium interkalasi terjadi; dan (iv) nanopori yang terisi natrium stoikiometri (Reddy dkk., 2018). Berdasarkan hasil di atas, anoda PP-HC menunjukkan stabilitas struktural bahkan pada kecepatan tinggi dan interkalasi / de-interkalasi Na^+ yang masif. Hal ini karena pergerakan ion natrium di dalam dan di sekitar struktur karbon difasilitasi oleh peningkatan ruang *interlayer* PP-HC (0,39 nm), sehingga meningkatkan kinerja laju. Interval waktu yang sesuai dengan dataran tinggi potensial rendah diperpendek dengan penurunan kapasitas reversibel yang terjadi dengan peningkatan siklus laju-C.

4.1.2 Karbon Keras Turunan Limbah Biomassa Batang Jagung

Menurut Cong dkk. (2021), karbon keras disintesis dari limbah biomassa batang jagung dan digunakan sebagai anoda BSI. Sintesis dimulai dengan preparasi biomassa menggunakan metode hidrotermal. Limbah biomassa batang jagung dan air distilat dimasukkan ke dalam *autoclave* dengan perbandingan 1:10 kemudian dipanaskan selama 12 jam. Cong dkk. (2021) menggunakan variasi suhu dalam preparasi hidrotermal ini, yaitu pada suhu 100 °C, 120 °C, 140 °C, 160 °C, 180 °C dan tanpa perlakuan. Setelah dipanaskan dalam *autoclave*, sampel dibersihkan dengan akuades dan dibiarkan mengering selama delapan jam dalam kotak vakum, endapan kuning kecoklatan dipirolisis pada suhu 1000 °C, menghasilkan karbon keras yang dihasilkan dari batang jagung (CS-HC).

Secara khusus, pendekatan dengan bantuan hidrotermal dimaksudkan untuk menghilangkan kontaminan anorganik dan memodifikasi gugus fungsi dalam molekul batang jagung tanpa memerlukan bahan kimia. **Gambar 4.5 (a)** menunjukkan bagaimana intensitas puncak serapan FTIR gugus CO dan C-OH terus menurun seiring dengan meningkatnya suhu hidrotermal karena molekul organik dari gugus tersebut larut dan membentuk polimer.

Karena pelarutan molekul organik dan pengotor anorganik, batang jagung yang telah diolah menghasilkan bahan karbon keras dengan rendemen sekitar 13wt% (dibandingkan dengan bahan batang jagung mentah). Di sisi lain, batang jagung yang tidak diolah menghasilkan produk karbon keras dengan hasil keseluruhan sekitar 25wt% setelah dipirolisis pada suhu 1000 °C. Menurut kurva yang ditunjukkan pada **Gambar 4.5 (b)**, penurunan berat badan disebabkan oleh pembakaran karbon, dan titik akhir menunjukkan jumlah spesies anorganik yang tersisa. Temuan ini menunjukkan bahwa pengolahan limbah batang jagung secara hidrotermal menghasilkan produk karbon keras dengan stabilitas termal yang lebih baik dan lebih sedikit kontaminan anorganik. Alasan utama penurunan pengotor anorganik adalah termogenesis, yang mempercepat pelarutan senyawa anorganik ke dalam larutan air pada suhu tinggi. Stabilitas termal dapat ditingkatkan dengan struktur mikro yang menguntungkan yang dihasilkan oleh polimerisasi atau pelarutan molekul organik selama perawatan hidrotermal.

Bahan yang terbuat dari batang jagung yang diolah secara hidrotermal memiliki struktur mikro yang baik dan jumlah kontaminan anorganik yang rendah, yang meningkatkan stabilitas siklus. Secara khusus, CS-HC160 (karbon keras turunan batang jagung yang dihidrotermal pada suhu 160 °C) memiliki kapasitas reversibel maksimum pada 270 mAh g⁻¹ dan retensi kapasitas (96,7%), menjadikannya model dengan performa bersepeda terbaik bahkan dalam siklus tingkat tinggi. Struktur mikro yang baik dan kandungan pengotor anorganik yang berkurang bertanggung jawab atas kinetika reaksi yang ditingkatkan yang sesuai dengan peningkatan kemampuan laju pengisian daya yang tinggi.

4.1.3 Karbon Keras Turunan Limbah Biomassa Pelepah Kelapa

Thenappan dkk. (2022) melaporkan karbon keras turunan pelepah kelapa yang digunakan sebagai anoda BSI. Sintesis diawali dengan mengeringkan limbah pelepah kelapa selama satu malam yang dilanjutkan dengan kalsinasi selama 2 jam pada suhu 500 °C. Kemudian sampel pelepah kelapa yang telah dikalsinasi diaktivasi dengan variasi NaOH, KOH, dan ZnCl₂ dan dikeringkan kembali pada suhu 110 °C. Sampel yang telah kering kemudian dipirolisis pada suhu 900 °C dalam atmosfer argon.

Biasanya konsentrasi lignin, kandungan hemiselulosa, dan komposisi selulosa pada sabut kelapa (CS) tinggi, dan terbuat dari biopolimer. Pada suhu pirolisis yang tepat, karbon non-grafit dapat berkembang karena sifat amorf dan hubungan yang kuat antara hemiselulosa dan lignin. Sampel CS bergetar ketika beratnya berkurang dari suhu kamar ke suhu tertinggi karena elemen strukturalnya mengalami kerusakan termal. Lignin memainkan peran penting dalam proses pirolisis, yang mengubah biomassa menjadi karbon berpori.

Pirolisis prekursor yang telah dikarbonisasi sebelumnya dengan adanya KOH, NaOH, dan $ZnCl_2$ menghasilkan saluran terbuka dengan mikroporositas terbatas yang hampir tidak terlihat. Struktur saluran terbuka yang memungkinkan ion elektrolit mengalir di seluruh proses penyimpanan muatan inilah yang menimbulkan karbon berpori. Proses pirolisis menghasilkan arang yang mengandung karbon lebih tinggi dan menghilangkan atom non-karbon untuk menghasilkan struktur porositas yang mendasar. Sementara itu, arang disusun kembali menjadi struktur kristal. Karbon keras sintesis dirakit sebagai solusi yang layak untuk interkalasi / deinterkalasi reversibel ion Na^+ karena pemisahan spesifik dalam bahan karbon.

Dalam aplikasi baterai, bahan karbon mesopori yang diproduksi dengan area spesifik yang lebih rendah menghasilkan efisiensi coulomb yang sangat baik. Bahan ini idealnya hanya dipertimbangkan untuk BSI jika luas permukaannya sangat kecil. Penipisan elektrolit dan pembentukan antarmuka elektrolit padat atau disebut *solid electrolyte interface* (SEI) adalah penyebab utama hal ini. Mempertimbangkan hal ini, karbon keras yang berasal dari sabut kelapa cocok untuk BSI. Ada kemungkinan bahwa luas permukaan material yang lebih kecil akan mendorong produksi SEI yang terbatas, yang akan meningkatkan efisiensi coulomb awal K-CS, Na-CS, dan Zn-CS sebesar 99,5%, 99,3%, dan 98,8%. **Gambar 4.6** menunjukkan bahwa efisiensi coulomb awal yang tinggi ini dapat dijelaskan oleh gugus beroksigen yang lebih sedikit, yang dikonfirmasi oleh analisis FT-IR dan memiliki luas permukaan spesifik yang lebih rendah. Selain itu, tampaknya gugus fungsi karbon masih merupakan elemen penting lainnya yang mempengaruhi potensi material.

Performa elektrokimia yang lebih baik yang ditunjukkan oleh anoda karbon keras (CS-HC) yang berasal dari sabut kelapa dapat memenuhi persyaratan aplikasi komersial berskala besar. Anoda CS-HC menunjukkan kapasitas muatan awal 141 mAh g⁻¹, 153 mAh g⁻¹, dan 162 mAh g⁻¹. Zat ini memiliki luas permukaan yang rendah yaitu 153.3, 79.240, dan 20.78 m² /g serta koefisien efisiensi awal yang tinggi yaitu 98.8%, 99.3%, dan 99.5%.

4.1.4 Karbon Keras Turunan Lignin

Sintesis karbon keras dari resin lignin-melamin murni dilaporkan oleh Yang dkk. pada tahun 2018. Untuk menyelesaikan sintesis, bahan berupa lignin, amonia, formaldehida, dan melamin digabungkan untuk membuat kombinasi resin lignin-melamin. Setelah dikeringkan, endapan dipirolisis pada suhu 1000 °C dalam lingkungan gas argon menggunakan katalis Ni(NO₃)₂. Karbon keras yang dipirolisis dengan dan tanpa bantuan katalis dibandingkan oleh Yang dkk. (2018).

Seperti yang terlihat pada **Gambar 4.7 (a)**, karbon keras lignin-melamin (CLM) menunjukkan partikel yang tidak beraturan dengan permukaan yang halus. Lebih lanjut, nanokarbon seperti cacing yang terlihat pada HRTEM menunjukkan struktur amorf (**Gambar 4.7 (d)**). Namun demikian, seperti yang diilustrasikan pada **Gambar 4.7 (b)**, aksi katalitik yang rumit menyebabkan permukaan partikel CLM-Ni menjadi lembut dan kasar. Sejumlah kapsul nano dan lembaran nano seperti kain kasa dapat dilihat pada gambar TEM (**Gambar 4.7 (e)**). Selanjutnya, struktur grafit yang terkandung dalam karbon amorf terlihat pada gambar HRTEM CLM-Ni (**Gambar 4.7 (f)**).

Penciptaan struktur grafit disebabkan oleh proses grafitisasi katalitik, yang meliputi pelarutan karbon amorf ke dalam partikel katalis dan pengendapan karbon grafit selanjutnya. Lebih khusus lagi, nikel nitrat dalam komposit pada awalnya dipisahkan menjadi oksida nikel yang sesuai pada suhu sekitar 300 °C. Kedua, oksida nikel tereduksi karbon menjadi nikel logam selama proses pemanasan. Pada akhirnya, oksida nikel dan nikel logam dalam matriks karbon mengkatalisis konversi karbon amorf menjadi karbon teratur. Setelah pencelupan dan pencucian menyeluruh dalam larutan HCl, sejumlah kecil nikel logam yang tertanam dalam matriks dipertahankan.

Gambar 4.8 menampilkan kurva GCD dari CL, CLM, dan CLM-Ni pada 0,1 A g⁻¹ untuk siklus kelima (Yang dkk., 2018). Kapasitas reversibel CLM lebih besar (345 mAh g⁻¹) daripada CL (259 mAh g⁻¹), menunjukkan bahwa doping nitrogen meningkatkan kapasitas dengan meningkatkan reaktivitas elektrokimia. Inset **Gambar 4.8** menunjukkan bahwa CLM dan CLM-Ni memiliki kemampuan yang hampir sama. Namun, karena penciptaan struktur grafik, kapasitas dataran tinggi muatan CLM-Ni lebih besar daripada CLM (71 mAh g⁻¹) di bawah 0,2 V, pada 85 mAh g⁻¹.

Singkatnya, kombinasi struktur grafit, struktur amorf, dan doping nitrogen menghasilkan kinerja elektrokimia yang lebih baik untuk CLM-Ni. Di antaranya, doping nitrogen memiliki potensi untuk meningkatkan konduktivitas listrik karbon keras berbasis lignin serta menghasilkan kekurangan ekstrinsik yang mendukung penyimpanan Li sehingga meningkatkan kapasitas reversibelnya. Selain meningkatkan konduktivitas listrik, struktur grafit yang dibuat selama proses katalitik juga membantu kemampuan laju.

4.2 Pembahasan

Pada penelitian ini, penulis telah mengumpulkan data sekunder yang diperoleh dari sumber-sumber yang kredibel baik dari artikel jurnal ilmiah maupun buku. Penulis mendeskripsikan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi nilai kapasitas reversibel SIB yang menggunakan anoda dari berbagai turunan biomassa. Uraian data yang menggambarkan hubungan antara jenis biomassa, kandungan lignin, jenis dopan, dan temperatur pirolisis dapat dilihat pada **Tabel 4.1**.

Tabel 4.1 Perbandingan Riset Terdahulu Mengenai Sintesis Karbon Keras dari Limbah Biomassa

Referensi	Prekursor Biomassa	Kadar Lignin (%)	Jenis Dopan	Suhu Pirolisis (°C)	Kapasitas Reversibel (mAh g ⁻¹)
Cong dkk. (2021)	Limbah Batang Jagung	26.2	Oksigen	1000	270

Kumar dkk. (2021)	Limbah Daun Lontar	22	-	1300	255
Thenappan dkk. (2022)	Limbah Pelepah Kelapa	18.27	-	900	162
Yang dkk. (2018)	-	91	Nitrogen	1300	345

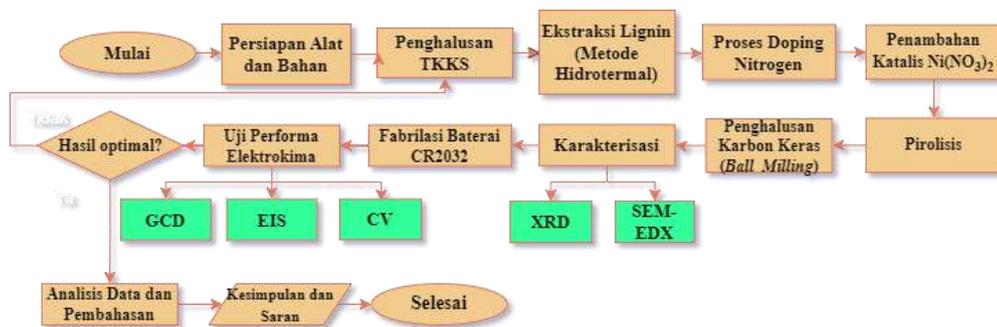
Berdasarkan penelitian sebelumnya, penulis mengamati bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi kapasitas reversibel BSI adalah jenis prekursor, kandungan lignin, jenis dopan, dan suhu pirolisis. Parameter utama yang mempengaruhi bentuk karbon keras dan kinerja elektrokimia anoda BSI adalah jenis prekursor dan jumlah lignin yang ada dalam sintesis karbon keras yang berasal dari biomassa. Penulis telah menemukan, berdasarkan penelitian yang telah dipublikasikan sebelumnya, bahwa doping atau menambahkan atom lain ke dalam struktur karbon keras secara signifikan meningkatkan elektrokimia material. Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan kapasitas reversibel yang dilaporkan oleh Yang dkk. (2018) bahwa karbon keras tanpa doping menghasilkan kapasitas reversibel hanya 259 mAh g⁻¹ dibandingkan dengan karbon keras yang didoping dengan nitrogen dan katalis yang ditambahkan, yaitu 345 mAh g⁻¹. Dalam penelitian ini, penulis mengamati bahwa temperatur pirolisis yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap performa elektrokimia karbon keras. **Tabel 4.1** menunjukkan bahwa temperatur pirolisis yang dilakukan oleh Kumar dkk. (2021) dan Yang dkk. (2018) adalah 1300 °C, namun hasil yang diperoleh Kumar dkk. (2021) belum dapat menyamai hasil yang diperoleh Yang dkk. (2018) bahkan Cong dkk. (2021) yang melakukan pirolisis dengan temperatur yang lebih rendah yaitu 1000 °C.

4.3 Solusi yang Ditawarkan

Mempertimbangkan kinerja yang luar biasa dari penggunaan karbon keras dari prekursor lignin, penulis menawarkan solusi “Pengembangan Karbon Keras Terdoping Nitrogen dengan Katalis $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ dari Limbah Biomassa TKKS sebagai Anoda BSI dengan Performa Tinggi”. Melalui ekstraksi lignin dari limbah biomassa TKKS, kita dapat mengurangi limbah sekaligus menghasilkan bahan anoda yang terjangkau. Prekursor lignin yang diperoleh dari ekstrak biomassa TKKS dapat dioptimalkan dengan menggabungkan melamin dan menambahkan katalis $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ untuk memodifikasi sifat dan struktur karbon keras sehingga dapat memberikan kinerja yang unggul. Penulis juga mempertimbangkan untuk mengkombinasikan metode terbaik berdasarkan penelitian sebelumnya dalam proses preparasi prekursor karbon keras sehingga diperoleh hasil yang maksimal.

4.4 Metode yang Ditawarkan

Berdasarkan studi literatur dan analisis data, penulis mengusulkan sebuah metode yang dapat dipertimbangkan untuk merealisasikan pengembangan karbon keras yang didoping nitrogen dengan katalis $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ dari limbah biomassa TKKS sebagai anoda BSI berperforma tinggi. Skema pembuatan yang kami usulkan dapat dilihat pada **Gambar 4.9**.



Gambar 4.1 Skema Sintesis Karbon Keras Terdoping Nitrogen dengan Katalis $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ dari Limbah TKKS

1. Penghalusan TKKS

Untuk mengekstrak lignin, limbah biomassa harus dihaluskan dengan cara digiling menggunakan grinder hingga ukuran 200 mesh. Setelah dihaluskan, limbah biomassa TKKS dapat dikeringkan dengan oven pada suhu $80\text{ }^\circ\text{C}$ selama 24 jam untuk menghilangkan kandungan air dalam limbah biomassa TKKS.

2. Ekstraksi Lignin dengan Metode Hidrotermal

Setelah itu, serbuk limbah TKKS yang telah dihancurkan diambil kembali dengan cara melarutkannya ke dalam NaOH 30%, menambahkan akuades, dan dimasukkan ke dalam *autoclave* selama tiga jam pada suhu 170 °C. Metode hidrotermal ini dapat membuat pengotor anorganik terurai dan kandungan lignin yang diperoleh menjadi lebih murni (Cong dkk., 2021). Setelah dingin, sampel dicuci menggunakan H₂SO₄ kemudian disentrifugasi dan larutan yang dihasilkan kemudian dioven selama semalam pada suhu 50 °C, pada proses ini lignin murni diekstrak dari limbah biomassa TKKS.

3. Proses Doping Nitrogen

Untuk mendapatkan karbon keras dengan kinerja yang unggul, sebelum pirolisis, karbon keras dioptimalkan dengan doping nitrogen. Untuk mencapai doping nitrogen, lignin, NH₄OH, melamin, dan formaldehid digabungkan dan diaduk pada suhu 90 °C selama 4 jam. Setelah diaduk, endapan yang terbentuk disaring dan diperoleh resin lignin-melamin yang merupakan hasil penyisipan atom nitrogen dari melamin ke dalam struktur lignin (Yang dkk., 2018).

4. Penambahan Katalis Ni(NO₃)₂

Untuk mendapatkan struktur lapisan grafit yang baik, karbon keras dapat dimodifikasi dengan menambahkan katalis Ni(NO₃)₂ (Yang dkk., 2018). Resin lignin-melamin yang diperoleh kemudian dilarutkan dalam larutan Ni(NO₃)₂ dengan perbandingan massa katalis dan resin sebesar 3:10. Setelah resin dilarutkan dalam larutan Ni(NO₃)₂, larutan diaduk selama 12 jam. Setelah 12 jam, campuran kering dipisahkan dan siap untuk dilanjutkan pada proses pirolisis.

5. Proses Pirolisis

Setelah proses doping dan katalis, resin lignin-melamin dipirolisis pada suhu 1000 °C selama 4 jam untuk mendapatkan karbon keras. Pirolisis dilakukan di bawah aliran gas argon untuk menjaga kondisi pirolisis dan mencegah adanya gas oksigen dalam pembakaran. Pirolisis dilakukan dengan kecepatan kenaikan dan

penurunan suhu sebesar 3 °C/menit. Setelah proses pirolisis selesai, karbon keras dicuci dengan HCl untuk menghilangkan sisa logam Ni yang masih menempel pada matriks karbon keras. Kemudian sampel dibersihkan, disaring, dan dikeringkan untuk menghasilkan karbon keras terdoping nitrogen yang telah mengalami grafitisasi katalitik untuk mengubah strukturnya.

6. Penghalusan dengan *Ball Milling*

Setelah mendapatkan karbon keras, selanjutnya akan dihaluskan dengan menggunakan proses *ball milling* untuk mendapatkan karbon keras yang berukuran lebih kecil. Struktur kristal yang lebih kecil pada karbon keras memungkinkan karbon keras untuk menyimpan atau menyisipkan ion Na^+ pada strukturnya, sehingga memungkinkan peningkatan kapasitas penyimpanan Na^+ pada BSI (Kumar dkk., 2021).

7. Karakterisasi Material

Untuk mengonfirmasi morfologi struktur akibat penambahan doping, penambahan katalis, dan penghalusan dengan *ball milling* dapat dilakukan karakterisasi material. Karakterisasi material yang dapat dilakukan adalah XRD yang dapat mengetahui kristalinitas sampel dan SEM-EDX untuk melihat lebih lanjut mengenai morfologi dan konsentrasi doping nitrogen pada sampel. Uji karakterisasi lain seperti FTIR, TEM, dan HRTEM dapat dilakukan jika diperlukan detail lebih lanjut mengenai morfologi karbon keras terdoping nitrogen dari limbah biomassa TKKS.

8. Fabrikasi Baterai

Untuk menganalisis kinerja elektrokimia, anoda karbon keras yang didoping nitrogen dari limbah biomassa TKKS harus dirakit dalam baterai sel penuh. Penulis dapat menyarankan fabrikasi baterai jenis *coin cell* CR2032 karena mudah dan terjangkau untuk skala eksperimental. Jenis anoda, katoda, dan elektrolit yang digunakan dapat diserahkan kepada peneliti selanjutnya, tergantung pada ketersediaan peneliti.

9. Uji Performa Elektrokimia

Setelah mendapatkan baterai sel penuh, pengujian elektrokimia dapat dilakukan. Analisa elektrokimia yang dapat dilakukan adalah uji GCD, EIS, dan CV. Pengujian GCD digunakan untuk menguji perilaku sel elektrokimia selama proses pengisian dan pengosongan dengan menggunakan arus listrik yang konstan untuk mendapatkan data kapasitas, efisiensi, dan kinetika reaksi kimia dalam baterai. Pengujian EIS dilakukan untuk menganalisa distribusi elektron pada elektroda dengan luaran berupa data impedansi sistem elektrokimia. Pengujian CV dilakukan untuk mengetahui potensi reaksi redoks pada anoda.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, penulis menyimpulkan bahwa faktor-faktor yang mempengaruhi nilai kapasitas reversibel dari anoda BSI adalah jenis prekursor, kandungan lignin, dan jenis dopan. Penulis juga menemukan faktor lain yang dapat mempengaruhi performa dari anoda karbon keras pada BSI yaitu ukuran partikel karbon keras yang dihaluskan melalui metode *ball milling*, struktur grafit interlayer melalui gratifikasi katalitik $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$, dan pelepasan pengotor anorganik melalui metode hidrotermal.

Oleh karena itu, telah dirumuskan sebuah inovasi yaitu “Pengembangan Karbon Keras Terdoping Nitrogen dengan Katalis $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ dari Limbah Biomassa TKKS sebagai Anoda Baterai Sodium-Ion dengan Performa Tinggi”. Dengan memanfaatkan lignin dari limbah TKKS, kita dapat secara bersamaan mengurangi limbah biomassa dan mengembangkan material anoda BSI yang terjangkau. Dengan mengadaptasi teknik hidrotermal, penghalusan *ball milling*, penambahan doping nitrogen melalui melamin, dan penambahan katalis $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2$ dalam proses sintesis karbon keras, diharapkan penelitian ini dapat menghasilkan material anoda yang memiliki kinerja yang unggul dari segi kapasitas maupun konduktivitas.

5.2 Saran

Untuk merealisasikan studi inovasi ini, perlu dilakukan studi lebih lanjut dan kolaborasi serta dukungan dari berbagai pemangku kepentingan, baik dari masyarakat, pemerintah, maupun peneliti. Perlu dilakukan uji coba eksperimental secara detail terhadap inovasi yang ditawarkan oleh penulis, mengevaluasi, dan mengembangkan material anoda dari limbah biomassa TKKS. Diharapkan dengan adanya inovasi ini dapat membantu memecahkan masalah pengolahan limbah TKKS dan pengembangan material anoda yang terjangkau dan ramah lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Bartoli, M., Rosi, L., Frediani, P., dan Frediani, M. 2020. Bio-oils from microwave assisted pyrolysis of kraft lignin operating at reduced residual pressure. *Fuel*. 278: 118175.
- Chen, C., Zhao, K., La, M., & Yang, C., 2022. Insight into a Nitrogen-Doping Mechanism in a Hard-Carbon-Microsphere Anode Material for the Long-Term Cycling of Potassium-Ion Batteries. *Materials*, 15.
- Cong, L., Tian, G., Luo, D., Ren, X., dan Xiang, X. 2020. Hydrothermally assisted transformation of corn stalk wastes into high-performance hard carbon anode for sodium-ion batteries. *Journal of Electroanalytical Chemistry*. 871: 114249.
- Chu, Y., Zhang, J., Zhang, Y., Li, Q., Jia, Y., Dong, X., Xiao, J., Tao, Y., & Yang, Q., 2023. Reconfiguring Hard Carbons with Emerging Sodium-Ion Batteries: A Perspective. *Advanced Materials*, 35.
- Dou, X.; Hasa, I.; Saurel, D.; Vaalma, C.; Wu, L.; Buchholz, D.; Bresser, D.; Komaba, S.; Passerini, S. Hard carbons for sodium-ion batteries: Structure, analysis, sustainability, and electrochemistry. *Mater. Today* 2019, 23, 87–104.
- Ghimbeu, C., Zhang, B., Yuso, A., Réty, B., dan Tarascon, J. 2019. Valorizing low cost and renewable lignin as hard carbon for Na-ion batteries: Impact of lignin grade. *Carbon*. 153: 634-647.
- Glatthaar, C., Wang, M., Wagner, L.Q., Breckwoldt, F., Guo, Z., Zheng, K., Kriechbaum, M., Amenitsch, H., Titirici, M.M. dan Smarsly, B.M. 2023. Lignin-Derived Mesoporous Carbon for Sodium-Ion Batteries: Block Copolymer Soft Templating and Carbon Microstructure Analysis. *Chemistry of Materials*. 35(24): 10416-10433.
- He, J., Lan, N., Yu, H., Du, D., He, H., & Zhang, C., 2023. Chemical crosslinking regulating microstructure of lignin-derived hard carbon for high-performance sodium storage. *Journal of Polymer Science*.
- Kanani, N. dan Rusdi, R. 2019. Effect of FeCl₃ and Al₂O₃ addition toward lignin content on corn cob delignification with NaOH as the solvent by using ultrasonic assisted. *World Chemical Engineering Journal*. 3(1): 01 – 05.

- Kumar, D.R., Kanagaraj, I., Dhakal, G., Prakash, A.S., dan Shim, J.J. 2021. Palmyra Palm tree biomass-derived carbon low-voltage plateau region capacity on Na-ion battery and its full cell performance. *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 9(4): 2213-3347.
- Li, P., Luo, S., Zhang, L., Liu, Q., Wang, Y., Lin, Y., Xu, C., Guo, J., Cheali, P. dan Xia, X. 2024. Progress, challenges, and prospects of spent lithium-ion batteries recycling: A review. *Journal of Energy Chemistry*. 89: 144–171.
- Meng, Y., Contescu, C.I., Liu, P., Wang, S., Lee, S.H., Guo, J., dan Young, T.M. 2021. Understanding the local structure of disordered carbons from cellulose and lignin. *Wood Science and Technology*. 55(3): 587–606.
- Prakoso, N.I., Purwono, S., dan Rochmadi. 2017. Synthesis of sodium lignosulphonate from oil palm empty fruit bunches's lignin. *AIP Conference Proceedings*. 17 Maret 2017, Yogyakarta, Indonesia. 2-5.
- Primadita, D., Kumara, I., & Ariastina, W., 2020. A Review on Biomass for Electricity Generation in Indonesia., 4, pp. 1.
- Reddy, M., A., Helen, M., Groß, A., Fichtner, M., Euchner., & Holger. 2018. Insight into Sodium Insertion and the Storage Mechanism in Hard Carbon. *ACS Energy*. 3(12): 2851-2857.
- Rezki, A.S., Wulandari, Y.R., Alvita, L.R., dan Sari, N.P. 2023. Potential of Empty Fruit Bunches (EFB) Waste as Bioenergy to Produce Bio-Oil using Pyrolysis Method: Temperature Effects. *Rekayasa Bahan Alam dan Energi Berkelanjutan*. 7(1): 22–29.
- Rios, C.D.M.S., BEDA, A., SIMONIN, L., dan C.M. 2021. Na-Ion Batteries. *HAL Open Science*. 1: 375.
- Song, N., Guo, N., Ma, C., Zhao, Y., Li, W., & Li, B., 2023. Modulating the Graphitic Domains and Pore Structure of Corncob-Derived Hard Carbons by Pyrolysis to Improve Sodium Storage. *Molecules*, 28.
- Suhartini, S., Hidayat, N., Rohma, N., Paul, R., Pangestuti, M., Utami, R., Nurika, I., & Melville, L. 2022. Sustainable strategies for anaerobic digestion of oil palm empty fruit bunches in Indonesia: a review. *International Journal of Sustainable Energy*. 41: 2044 - 2096.

- Tan, S., Yang, H., Zhang, Z., Xu, X., Xu, Y., Zhou, J., Zhou, X., Pan, Z., Rao, X., Gu, Y., Wang, Z., Wu, Y., Liu, X., dan Zhang, Y. 2023. The Progress of Hard Carbon as an Anode Material in Sodium-Ion Batteries. *Molecules*. 28(7): 3134.
- Thenappan, M., Rengapillai, S., dan Marimuthu, S. 2022. Hard Carbon Reprising Porous Morphology Derived from Coconut Sheath for Sodium-Ion Battery. *Energies*. 15(21): 8086.
- Tun, Z., Christwardana, M., Adiguna, R., Hadiyanto, H., & Windarta, J., 2023. A Mini Review on The Biomass Energy Implementation from Economic Perspective in Indonesia. *Journal of Bioresources and Environmental Sciences*.
- Wang, N., Liu, Q., Sun, B., Gu, J., Yu, B., Zhang, W., dan Zhang, D. 2018. N doped catalytic graphitized hard carbon for high-performance lithium/sodium-ion batteries. *Scientific Reports*. 8: 9934.
- Wilson, S., & Anagnostopoulos, D., 2021. Methodological Guidance Paper: The Craft of Conducting a Qualitative Review. *Review of Educational Research*. 91: 651 - 670.
- Xu, C., Tian, Y., Sun, J., Li, M., Song, W., You, J., Feng, M., Wang, X., Wang, P., Li, H., Zhang, G., He, Y., & Liu, Z., 2023. Novel Preoxidation-Assisted Mechanism to Precisely Form and Disperse Bi₂O₃ Nanodots in Carbon Nanofibers for Ultralong-Life and High-Rate Sodium Storage. *ACS applied materials & interfaces*.
- Yang, Z., Guo, H., Li, F., Li, X., Wang, Z., Cui, L., dan Wang, J. 2018. Cooperation of nitrogen-doping and catalysis to improve the Li-ion storage performance of lignin-based hard carbon. *Journal of Energy Chemistry*. 27(5): 1390–1396.
- Zhang, S., Steubing, B., Karlsson Potter, H., Hansson, P.-A., dan Nordberg, Å. 2024. Future climate impacts of sodium-ion batteries. *Resources, Conservation and Recycling*. 202: 107362.
- Zhao, L., Zhang, T., Li, W., Li, T., Panjang, Z., Zhang, X., dan Wang, Z. 2023. Engineering of Sodium-Ion Batteries: Opportunities and Challenges. *Engineering*. 24: 172-183.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Orisinalitas

**LOMBA KARYA TULIS ILMIAH NASIONAL
10th KIME ON IDEAS COMPETITION**

1. Judul: Pengembangan Karbon Keras Terdoping Nitrogen dengan Katalis Ni(NO₃)₂ dari Limbah Biomassa TKKS Sebagai Anoda Baterai Sodium-Ion dengan Performa Tinggi
2. Perguruan Tinggi: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
3. Identitas Penulis
 - a. Nama Lengkap Ketua: Falsyabillah
 - b. Jenis Kelamin: Laki-laki
 - c. Tempat, Tanggal Lahir: Jakarta, 17 September 2004
 - d. Prodi/Angkatan: Kimia/2022
 - e. NIM: 5004221094
 - f. Alamat: Asrama Mahasiswa Nusantara Surabaya
 - g. E-mail: falsyabillah@gmail.com
 - h. Anggota
 - Nama Lengkap Anggota 1: Made Ayu Sawitri Dharmayanti

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan adalah benar. Dengan ini, saya menyatakan ikut serta dalam Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional 10th *KIME on Ideas Competition* (10th KOIN) dan menyetujui semua syarat dan ketentuan lomba yang ditetapkan oleh panitia.

Ketua Tim



(Falsyabillah)

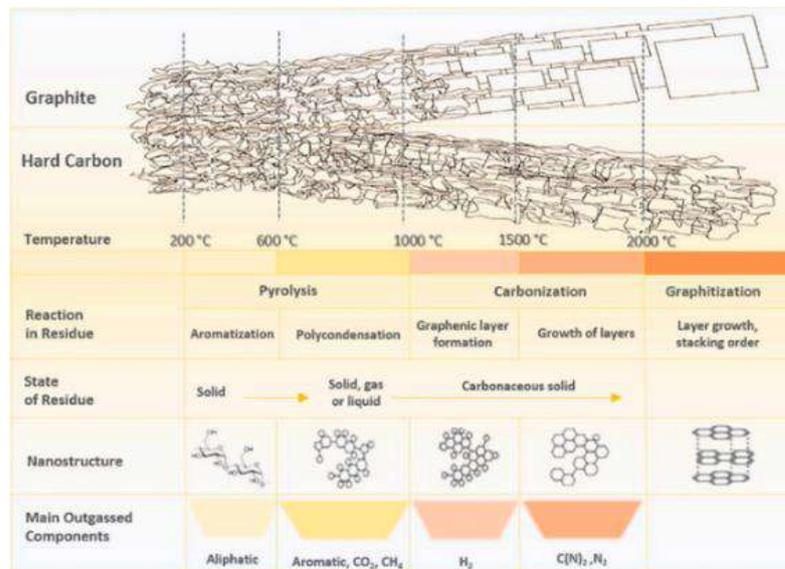
Lampiran 2. Ilustrasi



Gambar 2.1 Biomassa dari Tumbuhan
(CSIRO, 2022)

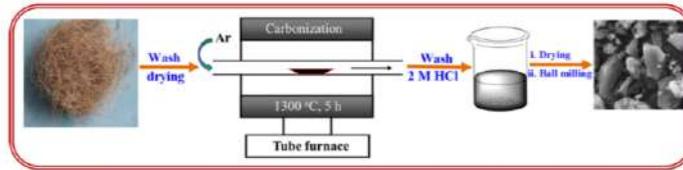


Gambar 2.2 Tandan Kosong Kelapa Sawit
(BPDPKS, 2020)

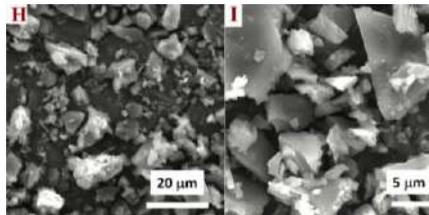


Gambar 2.3 Skema Pembentukan Karbon Keras dalam Fungsi Temperatur
(Dou dkk., 2019)

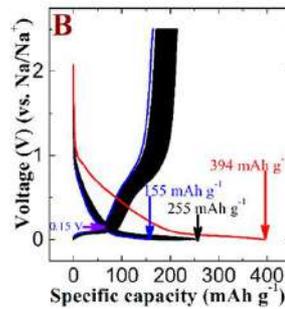
Lampiran 3. Data Studi Literatur



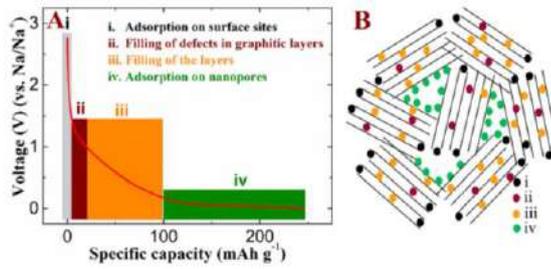
Gambar 4.2 Skema Pembuatan Karbon Keras Turunan Limbah Biomassa Daun Lontar
(Kumar dkk., 2021)



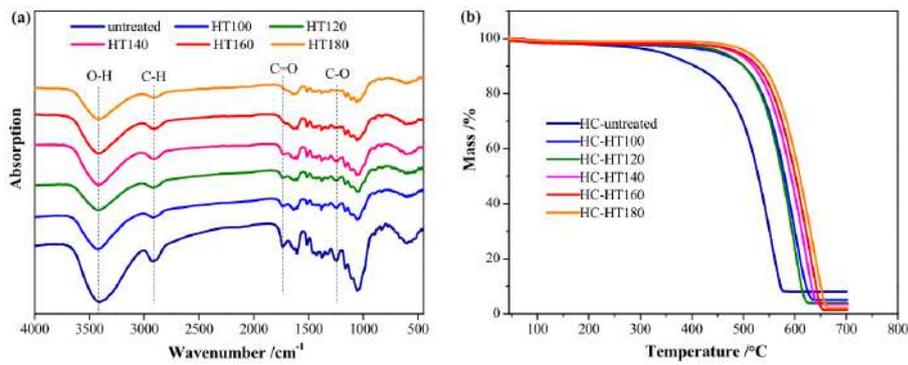
Gambar 4.3 Gambar FESEM Karbon Keras Turunan Daun Lontar (H) Sebelum Ball Milling (I) Sesudah Ball Milling
(Kumar dkk., 2021)



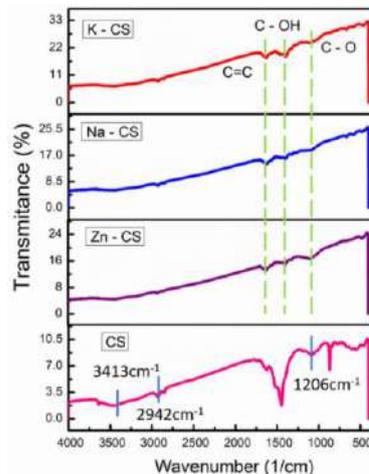
Gambar 4.4 Grafik *Galvanostatic Charge-Discharge* (GCD) BSI dengan Anoda PP-HC



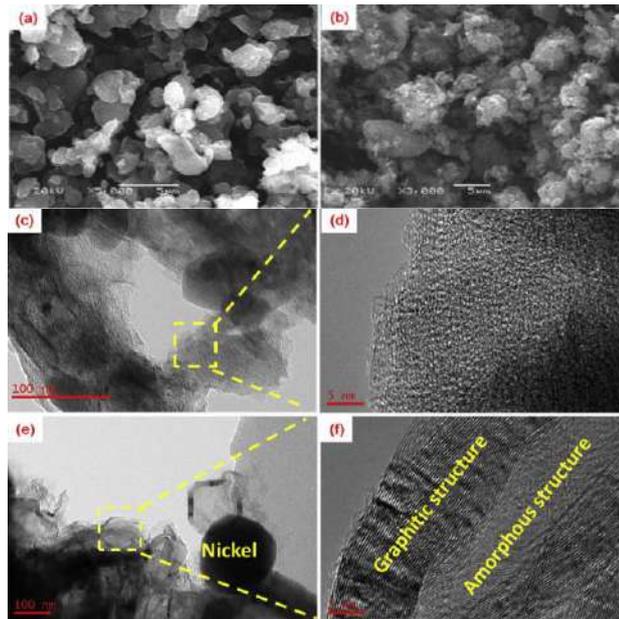
Gambar 4.5 (a) Profil Pelepasan dari Berbagai Tempat Penyimpanan Na⁺ **(b)** Representasi Skema PP-HC dari Penyimpanan Na⁺ pada Struktur Karbon Keras (Kumar dkk., 2021)



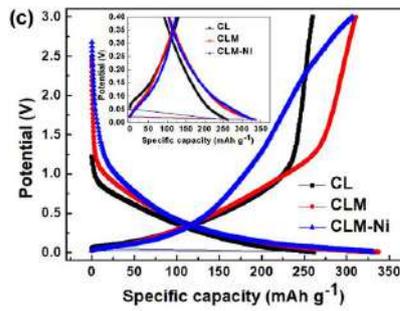
Gambar 4.6 (a) Grafik Serapan FTIR CS-HC **(b)** Grafik Termogravimetri Pembakaran CS-HC (Cong dkk., 2021)



Gambar 4.7 Spektrum FTIR Karbon Keras Turunan Limbah Biomassa Pelebah Kelapa (Thenappan dkk., 2022)



Gambar 4.8 (a, b) SEM CLM dan CLM-Ni (c, d) HRTEM CLM (e, f) CLM-Ni
(Yang dkk., 2018)



Gambar 4.9 Kurva GCD Karbon Keras Turunan Lignin
(Yang dkk., 2018)

10th KIME on Ideas Competition

**EKSPLORASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ENDOFIT DARI
BENIH PADI UNTUK MENEKAN PERTUMBUHAN *Rhizctonia solani*
Khun PENYEBAB PENYAKIT HAWAR PELEPAH PADA TANAMAN
PADI UNTUK MEWUJUDKAN SDGs 2030**



Oleh :

Mhd Iqbal Proteksi Tanaman/2020

Vatima Zahara Proteksi Tanaman/2020

UNIVERSITAS ANDALAS

PADANG

2024

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul : EKSPLORASI DAN KARAKTERISASI BAKTERI ENDOFIT DARI BENIH PADI UNTUK MENEKAN PERTUMBUHAN *Rhizctonia solani* KHUN PENYEBAB PENYAKIT HAWAR PELEPAH PADA TANAMAN PADI UNTUK MEWUJUDKAN SDGs 2030

2. Ketua Kelompok
 - a. Nama Lengkap : Mhd Iqbal
 - b. NIM : 2010252029
 - c. Prodi : Proteksi Tanaman
 - d. Perguruan Tinggi : Universitas Andalas
 - e. Alamat : Kab. Asahan, Prov. Sumatera Utara
 - f. No Tel/HP : 082181371121
 - g. Alamat Email : miqbal10004545@gmail.com

3. Anggota Kelompok/Penulis
 - a. Nama Lengkap Anggota 1 : Vatima Zahara

4. Dosen Pembimbing
 - a. Nama Lengkap dan Gelar : Dr. Haliatur Rahma, SSi. MP
 - b. NIP : 197205252006042001
 - c. Alamat : Kecamatan Kuranji, Kota Padang
 - d. No Telp/HP : 081374516900

Mengetahui,

Padang, 05 Juli 2024

Dosen Pembimbing

Ketua Tim



(Dr. Haliatur Rahma, SSi. MP)



(Mhd Iqbal)

Eksplorasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit dari Benih Padi Untuk Menekan Pertumbuhan *Rhizoctonia solani* Khun Penyebab Penyakit Hawar Pelepah Pada Tanaman Padi Untuk Mewujudkan SDGs 2030

Mhd Iqbal (2010252029)

Vatima Zahara (2010251009)

Universitas Andalas

miqbal10004545@gmail.com

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan salah satu tanaman pangan penting di Indonesia yang dijadikan sebagai makanan pokok. Produktivitas padi di Indonesia belum mencapai produktivitas potensial. Salah satu faktor masih rendahnya produktivitas ini disebabkan adanya serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Penyakit hawar pelepah pada tanaman padi merupakan penyakit utama yang disebabkan oleh *Rhizoctonia solani* Khun. Kerugian akibat penyakit hawar pelepah menyebabkan kehilangan hasil padi sebesar 25-100%. Salah satu alternatif pengendalian yang ramah lingkungan adalah memanfaatkan mikroorganisme bakteri endofit. Bakteri endofit merupakan kelompok bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman tanpa menimbulkan gejala penyakit pada tanaman inangnya. Bakteri endofit dilaporkan berada di dalam jaringan tanaman seperti akar, batang, daun, umbi, buah, dan benih. Laporan keberadaan bakteri endofit dalam benih padi untuk mengendalikan *R. solani* penyebab penyakit hawar pelepah padi belum ada dilaporkan. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri endofit dari benih padi yang mampu menekan *R. solani* dan sebagai agens pemacu pertumbuhan tanaman bibit padi. Penelitian terdiri atas 2 tahap: (1) Pengambilan sampel benih ke 5 penangkar benih padi di Sumatera Barat dan isolasi bakteri endofit dari benih di Laboratorium. (2) Uji potensi bakteri endofit hasil isolasi untuk menekan pertumbuhan jamur *R. solani* dan karakterisasi sebagai agens biokontrol dan biostimulan bibit tanaman padi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa diperoleh 35 isolat bakteri endofit dari 5 varietas padi. Sebanyak 12 isolat bakteri mampu menghambat pertumbuhan jamur *R. solani* dengan daya hambat berkisar antara 30,00% - 54,60%. Sebanyak 12 isolat mampu menghasilkan siderofor, 2 isolat menghasilkan enzim kitinase, 8 isolat menghasilkan protease, 8 isolat mampu memfiksasi nitrogen dan 10 isolat mampu menghasilkan IAA. Hasil pengujian bakteri endofit dari benih padi sebagai agens biokontrol dan agens biostimulan dapat dijadikan inovasi produk hayati (biofertilizer & biopestisida). Maka dari itu, pemanfaatan produk hayati bakteri endofit dari benih padi dapat dijadikan inovasi baru untuk mewujudkan *sustainable development goals* (SDG's) pada tahun 2030.

Kata Kunci : bakteri endofit, padi, *R. solani*, SDG's

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sustainable development goals (SDGs) merupakan sebuah dokumen yang terdapat 17 poin tujuan sebagai acuan dalam kerangka pembangunan dan perundingan negara-negara di dunia (Wahyuningsih, 2017). Seluruh tujuan SDGs mempertimbangkan perubahan situasi global saat ini. Salah satunya adalah dengan mempertimbangkan tatanan ekologis yang baik dan untuk kelangsungan hidup manusia, seperti perawatan tanaman pangan yang baik yaitu tanaman padi.

Padi (*Oryza sativa* L.) merupakan salah satu tanaman pangan penting di Indonesia sebagai makanan pokok (Basit, 2020). Produktivitas padi di Indonesia pada tahun 2021-2023 mengalami fluktuasi yaitu 5,25 ton/ha, 5,23 ton/ha, dan 5,25 ton/ha. Sementara itu, produktivitas padi di Sumatera Barat pada tahun 2021-2023 yaitu 4,77 ton/ha, 5,05 ton/ha, dan 4,91 ton/ha (BPS, 2023). Namun, produktivitas tersebut belum mencapai produktivitas potensial yaitu sebesar 10-11 ton/ha (Karim & Aliyah, 2019). Hal ini disebabkan karena permasalahan tanaman yang menyebabkan produktivitas padi di Sumatera Barat belum mencapai produktivitas potensial. Salah satu faktor masih rendahnya produktivitas ini disebabkan adanya serangan organisme pengganggu tanaman (OPT) (Wati, 2017). Organisme pengganggu tanaman (OPT) kelompok patogen yang menyerang tanaman padi adalah penyakit hawar pelepah (*Rhizoctonia solani* Kuhn) (Meirani *et al.*, 2023).

Penyakit hawar pelepah pada tanaman padi merupakan penyakit utama yang disebabkan oleh *Rhizoctonia solani* Kuhn. Gejala awal penyakit ini berupa lesi berbentuk oval dan berwarna hijau keabuan (Milati & Nuryanto, 2019). Apabila patogen ini menyerang pada saat pengisian bulir padi, maka akan memengaruhi pembentukan dan pengisian bulir padi, sehingga dapat menyebabkan kerugian yang tinggi (Dewi, 2020). Kerugian akibat penyakit hawar pelepah menyebabkan kehilangan hasil padi di Indonesia berkisar antara 25-100% (Itsnaini *et al.*, 2019). Keparahan penyakit terus meningkat bergantung terhadap kondisi lingkungan (Milati *et al.*, 2021).

Pengendalian penyakit hawar pelepah dapat dilakukan dengan menggunakan bahan organik atau kompos, pengaturan jarak tanaman, pengairan

yang baik dan penggunaan varietas tahan (Nuryanto, 2017). Pengendalian yang biasa dilakukan oleh petani dengan menggunakan fungisida sintetik. Namun, penggunaan fungisida sintetik secara terus menerus dapat menyebabkan resistensi patogen dan membunuh mikroorganisme bermanfaat serta mengakibatkan pencemaran lingkungan (Fajarfika, 2021). Maka dari itu, diperlukan alternatif pengendalian yang ramah lingkungan salah satunya yaitu dengan memanfaatkan mikroorganisme bakteri endofit.

Bakteri endofit merupakan bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman dan mampu merangsang pertumbuhan tanaman tanpa menimbulkan penyakit pada tanaman inangnya (Wu *et al.*, 2021). Bakteri endofit di dalam jaringan tanaman telah banyak dilaporkan mengkolonisasi berbagai bagian tanaman seperti akar, batang, daun, umbi, buah, dan benih (Taule *et al.*, 2021). Beberapa spesies bakteri endofit dari bagian benih yang telah di uji diantaranya adalah *Alcaligenes faecalis* dari benih jagung varietas Anoman mampu menekan keparahan penyakit layu stewart sebesar 48,95-55,60% (Rahma *et al.*, 2014); *Stenotrophomonas rhizophila* dari biji *Glycyrrhiza uralensis* mampu memacu pertumbuhan tanaman dengan menghasilkan IAA, NH₃, ACC, produksi siderofor dan fiksasi nitrogen (Wang *et al.*, 2022).

Saat ini pemanfaatan bakteri endofit yang berasal dari benih padi untuk mengendalikan *R. solani* Khun belum ada dilaporkan. Oleh karena itu, dilakukan penelitian dengan judul “Eksplorasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit dari Benih Padi Untuk Menekan Pertumbuhan *Rhizctonia solani* Khun Penyebab Penyakit Hawar Pelelah Pada Tanaman Padi Untuk Mewujudkan SDGs 2030”.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka rumusan masalah penulisan karya ini dapat dirumuskan:

1. Bagaimana menggantikan sebagian dari bahan sintetik dengan bahan yang ramah lingkungan?
2. Bagaimana bakteri endofit dari benih padi dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman padi?

3. Bagaimana bakteri endofit dari benih padi mampu menekan pertumbuhan patogen *Rhizoctonia solani* Khun penyebab penyakit hawar pelepah tanaman padi
4. Bagaimana penerapan bakteri endofit mampu mewujudkan *sustainable development goals* (SDGs)

C. Tujuan

Tujuan penulisan karya ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan isolat bakteri endofit yang diisolasi dari benih padi di beberapa kabupaten/kota provinsi Sumatera Barat
2. Untuk mendapatkan bakteri endofit yang mampu menekan penyakit hawar pelepah (*Rhizoctonia solani* Khun) pada tanaman padi
3. Untuk mendapatkan bakteri endofit yang mampu memacu pertumbuhan bibit tanaman padi

D. Manfaat

Manfaat penulisan karya ini adalah sebagai berikut:

1. Sebagai informasi dasar mengenai bakteri endofit dari benih padi yang dapat digunakan untuk pengendalian penyakit hawar pelepah (*Rhizoctonia solani* Khun) pada tanaman padi
2. Sebagai informasi dasar mengenai bakteri endofit dari benih padi yang dapat digunakan sebagai agens pemacu pertumbuhan tanaman padi
3. Sebagai produk baru yang menggantikan bahan sintetik dengan bahan yang ramah lingkungan

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Sustainable Development Goals* (SDGs)

Sustainable Development Goals (SDGs) merupakan perpanjangan dari delapan tujuan pembangunan milenium (MDGs) yang memandu tindakan global untuk mengurangi kemiskinan tinggi dari tahun 2000 - 2015. Tujuan SDGs adalah rencana global untuk mengakhiri kemiskinan ekstrem, mengurangi ketidaksetaraan, dan melindungi bumi ini pada tahun 2030. SDGs ini dimaksudkan untuk menangkai permasalahan global, seperti kemiskinan, ketimpangan, iklim, degradasi lingkungan, dan keadilan. SDGs memiliki 17 tujuan yang mencakup ketiga bidang pembangunan berkelanjutan, yaitu ekologi, ekonomi, dan sosial (Aji & Kartono, 2022)

Konsep SDGs selalu berusaha untuk melestarikan dan meningkatkan sumber daya yang kita punya secara bertahap mengubah cara teknologi yang dikembangkan dan digunakan. Seluruh negara bagian harus memenuhi kebutuhan dasar, seperti pekerjaan, makanan, energi, air dan sanitasi. Setiap orang memiliki hak atas lingkungan yang sehat, aman dan bersih. Hal tersebut dapat dengan mudah dicapai dengan mengurangi kemiskinan, polusi, dan pengangguran (Stephen *et al.*, 2019). Salah satu yang dapat dilakukan untuk mewujudkan SDGs pada tahun 2030 adalah dengan melakukan budidaya tanaman pangan yang ramah lingkungan yaitu tanaman padi.

B. Tanaman Padi

Tanaman padi merupakan tanaman budidaya yang penting bagi manusia karena lebih dari setengah penduduk dunia bergantung pada tanaman ini sebagai sumber bahan pangan. Beras mengandung karbohidrat, lemak, protein, vitamin, dan zat gizi lainnya yang dibutuhkan oleh tubuh (Fitriyah *et al.*, 2020). Konsumsi beras di Indonesia merupakan salah satu yang terbesar dan akan terus meningkat setiap tahunnya (Andesmora *et al.*, 2020). Tanaman padi (*Oryza sativa* L.) diklasifikasikan sebagai berikut: kingdom: Plantae, sub kingdom: Tracheobionta, super divisi: Spermatophyta, divisi: Magnoliophyta, kelas: Liliopsida, sub kelas: Commelinidae, ordo: Poales, famili Poaceae, genus: *Oryza*, nama ilmiah *Oryza sativa* L. (Siregar & Sulardi, 2018).

Pertumbuhan tanaman padi dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik seperti adanya serangan hama dan penyakit sehingga dapat memengaruhi pertumbuhan tanaman dan hasil tanaman padi. Sedangkan, faktor abiotik terdiri dari cahaya, air, suhu, dan unsur hara. Cahaya dan air merupakan faktor penting dalam proses fotosintesis, apabila unsur ini dalam keadaan optimum maka jumlah fotosintat yang dihasilkan tanaman akan lebih banyak dan dapat memberikan peran besar terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman (Muyasir, 2012).

Permasalahan yang sering dialami dalam peningkatan produktivitas tanaman padi yaitu adanya organisme pengganggu tanaman (OPT) terutama hama dan patogen. Patogen utama yang dilaporkan banyak menyerang tanaman padi adalah penyakit hawar pelepah oleh *Rhizoctonia solani* Kuhn (Sulistiyanto *et al.*, 2022).

C. Penyakit Hawar Pelepah Oleh *Rhizoctonia solani* Kuhn

Rhizoctonia solani Khun merupakan patogen tular tanah atau biasa dikenal sebagai *soil borne* yang berada di dalam tanah, terutama pada tanah-tanah yang banyak mengandung pupuk anorganik dengan nitrogen yang tinggi (Dewi, 2020). Hifa *R. solani* Khun membentuk miselium yang terdiri dari sel-sel moniloid yang berperan dalam pembentukan sklerotia. Sklerotia yang terbentuk dari jamur tular tanah dapat bertahan di dalam tanah selama 6 sampai 7 tahun, sehingga penyebaran inokulum sangat sulit dikendalikan (Hamzah *et al.*, 2021). Penyebaran inokulum *R. solani* Khun terdapat di sekitar pertanaman yang terbawa oleh aliran air irigasi (Milati & Nuryanto, 2019). Selain itu, *R. solani* Khun juga dapat menyebar melalui udara yang terjadi di lapangan (Akber *et al.*, 2023).

Gejala yang disebabkan oleh serangan *R. solani* Khun pada bibit terlihat menjadi sakit, layu dan akhirnya mati. Pada tanaman dewasa, penyakit hawar pelepah mengakibatkan bercak besar yang tidak beraturan pada bagian pelepah yang disebut hawar (*blight*) (Soenartiningih *et al.*, 2015). Tanaman yang terinfeksi *R. solani* Khun dilakukan dengan menginvasi jaringan tanaman sehingga mengakibatkan penyerapan nutrisi dan penyebaran hasil fotosintesis menjadi terganggu. Hal ini akan menyebabkan terganggunya proses pengisian bulir (Dewi, 2020).

Perkembangan *R. solani* Khun dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik yang memengaruhi pertumbuhan miselium dan sklerotia (Razali *et al.*, 2021). Perkembangan penyakit hawar pelepah padi diawali dengan propagul jamur *R. solani* Khun berkecambah dan menginfeksi pelepah daun tanaman padi, kemudian berkembang ke dalam dan menyerap nutrisi pada pelepah padi. Penggunaan varietas padi yang memiliki tinggi yang rendah, daun lebat, dan anakan banyak cenderung lebih muda terinfeksi. Kondisi semacam ini yang menyebabkan penyakit hawar pelepah sulit dikendalikan (Nuryanto, 2017).

Pengendalian penyakit hawar pelepah pada tanaman padi dengan penggunaan varietas tahan tidak efektif dilakukan karena penyakit ini disebabkan oleh patogen yang memiliki inang luas sehingga sifat ketahanan secara genetik sulit ditemukan. Selain itu, pengendalian juga dilakukan dengan penggunaan fungisida bahan aktif mankozeb pada penyakit hawar pelepah. Namun, pengendalian hawar pelepah pada tanaman padi menggunakan pestisida yang terlalu intensif dapat menyebabkan terjadinya residu pada bahan makanan, munculnya hama dan patogen yang resisten terhadap pestisida, serta kontaminasi racun pestisida (Munif *et al.*, 2012). Alternatif pengendalian lain yang ramah lingkungan perlu dilakukan yaitu dengan memanfaatkan agen hayati seperti bakteri endofit.

D. Bakteri Endofit

Bakteri endofit merupakan bakteri yang hidup di dalam jaringan tanaman dan mampu merangsang pertumbuhan tanaman selama siklus hidupnya atau sebagian, yang tidak menimbulkan kerugian bagi tanaman inangnya. Dilaporkan bahwa bakteri endofit yang berada di dalam jaringan tanaman berperan terhadap perkembangan dan pertumbuhan tanaman dengan fiksasi nitrogen, percepatan pencernaan, pelarutan fosfor, produksi fitohormon dan memberikan ketahanan terhadap faktor biotik (Santos *et al.*, 2018).

Bakteri endofit sebagai agens pemacu pertumbuhan dan biokontrol mempunyai kelebihan dibandingkan dengan agens hayati lainnya karena keberadaannya dalam jaringan tanaman membuatnya mempunyai kemampuan untuk bertahan terhadap tekanan biotik dan abiotik (Resti *et al.*, 2013). Menurut Afzal *et al.*, (2019) bahwa bakteri endofit memiliki kelebihan jika dibandingkan

dengan bakteri rizosfer karena bakteri endofit dengan mudah dapat berhubungan dekat dengan tanaman inang yang memberikan efek keuntungan secara langsung dengan imbalan pasokan nutrisi yang konsisten. Salah satu peranan bakteri endofit yang diketahui yaitu dapat berpotensi menghasilkan metabolit sekunder sebagaimana yang dihasilkan oleh tanaman inangnya (Elviasari *et al*, 2016).

Bakteri endofit sebagai agens hayati memiliki dua mekanisme yaitu, mekanisme secara langsung dan mekanisme tidak langsung. Mekanisme secara langsung bakteri endofit dapat meningkatkan penyerapan posfor, membantu tanaman membangun biologis, fiksasi nitrogen, pelarut seng dalam akar, dan fitohormon pada tanaman (IAA, ACC, dan GAs). Sedangkan mekanisme secara tidak langsung dapat sebagai agens biokontrol terhadap patogen dengan mekanisme kompetisi nutrisi, produksi antibiotik, dan melalui mekanisme induksi ketahanan sistemik (*Induced Systemic Resistance*) (Ali *et al.*, 2021).

Bakteri endofit di dalam jaringan tanaman mengkolonisasi di ruang antar sel atau mengkolonisasi tanaman secara sistemik yang diangkut melalui pembuluh xilem (Taule *et al.*, 2020). Shahzad *et al.* (2017) melaporkan bahwa benih padi merupakan sumber penting bakteri endofit. Bakteri endofit yang diisolasi dari benih padi dengan cepat mengadopsi dan mengkolonisasi karena persaingannya lebih sedikit dibandingkan di akar. Ini berarti, bakteri endofit yang berada di benih dapat dengan cepat meningkatkan pertumbuhan tanaman. Bakteri yang terkait dengan benih memberikan peran kunci pada tahap awal perkembangan tanaman, memengaruhi viabilitas benih, perkecambahan dan kelangsungan hidup bibit

Potensi bakteri endofit sebagai agens penginduksi ketahanan tanaman telah banyak dilaporkan. Bakteri *Bacillus* sp, *Paenibacillus* sp dan *Acinetobacter* sp dari benih jagung mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung (Bomfim *et al.*, 2020). *Bacillus velezensis* dari benih jagung mampu menghambat pertumbuhan jamur *Botrytis cinerea* dengan menghasilkan senyawa anti mikroba (Yang *et al.*, 2020). Menurut Dowarah *et al.* (2021) bahwa bakteri endofit dari benih cabai mampu menghambat pertumbuhan bakteri *Ralstonia solanacearum* secara *in vitro* dan dari 5 isolat tersebut juga mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat dengan menghasilkan IAA dan produksi siderofor.

BAB III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan dari bulan November 2023 – April 2024 di Laboratorium Mikrobiologi, Laboratorium Fitopatologi, dan kebun percobaan Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang.

B. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih padi varietas Anak Daro, Bujang Merantau, Banang Pulau, Kuriak Kusuik, Bawaan, *Rhizoctonia solani* Kuhn (koleksi laboratorium), medium *Potato Dextrosa Agar* (PDA), medium *Nutrient Agar* (NA), medium *Nutrient Broth* (NB), medium agar darah 5% (*Blood Agar*), medium *Pikovskaya*, medium Ashby'S Mannitol Agar, alkohol 70%, aquades steril, *tissue*, *aluminium foil*, kertas label, plastik bening, KOH 3%, plastik *wrapping*, tanah, tanaman tembakau, pupuk kandang, NaOCl 2,5%, dan kertas saring.

C. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya, cawan petri, labu *erlenmeyer*, *pipette tips*, pipet tetes, timbangan analitik, batang pengaduk, *laminar air flow*, gunting, pisau, *beaker glass*, *autoclave*, jarum suntik, bunsen, kaca objek, jarum ose, kamera, alat tulis, *shaker orbital*, tabung reaksi, rak tabung reaksi, botol *schott*, botol kultur, spatula, *vortex*, *sprayer*, *microwave*, mikro pipet, dandang, *cover glass*, *objek glass*, cangkul, korek api, dan kompor gas.

D. Prosedur Penelitian

1. Eksplorasi Bakteri Endofit dari Benih Tanaman Padi

a. Persiapan Benih

Benih padi yang digunakan merupakan benih dari penangkar benih di Sumatera Barat. Sampel benih diambil secara acak masing-masing sebanyak 100 g benih, kemudian sampel benih dibawa ke laboratorium untuk diisolasi. Lokasi benih padi dapat dilihat pada (Lampiran 4).

b. Isolasi Bakteri Endofit

Isolasi bakteri endofit dari benih padi dilakukan dengan metode Munif & Wiyono, (2012) yaitu diawali dengan sterilisasi permukaan benih padi dengan

alkohol 70% selama 1 menit dan dilanjutkan dengan NaOCl 2,5 % selama 2 menit, kemudian dibilas dengan akuades steril sebanyak 3 kali. Cara mengetahui sterilisasi permukaan berhasil adalah dengan menginokulasikan hasil bilasan terakhir aquades pada medium NA, kemudian diinkubasi selama 2×24 jam. Keberhasilan sterilisasi akan terlihat tidak adanya bakteri ataupun jamur yang tumbuh pada medium NA. Benih padi yang telah steril digerus sebanyak 1 g benih menggunakan mortar dan ditambah 9 ml akuades steril lalu diencerkan hingga tingkat pengenceran 10^{-3} dan 10^{-4} . Kemudian, sebanyak 0,1 ml suspensi disebar secara merata pada medium NA dan diinkubasi pada suhu 28°C selama 2x24 jam. Selanjutnya koloni bakteri yang tumbuh dilakukan pemurnian dengan metode gores kuadran.

c. Uji Keamanan Hayati

i. Uji Hipersensitif

Uji hipersensitif bertujuan untuk mengetahui bakteri endofit yang diperoleh bersifat patogen atau tidak, pada tanaman bukan inang. Uji hipersensitif mengacu pada metode Klement *et al*, (1990) dengan menggunakan tanaman tembakau. Suspensi bakteri endofit sebanyak 1 ml disuntikan ke dalam jaringan bawah daun dengan kepadatan 10^8 sel/ml dan diinkubasi selama 2 x 24 jam. Apabila bagian daun yang diinfiltrasi tidak menunjukkan gejala nekrosis maka bakteri tersebut tidak bersifat patogen (negatif). Sebaliknya jika bagian daun yang diinfiltrasi menunjukkan gejala nekrosis maka bakteri tersebut bersifat patogen (positif). Bakteri yang digunakan adalah yang bukan patogen tanaman bukan inang (negatif).

ii. Uji Patogenesis

Uji patogenesis bertujuan untuk mengetahui bakteri endofit menimbulkan gejala penyakit pada tanaman inang. Uji patogenesis mengacu pada metode Wahyudi *et al*, (2011) yaitu daun tanaman padi yang berumur 14 hst dipotong dengan gunting dan dicelupkan ke suspensi bakteri endofit dengan kerapatan 10^8 sel/ml selama 10 detik. Tanaman padi yang sudah diinokulasikan diinkubasi selama 3 – 14 hari setelah inokulasi. Apabila daun padi terlihat gejala nekrotik maka bakteri endofit tidak dapat digunakan dalam penelitian karena bersifat patogen pada tanaman inang.

iii. Uji Hemolisis

Uji hemolisis bertujuan untuk mengetahui bakteri endofit bersifat patogen pada hewan dan manusia. Metode uji hemolisis ini mengacu pada Sorokulova *et al.*, (2008) dengan mengkultur bakteri endofit pada media *Blood Agar* dan diinkubasi selama 24 hingga 48 jam pada suhu 28 °C. Kemudian amati zona hemolisis di sekitar koloni. Toksin β -hemolisis yang dihasilkan oleh bakteri endofit akan membentuk zona terang, toksin α -hemolisis akan membentuk zona gelap, dan toksin $\alpha\beta$ -hemolisis akan membentuk zona terang dengan latar belakang berwarna agak gelap di sekitar koloni (Asmoro, 2019). Bakteri endofit yang menunjukkan salah satu dari ketiga aktivitas hemolisis tersebut berarti berpotensi sebagai patogen pada hewan dan manusia sehingga tidak digunakan dalam penelitian.

2. Potensi Bakteri Endofit Menekan Pertumbuhan *Rhizoctonia solani* Khun

Uji potensi bakteri endofit terhadap *R. solani* dilakukan dengan menggunakan metode biakan ganda (*dual culture method*). Pengujian dilakukan dengan menumbuhkan *R. solani* dan bakteri endofit secara bersamaan dalam satu cawan petri yang berisi media NA. *R. solani* yang akan digunakan telah dimurnikan menggunakan media PDA, dan diinkubasi selama 5-7 hari pada suhu ruang. Kemudian *R. solani* dilubangi dengan cork borer (\emptyset 5 mm), dan dipindahkan ke tengah cawan petri yang berisi NA. Isolat bakteri endofit digoreskan dengan jarak 3 cm dari jamur patogen. Sebagai kontrol *R. solani* ditumbuhkan tanpa adanya perlakuan bakteri endofit (Safdarpour & Khodakaramian, 2019). Kemudian diinkubasi selama 3×24 jam.

3. Seleksi isolat Bakteri Endofit dari Benih Padi untuk Meningkatkan Pertumbuhan Bibit Tanaman Padi

a. Persiapan Media Tanam

Media tanam yang digunakan adalah tanah dan pupuk kandang dengan perbandingan 2:1. Kemudian, tanah dan pupuk kandang dimasukkan ke plastik berukuran 5 kg dan disterilisasi dengan metode tyndalisasi menggunakan dandang selama 1 jam pada suhu 100 °C. Kemudian didiamkan selama 1 hari dan dipanaskan kembali dengan cara yang sama hingga 3 kali. Media yang sudah

steril diletakkan pada bak kecambah untuk pertumbuhan bibit padi. Benih padi yang digunakan adalah benih padi varietas IR-42.

b. Introduksi Bakteri Endofit

Introduksi bakteri endofit dilakukan pada benih varietas IR-42. Pada benih dilakukan dengan melakukan perendaman benih pada suspensi bakteri endofit. Sebelumnya benih padi harus disterilisasi permukaan dalam aquades steril selama 1 menit, direndam dalam NaOCl 2,5% selama 1 menit, kemudian dibilas menggunakan aquades steril selama 1 menit. Kemudian, benih padi direndam ke dalam setiap suspensi bakteri endofit selama 24 jam. Kemudian, dikeringanginkan selama ± 5 menit (Rahma *et al.*, 2019). Perlakuan kontrol, benih padi direndam dalam aquades steril dengan waktu yang sama. Setelah dilakukan perendaman, benih padi disemai dalam bak kecambah berukuran (25 x 20 x 5) cm yang sudah berisi media tanah dan pupuk kandang steril dengan perbandingan 2:1. Penyemaian benih padi dilakukan selama 21 hari, dan dihitung daya muncul lapang bibit pada masing-masing perlakuan. Pemeliharaan meliputi penyiraman bibit padi pada pagi dan sore hari (d disesuaikan dengan kondisi tanaman).

4. Karakterisasi Bakteri Endofit sebagai Agen Biokontrol dan Pemacu Pertumbuhan Tanaman Padi

i. Karakterisasi Bakteri Endofit sebagai Agens Biokontrol

a. Uji Produksi Siderofor

Produksi siderofor dilakukan dengan menggunakan media *Simple Double Layered Chrome Azurol Sulfonate Agar* (SD-CASA). Kertas cakram (diameter 1 cm) dicelupkan pada suspensi isolat BE (kepadatan populasi 10⁸ sel/mL) lalu dikeringkan selama 5 menit kemudian diletakkan ditengah medium SD-CASA. Sebagai kontrol, kertas cakram (diameter 1 cm) dicelupkan pada akuades steril dan diletakkan di tengah media lalu diinkubasi pada suhu ruang selama 24 jam (Husen, 2003). Uji produksi siderofor ditandai dengan adanya warna jingga di sekitar koloni bakteri endofit.

b. Uji Produksi Protease

Produksi protease dideteksi pada medium *Skim milk* (20 g susu skim, 24 g agar per liter, 1000 ml akuades) (Hamdani *et al.*, 2019). Kertas cakram (diameter 1

cm) dicelupkan pada suspensi bakteri endofit (kepadatan populasi 10^8 sel/mL) lalu dikeringkan selama 5 menit dan diletakkan di tengah medium skim milk. Sebagai kontrol, kertas cakram (diameter 1 cm) dicelupkan ke dalam akuades steril dan diletakkan pada medium, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama 2x24 jam.

c. Uji Produksi Kitinase

Uji kitinase bertujuan untuk mengetahui kemampuan bakteri endofit dalam memproduksi enzim kitinase. Uji kitinase dilakukan menggunakan metode Singh *et al.*, (1999). Uji kitinase ditumbuhkan pada medium agar kitin modifikasi (media TSA yang ditambahkan *colloidal chitin* 0,2%). Kertas saring dengan diameter 6 mm dicelupkan ke dalam suspensi bakteri endofit, lalu diletakkan di bagian tengah medium di dalam cawan petri. Sebagai kontrol, kertas saring dicelupkan dengan akuades steril dan diletakkan di tengah medium dan diinkubasi selama 7 hari.

ii. Karakterisasi Bakteri Endofit sebagai Pemacu Pertumbuhan

a. Uji Produksi *Indole Acetic Acid* (IAA)

Uji produksi IAA dilakukan dengan menggunakan metode Pattern & Glick (2002) secara kualitatif. Bakteri endofit ditumbuhkan pada media *Nutrien Broth* (25 ml) dengan ditambah 5 ml larutan L-TRP (0,5%) dan tanpa larutan L-TRP dan diinkubasi pada *shaker orbital* dengan kecepatan 120 *rpm* selama 24 jam pada suhu 28 °C. Selanjutnya di *centrifuge* selama 10 menit. 1 ml supernatan dipindahkan ke tabung reaksi dan ditambah 2 ml *reagent Salkowsky*.

b. Uji Fiksasi Nitrogen

Uji fiksasi nitrogen dilakukan dengan mengacu metode Fatimah *et al.* (2022), yaitu dengan menumbuhkan bakteri endofit pada medium NB selama 24 jam, kemudian 1 ml isolat bakteri endofit dari medium NB dituangkan pada 9 ml medium NFB semi solid. Isolat diinkubasi selama 10 hari pada suhu ruang 30°C. Isolat bakteri endofit yang mampu memfiksasi nitrogen ditandai dengan adanya perubahan warna dari hijau menjadi biru pada medium NFB semi solid.

5. Analisis Data

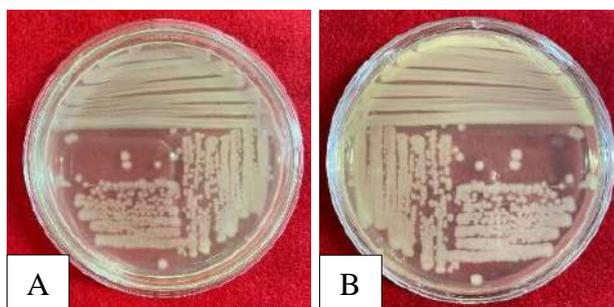
Data dianalisis dengan menggunakan Statistix 8 dengan ANOVA (*Analysis of Variance*). Apabila data berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji *Least Significance Difference* (LSD) pada taraf nyata 5%.

BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Keragaman Morfologi Bakteri Endofit dari Benih Padi

Bakteri endofit yang diisolasi dari benih padi diperoleh 35 isolat yang berasal dari 5 Kabupaten/Kota, 10 isolat berasal dari Kota Solok, 6 isolat berasal dari Kabupaten Pesisir Selatan, 6 isolat berasal dari Kabupaten Agam, 6 isolat berasal dari Kabupaten Lima Puluh Kota, dan 7 isolat berasal dari Kabupaten Tanah Datar. Seluruh isolat memiliki keragaman morfologi yang berbeda-beda (Lampiran 2). Isolat bakteri endofit tampak atas dan tampak bawah pada umumnya berwarna krem, ada juga yang berwarna orange, merah muda, putih, dan memiliki bentuk koloni circular, dapat dilihat pada (Gambar 12).



Gambar 1. Morfologi bakteri endofit setelah peremajaan, (A) Isolat tampak atas, (B) Isolat tampak bawah.

Pada uji hemolisis sebanyak 15 isolat menunjukkan reaksi positif dengan toksin β yang ditandai dengan adanya zona bening di sekitar koloni bakteri endofit sehingga tidak digunakan dalam penelitian karena berbahaya bagi hewan dan manusia. Pada uji keamanan hayati didapatkan 12 isolat yang menunjukkan reaksi negatif. Isolat tersebut dapat digunakan pada tahap selanjutnya (Lampiran 3).

2. Potensi Bakteri Endofit Menekan Pertumbuhan *Rhizoctonia solani* Khun

Perlakuan bakteri endofit menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata pada uji daya hambat terhadap *R. solani*. Semua isolat bakteri endofit memiliki kemampuan dalam menghambat pertumbuhan *R. solani*. Persentase daya hambat berkisar antara 30,00 – 54,60 % jika dibandingkan dengan kontrol (Tabel 1).

Tabel 1. Uji antagonis bakteri endofit menekan pertumbuhan *R. solani*

Perlakuan	Daya Hambat (%)	Kriteria
BPI41	54.60 a	Kuat
ADI35	49.60 b	Kuat

BI34	47.80 c	Kuat
BMI33	44.00 d	Kuat
BMI31	42.00 e	Kuat
ADI37	37.60 f	Sedang
BI41	34.80 g	Sedang
ADI34	33.80 h	Sedang
BI31	32.00 i	Sedang
KKI36	31.80 i	Sedang
BI33	30.40 j	Sedang
KKI35	30.00 j	Sedang
Kontrol	00.00 k	Lemah
KK	2.04	

3. Potensi Bakteri Endofit sebagai Agens Pemacu Pertumbuhan Bibit Padi

Perlakuan bakteri endofit menunjukkan pengaruh tidak berbeda nyata terhadap daya muncul lapang benih bila dibandingkan dengan kontrol (Tabel 2). Hasil daya muncul lapang benih padi berkisar antara 74% - 87%. Perlakuan bakteri endofit isolat BMI33, BI41, ADI35, BPI41, BMI31, dan BI33 menunjukkan pengaruh berbeda nyata terhadap pertumbuhan tinggi bibit dibandingkan kontrol dan perlakuan lainnya. Sedangkan perlakuan bakteri endofit isolat KKI35, KKI36, BI31, ADI34, BI34, dan ADI37 menunjukkan pengaruh tidak berbeda nyata dibandingkan dengan kontrol. Tinggi bibit padi berkisar antara 13,66 – 18,86 cm dengan efektivitas 0,00 – 41,16% (Tabel 2). Perlakuan bakteri endofit isolat BI41 memberikan pengaruh yang berbeda nyata terhadap jumlah daun dibandingkan kontrol. Sedangkan kontrol memiliki jumlah daun yang sedikit yaitu 2,88 helai daun.

Tabel 2. Hasil pengujian bakteri endofit terhadap daya muncul lapang, tinggi bibit, dan jumlah daun bibit

Perlakuan	Daya Muncul Lapang (%)	Tinggi Bibit (cm)	Efektivitas Tinggi Bibit (%)	Jumlah Daun Bibit (helai)	Efektivitas Daun Bibit (%)
ADI34	83.00 a	15.76 bcd	17.96%	2.90 b	0.69%
ADI35	81.00 a	17.95 ab	34.35%	3.08 ab	6.94%
ADI37	84.00 a	14.04 cd	5.08%	2.90 b	0.69%
BI31	74.00 a	15.76 bcd	17.96%	2.90 b	0.69%
BI33	74.00 a	16.25 abc	21.63%	2.98 ab	3.47%
BI34	78.00 a	15.66 bcd	17.21%	3.12 ab	8.33%
BI41	78.00 a	18.11 ab	35.55%	3.32 a	15.27%
KKI35	82.00 a	15.99 bcd	19.68%	2.98 ab	3.47%
KKI36	87.00 a	15.80 bcd	18.26%	3.02 ab	4.86%

BMI31	87.00 a	16.47 abc	23.27%	2.98 ab	3.35%
BMI33	84.00 a	18.86 a	41.16%	3.02 ab	4.86%
BPI41	77.00 a	16.61 abc	24.32%	2.94 b	2.08%
Kontrol	74.00 a	13.36 d	-	2.88 b	-
KK	14.02	14.09		16.10	

Perlakuan bakteri endofit isolat BMI33, BI41, ADI35, BPI41, BMI31, BI33, KKI35, dan ADI34 menunjukkan pengaruh berbeda nyata terhadap panjang akar dibandingkan dengan kontrol (Tabel 3). Semua perlakuan isolat bakteri endofit mampu meningkatkan pertumbuhan akar pada bibit padi. Panjang akar bibit padi berkisar antara 10,42 cm – 19,25 cm dengan efektivitas berkisar 0,00% - 84,74%.

Seluruh perlakuan bakteri endofit menunjukkan berbeda nyata terhadap berat basah bibit padi dibandingkan dengan kontrol kecuali isolat BI31 yang tidak berbeda nyata (Tabel 3). Berat basah bibit padi berkisar antara 5,97 gram – 11,03 gram dengan efektivitas berkisar 0,00% - 84,75%. Perlakuan bakteri endofit isolat BMI33, BI41, ADI35, BMI31, dan BPI41 menunjukkan berbeda nyata terhadap berat kering bibit dibandingkan dengan kontrol. Berat kering bibit padi berkisar antara 4,45 gram – 6,95 gram dengan efektivitas berkisar antara 0,00% - 56,17%.

Tabel 3. Hasil pengujian bakteri endofit terhadap panjang akar, berat basah, dan berat kering

Perlakuan	Panjang Akar (cm)	Efektivitas Panjang Akar (%)	Berat Basah Bibit (gr)	Efektivitas Berat Basah (%)	Berat Kering Bibit (gr)	Efektivitas Berat Kering (%)
ADI34	12.15 def	16.60%	7.81 cd	30.82%	5.28 bcd	18.65%
ADI35	14.90 bc	42.99%	9.09 b	52.26%	5.48 b	23.14%
ADI37	11.18 fg	7.29%	7.06 de	18.25%	4.55 cd	2.24%
BI31	11.55 efg	10.84%	6.82 ef	14.23%	4.53 d	1.79%
BI33	12.51 def	20.05%	7.60 cde	27.30%	4.99 bcd	12.13%
BI34	11.95 efg	14.68%	7.39 cde	23.78%	4.84 bcd	8.76%
BI41	16.13 b	54.79%	10.76 a	80.23%	6.80 a	52.80%
KKI35	12.30 def	18.04%	7.19 cde	20.43%	4.66 bcd	4.71%
KKI36	11.78 efg	13.05%	7.44 cde	24.62%	4.93 bcd	10.78%
BMI31	12.95 de	24.28%	8.17 bc	36.85%	5.44 bc	22.24%
BMI33	19.25 a	84.74%	11.03 a	84.75%	6.95 a	56.17%
BPI41	13.66 cd	31,09%	7.86 cd	31.65%	5.44 bc	22.24%
Kontrol	10.42 g	-	5.97 f	-	4.45 d	-
KK	10.39		10.96		15.02	

4. Karakterisasi Bakteri Endofit sebagai Agens Biokontrol dan Agens Pemacu Pertumbuhan Tanaman

Karakterisasi bakteri endofit sebagai agens biokontrol terhadap bakteri *Rhizoctonia solani* Khun dapat dilihat pada (Tabel 4). Berdasarkan uji produksi siderofor didapatkan 11 dari 12 isolat mampu menunjukkan zona jingga di sekitar koloni bakteri endofit. Selanjutnya, terdapat 8 dari 12 isolat bakteri endofit mampu memproduksi protease ditandai dengan adanya zona bening di sekitar koloni. Terdapat 2 dari 12 isolat bakteri endofit mampu memproduksi kitinase ditandai dengan adanya zona bening di sekitar koloni bakteri endofit.

Karakterisasi bakteri endofit sebagai agens biostimulan dapat dilihat pada (Tabel 4). Berdasarkan uji produksi IAA didapatkan bahwa 10 isolat mampu memproduksi IAA. Isolat yang mampu memproduksi IAA ditandai dengan adanya perubahan warna merah muda pada larutan. Terdapat 8 isolat bakteri endofit yang mampu memfiksasi nitrogen ditandai dengan adanya perubahan warna menjadi warna biru pada larutan.

Tabel 4. Karakterisasi Bakteri Endofit sebagai Agens Biokontrol

No	Isolat	Uji Produksi Siderodor	Uji Produksi Protease	Uji Produksi Kitinase	Uji Produksi IAA	Uji Fiksasi Nitrogen
1	ADI34	+	-	-	+	-
2	ADI35	+	+	-	+	+
3	ADI37	+	+	-	-	+
4	BI31	+	+	-	-	+
5	BI33	+	-	-	+	-
6	BI34	+	+	+	+	+
7	BI41	+	+	-	+	+
8	KKI35	+	-	-	+	-
9	KKI36	+	-	-	+	-
10	BMI31	+	+	-	+	+
11	BMI33	+	+	+	+	+
12	BPI41	+	+	-	+	+

Keterangan : (-) : Tidak mampu memproduksi
(+) : Mampu memproduksi

B. Pembahasan

Isolasi bakteri endofit dari benih padi diperoleh sebanyak 35 isolat. Keberadaan bakteri endofit melimpah di alam ditandai dengan keseluruhan isolat yang diperoleh memiliki ciri-ciri yang berbeda-beda. Isolasi bakteri endofit dari

benih padi varietas anak daro didapatkan sebanyak 10 isolat, varietas bawaan didapatkan 6 isolat, varietas kuriak kusuik didapatkan 6 isolat, varietas banang pulau didapatkan sebanyak 6 isolat, dan varietas bujang marantau didapatkan sebanyak 7 isolat. Menurut Yanti *et al.* (2021), keragaman bakteri endofit pada jaringan tanaman dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti, suhu, pH, faktor salinitas, nutrisi dan juga pertumbuhan tanaman. Keragaman bakteri endofit dari benih padi memiliki keunggulan daripada bagian tanaman lainnya. Bakteri endofit di benih padi dapat dengan cepat mengkolonisasi karena persaingannya lebih sedikit dibandingkan di akar. Sehingga bakteri endofit yang berada di benih dapat dengan cepat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Shahzad *et al.*, 2017).

Setelah dilakukan uji keamanan hayati seperti uji hipersensitif, uji patogenisitas, dan uji hemolisis diperoleh 12 isolat terpilih yang merupakan bakteri non patogen terhadap tanaman, hewan dan manusia. Sehingga isolat tersebut berpotensi sebagai agens hayati untuk menekan penyakit hawar pelepah (*R. solani*) pada tanaman padi. Menurut Pasaribu (2019) bahwa sifat non patogen terhadap tanaman, hewan, dan manusia merupakan syarat utama yang harus dipenuhi dalam agens hayati, hal tersebut bertujuan untuk menjaga keamanan pangan dan kesehatan.

Isolat bakteri endofit dari benih padi mampu menekan pertumbuhan *R. solani* sebagai penyebab penyakit hawar pelepah padi. Hal ini diduga bakteri endofit tersebut menghasilkan metabolit sekunder yang bersifat antimikroba dan enzim yang dapat melisis dinding sel patogen. Dari hasil didapatkan seluruh isolat bakteri endofit yang berpotensi dalam menekan pertumbuhan *R. solani*. Isolat bakteri endofit BPI41 memiliki kemampuan daya hambat yang lebih tinggi terhadap *R. solani* sebesar 54,60% dengan kriteria kuat. Kemampuan isolat bakteri endofit dalam menghambat diduga disebabkan oleh mekanisme antibiosis yang dihasilkan oleh bakteri endofit. Hasil penelitian Purkayastha *et al.* (2018) bahwa kemampuan menghambat bakteri endofit mampu menghasilkan beberapa antibiosis seperti kitinase, protease, lipase, selulase, IAA dan siderophore yang dapat digunakan dalam bioteknologi pertanian.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa isolat bakteri endofit memiliki pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap daya muncul lapang pada

pertumbuhan bibit padi. Namun perlakuan bakteri endofit memiliki pengaruh berbeda nyata terhadap pertumbuhan tanaman. Isolat BMI33, BI41, dan ADI35 mampu meningkatkan tinggi bibit tanaman padi lebih baik dengan efektivitas 41,16%, 35,55%, dan 34,35%. Isolat BI41 mampu meningkatkan jumlah daun lebih baik dengan efektivitas 15,27% dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Isolat BMI33, BI41, dan ADI35 mampu meningkatkan panjang akar bibit padi lebih baik dengan efektivitas 84,74%, 54,79%, dan 42,99% dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Ketiga isolat tersebut juga mampu meningkatkan berat basah bibit padi dan berat kering bibit padi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena bakteri tersebut memiliki kemampuan menghasilkan IAA dan memfiksasi nitrogen.

Menurut Etesami & Glick (2024) bahwa hormon IAA merupakan fitohormon utama, tidak hanya memengaruhi pertumbuhan dan perkembangannya, tetapi juga memainkan peran penting dalam mengendalikan patogen tanaman. Hormon IAA memainkan peran penting dalam pemacu pertumbuhan tanaman seperti pembelahan sel, diferensiasi sel dan perkembangan buah-buahan (Wu *et al.*, 2021). Penyebab bakteri edofit mampu dalam meningkatkan pertumbuhan bibit padi diduga dikarenakan memiliki kemampuan dalam memfiksasi nitrogen. Menurut Luo *et al.* (2021) bahwa bakteri yang mampu memfiksasi nitrogen merupakan kemampuan bakteri untuk mengubah nitrogen di atmosfer menjadi amonia. Tanaman membutuhkan unsur nitrogen untuk pertumbuhan tanaman. Kebutuhan unsur nitrogen dapat dipenuhi oleh bakteri yang mampu memfiksasi nitrogen (Sapalina *et al.*, 2022).

Hasil kemampuan bakteri endofit dalam menghambat jamur patogen *R. solani* dilakukan pengujian siderofor. Hasil uji siderofor didapatkan seluruh isolat mampu menghasilkan siderofor. Menurut Sriyanti *et al.* (2015) bahwa kemampuan agens hayati dalam menekan patogen biasanya melibatkan satu atau beberapa mekanisme penghambatan, baik itu sebagai penghasil toksin, enzim, kompetisi ruang dan nutrisi, dan penghasil siderofor. Kemampuan isolat bakteri endofit dalam memproduksi protease didapatkan ADI35, ADI37, BI31, BI34, BI41, BMI31, BMI33, dan BPI41 menunjukkan mampu memproduksi protease. Enzim protease adalah enzim yang mampu menghidrolisis atau memecah molekul

protein dan hal tersebut dapat menghambat patogen (Suhartono & Artika, 2017). Kemampuan isolat bakteri endofit dalam memproduksi kitinase didapatkan isolat BI34 dan BMI33 mampu memproduksi kitinase. Enzim kitinase merupakan enzim yang memiliki kemampuan dalam mendegradasi kitin. Kemampuan bakteri tersebut dapat berperan mengendalikan serangan jamur patogen tanaman dengan menjadikan kitin sebagai sumber karbon dan nitrogen (Prasetya *et al.*, 2018).

Berdasarkan hasil kemampuan isolat bakteri endofit dalam produksi IAA secara kualitatif didapatkan seluruh isolat mampu memproduksi IAA kecuali isolat ADI37 dan BI31. Menurut Kholida (2016) bahwa kemampuan bakteri dalam menghasilkan IAA ditunjukkan dengan warna kemerahan pada isolat tersebut. Larosa *et al.* (2013) bahwa faktor yang memengaruhi reaksi antara IAA dengan reagen Salkowski adalah cahaya, apabila ada cahaya yang masuk maka dapat merusak reaksi warna yang terjadi ketika produksi IAA.

Hasil uji isolat bakteri endofit dalam memfiksasi nitrogen secara kualitatif didapatkan isolat BMI33, BI41, ADI35, ADI37, BI31, BI34, BMI31, dan BPI41 mampu memfiksasi nitrogen ditandai dengan adanya perubahan warna pada isolat menjadi warna biru. Menurut Sapalina *et al.* (2022) bahwa nitrogen organik tidak tersedia secara langsung untuk tanaman dan harus dikonversi menjadi amonium atau nitrat yaitu dengan bantuan bakteri yang mampu memfiksasi nitrogen.

Hasil penelitian yang telah dilakukan ini diperoleh seluruh isolat memiliki potensi dalam menghambat patogen atau meningkatkan pertumbuhan tanaman padi. Hal tersebut dibuktikan dengan pengujian bakteri endofit dalam menghasilkan siderofor, protease, kitinase, memproduksi IAA serta mampu memfiksasi nitrogen. Kemampuan isolat bakteri endofit tersebut dapat dijadikan produk hayati (*biofertilizer* & *biopestisida*). Produk hayati ini akan menjadikan inovasi untuk mewujudkan *sustainable development goals* (SDGs) pada tahun 2030.

BAB V. PENUTUP

A. Kesimpulan

Terdapat 12 isolat bakteri endofit yang diisolasi dari benih padi memiliki beragam karakteristik yaitu kemampuannya menekan pertumbuhan jamur *Rhizoctonia solani* Khun penyebab penyakit hawar pelepah pada tanaman padi. Berdasarkan uji di lapangan bahwa 12 isolat bakteri endofit tersebut memiliki kemampuan dalam meningkatkan pertumbuhan bibit padi. Terdapat 12 isolat bakteri endofit didapatkan mampu memproduksi siderofor, 8 isolat bakteri endofit mampu memproduksi protease dan 2 isolat mampu memproduksi kitinase. Terdapat 10 isolat yang mampu memproduksi IAA dan 8 isolat mampu memfiksasi nitrogen. Bakteri endofit dalam menekan pertumbuhan penyakit hawar pelepah (*R. solani*) dan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dapat dijadikan sebagai produk hayati (*biofertilizer & biopestisida*). Produk hayati dapat menggantikan sebagian dari penggunaan pupuk anorganik, mengurangi jumlah, dan biaya pupuk anorganik. Produk hayati ini dapat digunakan sebagai inovasi untuk mewujudkan *sustainable development goals* (SDGs) pada tahun 2030.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini, disarankan untuk melakukan implementasi produk hayati dari isolat bakteri endofit yang berpotensi untuk dapat diaplikasikan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afzal, I., Shinwari, Z. K., Sikandar, S., & Shahzad, S. (2019). Plant Beneficial Endophytic Bacteria: Mechanisms, Diversity, Host Range and Genetic Determinants. *Microbiological Research*, 221, 36-49.
- Aji, S. P., & Kartono, D. T. (2022). Kebermanfaat Adanya Sustainable Development Goals (Sdgs). *Journal of Social Research*, 1(6), 507-512.
- Akber, M. A., Mubeen, M., Sohail, M. A., Khan, S. W., Solanki, M. K., Khalid, R., & Zhou, L. (2023). Global Distribution, Traditional and Modern Detection, Diagnostic, and Management Approaches of *Rhizoctonia solani* Associated With Legume Crops. *Frontiers in Microbiology*, 13, 1091288.
- Ali, M., Ali, Q., Sohail, M. A., Ashraf, M. F., Saleem, M. H., Hussain, S., & Zhou, L. (2021). Diversity and Taxonomic Distribution of Endophytic Bacterial Community in the Rice Plant and its Prospective. *International journal of molecular sciences*, 22(18), 10165.
- Andesmora, E. V., Anhar, A., & Advinda, L. (2019). Kandungan Protein Padi Sawah Lokal di Lokasi Penanaman yang Berbeda di Sumatera Barat. *Jurnal Ilmu Pertanian Tirtayasa*, 2(2).
- Asmoro, P. P. (2019). Bakteri Endofit dari Tumbuhan Paku-Pakuan sebagai Agens Hayati *Rhizoctonia solani* dan Pemacu Pertumbuhan Tanaman Padi. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 15(6), 239-247.
- Badan Pusat Statistik. 2023. Jumlah Produksi Padi 2020-2023. <https://www.bps.go.id/> (diakses 12 oktober 2023).
- Basit, A. (2020). Implementasi Algoritma *Naive Bayes* Untuk Memprediksi Hasil Panen Padi. *JTIK (Jurnal Teknik Informatika Kaputama)*, 4(2), 208-213.
- Bomfim, C. S. G., da Silva, V. B., Cursino, L. H. S., Mattos, W. D. S., Santos, J. C. S., de Souza, L. S. B., & Fernandes-Júnior, P. I. (2020). Endophytic Bacteria Naturally Inhabiting Commercial Maize Seeds Occupy Different Niches and are Efficient Plant Growth-Promoting Agents. *Symbiosis*, 81, 255-269.
- Dewi, O. R. (2020). The Effect of Chitosan in Suppressing the Development of the Sheath Blight Disease (*Rhizoctonia solani* Khun) on Rice (*Oryza sativa* L.). *CROPSAVER-Journal of Plant Protection*, 3(1), 8-16.
- Dowarah, B., Agarwal, H., Krishnatreya, D. B., Sharma, P. L., Kalita, N., & Agarwala, N. (2021). Evaluation of Seed Associated Endophytic Bacteria From Tolerant Chilli cv. Firingi Jolokia for Their Biocontrol Potential Against Bacterial Wilt Disease. *Microbiological Research*, 248, 126751.

- Elviasari J, Rusli R, dan Ramadhan AM, 2016. Isolasi Jamur Endofit Daun Beluntas (*Pluchea indica* (L.) Less). *Jurnal Sains dan Kesehatan*; 1(3): 126-130.
- Etesami, H., & Glick, B. R. (2024). Bacterial indole-3-acetic acid: A key regulator for plant growth, plant-microbe interactions, and agricultural adaptive resilience. *Microbiological Research*, 127602.
- Fajarfika, R. (2021). Potensi *Trichoderma spp.* dalam Pengendalian Penyakit Hawar Pelepah Padi (*Rhizoctonia solani*) secara *In Vivo*. *Jurnal Agrotek Tropika*, 9(1), 1-8.
- Fitriyah, D., Ubaidillah, M., & Oktaviani, F. (2020). Analisis Kandungan Gizi Beras dari Beberapa Galur Padi Transgenik Pac Nagdong/Ir36. *ARTERI: Jurnal Ilmu Kesehatan*, 1(2), 154-160.
- Hamzah, P., Subandiyah, S., Wibowo, A., & Farhanah, A. (2021). Variabilitas Morfologi *Rhizoctonia Solani* Penyebab Penyakit Hawar Pelepah Padi di Sulawesi Selatan. *Jurnal Agrisistem*, 17(1), 40-45.
- Itsnaini, N., Supiyani, S., & Gutomo, H. S. (2019). Biological Characterization of Isolates of the *Rhizoctonia solani* Fungus in Rice (*Oryza sativa*) from Karanganyar District, Indonesia. *Asian Journal of Tropical Biotechnology*, 16(2).
- Karim, H. A., & Aliyah, M. (2019). Evaluasi Penentuan Waktu Tanam Padi (*Oriza sativa* L.) Berdasarkan Analisa Curah Hujan dan Ketersediaan Air pada Wilayah Bedungan Sekka-Sekka Kabupaten Polewali Mandar. *AGROVITAL: Jurnal Ilmu Pertanian*, 3(2), 41-46.
- Kholida F.T, Ulaika E. (2016). Potensi Azotobacter sebagai Penghasil Hormon IAA (Indole Acetic Acid). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4(2): E75-E77
- Klement, Z., Rudolph, K., and Sand, D. C. 1990. *Methods in Phytophatology*. Hungary: Akademia Kiado.
- Larosa. SF., E., Kusdiyantini., B., Raharjo., A. Sarjiya. (2013). Kemampuan isolat bakteri penghasil Indole Acetic Acid (IAA) dari tanah gambut sampit Kalimantan Tengah. *Jurnal Biologi*, 2 (3): 41-54.
- Meirani, I. G. A. D., Parwanayoni, N. M. S., & Suriani, N. L. (2023). Daya Hambat Ekstrak Daun Cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) Terhadap Pertumbuhan Jamur *Rhizoctonia Solani* Kuhn. Penyebab Penyakit Hawar Pelepah pada Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). *ISSN*, 45-54.
- Milati L.N, Nuryanto B. 2019. Periode Kritis Pertumbuhan Tanaman Padi Terhadap Infeksi Penyakit Hawar Pelepah dan Pengaruhnya Terhadap Hasil Gabah. *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*. 3(2):61–66.

- Milati, L. N., Nuryanto, B., & Sumarlin, U. (2021). Hubungan Insidensi Penyakit Hawar Pelepah dengan Keparahan Penyakit dan Hasil Produksi Padi. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 17(3), 113-120
- Munif, A., & Wiyono, S. (2012). Isolasi Bakteri Endofit Asal Padi Gogo dan Potensinya Sebagai Agens Biokontrol dan Pemacu Pertumbuhan. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 8(3), 57-57.
- Muyasir. 2012. Efek Jarak Tanam, Umur, dan Jumlah Bibit terhadap Hasil Padi Sawah (*Oryza sativa* L.). *Jurnal Manajemen Sumberdaya Lahan* 1:207-212.
- Nuryanto, B. (2017). Penyakit Hawar Pelepah (*Rhizoctonia Solani*) Pada Padi dan Taktik Pengelolaannya [*Sheath Blight Disease (Rhizoctonia Solani) on Rice and Management Techniques*]. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 21(2), 63-71.
- Nuryanto, B. (2018). Pengendalian Penyakit Tanaman Padi Berwawasan Lingkungan Melalui Pengelolaan Komponen Epidemik. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 37(1), 1-12.
- Pattern CL & Glick BR. 2002. Role of *Pseudomonas Putida* Indoleacetic Acid in Development of The Host Plant Rootsystem. *Appl. Environ. Microbiol.* 68: 3795–3801.
- Prasetya, I. A. W., Rayahu, Y. S., & Trimulyono, G. (2018). Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Kitinolitik Endofit Bawang Merah (*Allium ascalonicum*) Serta Potensinya dalam Menghambat Pertumbuhan *Fusarium oxysporum*. *Jurnal LenteraBio*, 7(1), 1.
- Rahma, H., Nurbailis, N. Kristia. 2019. Characterization and Potential of Plant Growth-Promoting Rhizobacteria on Rice Seedling Growth and the Effect on *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. *Jurnal Biodiversitas*. 20(12): 3654-3661.
- Rahma, H., Zainal, A., Sinaga, M.S., Memen, S., dan Giyanto. 2014. Potensi Bakteri Endofit dalam Menekan Penyakit Layu Stewart (*Pantoea stewartii* Subsp. *Stewartii*) pada Tanaman. *J. HPT Tropika*, 14(2): 121-137.
- Razali, M.N., Hisham, S. N., Kumar, I. S., Shukla, R. N., Lee, M., Abu Bakar, M. F., & Nadarajah, K. (2021). Comparative Genomics: Insights on the Pathogenicity and Lifestyle of *Rhizoctonia solani*. *International journal of molecular sciences*, 22(4), 2183.
- Safdarpour, F. & Khodakaramian, G., (2019). Assessment Of Antagonistic And Plant Growth Promoting Activities Of Tomato Endophytic Bacteria In

- Challenging With *Verticillium Dahliae* Under In-Vitro And In-Vivo Conditions. *Biological Journal of Microorganism*, 7(28): 77-90.
- Santos, M. L. D., Berlitz, D. L., Wiest, S. L. F., Schünemann, R., Knaak, N., & Fiuza, L. M. (2018). Benefits Associated With the Interaction of Endophytic Bacteria and Plants. *Brazilian archives of biology and technology*, 61.
- Sapalina, F., Ginting, E. N., & Hidayat, F. (2022). Bakteri penambat nitrogen sebagai agen biofertilizer. *War. Pus. Penelit. Kelapa Sawit*, 27(1), 41-50.
- Shahzad, R., Waqas, M., Khan, A. L., Al-Hosni, K., Kang, S. M., Seo, C. W., & Lee, I. J. (2017). Indoleacetic Acid Production and Plant Growth Promoting Potential of Bacterial Endophytes Isolated from Rice (*Oryza sativa* L.) Seeds. *Acta Biologica Hungarica*, 68(2), 175-186.
- Siregar, M. & Sulardi. (2018). Agribisnis Budidaya Padi. Fakultas Ekonomi Universitas Panca Budi, Medan.
- Soenartiningih, M. Akil, dan N.N. Andayani. (2015). Cendawan Tular Tanah (*Rhizoctonia solani*) Penyebab Penyakit Busuk Pelepah pada Tanaman Jagung dan Sorgum dengan Komponen Pengendaliannya. *Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan Bogor*, 87-88.
- Sriyanti, N. L. G., Suprpta, D. N., & Suada, I. K. (2015). Uji keefektifan rizobakteri dalam menghambat pertumbuhan jamur *Colletotrichum* spp. penyebab Antraknosa pada cabai merah (*Capsicum annum* L.). *E-Jurnal Agroekoteknologi Tropika*, 4(1), 53-65.
- Stephen, Alan J., Rees, Neil V, Mikheenko, Iryna, & Macaskie, Lynne E. (2019). Platinum and palladium bio-synthesized nanoparticles as sustainable fuel cell catalysts. *Frontiers in Energy Research*, 66
- Suhartono, S., & Artika, W. (2017). Isolasi dan uji aktivitas protease dari aktinobakteri isolat lokal (AKJ-09) Aceh. *Jurnal Bioleuser*, 1(3).
- Sulistiyanto, S., Saputri, T. A., & Noviyanti, N. (2022). Deteksi Dini Hama dan Penyakit Padi Menggunakan Metode Certainty Factor. *JURIKOM (Jurnal Riset Komputer)*, 9(1), 48-54.
- Taulé, C., Vaz-Jauri, P., & Battistoni, F. (2021). Insights Into the Early Stages of Plant–Endophytic Bacteria Interaction. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 37, 1-9.
- Wahyudi, A. T., Meliah, S., & Nawangsih, A. A. (2011). *Xanthomonas oryzae* P.v. *oryzae* Bakteri Penyebab Hawar Daun Pada Padi: Isolasi, Karakterisasi, Dan Telah Mutagenesis dengan Transposon. *Makara Journal of Science*.

- Wahyuningsih, W. (2018). Millenium develompent goals (Mdgs) Dan sustainable development goals (Sdgs) dalam kesejahteraan sosial. *BISMA: Jurnal Bisnis dan Manajemen*, 11(3), 390-399.
- Wang, L., Xi, N., Lang, D., Zhou, L., Zhang, Y., & Zhang, X. (2022). Potential Biocontrol and Plant Growth Promotion of an Endophytic Bacteria Isolated From *Glycyrrhiza uralensis* Seeds. *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 32(1), 1-16.
- Wati, C. (2017). Identifikasi Hama Tanaman Padi (*Oriza sativa* L) dengan Perangkap Cahaya di Kampung Desay Distrik Prafi Provinsi Papua Barat. *Jurnal triton*, 8(2), 81-87.
- Wu, H., Yang, J., Shen, P., Li, Q., Wu, W., Jiang, X., ... & Qi, F. (2021). High-level production of indole-3-acetic acid in the metabolically engineered *Escherichia coli*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 69(6), 1916-1924.
- Wu, W., Chen, W., Liu, S., Wu, J., Zhu, Y., Qin, L., & Zhu, B. (2021). Beneficial Relationships Between Endophytic Bacteria and Medicinal Plants. *Frontiers in plant science*, 12, 646146.
- Yanti, D., Rahmawati dan Kurniatuhadi, R. 2021. Karakteristik Morfologis dan Fisiologis Bakteri Endofit dari Akar Napas Tumbuhan *Avicennia marina* (fork) vierh di Mempawah Mangrove Park. *Biologica Samudra*, 3(2): 166-183.
- Fatimah, Millah AI, Fadilah RLA, Salsabila S, Ramly ZA, Sugiarti T, Nurhariyati T, Ni'matuzahroh, dan Affandi M, 2022. Isolation and Potency Test of Endophytic Bacteria as Nitrogen Fixer from Mangrove Plant in Lamongan. *Jurnal Riset dan Aplikasinya*; 4(1): 26-33

LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Orisinalitas Karya

LOMBA KARYA TULIS ILMIAH NASIONAL 10th KIME ON IDEAS COMPETITION

1. Judul : Eksplorasi dan Karakterisasi Bakteri Endofit dari Benih Padi Untuk Menekan Pertumbuhan *Rhizoctonia solani* Khun Penyebab Penyakit Hawar Pelapah pada Tanaman Padi Untuk Mewujudkan SDGs 2030
2. Perguruan Tinggi : Universitas Andalas
3. Identitas Penulis
- a. Nama Lengkap Ketua : Mhd Iqbal
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. Tempat, Tanggal Lahir : Rawang, 18 Agustus 2002
 - d. Prodi/Angkatan : Proteksi Tanaman/2020
 - e. NIM : 2010252029
 - f. Alamat : Kabupaten Asahan, Provinsi Sumatera Utara
 - g. Email : miqbal10004545@gmail.com
 - h. Anggota :
- Nama Lengkap Anggota 1: Vatima Zahara

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan adalah benar/ Dengan ini saya menyatakan ikut serta dalam Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional 10th *KIME on Ideas Competition* (10th KOIN) dan menyetujui semua syarat dan ketentuan lomba yang ditetapkan oleh panitia

Ketua Tim



(Mhd Iqbal)

Lampiran 2. Keragaman morfologi bakteri endofit

No	Nama Isolat	Uji Gram	Warna Koloni	Bentuk Koloni	Tepi Koloni	Elevasi Koloni
1	ADI31	+	Krem	Circular	Lobate	Flat
2	ADI32	+	Krem	Circular	Lobate	Flat
3	ADI33	+	Orange	Circular	Entire	Umbonate
4	ADI34	+	Krem	Circular	Entire	Flat
5	ADI35	-				
6	ADI36	+	Krem	Circular	Lobate	Flat
7	ADI37	-				
8	ADI38	-	Krem	Circular	Lobate	Flat
9	ADI39	-				
10	ADI310	-				
11	BI31	+	Orange	Circular	Entire	Umbonate
12	BI32	-				
13	BI33	+	Merah muda	Circular	Entire	Convex
14	BI34	+	Krem	Circular	Entire	Convex
15	BI35	+				
16	BI41	-				
17	KKI31	-	Orange	Circular	Entire	Pulvinate
18	KKI32	+	Cokelat	Circular	Entire	Flat
19	KKI33	-	Krem	Circular	Lobate	Flat
20	KKI34	-				
21	KKI35	+	Merah muda	Circular	Entire	Convex
22	KKI36	+	Putih Kekuningan	Circular	Entire	Umbonate
23	BPI31	+	Krem	Circular	Lobate	Flat
24	BPI32	+				
25	BPI33	+	Krem	Circular	Entire	Convex
26	BPI41	+				
27	BPI42	+	Krem	Circular	Lobate	Flat
28	BPI43	+				
29	BMI31	+				
30	BMI32	+	Krem	Circular	Lobate	Flat
31	BMI33	-	Orange	Circular	Entire	Flat
32	BMI34	+	Krem	Circular	Rhizoid	Flat
33	BMI41	+	Krem	Circular	Lobate	Flat
34	BMI42	-	Orange	Circular	Entire	Umbonate
35	BMI42	+	Krem	Circular	Lobate	Flat

Keterangan : AD : Isolat dari varietas Anak Daro
 B : Isolat dari varietas Bawaan
 KK : Isolat dari varietas Kuriak Kusuik
 BP : Isolat dari varietas Banang Pulau
 BM : Isolat dari varietas Bujang Merantau

Lampiran 3. Hasil Uji Gram dan keamanan hayati bakteri endofit

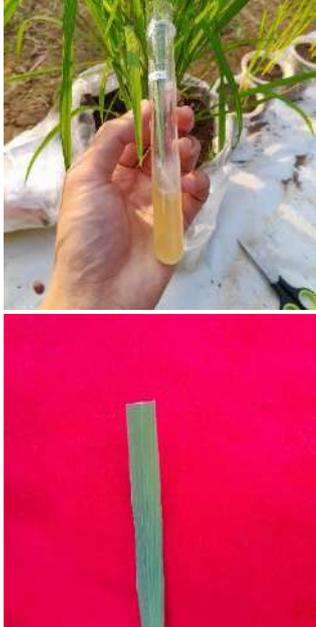
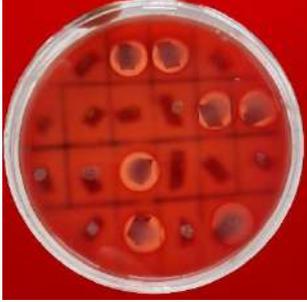
No	Nama Isolat	Uji Gram	Uji Hipersensitif	Uji Patogenisitas	Uji Hemolisis
1	ADI31	+	-	-	+ (Toksin β)
2	ADI32	+	+	-	+ (Toksin β)
3	ADI33	+	+	-	-
4	ADI34	+	-	-	-
5	ADI35	+	-	-	-
6	ADI36	+	-	-	+ (Toksin β)
7	ADI37	-	-	-	-
8	ADI38	-	-	-	+ (Toksin β)
9	ADI39	-	+	-	+ (Toksin β)
10	ADI310	+	+	-	-
11	BI31	+	-	-	-
12	BI32	-	-	-	+ (Toksin β)
13	BI33	+	-	-	-
14	BI34	+	-	-	-
15	BI35	+	+	-	-
16	BI41	-	-	-	-
17	KKI31	-	+	-	-
18	KKI32	+	+	-	-
19	KKI33	-	-	-	+ (Toksin β)
20	KKI34	-	-	-	+ (Toksin β)
21	KKI35	+	-	-	-
22	KKI36	+	-	-	-
23	BPI31	+	+	-	+ (Toksin β)
24	BPI32	+	-	-	+ (Toksin β)
25	BPI33	+	+	-	-
26	BPI41	+	-	-	-
27	BPI42	+	-	-	+ (Toksin β)
28	BPI43	+	+	-	+ (Toksin β)
29	BMI31	+	-	-	-
30	BMI32	+	-	-	+ (Toksin β)
31	BMI33	-	-	-	-
32	BMI34	+	-	-	+ (Toksin β)
33	BMI41	+	+	-	-
34	BMI42	-	+	-	-
35	BMI43	+	-	-	+ (Toksin β)

Keterangan : AD : Isolat dari varietas Anak Daro
 B : Isolat dari varietas Bawaan
 KK : Isolat dari varietas Kuriak Kusuik
 BP : Isolat dari varietas Banang Pulau
 BM : Isolat dari varietas Bujang Merantau

Lampiran 4. Lokasi Pengambilan Sampel

No	Varietas	Asal	Penangkar
1.	Anak Daro	Kota Solok	KT. Sarumpun Padi
2.	Bujang Merantau	Kab. Tanah Datar	CV. Bijo Padi
3.	Banang Pulau	Kab. Lima Puluh Kota	KT. Sarasah
4.	Kuriak Kusuik	Kab. Agam	KWT. Aur Mekar
5.	Bawaan	Kab. Pesisir Selatan	KP. Setia Kawan

Lampiran 5. Dokumentasi hasil uji keamanan hayati

No	Uji Hipersensitif	Uji Ptogenisitas	Uji Hemolisis
1	 <p>Uji hipersensitif dilakukan pada tanaman tembakau dengan menyuntikan suspensi pada jaringan bawah daun</p>	 <p>Uji patogenisitas dilakukan pada tanaman padi dengan mencelupkan pada suspensi bakteri endofit</p>	 <p>Uji hemolisis dilakukan dengan menumbuhkan bakteri endofit pada medium agar darah</p>

Lampiran 6. Dokumentasi potensi bakteri endofit dalam menghambat jamur patogen *R. solani*

No	Dokumentasi Daya Hambat	
1	 <p data-bbox="373 757 1050 790">Uji antagonis bakteri endofit dengan jamur <i>R. solani</i></p>	

Lampiran 7. Dokumentasi lapangan terhadap pertumbuhan tanaman padi

No	Dokumentasi Pertumbuhan Bibit	Percobaan pada tanaman padi
1	 <p data-bbox="389 1666 804 1861">Tanaman sebelah kanan merupakan tanaman yang diintroduksi bakteri endofit, sedangkan tanaman sebelah kiri tanpa perlakuan apapun</p>	 <p data-bbox="884 1666 1331 1839">Tanaman sebelah kiri merupakan tanaman tanpad perlakuan apapun, sedangkan tanaman sebelah kanan diintroduksi perlakuan bakteri endofit</p>

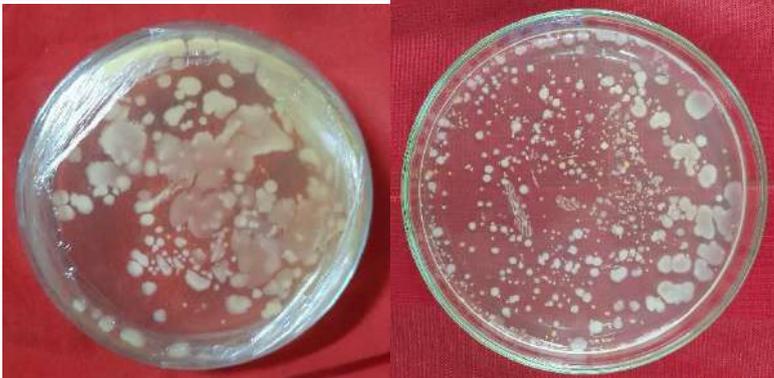
Lampiran 8. Dokumentasi Karakterisasi Bakteri Endofit sebagai Agens Biokontrol

No	Uji Siderofor	Uji Protease	Uji Kitinase
1	 <p>Bakteri endofit menunjukkan zona jingga pada koloni bakteri</p>	 <p>Bakteri endofit menunjukkan zona bening di sekitar koloni bakteri endofit</p>	 <p>Bakteri endofit menunjukkan zona bening di sekitar koloni bakteri endofit</p>

Lampiran 9. Dokumentasi karakterisasi bakteri endofit sebagai agens pemacu pertumbuhan tanaman padi

No	Uji IAA	Uji Fiksasi Nitrogen
1	 <p>Bakteri endofit menunjukkan perubahan warna menjadi warna merah ditandai bahwa mampu menghasilkan IAA</p>	 <p>Bakteri endofit menunjukkan perubahan warna menjadi warna biru ditandai bahwa bakteri tersebut mampu memfiksasi nitrogen</p>

Lampiran 10. Dokumentasi Hasil Isolasi Bakteri Endofit dari Benih Padi

No	Hasil Isolasi
1	

Subtema: Pertanian

10th KIME on Ideas Competition

**POULTRUCK: *INTEGRATED TRANSPORTATION SYSTEM* SEBAGAI
UPAYA MENINGKATKAN EFISIENSI DAN KUALITAS PRODUK
AYAM BROILER DALAM MEWUJUDKAN KEAMANAN PANGAN
BERKELANJUTAN PADA SEKTOR PERUNGGAN DI INDONESIA**



oleh:

Aulia Septavio Utami Teknologi dan Manajemen Ternak/Angkatan 2022

Yulia Saputri Teknologi dan Manajemen Ternak/Angkatan 2020

IPB UNIVERSITY

BOGOR

2024

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul : Poultruck: *Integrated Transportation System* Sebagai Upaya Meningkatkan Efisiensi dan Kualitas Produk Ayam Broiler dalam Mewujudkan Keamanan Pangan Berkelanjutan Pada Sektor Perunggasan di Indonesia

2. Ketua Kelompok
 - a. Nama Lengkap : Aulia Septavio Utami
 - b. NIM : J0409221004
 - c. Prodi : Teknologi dan Manajemen Ternak
 - d. Perguruan Tinggi : IPB University
 - e. Alamat : Mulya Asri 1 Blok A3/27
 - f. No Tel/HP : 085894773340
 - g. Alamat Email : auliaseptavioutami@apps.ipb.ac.id

3. Anggota Kelompok/Penulis
 - a. Nama Lengkap Anggota 1: Yulia Saputri

4. Dosen Pembimbing
 - a. Nama Lengkap dan Gelar : Dr. Ir. Tekad Urip P. Sujarnoko S.Pt., M.Si
 - b. NIDN : 0003119009
 - c. Alamat : Magetan
 - d. No Telp/Hp : 085280847706

Mengetahui,

Bogor, 1 Juli 2024

Dosen Pembimbing

Ketua Tim



Dr. Ir. Tekad Urip P. Sujarnoko., S.Pt.,M.Si

Aulia Septavio Utami

POULTRUCK : INTEGRATED TRANSPORTATION SYSTEM SEBAGAI UPAYA MENINGKATKAN EFISIENSI DAN KUALITAS PRODUK AYAM *BROILER* DALAM MEWUJUDKAN KEAMANAN PANGAN BERKELANJUTAN PADA SEKTOR PERUNGGANAN DI INDONESIA

Aulia Septavio Utami (J0409201004)

Yulia Saputri (J0309201052)

IPB University

auliaseptavioutami@apps.ipb.ac.id

ABSTRAK

Peternakan merupakan salah satu sektor pertanian dengan *demand* yang meningkat setiap tahunnya. Salah satu komoditas unggulan di sektor peternakan adalah ayam *broiler*. Proses produksi pada ayam *broiler* sering kali hanya memperhatikan proses produksi di kandang tanpa memperhatikan proses transportasi sampai kepada konsumen. Proses distribusi sangat jauh dari kata layak, hal ini dapat dilihat dari alat transportasi yang mayoritas menggunakan truk dengan *box* terbuka. Proses transportasi ini sangat jauh dari prinsip *animal welfare*, tidak ramah lingkungan dan menurunkan kualitas serta kuantitas produk yang dihasilkan. Penurunan kualitas produk ayam broiler dapat mengakibatkan beberapa dampak khususnya terhadap konsumen akhir. Penurunan kualitas ayam broiler dapat berpengaruh terhadap kandungan nutrisi serta perkembangan bakteri yang terdapat pada produk ayam broiler ketika pada saat pengangkutan ayam merasa stres. Hal ini tentunya dapat mengganggu kesehatan konsumen yang mengonsumsi ayam broiler tersebut. Oleh karena itu perlu adanya teknologi pada alat transportasi ayam *broiler* sehingga dapat menanggulangi permasalahan tersebut. Inovasi alat transportasi dengan sistem *close house* yang biasanya digunakan pada kandang dapat diterapkan dalam sistem transportasi. Alat transportasi ini dilengkapi dengan sensor suhu dan kelembapan, *cooling pad*, *exhaust fan*, kipas dan zeolit. Alat-alat tersebut berguna untuk mengontrol temperatur dan kelembapan serta kadar amonia didalam *box*. Alat transportasi ini juga dilengkapi dengan pintu dibagian sisi kiri dan kanan *box* guna memudahkan saat proses pemanenan berlangsung. Kondisi serta pengoperasian alat dalam *box* diatur oleh IOT (*Internet Of Things*). Dengan adanya inovasi alat transportasi ini dapat meningkatkan efisiensi dan kualitas produk pasca panen ayam *broiler*. Melalui alat ini dapat menjaga keamanan pangan pada produk ayam broiler untuk sebagai perwujudan pengembangan sektor perungganan di Indonesia.

Kata Kunci : ayam broiler, peternakan, teknologi, transportasi

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	2
ABSTRAK.....	3
DAFTAR ISI	2
DAFTAR GAMBAR	3
DAFTAR TABEL.....	3
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan.....	2
1.4 Manfaat.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Ayam Broiler	4
2.2 Transportasi	4
2.3 Pengaruh Fisiologis Ayam selama Perjalanan	4
2.4 Kesejahteraan Hewan	5
2.5 Zeolit.....	5
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	6
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	7
4.1 Poultruck Sebagai Terobosan Pengembangan Sistem Transportasi Unggas di Indonesia.....	8
4.2 Sistem Kerja Pengaturan Suhu, Kelembapan dan Amonia pada Box Mobil9	
4.3 Perhitungan Daya yang dibutuhkan Poultruck	10
4.4 Analisis Biaya Pembuatan Poultruck	11
4.4.1 Analisis Kerugian akibat Transportasi dengan Sistem Bak Terbuka	11
4.4.2 Analisis Efisiensi biaya pada Poultruck	12
4.5 Perhitungan Efektivitas Poultruck dengan Kenaikan BBM Saat ini	12
4.6 Penyambungan data Suhu, Kelembapan dan Tingkat Amonia pada IOT (<i>Internet Of Things</i>).....	13
4.7 Poulcheck Sebagai Aplikasi Integrasi Poultruck.....	14
4.8 Pihak-pihak yang Terlibat dalam Implementasi Poultruck	15
4.9 Langkah-langkah Strategis Implementasi Poultruck.....	16
4.10 Analisis Peluang Bisnis Poultruck sebagai Bisnis Transportasi Unggas di Indonesia.....	16
BAB V PENUTUP	18

5.1 Kesimpulan.....	18
5.2 Saran	18
DAFTAR PUSTAKA.....	19

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Desain Sistem Transportasi Poultruck	8
Gambar 2 Sistem Kerja Poultruck	9
Gambar 3 Konsep sistem kerja cooling ped	10
Gambar 4 Bagian lantai <i>Box</i> Mobil	10
Gambar 5 Skema Sistem Kontrol pada Poultruck	13
Gambar 6 Sistem kerja IOT pada Poultruck.....	14
Gambar 7 Tampilan Aplikasi Poulcheck.....	15
Gambar 8 Langkah-langkah Strategis dalam Implementasi Poultruck	16
Gambar 9 Target pemasaran Poultruck	17

DAFTAR TABEL

Tabel 1 Penyusutan Bobot Badan Ayam Broiler.....	7
Tabel 2 Peralatan yang digunakan untuk Mengontrol Suhu,Kelembapan dan Amonia	9
Tabel 3 Biaya Pembuatan Poultruck	11
Tabel 4 Tugas dan wewenang Lembaga Terkait	15

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dunia perunggasan dari tahun ke tahun selalu mengalami perkembangan yang cukup pesat. Perkembangan dapat dilihat dari peningkatan genetik ayam *broiler*, peningkatan infrastruktur yang memadai mulai dari transportasi, sistem perkandangan sampai manajemen pemeliharaan yang diintegrasikan dengan teknologi. Di Indonesia, Manajemen sistem breeding sampai pemeliharaan ayam di peternak sudah dilakukan dengan baik. Hal tersebut dapat dilihat dari sistem transportasi DOC (*Day Old Chick*) pada breeding yang menggunakan truk pengangkut khusus berbentuk *box* dan dilengkapi kipas, sehingga kondisi dalam *box* dapat terkontrol dan tidak terjadi polusi udara. Di peternak, penggunaan kandang *close house* sudah banyak digunakan sehingga pengontrolan suhu, kelembapan dan Amonia dapat terkontrol dengan baik. Pengontrolan yang baik tentunya akan meningkatkan performa ayam *broiler* melalui penurunan mortalitas, penurunan FCR (*Feed Conversion Ratio*) serta peningkatan Indeks IP (*Indeks Performance*) selama pemeliharaan. Namun saat proses pasca panen hingga pendistribusian ayam ke RPA (Rumah Potong Ayam) belum ditangani dengan baik.

Di Indonesia proses pendistribusian ayam ke RPA masih dilakukan secara konvensional yaitu menggunakan *box* terbuka. Penggunaan *box* terbuka masih menjadi hal yang sangat perlu diatasi, dikarenakan menimbulkan berbagai dampak terhadap lingkungan maupun kualitas ayam yang diangkut. Gas amonia yang dihasilkan pada saat proses distribusi menyebabkan pencemaran udara serta mengganggu kenyamanan bagi pengendara sekitar. Selain itu penggunaan *box* terbuka dapat menurunkan kualitas ayam. Penurunan kualitas ditandai dengan adanya stres dan penyusutan bobot badan pada ayam.

Proses pendistribusian yang salah akan berpengaruh terhadap kualitas, kuantitas dan kehalalan pasca panen ayam di kandang. Penurunan kualitas yang disebabkan oleh stres yang dialami ayam serta pencemaran lingkungan akan menghasilkan kualitas daging yang kurang baik. Sedangkan penurunan kuantitas disebabkan oleh susut bobot badan selama di perjalanan karna ayam mengalami stress.

Ketika sistem pendistribusian yang kurang baik dilakukan, maka dapat menyebabkan resiko kematian tinggi. Ayam yang mati saat di perjalanan dapat dimanfaatkan bagi oknum yang tidak bertanggung jawab, sehingga kehalalan ayam menjadi hal yang tidak diperhatikan. Kerusakan lainnya pada karkas tentu juga dapat mengganggu keamanan produk ayam broiler yang diterima oleh konsumen.

Oleh karena itu, diperlukan desain transportasi ayam yang dapat mengurangi polusi lingkungan serta dapat mengatur tingkat kenyamanan ayam selama di perjalanan. Pengaturan kondisi lingkungan ayam meliputi suhu dan kelembapan yang optimal serta penurunan tingkat amonia.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana mengurangi stres perjalanan pada ayam *broiler* dan polusi lingkungan saat proses transportasi?
2. Bagaimana mengurangi penurunan kualitas dan susut bobot ayam *broiler* pada saat perjalanan?
3. Apakah dapat dibuat desain transportasi ayam *broiler* yang dapat mengurangi stres pada ayam dan polusi lingkungan yang ditimbulkan?
4. Apakah menguntungkan aplikasi desain transportasi yang dibuat?

1.3 Tujuan

1. Mengetahui cara untuk mengurangi stres perjalanan pada ayam *broiler* dan polusi lingkungan saat transportasi.
2. Mengetahui cara untuk mengurangi penurunan kualitas dan susut bobot ayam *broiler* saat di perjalanan.
3. Pembuatan desain transportasi ayam *broiler* yang dapat mengatur kondisi lingkungan sekitar ayam dan mengurangi polusi lingkungan.
4. Mengetahui keuntungan penggunaan aplikasi pengontrol dengan desain transportasi yang dibuat.

1.4 Manfaat

1. Dapat menjadi suatu gagasan baru yang dapat dikembangkan di Indonesia guna memajukan industri perunggasan dalam hal transportasi serta mendukung penggunaan teknologi 4.0.
2. Menjadi literatur yang dapat memberi kesadaran kepada industri peternakan unggas akan pentingnya alat transportasi yang menjamin kenyamanan unggas serta lingkungan sekitar.
3. Sebagai evaluasi bagi pemerintah untuk memperbaiki sarana transportasi ternak khususnya perunggasan sebagai upaya peningkatan peternakan di Indonesia.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ayam Broiler

Menurut Amalo (2017) *Broiler* merupakan ayam ras pedaging yang berasal dari persilangan berbagai ras ayam unggulan dengan produktivitas daging yang tinggi sehingga dapat mengkonversi pakan menjadi daging dengan jumlah yang banyak dalam waktu yang sangat singkat. ayam *broiler* memiliki kandungan nutrisi yang tinggi serta kolesterol yang rendah. Terlepas dari kelebihan yang di miliki oleh ayam *broiler*, ayam ini memiliki kelemahan yaitu sangat rentan mengalami stres dan terserang penyakit. Sehingga ayam ini sangat tinggi resiko kematiannya. (Badriyah dan Ubaidillah , 2013).

2.2 Transportasi

Transportasi unggas di indonesia masih menggunakan sarana dan prasarana konvensional, penggunaan sarana dan prasarana konvensional ini tentunya berpengaruh negatif terhadap ayam yang sudah terbiasa di pelihara dalam sistem mikro klimat. Hal tersebut menyebabkan ayam menjadi tidak nyaman dan dapat berdampak pada nilai ekonomis dari ayam tersebut. Menurut vecerek (2016). Semakin jauh jarak transportasi yang di tempuh maka akan semakin tinggi pula tingkat mortalitas dari proses transportasi tersebut dan semakin jauh jarak transportasi maka akan menyebabkan semakin tingginya tingkat susut bobot dari pada ayam tersebut.

Transportasi yang kurang baik dapat menyebabkan penurunan kualitas dan kuantitas produk. Filho et al. (2007) menyatakan selama transportasi, ayam dapat mengalami stres, termasuk peningkatan suhu rektal, sehingga menyebabkan penurunan bobot badan dan peningkatan kematian.

2.3 Pengaruh Fisiologis Ayam selama Perjalanan

Selama diperjalanan terjadi perubahan respon fisiologis pada ayam sehingga ayam harus beradaptasi dengan hal itu. Respon fisiologis yang dialami ayam mulai dari perubahan frekuensi pernafasan, suhu rektal dan denyut jantung. Perubahan tersebut disebabkan oleh beberapa faktor yaitu kepadatan dalam keranjang akut serta suhu dan kelembapan. Menurut Caffrey et al. (2017) pengaruh kepadatan yang

tinggi berdampak lebih banyak panas dari hasil metabolisme yang dihasilkan sehingga respon ayam *broiler* untuk mempertahankan suhu tubuh agar tetap stabil (homeotermal) dengan meningkatkan frekuensi pernapasan (Kusnadi 2006). Kiswanto et al. (2014) menambahkan tingginya suhu rektal menjadi indikasi terjadinya cekaman panas pada ayam *broiler* selama pengangkutan.

2.4 Kesejahteraan Hewan

Alat pengangkutan yang digunakan untuk mengangkut ternak unggas didesain harus aman dan nyaman bagi ternak serta lingkungannya dengan memperhatikan prinsip kesejahteraan hewan. Pemenuhan aspek kesejahteraan hewan dalam pengangkutan terkait desain kendaraan seperti: *Freedom from discomfort* (bebas dari rasa tidak nyaman); *Freedom from pain, injury and diseases* (bebas dari rasa sakit, luka dan penyakit); *Freedom from fear and distress* (bebas dari rasa takut dan stres); *Freedom to express natural behavior* (bebas untuk mengekspresikan tingkah-laku alamiah).

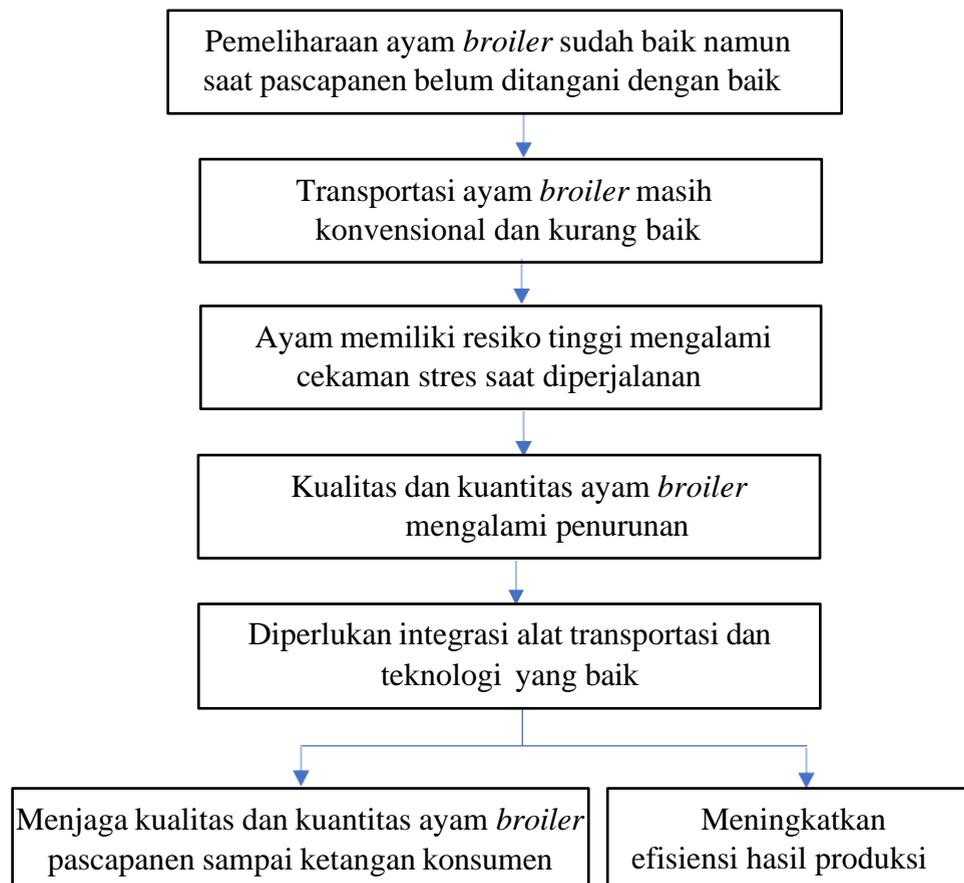
2.5 Zeolit

Zeolit adalah suatu senyawa mineral aluminosilikat yang telah dikenal memiliki daya adsorpsi yang baik. Serta memiliki nilai kemampuan tukar kation sebesar 200-300 cmolc/100 gram. Terdapat berbagai macam zeolit dan salah satunya adalah zeolit alam jenis klinoptilolit memiliki afinitas yang tinggi terhadap amoniak. Zeolit merupakan mineral yang memiliki kemampuan pertukaran ion yang dikenal dengan TK (kemampuan tukar kation) sehingga mulai diperkenalkan untuk mengikat Amonia (NH₃), nitrat (NO₂), nitrit (NO₃) dan karbondioksida (CO₂) pada air media transportasi (Fajrin,2011).

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

Penulisan karya ilmiah ini didasarkan pada masalah yang timbul dalam pengelolaan pasca panen ayam *broiler* di Indonesia yang dilakukan masih kurang baik. Terutama di transportasi terkait bagaimana tingkat kenyamanan ayam *broiler* saat proses transportasi dari peternakan hingga sampai ke pedagang kecil. Data yang digunakan sebagai sumber merupakan data sekunder kualitatif dari beberapa jurnal penelitian dan buku. Dengan penulisan karya ilmiah ini diharapkan pembacapat mengetahui bahwa transportasi ayam *broiler* di Indonesia belum sepenuhnya menerapkan prinsip *animal welfare*, maka pembaharuan dalam transportasi unggas diperlukan untuk menciptakan transportasi unggas yang memenuhi prinsip *animal welfare* dengan pengembangan teknologi 4.0.

Kerangka berpikir



BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Seiring bertambahnya zaman, dunia perunggasan selalu mengalami perkembangan yang cukup pesat. Mulai dari sistem kandang, pemeliharaan, produksi DOC sampai pakan. Namun dari sisi transportasi tidak terjadi perkembangan khususnya di Indonesia. Padahal menurut Schwartzkopf (2012), transportasi merupakan komponen penting industri perunggasan yang dapat menyebabkan derajat stres yang berbeda pada unggas, mulai dari derajat stres ringan hingga berat. Transportasi ternak di Indonesia khususnya pada ayam *broiler* tidak memperhatikan kenyamanan ternak hingga polusi udara yang ditimbulkan akibat adanya Amonia yang dihasilkan. Penurunan kualitas dan kuantitas dapat tercermin melalui penyusutan bobot badan selama perjalanan pada berbagai waktu berbeda yang dijelaskan pada pengamatan yang dilakukan Akhmad Marzuki(2015)

Tabel 1. Penyusutan Bobot Badan(gram) Ayam *Broiler*

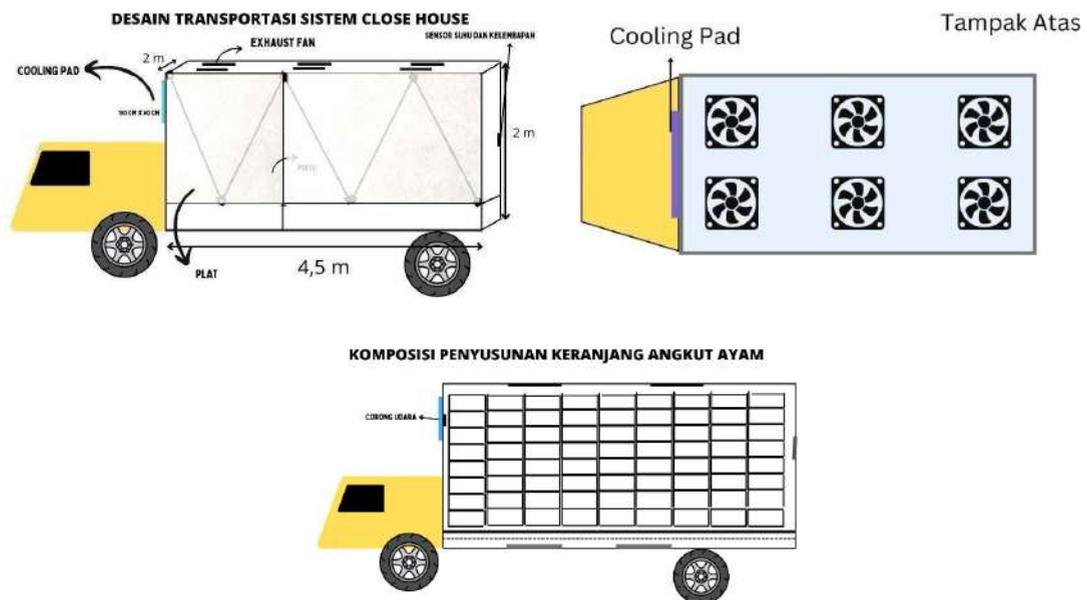
Jam Pengangkutan	Rata-rata BB awal	Rata-rata BB setelah transportasi	Penyusutan (selisih)	%Penyusutan
02.00 WIB	1994.67	1933	61.67	3.09
12.00 WIB	2003	1915.67	87.33	4.36
16.00 WIB	1990	1817.67	172.33	8.66
Rataan	1995.89	1888.78	107.11	5.37

Untuk itu perlu adanya suatu inovasi pada sistem transportasi yang didesain mampu memberikan kondisi nyaman pada ayam meliputi suhu, kelembapan dan amonia guna menjaga kualitas dan kuantitas produk ayam broiler pasca panen.

Perkandangan unggas dikenal dengan adanya sistem *close house*(CH) dimana penggunaan alat alat yang sudah dipadukan dengan sensor yang ada sehingga dapat mengontrol suhu, kelembapan, dan pengaturan mesin. Melihat dari sistem kerjanya, transportasi ayam *broiler* dapat mengadopsi sistem tersebut untuk pengontrolan lingkungan ternak saat proses distribusi. Penggunaan sistem *close house* dalam transportasi ini juga diintegrasikan dengan teknologi 4.0 berupa sistem IOT(*Internet Of Things*), sehingga hanya melalui smartphone dapat dilihat suhu, kelembapan serta amonia dapat terbaca oleh sistem.

4.1 Poultruck Sebagai Terobosan Pengembangan Sistem Transportasi Unggas di Indonesia

Poultruck merupakan sebuah alat transportasi yang didesain khusus untuk unggas khususnya ayam *broiler* yang dapat mengontrol kondisi suhu, kelembapan dan tingkat Amonia sehingga meminimalisir stres pada ayam. Poultruck juga menjadi salah satu terobosan di sektor transportasi unggas dalam mendukung penerapan SDGs untuk menciptakan udara yang baik. Poultruck mampu meminimalisir jumlah Amonia yang dihasilkan dengan penggunaan zeolit sebagai bahan penyerap amonia. Selain itu Ketika proses transportasi berjalan, pengemudi lain yang berada di sekitar Poultruck dapat merasakan kenyamanan karna tidak ada bau mengganggu yang dihasilkan oleh ayam. Material yang digunakan pada bagian samping *box* mobil sebagai tempat jalur masuknya ayam menggunakan terpal anti panas. Penggunaan terpal anti panas ini dihubungkan dengan nilai ekonomi pembuatan sehingga bisa dibuat dengan bahan yang sederhana.



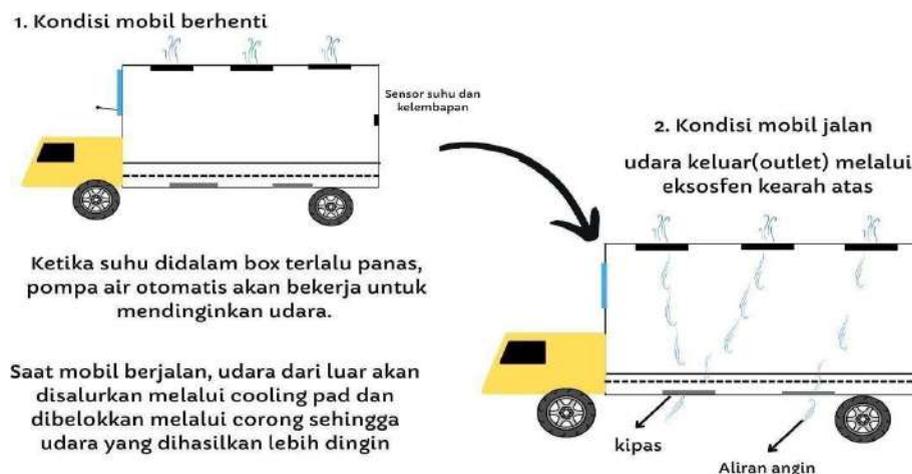
Gambar 1 Desain Sistem Transportasi Poultruck

4.2 Sistem Kerja Pengaturan Suhu, Kelembapan dan Amonia pada Box Mobil

Poultruck didesain untuk mengontrol beberapa komponen yang dapat menyebabkan ayam *broiler* menjadi stres meliputi suhu, kelembapan dan tingkat Amonia. Pengontrolan komponen tersebut juga dibantu oleh teknologi dan alat pendukung lainnya yang dijelaskan pada tabel 2.

Tabel 2 Peralatan yang digunakan untuk Mengontrol Suhu,Kelembapan dan Amonia

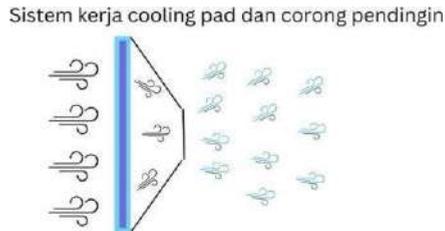
No	Komponen yang Dikontrol	Alat	Fungsi
1	Suhu	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Cooling pad</i> • Sensor suhu (Termohigrometer) 	<ul style="list-style-type: none"> • Pendingin didalam <i>box</i> jika suhu terlalu panas melebihi standar
2	Kelembapan	<ul style="list-style-type: none"> • Sensor kelembapan (Termohigrometer) 	<ul style="list-style-type: none"> • Mendeteksi suhu yang berada di dalam <i>box</i> mobil • Mendeteksi persentase kelembapan yang ada didalam <i>box</i> mobil
3	Amonia	<ul style="list-style-type: none"> • Zeolit • Kipas 	<ul style="list-style-type: none"> • Menyerap bau Amonia yang ada • Sebagai pengatur aliran udara



Gambar 2 Sistem Kerja Poultruck

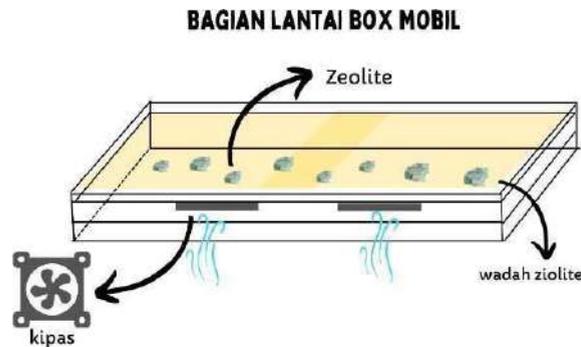
- Pengontrolan suhu dan kelembapan. Menurut The Cobb Management Guide (2012), suhu nyaman ayam *broiler* umur empat minggu adalah 19–21 °C dan kelembapan 50%–70%. Pengontrolan suhu dan kelembapan dapat dihitung menggunakan alat termohigrometer yang dipasang didalam *box* mobil.

Sistem kerja termohigrometer melalui sensor sehingga suhu dan kelembapan. didalam *box* mobil tersebut dapat terbaca dengan cepat. Suhu yang nyaman bagi ayam.



Gambar 3 Konsep sistem kerja cooling pad

- b. Pengontrolan amonia dilakukan dengan pengaturan aliran udara yang masuk dan keluar serta penambahan zeolit sebagai penangkap Amonia. Zeolit berbentuk seperti batu yang berfungsi untuk menyerap Amonia. Zeolit diletakkan pada wadah yang bisa ditarik sehingga memudahkan proses pembersihan zeolit. Posisi zeolit pada bagian bawah di sisi samping *box* mobil. Penggunaan zeolit dalam sistem transportasi dapat dikatakan sebagai terobosan baru yang mampu mengendalikan amonia karena sebelumnya penggunaan zeolit untuk di air.



Gambar 4 Bagian lantai *Box* Mobil

- c. Pengaturan aliran angin melalui pemasangan kipas yang berada pada dinding samping bawah *box* mobil sebagai inlet dan pemasangan *exhaust fan* di bagian atas sebagai outlet. Letak penempatan kipas tersebut telah mempertimbangkan agar Amonia dari bawah bisa berkurang karna adanya dorongan udara dari luar.

4.3 Perhitungan Daya yang dibutuhkan Poultruck

$$\text{Exhaust fan} = 16 \text{ watt/buah} \times 8 \text{ buah} = 128 \text{ watt}$$

$$\text{Pompa Air} = 300 \text{ watt}$$

$$\text{Total} = \text{Total daya exhaust fan dan pompa air} = 428 \text{ watt} = 0.428 \text{ kw}$$

4.4 Analisis Biaya Pembuatan Poultruck

Di Indonesia transportasi ayam *broiler* menggunakan mobil truck namun bak nya dalam kondisi terbuka. Untuk itu dalam karya ilmiah ini perhitungan biaya hanya menggunakan perhitungan biaya bak sistem *close* yang nantinya dapat dimodifikasi dan dipadukan dengan truk transportasi ayam *broiler* yang ada di Indonesia. Perkiraan biaya menggunakan *box* berukuran 4,5 m x 2 m x 2 m dengan jenis truk *Colt Diesel Double(CDD)* kapasitas muatan maksimal 5 ton. Biaya yang digunakan dalam pembuatan Poultruck dijelaskan pada tabel 3.

Tabel 3 Biaya Pembuatan Poultruck

Alat	Kuantitas	Harga	Total
<i>Exhaust fan</i>	6 buah	Rp 350.000	Rp 2.100.000
<i>Cooling pad</i>	1 buah	Rp 330.000	Rp 330.000
Sensor suhu dan kelembapan	1 buah	Rp 100.000	Rp 100.000
Selang air	1 meter	Rp 10.000	Rp 10.000
Penampung air	1 buah	Rp 90.000	Rp 90.000
Kipas	4 buah	Rp 185.000	Rp 740.000
Zeloid	25 kg	Rp 5.000	Rp 125.000
Pompa Air	1 buah	Rp 150.000	Rp 150.000
<i>Box container</i>	1 buah	Rp 57.350.000	Rp 57.350.000
Corong pendingin	1 buah	Rp 100.000	Rp 100.000
TOTAL			Rp 61.095.000

4.4.1 Analisis Kerugian akibat Transportasi dengan Sistem Bak Terbuka

Penyusutan bobot badan terjadi karena selama proses transportasi ayam tidak diberi makan dan minum, sehingga ayam mengalami dehidrasi dan kelelahan. Ondrasovicova dkk (2008) menyatakan penurunan bobot badan ayam pada jarak 30 – 120 km diperoleh penyusutan sebanyak 100 – 120 gram per ekor atau 8 – 10%. Jika pengangkutan dilakukan sebanyak 4 ton, maka : $4000 \text{ kg} \times 10\% = 400 \text{ kg}$.

Artinya akan terjadi penyusutan bobot sebanyak 400 kg saat proses transportasi dengan menggunakan jenis truk bak terbuka. Jika harga ayam *broiler* Rp. 25.000/kg, maka:

Kehilangan keuntungan = $400 \text{ kg} \times \text{Rp. } 25.000/\text{kg} = \text{Rp. } 10.000.000$.

4.4.2 Analisis Efisiensi biaya pada Poultruck

Poultruck mampu mengurangi persentase ayam mengalami stres sebanyak 4% sehingga peluang stres yang dapat terjadi maksimal hanya 6%. Biaya yang dapat dikurangi yaitu: $40\% \times \text{Rp.}10.000.000 = \text{Rp.} 4.000.000/\text{pengiriman}$

Nilai Titik Impas(BEP) = Biaya pembuatan bak sistem *close*/ biaya yang mampu

dikurangi oleh penggunaan Poultruck

$$= \text{Rp.} 61.095.000/ \text{Rp.} 4.000.000 = 15,27 = 16$$

Sehingga biaya yang dihabiskan dalam pembuatan bak Poultruck dapat kembali dengan 16 kali pengiriman. Jika dalam sebulan terjadi 20 kali pengiriman, maka dalam 1 bulan biaya pembuatan dapat kembali. Poultruck juga mampu bertahan dalam jangka waktu 8-10 Tahun.

4.5 Perhitungan Efektivitas Poultruck dengan Kenaikan BBM Saat ini

Kenaikan BBM menjadi suatu hal yang berpengaruh terhadap transportasi unggas terkait dengan jarak tempuh yang dilalui. Untuk itu efisiensi penggunaan alat transportasi harus mampu menjaga kualitas produk yang dihasilkan sehingga tidak terjadi kerugian biaya yang dapat dihasilkan dari penurunan kualitas dan kuantitas produk yang dibawa.

Perhitungan penggunaan BBM pada Poultruck menggunakan perbandingan dengan bis, dikarenakan penggunaan daya pada bis yang paling mendekati dengan truk yang kami kembangkan.

Menurut kompas.com konsumsi BBM pada bis AKAP, menghabiskan 1 liter untuk jarak tempuh 3 Km. Dengan daya yang di gunakan untuk berbagai atribut pendingin dengan daya 16,83 KWH, serta bobot bis yang cukup tinggi.

Daya yang dibutuhkan = Daya atribut pendingin + daya *exhaust fan* dan pompa air

$$= 16.83 \text{ Kwh} + 0.428 \text{ Kwh} = 17,258 \text{ Kwh}$$

Persentase konsumsi BBM dari 1 Liter = $0.428 \text{ Kwh}/17.258 \text{ Kwh} \times 100\% = 2,48\%$.

Dengan demikian perkiraan Konsumsi BBM yang dibutuhkan adalah sebesar 2,48% dari 1 liter untuk mencapai jarak 3 km. Dengan demikian diperkirakan dapat menempuh jarak 40km dengan 1liter (konsumsi BBM untuk menyalakan sistem). Biaya penggunaan BBM persekali angkut menggunakan solardengan harga Rp.6.800/liter, jika menempuh jarak 120 km selama 2 jam dengan kecepatan mobil

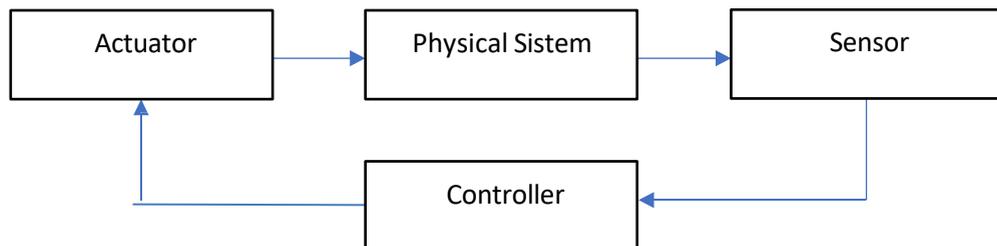
60 km/jam dengan konsumsi BBM untuk mobil 6 km/1 Liter solar

Biaya penggunaan BBM = 60 Km x 1 Liter/6 Km x Rp.6.800/Liter = Rp. 156.400

Hal tersebut tentu tidak akan berpengaruh besar jika sejalan dengan penurunan bobot badan yang tidak terlalu besar.

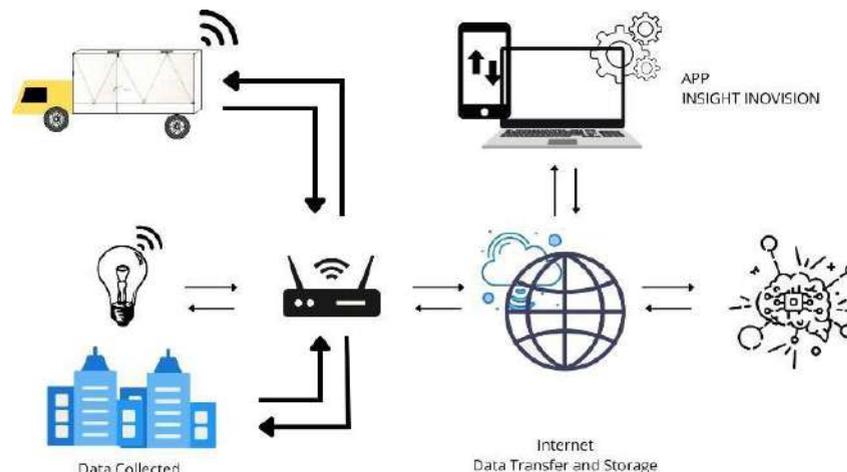
4.6 Penyambungan data Suhu, Kelembapan dan Tingkat Amonia pada IOT (*Internet Of Things*)

Internet Of Things(IOT) menjadi suatu hal yang diperlukan di era revolusi industry 4.0. Penggunaan IOT selalu dihubungkan dengan penggunaan teknologi yang canggih. Pada sektor perunggasan penggunaan IOT telah ada pada sistem perkandangan *close house*. Penggunaan IOT dapat membantu peternak dalam meningkatkan efisiensi produksinya. Pentingnya adaptasi sistem IOT pada transportasi unggas agar kualitas produk dapat tetap terjaga dengan baik sampai ke tempat distribusi. Sistem kontrol *Internet Of Things*(IOT) dijabarkan pada gambar 5.



Gambar 5 Skema Sistem Kontrol pada Poultruck

Sistem yang terencana juga diperlukan guna memperlancar semua sistem yang ada pada Poultruck dan aplikasi. Sistem kerja jaringan hingga sampai ke aplikasi dijelaskan pada gambar 6.



Gambar 6 Sistem kerja IOT pada Poultruck

4.7 Poulcheck Sebagai Aplikasi Integrasi Poultruck

Dalam menjalankan Poultruck sebagai pengembangan transportasi unggas di Indonesia, diperlukan dukungan teknologi 4.0 melalui sistem aplikasi yang langsung terintegrasi dengan Poultruck. Aplikasi yang bernama “Poulcheck” merupakan sistem aplikasi yang dapat melihat dan mengontrol kondisi lingkungan ayam meliputi suhu, kelembapan dan Amonia. Melalui aplikasi ini pengguna dapat mengetahui nilai suhu, kelembapan dan kadar Amonia yang ada dalam *box* mobil.



Gambar 7 Tampilan Aplikasi Poulcheck

4.8 Pihak-pihak yang Terlibat dalam Implementasi Poultruck

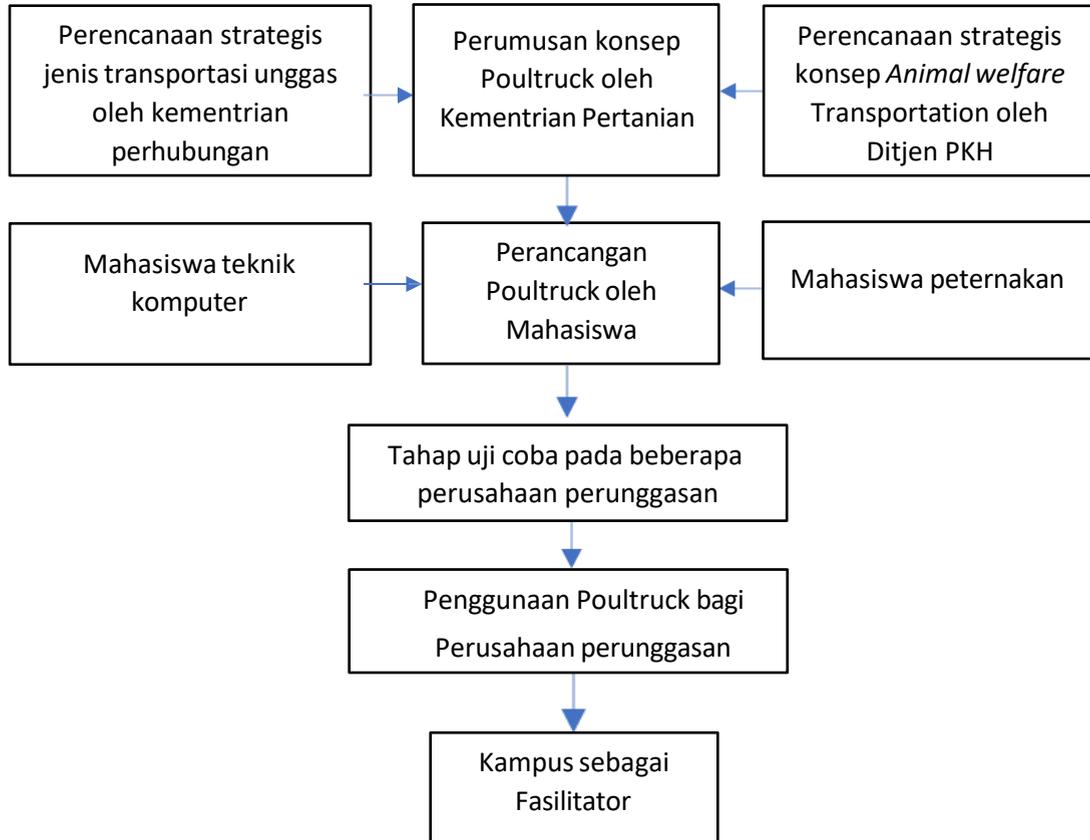
Dalam upaya merealisasikan Poultruck sebagai transportasi unggas diperlukan beberapa Lembaga atau pihak-pihak yang mampu mendukung dan memiliki wewenang dalam realisasi Poultruck. Lembaga tersebut diantaranya Dinas Pertanian(Peternakan), Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan(Ditjen PKH), Dinas Perhubungan, Badan Pengawas Daerah, Lembaga Institusi kampus, Perusahaan unggas swasta. Tugas dan wewenang Lembaga tersebut dijelaskan pada tabel 4.

Tabel 4. Tugas dan wewenang Lembaga Terkait

No	Lembaga	Tugas dan Wewenang
1	Dinas Pertanian	Mengawasi dan membuat kebijakan standarisasi di sektor peternakan dalam sistem transportasi Poultruck
2	Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan(Ditjen PKH)	Mengawasi berjalannya penggunaan sistem transportasi Poultruck
3	Dinas Perhubungan	Melakukan perumusan kebijakan dan standar transportasi melalui Poultruck
4	Lembaga institusi kampus	Fasilitator dalam membuat Poultruck
5	Perusahaan swasta unggas	Pengembang dan Pengguna Poultruck

4.9 Langkah-langkah Strategis Implementasi Poultruck

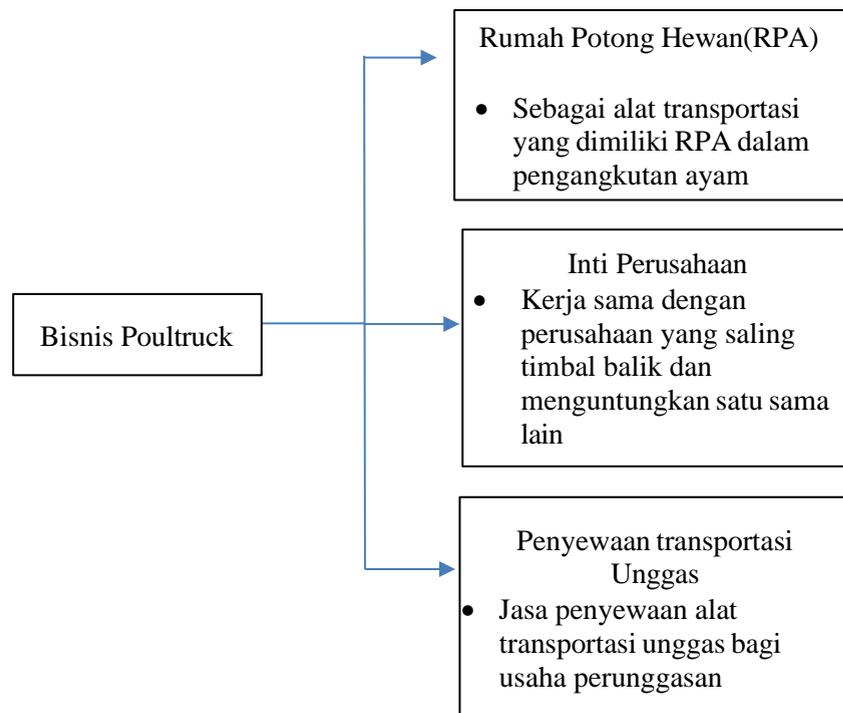
Gagasan Poultruck merupakan terobosan baru sebagai solusi dalam meningkatkan sistem transportasi unggas di Indonesia dengan menjaga kualitas dan kuantitas produk pasca panen sampai ke tangan konsumen dengan baik. Berikut langkah-langkah strategis dalam mengimplementasikan Poultruck digambarkan pada gambar 6.



Gambar 8 Langkah-langkah Strategis dalam Implementasi Poultruck

4.10 Analisis Peluang Bisnis Poultruck sebagai Bisnis Transportasi Unggas di Indonesia

Poultruck dapat dijadikan inovasi bisnis terbaru pada sektor perunggasan. Bisnis dalam bidang transportasi perunggasan belum menjadi suatu hal yang dipikirkan oleh beberapa perusahaan. Tentunya hal ini menjadi peluang dan pasar masih terbuka sangat lebar. Pentingnya transportasi perunggasan yang baik untuk menghasilkan produk *fresh broiler* yang high quality, utuh dan halal menjadikan bisnis ini layak untuk dijalankan. Target pemasaran poultruck dijelaskan pada gambar 9.



Gambar 9 Target pemasaran Poultruck

Selain pemasaran ke beberapa Lembaga atau perusahaan, Poultruck dapat dijadikan suatu bisnis mandiri yang melayani beberapa permintaan konsumen:

1. Penyewaan truk kepada beberapa Lembaga/perusahaan perunggasan.
2. Penyediaan jasa pemasangan instalasi Poultruck.
3. Penawaran ke perusahaan sehingga mendapatkan royalti.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Manajemen perunggasan di Indonesia sudah berjalan dengan baik mulai dari breeding hingga pemeliharaan dikandang, namun penanganan pasca panen ayam masih dilakukan kurang baik pada sektor transportasi. Padahal transportasi merupakan bagian penting dalam rantai budidaya ayam *broiler* pasca panen hingga sampai ke konsumen. Hal ini terlihat dari penggunaan alat transportasi menggunakan bak terbuka dan mengabaikan kenyamanan ayam (*animal welfare*) serta polusi yang ditimbulkan. Penggunaan alat transportasi yang salah dapat menyebabkan ayam mengalami stres sehingga terjadi penurunan kualitas dan kuantitas ayam *broiler*. Untuk itu di butuhkan solusi dari permasalahan ini, Poultruck hadir sebagai alat transportasi unggas yang memberikan kenyamanan pada unggas melalui pengontrolan suhu, kelembapan, amonia dan konsep ramah lingkungan. Truk ini dilengkapi berbagai sensor dalam mendeteksi suhu dan kelembapan lingkungan ayam serta penambahan zeloit guna mengurangi polusi udara dalam mendukung penerapan SDGs. Poultruck juga berkonsep digitalisasi melalui integrasi dengan sistem IOT (*Internet Of Things*) melalui aplikasi “Poulcheck” dan penggunaan teknologi yang dapat merekayasa lingkungan dalam truk sehingga dapat sama dengan lingkungan kandang. Dengan demikian tingkat stres yang di alami ayam akan menurun sehingga dapat meningkatkan efisiensi dan keamanan pangan yang lebih terjamin hingga ketangan konsumen.

5.2 Saran

Pengembangan Poultruck penting dilakukan sebagai perwujudan pengembangan sistem transportasi unggas di Indonesia. Saran untuk implementasi Poultruck:

1. Perlu adanya bantuan dari pemerintah untuk membuat peraturan dan perundangan yang progresif dalam transportasi unggas di Indonesia.
2. Pentingnya kerja sama dari pemerintah dan industri perunggasan dalam pengembangan Poultruck sebagai transportasi khusus unggas di Indonesia.
3. Pentingnya kerjasama dari mahasiswa peternakan dan teknik komputer dalam pembuatan Poultruck dan Poulcheck.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalo, F. A. 2017. Identifikasi daging ayam *broiler* dengan pengamatan struktur histologis. *Jurnal Kajian Veteriner*. 5 (1) : 11-20.
- Azis, R., & Asrul. 2014. Pengantar Sistem dan Perencanaan Transportasi. Yogyakarta: Deepublish
- Badriyah, N. dan M. Ubaidillah. 2013. Pengaruh frekuensi penyemprotan desinfektan pada kandang terhadap jumlah kematian ayam *broiler*. *J. Ternak*. 4 (2): 22-26.
- Kiswanto H, Fatikhunnada A, Sholahudin M. 2014. Aspek lingkungan dan produktivitas ayam *broiler* pada sistem transportasi tertutup dan konvensional. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan* 4: 161-165
- Kusnadi E. 2006. Suplementasi vitamin C sebagai penangkal cekaman panas pada ayam *broiler*. *Jurnal Ilmu Ternak dan Veteriner* 11(4): 249-253
- Marzuki A. 2015. Manajemen waktu pengangkutan dalam meminimalisir penyusutan bobot badan ayam broiler. *Jurnal Ilmiah INOVASI* 15(1): 14-19
- Ondrasovicova O, Saba L, Smirjakova S, Vargova M, Ondrasovic M, Mata S, Lakticova K, Wnuk W. 2008. Effects of vehicle-road transport on blood profile in *broiler* chickens. Department of The Environment, University of Veterinary Medicine, Komenskeho 73, 041–81 Ko.ice.
- Schwartzkopf GSK, Faucitano L, Dadgar S, Shad P, Gonzalez LA. 2012. Road transport of cattle, swine and poultry in North America and its impact on *animal welfare*, carcass and meat quality: A review. *Meat Sci*. 92: 227-243
- The Cobb *Broiler* Management Guide. 2012. *Broiler* Management.Guide. 07fc99a0-bbd2-11e6-bd5d-55bb08833e29.pdf. Accessed from <http://www.cobb-vantress.com> July 1 2018.
- Undang-Undang Republik Indonesia pasal 1 No.41 tahun 2014 Tentang Peternakan dan Kesehatan Hewan
- Vecerek V., Voslarova E., Conte F., Vecerkova L., and Iveta B. 2016. Negative Trends in Transport-related Mortality Rates in *Broiler* Chickens. *J. Anim. Sci*, 29(12), 1796-1804

Lampiran 1. Lembar Orisinalitas

**LOMBA KARYA TULIS ILMIAH NASIONAL
10th KIME ON IDEAS COMPETITION**

1. Judul : Poultruck: *Integrated Transportation System* Sebagai Upaya Meningkatkan Efisiensi dan Kualitas Produk Ayam Broiler dalam Mewujudkan Keamanan Pangan Berkelanjutan pada Sektor Perunggasan di Indonesia
2. Perguruan Tinggi : IPB University
3. Identitas Penulis
- a. Nama Lengkap Ketua : Aulia Septavio Utami
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. Tempat, Tanggal Lahir : Tangerang, 30 September 2004
 - d. Prodi/Angkatan : Teknologi dan Manajemen Ternak/Angkatan 2022
 - e. NIM : J0409221004
 - f. Alamat : Mulya Asri 1 Blok A3/27
 - g. E mail : auliaseptavioutami@apps.ipb.ac.id
 - h. Anggota
 - Nama Lengkap Anggota 1 : Yulia Saputri

Saya yang betanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan adalah benar/ Dengan ini, saya menyatakan ikut serta dalam Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional 10th *KIME on Ideas Competition* (10th KOIN) dan menyetujui semua syarat dan ketentuan lomba yang ditetapkan oleh panitia

Ketua Tim



(Aulia Septavio Utami)

Lampiran. Biodata

BIODATA KETUA TIM

Nama Lengkap/NIM : Aulia Septavio Utami/J0409221004
Prodi/Angkatan : Teknologi dan Manajemen Ternak/Angkatan
2022
Tempat, Tanggal Lahir : Tangerang, 30 September 2004
Alamat : Mulya Asri 1 Blok A3/27
E-mail : auliaseptavioutami@apps.ipb.ac.id
No. WA/Hp : 085894773340
Karya ilmiah yang pernah dibuat : “Burger Pakan Sebagai Media
Pemberdayaan Peternak Lokal Dalam
Mewujudkan Tujuan SDGs 2045 Untuk
Pertumbuhan Ekonomi Sektor
Peternakan Yang Sustainable”
Penghargaan di Bidang Ilmiah : JUARA 2 IASC IX 2023 yang diadakan
oleh Universitas Brawijaya



BIODATA ANGGOTA 1

Nama Lengkap/NIM : Yulia Saputri/J0309201052
Prodi/Angkatan : Teknologi dan Manajemen Ternak/2020
Tempat, Tanggal Lahir : Kembang Harum, 11 Juli 2002
Alamat : Jl. Pelajar, Sekar Mawar, Kab.
Indragiri Hulu, Riau
E-mail : yuliasaputri@apps.ipb.ac.id
No. WA/Hp : 085322616707
Karya ilmiah yang pernah dibuat: -
Penghargaan di Bidang Ilmiah : 1. Juara 3 Lomba InfografiS Ilmiah Tahun
2022 yang diadakan oleh BEM Sekolah
Vokasi IPB



BIODATA DOSEN PEMBIMBING

Nama Lengkap dan Gelar NIP: Dr. Ir. Tekad Urip Pambudi Sujarnoko, S.Pt, M.Si

NIDN : 0003119009

Tempat, Tanggal Lahir : Magetan, 03 November 1990

Alamat : Sugiharjo RT 13, rw 03 Kec. Kawedanan
Kab. Magetan

E-mail : tekadurip21@apps.ipb.ac.id

No. Telp/Hp : 085280847706

Penghargaan yang pernah diterima :

1. Duta Petani Milenial Tahun 2019
2. Juara 1 Nasional Penumbuhan Wirausaha Muda KEMENTAN Tahun 2018
3. 104 Inovasi Indonesia Prospektif Menristek Tahun 2012
4. Penerima hibah PPBT(Perusahaan Pemula Berbasis Teknologi) Ristek DIKTI Tahun 2015
5. Nominator Altech Young Scientist se-Asia Pasifik Tahun 2012
6. Juara 2 Nasional LKTI FAPET Golden Week Tahun 2011
7. Penerima hibah PKM-M Game Inovasi Investasi Agribisnis Tahun 2011
8. Penerima hibah PKM-P Seduhan Pletakan Sebagai Obat Diabetes Melitus Tahun 2009



**“GREEN INNOVATION ‘TREM BECASS ECOFLOW’ SEBAGAI
FILTRASI PEMBUANGAN KARBON KENDARAAN MOTOR
MENGUNAKAN METODE ABSORPSI BERBASIS CASSIA SP
DAN TREMBESI”**

Oleh:

Aditya Nur Hidayat-5011211030

Inzus Etika Sari-5004211034

Amir Zufar Alfikri-2040211041

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2024

LEMBAR PENGESAHAN
10 KOIN “Kine On Ideas Competition 2024”

1. Judul Karya Tulis : **Green Innovation ‘TrembeCass EcoFlow’ sebagai Filtrasi Pembuangan Karbon Kendaraan Motor Menggunakan Metode Absorpsi berbasis Cassia SP dan Trembesi**
2. Subtema : Lingkungan
3. Ketua Tim
 - a. Nama Lengkap : Amir Zufar Alfikri
 - b. NIM : 2040211041
 - c. Jurusan/Fakultas : Teknik Elektro Otomasi/ Fakultas Vokasi
 - d. Perguruan Tinggi : Institut Teknologi Sepuluh Nopember
 - e. Alamat Rumah dan No. Tel/HP : Jl. Rungkut Harapan K29, Surabaya
 - f. Alamat Email : amirzufaralfikri@gmail.com
4. Jumlah Anggota Tim : 2
5. Dosen Pendamping
 - a. Nama Lengkap dan Gelar : Wahyu Prasetyo Utomo, S.Si., M.Si., Ph.D.
 - b. NIP : 198909082015041001
 - c. Alamat Rumah dan No. Telp/HP: Jl. Hidrodinamika III Blok T No. 101 Perumahan Dosen ITS, kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111/081249149250

Surabaya, 3 Juni 2024

Dosen Pendamping

Ketua Tim



Wahyu Prasetyo Utomo, S.Si., M.Si., Ph.D.
NIP. 198909082015041001

AmirZufarAlfikri
NRP 2040211041

Lembar Orisinalitas Karya
10 KOIN “Kine On Ideas Competition 2024”

Dengan ini, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Amir Zufar Alfikri

Alamat : Jl. Rungkut Harapan K29, Surabaya

No. HP : 082139845100

Judul Karya : **Green Innovation ‘TrembeCass EcoFlow’ sebagai Filtrasi Pembuangan Karbon Kendaraan Motor Menggunakan Metode Absorpsi berbasis Cassia SP dan Trembesi**

Menyatakan bahwa naskah ini adalah benar-benar karya asli saya sendiri dan belum pernah dipublikasikan. Saya akan bersedia menanggung segala tuntutan jika di kemudian hari ada pihak yang merasa dirugikan baik secara pribadi maupun tuntutan secara hukum.

Demikian surat pernyataan ini saya tulis, dan bisa digunakan sebagaimana mestinya.

Surabaya, 3 Juni 2024

Hormat Saya,



Amir Zufar Alfikri

NRP.2040211041

ABSTRAK

Penggunaan kendaraan bermotor di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan dalam beberapa dekade terakhir, emisi CO₂ dan CO dari kendaraan bermotor menjadi salah satu sumber utama polusi udara di perkotaan. Salah satu kota dengan peningkatan polusi udara tertinggi akibat kendaraan bermotor adalah Jakarta, Jakarta mengalami peningkatan polusi udara hingga 166,67% sejak awal tahun 2023. Dengan permasalahan yang muncul tersebut maka kami menemukan sebuah inovasi filter gas buang kendaraan bermotor menggunakan tanaman trembesi (*Samanea saman*) dan cassia (*cassia sp*) sebagai solusi untuk mengurangi emisi tersebut. Tanaman tersebut dikenal memiliki kemampuan yang sangat baik dalam menyerap CO₂ dan CO melalui proses fotosintesis dan fitoremediasi. Dalam setahun, trembesi mampu menyerap 28.488,39 kg karbondioksida, sedangkan cassia mampu menyerap 5.295 kg. Filter ini dirancang dengan mengintegrasikan kedua daun tanaman tersebut ke dalam sistem knalpot kendaraan. Daun dari kedua tanaman tersebut dihaluskan dan dilarutkan menggunakan pelarut aquades. Campuran ini kemudian dibentuk menjadi pelet dan dimasukkan ke dalam storage yang dirancang secara mekanikal untuk ditempatkan pada bagian exhaust kendaraan bermotor. Uji coba dilakukan dengan mengukur kadar CO₂ dan CO sebelum dan sesudah melewati filter. Hasilnya menunjukkan bahwa filter berhasil menurunkan kadar CO₂ dan CO secara signifikan. Proses penyerapan oleh daun kedua tanaman dan konversi CO₂ menjadi oksigen melalui fotosintesis menjadi mekanisme utama dalam pengurangan emisi. Inovasi ini menawarkan pendekatan yang ramah lingkungan dan berkelanjutan untuk mengurangi polusi udara dari kendaraan bermotor, serta berpotensi berkontribusi positif dalam mengatasi perubahan iklim dan meningkatkan kualitas udara di wilayah perkotaan. Dengan demikian, penggunaan filter gas buang berbasis tanaman ini dapat menjadi solusi yang efektif untuk mengurangi dampak negatif dari emisi kendaraan bermotor terhadap lingkungan dan kesehatan manusia bahkan dapat mengurangi polusi udara pada kota besar.

Kata Kunci: Cassia, Karbon dioksida, Karbon monoksida, Trembesi, Filter gas buang.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa. Atas rahmat dan hidayah-Nya, penulis bisa menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah yang berjudul **“Green Innovation ‘TrembeCass EcoFlow’ sebagai Filtrasi Pembuangan Karbon Kendaraan Motor Menggunakan Metode Absorpsi berbasis Cassia SP dan Trembesi”**. Tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Wahyu Prasetyo selaku dosen pembimbing yang telah membantu penulis dalam mengerjakan karya ilmiah ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada rekan yang berkontribusi dalam pembuatan karya ilmiah ini. Karya ilmiah ini memberikan inovasi baru dalam pemanfaatan gas nitrogen untuk penyimpanan buah. Penulis menyadari bahwa pasti ada kekurangan pada karya ilmiah ini. Oleh karena itu, saran dan kritik senantiasa diharapkan demi perbaikan karya penulis. Penulis juga berharap semoga karya ilmiah ini mampu memberikan pengetahuan tentang pemanfaatan gas nitrogen sebagai media penyimpanan buah yang lebih efektif.

Surabaya, 3 Juni 2024



Penulis

DAFTAR ISI

ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR TABEL	vi
LAMPIRAN.....	vii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan dan Manfaat.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Sistem Pembakaran Mesin Motor	3
2.2 Efek Samping Pembakaran Tidak Sempurna Mesin Motor	6
2.3 Knalpot	8
2.4 Green Innovation	9
2.5 Casia Sp	10
2.6 Trembesi	11
BAB III METODE PENULISAN.....	12
3.1 Studi Literatur.....	12
3.2 Teknik Pengumpulan Data	13
3.3 Teknik Pengolahan Data	13
3.4 Pembuatan Filtrat atau Adsorben	14
3.5 Desain Alat	14
3.6 Simulasi Desain Alat	15
BAB IV PEMBAHASAN.....	16
4.1 Deskripsi ‘TrembeCass EcoFlow’	16
4.2 Rancangan Sistem Alat	17
4.3 Sistem Kerja Alat	19
4.4 Analisa Keuangan dan Biaya	20
4.5 Analisis Kelayakan.....	21
4.6 Business Model Canvas.....	21

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	23
5.1 Kesimpulan.....	23
5.2 Saran.....	24
DAFTAR PUSTAKA	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Skema Pembakaran pada Mesin Bensin	5
Gambar 2. 2 Reaksi Pembakaran pada Mesin Bensin	5
Gambar 2. 3 Cassia Sp.....	10
Gambar 2. 4 Trembesi	11
Gambar 3. 1 Simulasi Desain Alat	15
Gambar 4. 1 Design 3D Trembecass EcoFlow	17
Gambar 4. 2 Design 3D Filter Exhaust	18
Gambar 4. 3 Gambaran Purify Bag	19
Gambar 4. 4 Flow Diagram Proses Filtrasi	20

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Tabel keuangan dan biaya	20
Tabel 4. 2 SWOT.....	21
Tabel 4. 3 BMC	21

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PESERTA <i>10 KOIN 2024</i>	26
DAFTAR RIWAYAT HIDUP PESERTA <i>10 KOIN 2024</i>	28
DAFTAR RIWAYAT DOSEN PENDAMPING <i>10 KOIN 2024</i>	30

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia sebagai salah satu negara dengan pertumbuhan ekonomi yang pesat, menghadapi tantangan besar dalam mengelola polusi udara yang diakibatkan oleh peningkatan jumlah kendaraan bermotor. Menurut data dari Badan Pusat Statistik (BPS), jumlah kendaraan bermotor di Indonesia meningkat signifikan setiap tahunnya. Pertumbuhan ini, terutama di kota-kota besar seperti Jakarta, telah menyebabkan peningkatan emisi gas rumah kaca, terutama karbon dioksida (CO₂) dan karbon monoksida (CO). Jakarta mengalami peningkatan polusi udara hingga 166,67% sejak awal tahun 2023, kondisi yang mengkhawatirkan ini dilaporkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Polusi udara dari kendaraan bermotor menjadi salah satu masalah utama yang mendesak untuk diatasi. Emisi CO₂ dan CO yang dihasilkan oleh kendaraan bermotor tidak hanya berkontribusi terhadap pemanasan global tetapi juga menyebabkan berbagai masalah kesehatan, seperti gangguan pernapasan dan penyakit kardiovaskular. Menurut World Health Organization (WHO), polusi udara bertanggung jawab atas sekitar 7 juta kematian setiap tahunnya di seluruh dunia, dengan emisi kendaraan bermotor menjadi kontributor utama. Seiring dengan semakin meningkatnya kesadaran akan pentingnya menjaga kualitas udara dan kesehatan masyarakat, kebutuhan akan solusi inovatif untuk mengurangi emisi kendaraan bermotor semakin mendesak.

Dalam konteks inilah, kami mengembangkan inovasi "TrembeCass EcoFlow", sebuah filter gas buang kendaraan bermotor berbasis tanaman trembesi (*Samanea saman*) dan cassia (*Cassia sp.*). Kedua tanaman ini dipilih karena memiliki kemampuan yang luar biasa dalam menyerap CO₂ dan CO melalui mekanisme fotosintesis dan fitoremediasi. Penelitian dari Sentiyaki dkk tahun 2018 menunjukkan bahwa tanaman trembesi mampu menyerap hingga 28.488,39 kg CO₂ per tahun, sedangkan cassia dapat menyerap sekitar 5.295 kg CO₂ per tahun. Kemampuan alami kedua tanaman ini dalam menyerap gas berbahaya membuatnya menjadi kandidat yang ideal untuk digunakan sebagai bahan dasar dalam sistem filtrasi gas buang.

Inovasi ini dirancang untuk mengintegrasikan daun trembesi dan cassia yang dihaluskan dan dilarutkan dalam pelarut aquades, yang kemudian dibentuk menjadi pelet. Pelet ini ditempatkan dalam storage khusus yang dihubungkan ke sistem knalpot kendaraan. Melalui metode adsorpsi, filter ini bekerja dengan menurunkan konsentrasi CO₂ dan CO dalam gas buang kendaraan sebelum dilepaskan ke udara. Pengujian awal menunjukkan bahwa filter ini mampu mengurangi kadar CO₂ dan CO secara signifikan, menawarkan solusi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan untuk masalah polusi udara dari kendaraan bermotor.

Dengan pendekatan inovatif ini, kami berharap dapat memberikan kontribusi nyata dalam mengatasi masalah polusi udara di perkotaan, khususnya yang disebabkan oleh kendaraan bermotor. "TrembeCass EcoFlow" tidak hanya menawarkan solusi praktis dan efektif tetapi juga mendukung upaya global dalam mengatasi perubahan iklim dan meningkatkan kualitas udara di lingkungan perkotaan. Melalui implementasi teknologi hijau ini, kami berharap dapat menciptakan masa depan yang lebih bersih dan sehat bagi generasi mendatang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah disebutkan diatas, maka rumusan masalah yang akan dibahas adalah sebagai berikut:

1. Apa dampak kesehatan yang diakibatkan oleh polusi udara dari emisi kendaraan bermotor, khususnya dalam hal gangguan pernapasan dan penyakit kardiovaskular?
2. Bagaimana kemampuan tanaman trembesi (*Samanea saman*) dan cassia (*Cassia sp*) dalam menyerap CO₂ dan CO dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar dalam sistem filtrasi gas buang kendaraan bermotor?
3. Sejauh mana efektivitas inovasi "TrembeCass EcoFlow" dalam mengurangi konsentrasi CO₂ dan CO dalam gas buang kendaraan bermotor?
4. Bagaimana penerapan filter gas buang berbasis tanaman ini dapat berkontribusi terhadap peningkatan kualitas udara di perkotaan dan mendukung upaya global dalam mengatasi perubahan iklim?

1.3 Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan yang ingin dicapai berdasarkan rumusan masalah dari PKM-KI ini sebagai berikut:

1. Meningkatkan Kualitas Udara: Meningkatkan kualitas udara di perkotaan dengan mengurangi polusi udara yang disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor, sehingga mengurangi risiko kesehatan yang terkait dengan polusi udara.
2. Mendukung Upaya Global dalam Mengatasi Perubahan Iklim: Berkontribusi terhadap upaya global dalam mengatasi perubahan iklim melalui penerapan teknologi hijau yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.
3. Memanfaatkan Kemampuan Alami Tanaman dalam Filtrasi Gas Buang: Memanfaatkan kemampuan alami tanaman trembesi dan cassia dalam menyerap CO₂ dan CO melalui mekanisme fotosintesis dan fitoremediasi, serta mengintegrasikannya dalam sistem filtrasi gas buang kendaraan bermotor.
4. Mengembangkan Solusi Praktis dan Efektif: Menyediakan solusi yang praktis, efektif, dan dapat diimplementasikan secara luas untuk mengatasi masalah polusi udara dari kendaraan bermotor di Indonesia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sistem Pembakaran Mesin Motor

Bahan bakar jenis premium masih menjadi alternatif bagi sebagian kalangan, kebanyakan yang menggunakan bahan bakar jenis pertalite ini adalah kalangan menengah kebawah, dan juga bagi kendaraan yang berusia sudah tua,

harga yang lebih murah dibandingkan dengan jenis pertamax menjadi alasan konsumen masih menggunakan bahan bakar jenis pertalite, akan tetapi daya yang dihasilkan cukup rendah dibanding dengan bahan bakar jenis pertamax. Dalam penelitian menyatakan pertalite menghasilkan uji kerja, daya, torsi dan konsumsi bahan bakar lebih baik namun masih kalah dengan pertamax (Ariawan, I Wayan Budi, 2016).

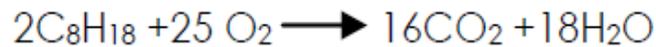
Cara memanaskan bahan bakar sebelum masuk keruang bakar diharapkan mampu meningkatkan daya mesin yang menggunakan bahan bakar. Sumber panas pada mesin bakar dapat dimanfaatkan sebagai pemanas mula bahan bakar, salah satu sumber panas pada mesin bakar itu adalah radiator. Radiator adalah alat untuk mendinginkan air yang telah menyerap panas dari mesin dengan cara membuang panas air tersebut melalui sirip-sirip pendinginnya (Pengetahuan Dasar Teknik Otomotif 2017). Cairan panas yang mengalir dari mesin menuju radiator selanjutnya akan dimanfaatkan untuk memanaskan bahan bakar sebelum masuk ke ruang bakar untuk memperoleh efisiensi berupa daya yang lebih besar. Motor bensin termasuk dalam kategori mesin pembakaran dalam (*internal combustion engine*) yaitu motor bakar yang merubah energi kimia (bahan bakar minyak) menjadi energi panas yang selanjutnya diubah menjadi energi mekanik (pergerakan naik turun piston), dengan kata lain motor bakar adalah mesin yang merubah energi panas menjadi energi mekanik. (Pengetahuan Dasar Teknik Otomotif 2017). Perubahan energi kimia yang berubah menjadi energi panas dan diubah menjadi energi mekanik bisa digunakan untuk menghitung seberapa besar daya yang dihasilkan sehingga bisa menyimpulkan performance mesin tersebut dalam kondisi baik (Aditama, Surya. 2015).

Pembakaran terjadi karena ada tiga komponen yang bereaksi, yaitu bahan bakar, oksigen dan panas, jika salah satu komponen tersebut tidak ada maka tidak ada maka tidak akan timbul reaksi pembakaran.



Gambar 2. 1 Skema Pembakaran pada Mesin Bensin

Gambaran di atas merupakan reaksi pembakaran sempurna, dimana diasumsikan semua bensin terbakar dengan sempurna perbandingan udara dan bahan bakar 14,7:1. Persamaan reaksi pembakaran sempurna adalah sebagai berikut:



Gambar 2. 2 Reaksi Pembakaran pada Mesin Bensin

Pada reaksi tersebut C_8H_{18} adalah bahan bakar yang digunakan adalah bensin, kemudian oksigen (O_2) dari udara. Setelah pembakaran berlangsung maka terbentuk yang namanya gas buang yaitu karbondioksida (CO_2) yang dilepas ke udara dan air (H_2O).

Perlu juga diketahui bahwa pada umumnya jika dilihat pada prakteknya pembakaran dalam mesin sebenarnya tidak pernah terjadi pembakaran dengan sempurna meskipun mesin sudah dilengkapi dengan sistem kontrol yang canggih. Dalam mesin bensin terbakar ada tiga hal yaitu; bensin dan udara bercampur homogen dengan perbandingan 1:14,7, campuran tersebut dimanfaatkan oleh gerakan piston hingga tekanan dalam silinder 12 bar sehingga menimbulkan panas, kemudian campuran tersebut bereaksi dengan panas yang dihasilkan oleh percikan bunga api busi, dan terjadilah pembakaran pada tekanan tinggi sehingga timbul ledakan dahsyat. Karena pembakaran diawali dengan percikan bunga api busi maka mesin jenis ini disebut juga spark-ignition engine atau mesin pengapian busi.

Proses pembakaran mesin bensin tidak terjadi dengan sempurna karena terdapat beberapa faktor sebagai berikut:

- a. Waktu pembakaran singkat
- b. Overlapping katup
- c. Udara yang masuk tidak murni hanya oksigen
- d. Bahan bakar yang masuk tidak murni
- e. Kompresi tidak terjamin rapat sempurna.

Pembakaran tidak sempurna itu menghasilkan gas buang beracun, misalnya CO , HC , Nox , Pb , SOx , CO_2 dan juga masih menyisakan oksigen di saluran gas buang.

2.2 Efek Samping Pembakaran Tidak Sempurna Mesin Motor

Gas buang kendaraan bermotor menghasilkan polutan yang mencemari lingkungan. Polutan tersebut antara lain terdiri dari zat yang tidak beracun, seperti nitrogen (N_2), karbondioksida (CO_2), dan uap air (H_2O), dan zat beracun seperti karbon monoksida (CO) (Syahrani, 2022). Sistem pembakaran pada mesin motor adalah proses di mana campuran bahan bakar dan udara dibakar di dalam ruang bakar untuk menghasilkan tenaga yang diperlukan untuk menggerakkan kendaraan. Proses ini melibatkan beberapa komponen utama, seperti karburator atau sistem injeksi bahan bakar, busi, dan ruang bakar itu sendiri.

2.2.1 Proses Pembakaran

Pada umumnya, mesin motor menggunakan dua jenis sistem pembakaran, yaitu pembakaran dalam mesin dua tak dan empat tak. Dalam mesin dua tak, siklus pembakaran terjadi dalam dua langkah: langkah kompresi dan langkah ekspansi. Sedangkan pada mesin empat tak, siklus pembakaran melibatkan empat langkah: hisap, kompresi, pembakaran, dan buang (Setiawan, 2019). Proses pertama yaitu Langkah Hisap, yaitu proses campuran udara dan bahan bakar masuk ke dalam silinder melalui katup masuk. Kedua langkah kompresi yaitu campuran udara dan bahan bakar dikompresi oleh piston. Langkah Pembakaran: Busi menyalakan campuran yang sudah dikompresi, menyebabkan ledakan yang mendorong piston ke bawah. Langkah Buang: Gas sisa pembakaran dikeluarkan dari silinder melalui katup buang (Haryanto, 2021).

2.2.2 Emisi Gas Buang

Proses pembakaran pada mesin motor menghasilkan berbagai jenis gas buang yang mencemari lingkungan. Polutan tersebut antara lain terdiri dari zat yang tidak beracun, seperti nitrogen (N_2), karbondioksida (CO_2), dan uap air (H_2O), dan zat beracun seperti karbon monoksida (CO) (Syahrani, 2020). Selain itu, proses pembakaran yang tidak sempurna dapat menghasilkan hidrokarbon (HC) dan nitrogen oksida (NO_x), yang juga berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan. Seperti bersifat karsinogenik, yang berarti dapat memicu kanker dan gas buang mengandung karbon dioksida (CO_2) yang lebih mudah diikat

oleh sel darah merah daripada oksigen. Hal ini dapat mengganggu sistem pernapasan

2.2.3 Teknologi Pengurangan Emisi

Untuk mengurangi emisi berbahaya dari proses pembakaran, berbagai teknologi telah diterapkan pada sistem pembakaran mesin motor. Salah satu teknologi yang paling umum adalah penggunaan catalytic converter. Alat ini bekerja dengan mengubah gas beracun seperti CO, HC, dan NO_x menjadi gas yang kurang berbahaya melalui reaksi kimia (Wijaya, 2018). Selain itu, sistem injeksi bahan bakar modern juga dirancang untuk meningkatkan efisiensi pembakaran dengan mengontrol jumlah bahan bakar dan udara yang masuk ke dalam mesin secara tepat waktu. Teknologi ini tidak hanya meningkatkan kinerja mesin tetapi juga mengurangi emisi gas buang secara signifikan (Raharjo, 2020). Namun penggunaan teknologi catalytic converter tersebut memiliki beberapa kekurangan atau batasan yaitu temperatur input (temperatur mesin) harus lebih tinggi dari pada temperatur output agar katalis bisa berfungsi dengan baik dan harga dari catalytic converter ini mahal harganya. Cara kerja alat ini hanya mengubah zat berbahaya dari hasil emisi gas buang tetapi tidak mengurangi kadar dari emisi gas buang tersebut. Dari proses tersebut tidak ada proses carbon capture and storage yang sangat digunakan untuk mengurangi emisi gas buang hasil kendaraan bermotor. Carbon Capture and Storage (CCS) adalah teknologi yang bertujuan untuk mengurangi emisi karbon dioksida (CO₂) dari sumber-sumber seperti hasil emisi industri, pembangkit listrik, dan emisi gas buang kendaraan. Teknologi ini memisahkan CO₂ dari gas lain yang keluar dari fasilitas tersebut sebelum masuk ke atmosfer, dan kemudian menggabungkannya di bawah tanah atau menggunakannya dalam produk tertentu seperti beton atau bahan kimia.

2.2.4 Studi Kasus

Penelitian oleh Santoso dan Dewi (2021) menunjukkan bahwa penggunaan bahan bakar alternatif seperti biodiesel dapat mengurangi emisi CO dan particulate matter (PM) secara signifikan. Namun, penggunaan biodiesel juga dapat meningkatkan emisi NO_x. Sementara itu, penggunaan gas alam

sebagai bahan bakar dapat menghasilkan emisi yang lebih bersih dibandingkan bahan bakar fosil konvensional.

Secara keseluruhan, memahami sistem pembakaran pada mesin motor dan teknologi yang diterapkan untuk mengurangi emisi gas buang sangat penting dalam upaya menjaga kualitas udara dan kesehatan masyarakat. Berbagai inovasi dan penelitian terus dilakukan untuk mengembangkan sistem pembakaran yang lebih efisien dan ramah lingkungan.

2.3 Knalpot

Knalpot adalah komponen vital dalam sistem pembuangan sepeda motor yang berfungsi untuk mengalirkan gas buang dari mesin keluar ke atmosfer dengan cara yang lebih terkendali. Selain itu, knalpot juga berperan dalam meredam suara bising yang dihasilkan oleh mesin dan mengurangi emisi gas berbahaya.

Knalpot pada sepeda motor memiliki berbagai fungsi dan kegunaan penting. Pertama, knalpot dilengkapi dengan katalisator yang membantu mengurangi emisi gas beracun seperti karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), dan nitrogen oksida (NOx) yang dihasilkan oleh mesin. Katalisator ini mengubah gas-gas berbahaya menjadi zat yang lebih aman sebelum dilepaskan ke udara. Kedua, salah satu fungsi utama knalpot adalah meredam suara bising yang dihasilkan oleh proses pembakaran di dalam mesin. Ini dilakukan dengan menggunakan serangkaian ruang dan bahan peredam yang terdapat di dalam knalpot, sehingga suara yang dihasilkan menjadi lebih halus dan nyaman didengar. Selain itu, knalpot yang dirancang dengan baik dapat membantu meningkatkan aliran gas buang, yang berkontribusi pada peningkatan efisiensi mesin. Aliran gas buang yang optimal dapat meningkatkan tenaga dan respons mesin, sehingga performa keseluruhan sepeda motor juga meningkat. Terakhir, selain fungsi teknisnya, knalpot juga berperan dalam memperindah tampilan sepeda motor. Banyak pengendara memilih knalpot aftermarket untuk memberikan tampilan dan suara yang lebih menarik, sesuai dengan selera pribadi dan gaya berkendara.

Knalpot terdiri dari beberapa komponen utama yang masing-masing memiliki fungsi spesifik. Header adalah bagian pertama dari knalpot yang terhubung langsung dengan mesin, mengalirkan gas buang dari ruang pembakaran ke bagian selanjutnya. Header biasanya terbuat dari bahan tahan panas seperti baja

tahan karat atau titanium. Mid-pipe menghubungkan header dengan muffler, berperan dalam mengoptimalkan aliran gas buang untuk memastikan gas mengalir dengan lancar tanpa hambatan yang berarti. Muffler, yang merupakan komponen knalpot paling terlihat, berfungsi untuk mengurangi kebisingan dan menyaring emisi melalui serangkaian ruang dan bahan peredam di dalamnya. Muffler ini juga bisa dilengkapi dengan resonator untuk mengatur suara yang dihasilkan. Terakhir, catalytic converter adalah komponen yang mengubah gas-gas beracun menjadi gas yang lebih ramah lingkungan. Biasanya terletak di antara header dan muffler, catalytic converter menggunakan reaksi kimia untuk mengurangi emisi berbahaya sebelum gas buang dilepaskan ke udara.

2.4 Green Innovation

Inovasi hijau (green innovation) merupakan konsep yang semakin relevan dalam menghadapi tantangan lingkungan dan keberlanjutan. Definisi inovasi hijau merujuk pada pengembangan produk, layanan, atau proses yang meminimalkan dampak negatif terhadap lingkungan. Tujuan utama dari inovasi ini adalah menciptakan solusi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan, yang tidak hanya memenuhi kebutuhan saat ini tanpa mengorbankan kemampuan generasi mendatang untuk memenuhi kebutuhan mereka.

Dampak dari inovasi hijau sangat signifikan dan mencakup berbagai aspek. Pertama, inovasi hijau dapat mengurangi emisi gas rumah kaca dan polusi udara, yang merupakan kontributor utama perubahan iklim dan masalah kesehatan global. Kedua, melalui penggunaan teknologi dan praktik inovatif, inovasi hijau memungkinkan penggunaan sumber daya yang lebih efisien, yang tidak hanya menghemat biaya tetapi juga mengurangi tekanan pada lingkungan. Ketiga, inovasi hijau berkontribusi pada peningkatan kualitas hidup dengan menyediakan produk dan layanan yang lebih sehat dan berkelanjutan bagi manusia dan planet.

Dalam konteks keberlanjutan, inovasi hijau memainkan peran yang sangat penting. Di sisi ekonomi, inovasi hijau mendorong pertumbuhan ekonomi yang berkelanjutan dengan menciptakan peluang bisnis baru dan meningkatkan daya saing perusahaan. Selain itu, solusi inovatif yang dikembangkan melalui inovasi hijau membantu menjaga ketahanan lingkungan dengan melestarikan sumber daya alam dan mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem. Kesadaran konsumen

juga terpengaruh oleh inovasi hijau, karena semakin banyak orang yang menyadari pentingnya memilih produk ramah lingkungan dan mengubah perilaku konsumsi mereka.

Secara keseluruhan, inovasi hijau bukan hanya sebuah tren, tetapi kebutuhan mendesak untuk memastikan masa depan yang lebih baik bagi generasi mendatang. Dengan mendukung dan menerapkan inovasi hijau, kita dapat menghadapi tantangan lingkungan dengan lebih efektif dan mencapai keberlanjutan yang sesungguhnya. Untuk memahami lebih dalam mengenai topik ini, berbagai jurnal ilmiah dapat dijadikan referensi, memberikan wawasan dan bukti empiris tentang manfaat dan implementasi inovasi hijau dalam berbagai sektor.

2.5 Casia Sp



Gambar 2.3 Cassia Sp

Cassia sp. adalah sekelompok tanaman berbunga yang termasuk dalam keluarga Fabaceae. Genus ini mencakup berbagai spesies yang dikenal karena bunga-bunganya yang menarik, serta penggunaan mereka dalam pengobatan tradisional dan sebagai tanaman hias. Beberapa spesies yang terkenal termasuk Cassia fistula (kayu manis India) dan Cassia siamea (kayu manis Siam). Cassia sp. adalah pohon atau semak yang umumnya ditemukan di daerah tropis dan subtropis. Mereka biasanya memiliki daun majemuk yang terdiri dari banyak anak daun kecil, serta bunga berwarna kuning atau putih yang tumbuh dalam tandan besar. Penanaman Cassia sp. juga memiliki peran dalam mitigasi perubahan iklim. Tanaman ini mampu menyerap karbon dioksida (CO₂) dari atmosfer, meskipun tidak sebesar pohon yang lebih besar seperti Trembesi. Namun, kontribusinya tetap penting dalam skala luas (Putri, 2020).

Penelitian oleh Pratama (2021) menunjukkan bahwa Cassia sp. memiliki potensi untuk digunakan dalam program penghijauan perkotaan dan rural. Selain itu, karena toleransinya terhadap kondisi lingkungan yang beragam, Cassia sp. juga

dapat digunakan untuk rehabilitasi lahan bekas tambang dan area yang mengalami degradasi tanah. Secara keseluruhan, *Cassia sp.* adalah kelompok tanaman yang penting dalam konteks ekologi, pengobatan tradisional, dan penghijauan. Dengan pemahaman yang baik tentang manfaat dan tantangannya, *Cassia sp.* dapat dimanfaatkan secara optimal untuk berbagai tujuan lingkungan dan kesehatan.

2.6 Trembesi



Gambar 2. 4 Trembesi

Trembesi (*Samanea saman*), juga dikenal sebagai pohon hujan atau pohon payung, adalah pohon yang berasal dari Amerika tropis dan kini tersebar luas di berbagai wilayah tropis dan subtropis. Pohon ini dikenal karena ukurannya yang besar dan kanopi yang luas, serta manfaat ekologisnya yang signifikan. Trembesi adalah pohon besar yang dapat mencapai ketinggian hingga 25 - 30 meter dengan diameter batang mencapai 1,5 - 2 meter. Kanopinya yang luas dapat membentuk bayangan yang sangat besar, membuatnya sering digunakan sebagai pohon peneduh di taman dan tepi jalan (Sulistiono, 2019). Trembesi memiliki daun majemuk yang terdiri dari banyak anak daun kecil dan bunga yang berwarna merah muda keunguan, yang kemudian menghasilkan polong berbiji sebagai buahnya. Trembesi memiliki kemampuan menyerap karbon dioksida (CO_2) dalam jumlah besar. Penelitian menunjukkan bahwa satu pohon Trembesi dewasa dapat menyerap hingga 28,5 ton CO_2 per tahun (Wahyuni, 2020). Secara keseluruhan, Trembesi adalah pohon yang sangat bermanfaat dalam konteks ekologi dan konservasi lingkungan. Penggunaan yang tepat dan perencanaan yang matang dapat memaksimalkan manfaatnya sekaligus meminimalkan potensi dampak negatifnya. Trembesi sering digunakan dalam program penghijauan dan rehabilitasi lahan kritis. Kelebihan pohon ini dalam menyerap CO_2 menjadikannya pilihan yang populer dalam upaya mitigasi perubahan iklim. Di berbagai kota besar,

Trembesi juga ditanam untuk mengurangi dampak urban heat island (pulau panas perkotaan) dan memperbaiki kualitas udara (Susanto, 2021). Secara keseluruhan, Trembesi adalah pohon yang sangat bermanfaat dalam konteks ekologi dan konservasi lingkungan. Penggunaan yang tepat dan perencanaan yang matang dapat memaksimalkan manfaatnya sekaligus meminimalkan potensi dampak negatifnya.

BAB III

METODE PENULISAN

3.1 Studi Literatur

Metode penelitian yang digunakan dalam penulisan ini adalah studi literatur dengan tambahan data sekunder sebagai referensi dan pembanding. Studi literatur merupakan serangkaian kegiatan yang melibatkan pencarian dan pengkajian sumber-sumber yang relevan dan terpercaya. Dalam pengumpulan materi, studi literatur menjadi acuan utama untuk menghasilkan informasi yang lengkap, terarah, dan terpercaya dalam penulisan.

Dalam menggunakan metode studi literatur ada beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu melakukan pencarian sumber-sumber yang relevan dengan topik penelitian, termasuk jurnal ilmiah, buku, makalah, dan artikel dari berbagai

platform. Keberagaman sumber sangat penting agar informasi yang diperoleh mencakup berbagai sudut pandang dan pendekatan. Setelah mengumpulkan sumber-sumber, peneliti melakukan pengkajian terhadap setiap sumber. Hal ini melibatkan membaca, memahami, dan mengevaluasi konten dari masing-masing sumber. Pertimbangan kritis terhadap validitas, reliabilitas, dan relevansi sumber dilakukan untuk memastikan kualitas informasi yang digunakan.

Data sekunder yang diperoleh dari sumber-sumber tersebut digunakan sebagai referensi dan pembandingan. Referensi ini memperkaya argumen dan analisis dalam penulisan. Peneliti dapat membandingkan temuan dari berbagai sumber untuk mengidentifikasi kesamaan, perbedaan, dan tren. Selain itu, studi literatur memungkinkan peneliti untuk memahami berbagai pendekatan dan desain yang telah digunakan dalam penelitian sebelumnya.

3.2 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penulisan karya tulis ilmiah ini adalah menggunakan teknik studi literatur. Data yang digunakan sebagai penunjang referensi keputusan dan berbagai teori pendukung didapatkan dari berbagai sumber pustaka yang terdiri atas jurnal ilmiah, buku, dan sumber lain yang berkaitan dengan rumusan masalah. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini meliputi gas hasil pembuangan seperti CO dan CO₂ pada kendaraan motor. Selain itu perancangan 'TrembeCass EcoFlow' ini dibutuhkan tinjauan pustaka mengenai sistem pembakaran mesin motor, efek Samping Pembakaran Tidak Sempurna Mesin Motor, proses pembakaran, knalpot, *green innovation*, cassia sp, trembesi.

3.3 Teknik Pengolahan Data

Metode penelitian kuantitatif yang digunakan dalam penelitian ini memungkinkan peneliti untuk mengumpulkan data berupa angka-angka yang kemudian dianalisis secara statistik. Dalam jenis penelitian deskriptif analitis, data yang telah diperoleh dari berbagai sumber akan diuraikan secara rinci dalam bagian tinjauan pustaka. Peneliti akan memaparkan konsep dan teori yang relevan dengan data yang ada, dan kemudian melakukan korelasi untuk menghasilkan sintesis yang menjadi dasar untuk menciptakan gagasan baru.

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan berbagai metode pengumpulan data, seperti eksperimen, analisis data sekunder, dan pembuatan alat menggunakan

bantuan *software* 3D. Eksperimen melibatkan pengujian hipotesis dengan mengontrol variabel-variabel tertentu. Analisis data sekunder melibatkan penggunaan data yang sudah ada, seperti data dari lembaga pemerintah atau organisasi lain, atau literatur. Selain itu, peneliti juga perlu mempertimbangkan validitas dan reliabilitas data yang digunakan. Validitas mengacu pada sejauh mana data mengukur apa yang sebenarnya ingin diukur, sedangkan reliabilitas mengacu pada konsistensi data dari waktu ke waktu.

Dalam menguraikan data, peneliti dapat menggunakan tabel, grafik, diagram untuk memvisualisasikan temuan atau bentuk alat 3D. Analisis statistik juga dapat digunakan untuk menggambarkan hubungan antara variabel-variabel yang diteliti. Dengan demikian, penelitian ini akan menghasilkan pemahaman yang lebih mendalam tentang topik yang diteliti dan dapat memberikan kontribusi pada pengetahuan ilmiah di bidang tersebut.

3.4 Pembuatan Filtrat atau Adsorben

Pembuatan filtrat atau adsorben ini merupakan tahapan yang paling utama, karena filtrat merupakan komponen utama pada media filtrasi ini. Filtrat dibuat dengan beberapa bahan diantaranya adalah daun trembesi, daun cassia sp, aquades, dan purifybag. Pertama-tama daun trembesi dan daun cassia sp ditimbang menggunakan neraca analitik sebanyak 500 gr. Daun trembesi yang sudah ditimbang dicuci menggunakan aquades untuk menghilangkan kotoran dari daun. Selanjutnya daun trembesi dan daun cassia sp ditumbuk dan ditambahkan aquades sebanyak 250 ml. Setelah menjadi bubur, bubur tersebut di masukkan ke purifybag dan dioven selama 20 menit pada suhu 100 C.

3.5 Desain Alat

Seluruh pengerjaan pada tahapan pendesainan alat dilakukan menggunakan *software inventor*. Pendesainan alat dibagi menjadi beberapa bagian, yaitu:

1. Filter Exhaust

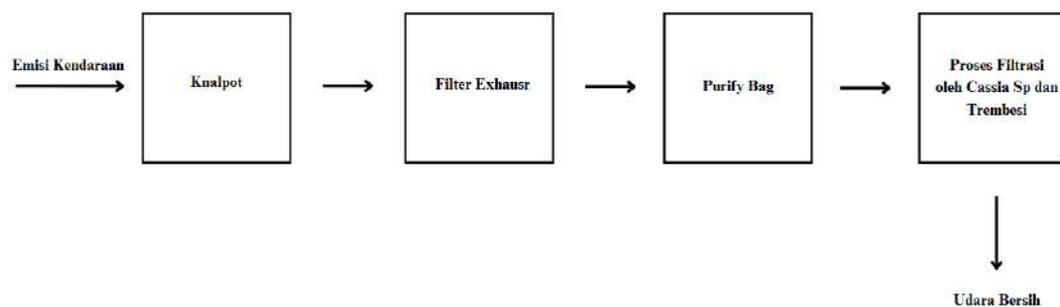
Filter exhaust adalah perangkat yang dirancang untuk menyaring dan mengurangi emisi hasil pembakaran dari mesin motor. Alat ini berfungsi untuk menangkap partikel berbahaya, seperti karbon monoksida, hidrokarbon, dan nitrogen oksida, yang dilepaskan dari proses pembakaran

dalam mesin. Alat ini dibuat dengan manufaktur menggunakan bahan aluminium yang tahan panas.

2. Purify Bag

Purify Bag untuk filtrasi hasil pembakaran motor adalah sebuah alat yang dirancang untuk mengurangi emisi gas buang dari mesin kendaraan bermotor. Purify Bag ini terbuat dari bahan-bahan alami yang dipilih secara khusus untuk kemampuannya dalam menyaring dan mengurangi kadar karbon dioksida (CO₂) serta senyawa karbon lainnya (COx) yang dihasilkan selama proses pembakaran.

3.6 Simulasi Desain Alat



Gambar 3. 1 Simulasi Desain Alat

Simulasi desain alat dilakukan untuk menentukan parameter-parameter yang akan digunakan dalam pengujian alat. Pada simulasi desain alat dilakukan pada beberapa tahapan yang memiliki fungsi dan peran masing-masing. Simulasi diawali dari Purify Bag, di dalam Purify Bag terdapat bahan alami dari daun *trembesi* dan *Casia sp* yang sudah di haluskan di campur menggunakan aquades dan sudah dikeringkan. Purify Bag tersebut nantinya akan berada di dalam posisi *filter exhaust* dengan sistem *plug in*. Tahap filtrasi ini akan memfilter hasil pembakaran kendaraan motor dari mesin dan dialirkan melewati knalpot, serta akan terjadi proses filtrasi oleh Purify Bag tersebut. Hasil terakhir dari proses filtrasi tersebut adalah asap hasil pembakaran yang lebih ramah lingkungan karena akan mereduksi COx. Penggunaan filter gas buang berbasis tanaman ini dapat menjadi solusi yang efektif untuk mengurangi dampak negatif dari emisi kendaraan bermotor terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.

BAB IV

PEMBAHASAN

4.1 Deskripsi ‘TrembeCass EcoFlow’

TrembeCass Eco Flow merupakan terobosan alat yang dapat melakukan filterisasi terhadap CO₂ dan CO yang keluar dari knalpot kendaraan bermotor. Alat ini dirancang dengan basis tanaman trembesi (*Samanea saman*) dan cassia (*Cassia sp.*). Alat ini diciptakan sebagai solusi inovatif untuk mengatasi polusi udara yang disebabkan oleh peningkatan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia, khususnya di kota-kota besar seperti Jakarta. Dengan kemampuan luar biasa dari tanaman trembesi dan cassia dalam menyerap karbon dioksida (CO₂) dan karbon monoksida (CO) melalui mekanisme fotosintesis dan fitoremediasi, TrembeCass EcoFlow berfungsi menurunkan konsentrasi gas berbahaya tersebut sebelum dilepaskan ke udara. Proses ini melibatkan daun trembesi dan cassia yang dihaluskan, dilarutkan dalam pelarut aquades, dan dibentuk menjadi pelet. Pelet ini kemudian ditempatkan

dalam storage khusus yang terhubung ke sistem knalpot kendaraan. Melalui metode absorpsi, filter ini bekerja secara efektif dalam mengurangi emisi CO₂ dan CO. Pengujian awal menunjukkan hasil yang signifikan dalam menurunkan kadar gas berbahaya tersebut, menawarkan solusi yang ramah lingkungan dan berkelanjutan.



Gambar 4. 1 Design 3D Trembecass EcoFlow (Dokumen Penulis)

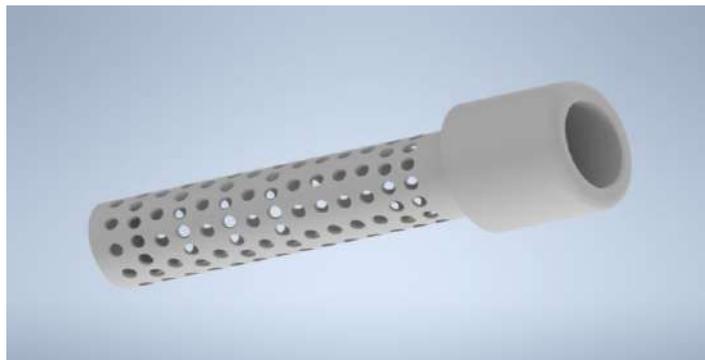
Dengan menggunakan bahan alami yang mudah ditemukan dan ditanam, TrembeCass EcoFlow tidak hanya mengurangi emisi kendaraan bermotor tetapi juga mendukung upaya global dalam mengatasi perubahan iklim dan meningkatkan kualitas udara di lingkungan perkotaan. Implementasi teknologi hijau ini diharapkan dapat menciptakan masa depan yang lebih bersih dan sehat bagi generasi mendatang.

4.2 Rancangan Sistem Alat

4.2.1 *Filter Exhaust*

Filter exhaust adalah perangkat yang dirancang untuk menyaring dan mengurangi emisi hasil pembakaran dari mesin motor. Alat ini berfungsi untuk menangkap partikel berbahaya, seperti karbon monoksida, hidrokarbon, dan nitrogen oksida, yang dilepaskan dari proses pembakaran dalam mesin. Filter ini terbuat dari bahan khusus yang tahan panas tinggi, seperti aluminium *mesh*, yang dapat menangkap partikel-partikel halus, serta dilengkapi dengan Purify Bag yang mengubah gas beracun menjadi gas yang lebih tidak berbahaya melalui reaksi kimia. Bentuknya silinder dengan diameter dan panjang yang disesuaikan dengan ukuran standar knalpot motor, memiliki beberapa lapisan penyaringan untuk memastikan

efisiensi yang tinggi dalam menangkap polutan, dan didesain agar mudah dipasang dan dilepas untuk keperluan perawatan atau penggantian. Fungsi utama *filter exhaust* adalah mengurangi emisi gas berbahaya yang dihasilkan oleh mesin motor, meningkatkan kualitas udara dengan mengurangi jumlah polutan yang dilepaskan ke lingkungan, serta membantu mesin motor bekerja lebih efisien dengan mengurangi resistensi knalpot. Manfaat dari penggunaan filter exhaust termasuk membantu memenuhi standar emisi yang ditetapkan oleh pemerintah dan regulasi lingkungan, mengurangi dampak negatif polusi udara terhadap kesehatan manusia dan lingkungan, serta meningkatkan performa dan umur panjang mesin motor dengan menjaga sistem knalpot tetap bersih.



Gambar 4. 2 Design 3D Filter Exhaust (Dokumen Penulis)

4.2.1 Purify Bag

Purify Bag untuk filtrasi hasil pembakaran motor adalah alat inovatif yang dirancang untuk mengurangi emisi gas buang dari mesin kendaraan bermotor dengan menggunakan bahan-bahan alami. Purify Bag ini secara khusus mengandung serat dari tanaman *Cassia sp* dan Trembesi, yang dipilih karena kemampuan penyaringan dan penyerapan polutan yang tinggi. Tanaman *Cassia sp* dikenal memiliki serat yang kuat dan berpori, yang efektif

dalam menyaring partikel-partikel kecil dan gas berbahaya dari emisi kendaraan. Sementara itu, Trembesi memiliki serat yang dapat menyerap dan menetralkan gas-gas beracun seperti karbon monoksida (CO) dan karbon dioksida (CO₂).



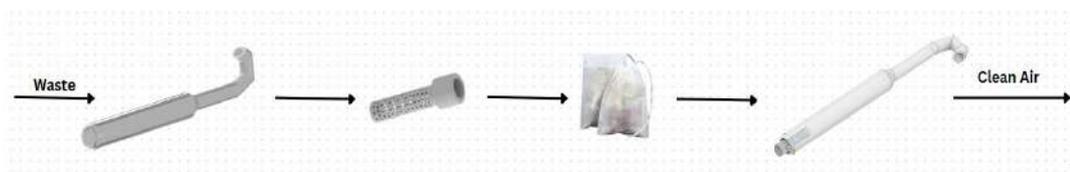
Gambar 4. 3 Gambaran Purify Bag

Purify Bag berisi Cassia sp yang secara efektif menangkap partikel halus dan mengurangi kadar gas berbahaya. Dan juga daun trembesi untuk menyerap dan menetralkan emisi gas, sehingga meningkatkan kualitas udara yang dilepaskan. Fungsi utama Purify Bag ini adalah menyaring dan mengurangi emisi gas beracun seperti CO dan CO₂ dari kendaraan bermotor, menangkap partikel padat dan aerosol yang terdapat dalam gas buang, serta mengurangi dampak negatif emisi kendaraan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.

Kelebihan utama kertas saring ini adalah penggunaan bahan alami yang membuatnya lebih ramah lingkungan dan mudah terurai dibandingkan dengan filter sintetis. Selain itu, kombinasi serat Cassia sp dan Trembesi memastikan filtrasi yang optimal dan efektif dalam mengurangi emisi gas berbahaya. Alat ini menawarkan solusi yang efektif dan berkelanjutan dalam menjaga kualitas udara dan lingkungan yang lebih bersih serta sehat bagi semua.

4.3 Sistem Kerja Alat

Alat ini mempunyai prinsip kerja yaitu filtrasi pada sisa pembakaran gas pada kendaraan bermotor dengan hasil akhir berupa gas yang tidak berbahaya. Gambaran system kerja dari alat ini di gambarkan dalam bentuk *Block Flow Diagram* yang disajikan dibawah ini.



Gambar 4. 4 Flow Diagram Proses Filtrasi

Untuk system kerja alat filtrasi ini yaitu dengan menggunakan media berupa purify bag. Purify bag ini berisi pelet dari daun trembesi dan daun cassia sp yang sudah dihaluskan dan dioven dengan suhu 100°C . Campuran dibentuk menyerupai pelet bertujuan untuk mengawetkan daun agar bertahan lebih lama. Campuran daun trembesi dan daun cassia sp inilah yang akan bekerja mengadsorp CO_x hingga menjadi gas yang tidak berbahaya. Purify bag ini akan menjadi sebuah filtrat yang akan memfilter gas buang berbahaya hasil pembakaran tidak sempurna pada kendaraan bermotor.

4.4 Analisa Keuangan dan Biaya

Adapun untuk menunjukkan analisis keuangan dan biaya yang dikeluarkan selama proses produksi untuk menentukan harga jual alat maka dibuat rancangan biaya yang ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4. 1 Tabel keuangan dan biaya

No	Nama Elemen	Satuan	Jumlah	Harga	Total
1.	Daun Trembesi	kg	1	Rp. 8.300	Rp. 8.300
2.	Daun Cassia Sp	kg	1	Rp. 50.000	Rp. 50.000
3.	Aquades	Liter	1	Rp. 17.500	Rp. 17.500
4.	Purify Bag	Pack	1	Rp. 35.000	Rp. 35.000
5	Filter Exhaust	Unit	1	Rp. 150.000	Rp. 150.000
Total					Rp. 260.800

Dari analisis rencana biaya yang sudah di total maka dapat ditentukan harga jual dari '*TrembeCass EcoFlow*' ini yaitu sebesar **Rp 310.000**. Harga jual ini tidak hanya ditentukan dari anggaran pembelian elemen penyusun alat saja, namun juga dari biaya operasional lainnya seperti pengiriman dan juga jasa pembuatan.

4.5 Analisis Kelayakan

Adapun untuk menunjukkan studi kelayakan '*TrembeCass EcoFlow*', digunakan metode SWOT yang ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 4. 2 SWOT

<i>Strength</i>	<i>Weakness</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Tersusun dari sedikit komponen dan komponen mudah didapatkan • Alat berukuran minimalis dan kecil • Mampu mengatasi permasalahan polusi udara akibat kandungan COx 	<ul style="list-style-type: none"> • Perlu adanya validasi pakar • Perlu adanya sosialisasi dan edukasi terkait inovasi ini
<i>Opportunity</i>	<i>Threat</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Inovasi mudah dikembangkan • Memiliki potensi penerapan pada aspek lain 	<ul style="list-style-type: none"> • Kurangnya kepedulian terhadap kandungan hasil pembakaran tidak sempurna seperti COx pada kendaraan bermotor yang akan menimbulkan polusi pada udara.

4.6 Business Model Canvas

Untuk mendapatkan patokan terkait penjualan dan pendistribusian alat ini, maka perlu dilakukan analisis *Business Model Canvas*.

Tabel 4. 3 BMC

Key Patners	Key Activities	Key Resources	Value Proposition	Customer Relationships
--------------------	-----------------------	----------------------	--------------------------	-------------------------------

<ul style="list-style-type: none"> -Pemasok bahan baku berkualitas tinggi -Perusahaan otomotif untuk integrasi produk -Bengkel motor -Distributor dan pengecer untuk memperluas jangkauan pasar 	<ul style="list-style-type: none"> -Produksi dan manufaktur -R&D berkelanjutan -Edukasi dan sosialisasi terkait value alat -Pemasaran dan penjualan -Layanan pelanggan 	<ul style="list-style-type: none"> -Tim cek kualitas (R&D) -Teknisi yang kompeten -Fasilitas produksi untuk pembuatan alat -Relasi distribusi -Modal finansial untuk operasional 	<ul style="list-style-type: none"> - Pengurangan emisi Cox dari knalpot motor - Pengurangan polusi udara -Alternatif yang lebih murah dibandingkan dengan solusi lainnya dengan kinerja yang serupa 	<ul style="list-style-type: none"> -Dukungan teknis dan layanan purna jual untuk pemasangan dan perawatan -Sosialisasi dan edukasi tentang pentingnya pengurangan emisi -Potongan harga untuk pembeli pertama dan pelanggan tetap
Channels	Customer Segments	Cost Structure	Revenue Streams	
<ul style="list-style-type: none"> -Promosi secara langsung melalui tim sales ke produsen otomotif dan bengkel 	<ul style="list-style-type: none"> -Pemilik kendaraan pribadi -Perusahaan otomotif -Bengkel dan toko aksesoris atau elemen motor 	<ul style="list-style-type: none"> -Biaya produksi -R&D -Pemasaran dan penjualan -Operasional dan pemeliharaan fasilitas produksi 	<ul style="list-style-type: none"> -Penjualan alat -Kontrak layanan instalasi dan pemeliharaan -Lisensi teknologi kepada 	

<p>-Platform e-commerce untuk online</p> <p>-Melalui jaringan distributor dan agen diberbagai wilayah</p> <p>-Media social dan website untuk informasi dan promosi</p> <p>-Partisipasi dalam pameran otomotif dan teknologi lingkungan</p>	<p>-Fleets kendaraan komersial</p> <p>-Pemerintah terkait pengurangan polusi udara</p>	<p>-Logistik dan distribusi</p>	<p>produsen otomotif atau pihak ketiga</p> <p>-Pelatihan dan edukasi berbayar bagi pelanggan yang memerlukan</p>	
--	--	---------------------------------	--	--

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada alat '*TrembeCass EcoFlow*' ini menggunakan metode filtrasi pada hasil pembakaran tidak sempurna pada kendaraan bermotor. Pembakaran tidak sempurna ini akan menghasilkan COx yang akan berdampak pada polusi udara. Filter ini dirancang dengan mengintegrasikan kedua daun tanaman tersebut yaitu daun trembesi dan cassia sp yang dilarutkan pada aquades ke dalam sistem knalpot kendaraan. Campuran ini berbentuk seperti pelet didalam storage yang dirancang

secara mekanikal untuk ditempatkan pada bagian exhaust kendaraan bermotor. Sebelum melakukan produksi, dilakukan uji coba dengan mengukur kadar CO₂ dan CO sebelum dan sesudah melewati filter. Hasilnya menunjukkan bahwa filter berhasil menurunkan kadar CO₂ dan CO secara signifikan. Proses penyerapan oleh daun kedua tanaman dan konversi CO₂ menjadi oksigen melalui fotosintesis menjadi mekanisme utama dalam pengurangan emisi. Dengan adanya inovasi ini, maka akan berkurang masalah polusi udara akibat kendaraan bermotor.

5.2 Saran

Dibutuhkan pengujian lanjutan terkait '*TrembeCass EcoFlow*' untuk mendapatkan hasil data yang akurat mengenai analisis dan kelayakan yang sesuai dengan uji parameter bahaya kandungan CO_x akibat pembakaran tidak sempurna pada kendaraan bermotor. Pengujian ini diharapkan dilakukan secara berkelanjutan dan meninjau dari berbagai aspek. Harapan kedepannya dengan adanya '*TrembeCass EcoFlow*', karya ini dapat menjadi solusi dalam mengatasi permasalahan polusi udara akibat kendaraan bermotor. Perlu juga dilakukan sosialisasi dan edukasi terkait pentingnya alat ini kepada masyarakat luas terutama pengendara motor. Karena alat ini merupakan inovasi baru, jadi diperlukannya pengenalan lebih lanjut terkait kinerja dari alat ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Alamendah. 2019. *Pohon Trembesi (Ki Hujan)*. Universitas Riau. Pekanbaru.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2023) *Statistik Transportasi Darat*. Badan Pusat Statistik.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2023). *Laporan Kualitas Udara Jakarta*.
- L, Hakim. (2020). *Filter Gas Buang Terhadap Peforma Mesin Sepeda Motor*. Politeknik Negeri Jember: Jember.
- Le, T. T. (2022). "Understanding Green Innovation: A Conceptual Framework." *Sustainability*, 14(14), 5787

Wongkaew, P., and Sinsiri, W. 2022. *Effectiveness of ringworm cassia and turmeric pant extracts on growth inhibition against some important plant pathogenic fungi. American Journal of Plant Sciences.* (5):615-626.

World Health Organization. (2023). *Air Pollution. Jakarta.*

Zhou, N., Pan, L., Tian, Y., Zhu, N., Cai, X., & Gao, J. (2023). “*How sustainable business model innovation and green technology innovation interact to affect sustainable corporate performance.*” *Frontiers in Environmental Science*, 11

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PESERTA 10 KOIN 2024

A. Identitas Diri

Nama Lengkap : Amir Zufar Alfikri
 NIM : 2040211041
 Sebagai : Ketua
 TTL : Surabaya, 01 Juni 2003
 Agama : Islam
 Universitas : Institut Teknologi Sepuluh Nopember
 Jurusan/Prodi : Teknik Elektro Otomasi
 E-mail : amirzufaralfikri@gmail.com
 No. Handphone : 082139845100
 Alamat : Jl. Rungkut Harapan Blok K-29, Surabaya

B. Karya Yang Pernah Dibuat

No.	Judul Karya	Jenis Lomba/Kegiatan	Tahun

C. Penghargaan Yang Pernah Diraih

No.	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1	Pendanaan PKM	Kemendikbud	2023
2	Pendanaan PKM	Kemendikbud	2024

Surabaya, 1 Juni 2024

Penulis



Amir Zufar Alfikri

NRP.2040211041

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PESERTA 10 KOIN 2024

A. Identitas Diri

Nama Lengkap : Aditya Nur Hidayat
 NIM : 50301121030
 Sebagai : Anggota
 TTL : Jember, 5 Maret 2003
 Agama : Islam
 Universitas : Institut Teknologi Sepuluh Nopember
 Jurusan/Prodi : Kimia
 E-mail : adithidayat00@gmail.com
 No. Handphone : +62 857-4828-9285
 Alamat : Jl. Keputih Gang 3C No. 6A, Surabaya

B. Karya Yang Pernah Dibuat

No.	Judul Karya	Jenis Lomba/Kegiatan	Tahun

C. Penghargaan Yang Pernah Diraih

No.	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
1.	Pendanaan PKM	Kemendikbud	2024

Surabaya, 1 Juni 2024

Penulis



Aditya Nur Hidayat

50301121030

DAFTAR RIWAYAT HIDUP PESERTA 10 KOIN 2024

A. Identitas Diri

Nama Lengkap : Inzus Etika Sari
 NIM : 5004211034
 Sebagai : Anggota
 TTL : Blitar, 02 Januari 2003
 Agama : Islam
 Universitas : Institut Teknologi Sepuluh Nopember
 Jurusan/Prodi : Kimia
 E-mail : inzusetika12@gmail.com
 No. Handphone : 085785832110
 Alamat : Jl. Keputih Gang Makam Blok E3 No. 1, Keputih

B. Karya Yang Pernah Dibuat

No.	Judul Karya	Jenis Lomba/Kegiatan	Tahun
1.	ITSNOBOX: INJEKSI GAS SEBAGAI PENGATUR KEMATANGAN BUAH	Chemical Engineering Paper 2024	2024
2.	ARCOS BOX: DESAIN ALAT PENGATUR KEMATANGAN BUAH DENGAN MEDIA ATMOSFER INERT ARGON	Gebyar Kimia 2024 Universitas Jambi	2024

C. Penghargaan Yang Pernah Diraih

No.	Jenis Penghargaan	Institusi Pemberi Penghargaan	Tahun
-----	-------------------	-------------------------------	-------

1	PPK Ormawa	Kemendikbud	2023
2	Pendanaan PKM	Kemendikbud	2024

Surabaya, 1 Juni 2024

Penulis



Inzus Etika Sari
NRP.5004211034

DAFTAR RIWAYAT DOSEN PENDAMPING 10 KOIN 2024

A. Identitas Diri

Nama Lengkap : Wahyu Prasetyo Utomo, S.Si., M.Si., Ph.D.
 NIP : 198909082015041001
 Sebagai : Dosen Pendamping
 TTL : Pacitan, 8 September 1989
 Agama : Islam
 Universitas : Institut Teknologi Sepuluh Nopember
 Jurusan/Prodi : Kimia
 E-mail : wp.utomo@chem.its.ac.id
 No. Handphone : 081249149250
 Alamat : Jl. Hidrodinamika III Blok T No. 101 Perumahan
 Dosen ITS, kampus ITS Sukolilo Surabaya 60111

B. Penghargaan 10 Tahun Terakhir

No.	Judul Karya	Jenis Lomba/Kegiatan	Tahun
1	Best oral presenter pada seminar 3 rd International Conference Eco-Innovation in Science, Engineering, and Technology	UPN Veteran Jawa Timur	2022

C. Penelitian dan Pengabdian 10 Tahun Terakhir

No.	Judul Penelitian/Pengabdian	Tahun

Surabaya, 3 Juni 2024

Dosen Pendamping



Wahyu Prasetyo Utomo, S.Si., M.Si., Ph.D.

NIM 198909082015041001

Lingkungan

10th KIME on Ideas Competition

**UNDERWATER DRONE BERBASIS IOT SEBAGAI PROTOTYPE
PENDETEKSI KEBERADAAN DAN KEPADATAN MIKROPLASTIK DI
LAUTAN**



Oleh:

Dinda Tria Kusuma

Pendidikan IPA / 22030654043

Durriyatus Salsabila

Pendidikan IPA / 22030654067

Fanya Az Zahra Fakhressy

Pendidikan IPA / 22030654056

UNIVERSITAS NEGERI SURABAYA

SURABAYA

2024

HALAMAN PEGESAHAN

1. Judul : Underwater Drone Berbasis Iot Sebagai Prototype Pendeteksi Keberadaan dan Kepadatan Mikroplastik di Lautan
2. Ketua Kelompok
 - a. Nama Lengkap : Dinda Tria Kusuma
 - b. NIM : 22030654043
 - c. Prodi : S1 Pendidikan IPA
 - d. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Surabaya
 - e. Alamat : Sidoarjo, Jawa Timur
 - f. No Telp : 08993380744
 - g. Alamat Email : dindatria.22043@mhs.unesa.a.c.id
3. Anggota Kelompok
 - a. Nama Lengkap Anggota 1 : Durriyatus Salsabila
 - b. Nama Lengkap Anggota 2 : Fanya Az Zahra Fakhressy
4. Dosen Pembimbing
 - a. Nama Lengkap dan Gelar : Fasih Bintang Ilhami, Ph.D.
 - b. NIP : 202208139
 - c. Alamat :
 - d. No Telp : 081333427700

Mengetahui,

Surabaya, 28 Mei 2024

Dosen Pembimbing



(Fasih Bintang Ilhami, Ph.D.)

NIP. 202208139

Ketua Tim



(Dinda Tria Kusuma)

NIM.22030654043

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena berkat dan rahmat Nya, Karya Tulis Ilmiah dengan judul “Underwater Drone Berbasis Iot Sebagai Prototype Pendeteksi Keberadaan dan Kepadatan Mikroplastik di Lautan” dapat terselesaikan tepat waktu. Dalam penyusunan laporan penelitian, penulis mendapatkan dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu atas segala dukungan dan upaya yang telah diberikan, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT atas segala limpahan berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah ini dengan tepat waktu.
2. Kedua orang tua yang telah memberikan dukungan dan upaya agar Karya Tulis Ilmiah ini dapat selesai dengan baik.
3. Bapak Fasih Bintang Ilhami, Ph.D. selaku pembimbing yang membantu dan mendukung kami.
4. Dukungan dan bantuan yang diberikan oleh teman-teman dan pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa Karya Tulis Ilmiah ini masih sangat jauh dari sempurna. Maka dari itu, penulis selalu membutuhkan kritik dan saran dari pembaca agar Karya Tulis Ilmiah ini lebih baik lagi kedepan. Atas perhatiannya kami mengucapkan terima kasih.

Surabaya, 28 Mei 2024

Ketua Tim,



Dinda Tria Kusuma

NIM.22030654043

DAFTAR ISI

HALAMAN PEGESAHAN.....	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
ABSTRAK.....	v
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Pencemaran Laut.....	3
2.2 Mikroplastik.....	3
2.3 ROV (<i>Remote Operator Vehicle</i>).....	4
2.4 Wemos D1 mini.....	5
BAB III METODE PENULISAN.....	6
3.1 Jenis Penelitian.....	6
3.2 Prototype Penelitian.....	6
3.3 Teknik Pengumpulan Data.....	7
3.4 Rancangan Percobaan.....	8
3.5 Analisis Data.....	8
BAB IV PEMBAHASAN.....	9
4.1 Prototype.....	9
4.1.1 Sistem Kerja Prototype.....	9
4.1.2 Hasil Desain Prototype.....	10

4.2	Sistem Kerja Prototype	10
4.3	Penerimaan Data Mikroplastik.....	13
4.3.1	Red Sensor	13
4.3.2	Green Sensor	14
4.3.3	Blue Sensor	14
BAB V PENUTUP.....		16
5.1	Kesimpulan	16
5.2	Saran.....	16
DAFTAR PUSTAKA.....		17
LAMPIRAN.....		19
Lampiran 1. Lembar Orisinalitas.....		19
Lampiran 2. Dokumentasi		20

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara kepulauan yang berada di antara dua Samudra, yaitu Samudra Hindia dan Pasifik yang menyebabkan luas perairan Indonesia mencapai 3.257.357 km². Luasnya wilayah laut di Indonesia berkontribusi besar dalam jumlah sampah yang ada di laut dimulai sejak era industri. Sampah di laut sebagian besar terdiri dari limbah plastik yang dapat membahayakan organisme laut bahkan memasuki rantai makanan manusia. Keberadaan limbah plastik di lautan yang dapat terdegradasi hingga mencapai ukuran <5 mm atau yang lebih dikenal dengan mikroplastik membuat keberadaan limbah mikroplastik sulit terdeteksi. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi kelayakan Underwater Microplastics Drone sebagai inovasi teknologi akuatik dalam metode pendeteksian sampah mikroplastik, dan mengidentifikasi cara kerja prototipe dalam mendeteksi sampah mikroplastik di wilayah perairan, serta mengidentifikasi pengaruh kondisi air terhadap daya tahan baterai pada drone. Metode penelitian yang digunakan adalah penelitian RnD (Research and Development). Penelitian ini menggunakan metode analitis dengan teknik deskriptif analitis. Rancangan kerja sistem Drone terdiri dari tiga bagian, yaitu input, sistem drone, dan sistem IoT. Dengan menggunakan Sensor Warna RGB TCS34725 sebagai validasi data yang akan diolah pada website dapat diketahui kepadatan mikroplastik. Sensor yang digunakan dibagi menjadi 3 bagian yaitu red sensor, blue sensor dan green sensor. Pada pengujian, drone akan dikendalikan melalui remote control untuk menuju lokasi yang diperkirakan terdapat pencemaran mikroplastik. Setelah drone sampai di lokasi, drone kemudian akan mendeteksi keberadaan dan kepadatan mikroplastik dengan menggunakan sensor jarak yang telah disediakan di dalamnya. Hasil dari penelitian ini adalah prototipe Underwater Drone dapat bekerja dengan baik, baik dalam hal menyelam maupun mendeteksi mikroplastik di perairan.

Kata Kunci: Drone, Teknologi lingkungan, Microplastics, IoT

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki pantai terluas kedua di dunia serta wilayah laut teritorial yang luas, termasuk Zona Ekonomi Eksklusif (ZEE) dan Landas Kontinental yang kaya akan sumber daya laut (Atmadja, 2022). Luasnya wilayah laut di Indonesia berkontribusi besar dalam jumlah sampah yang ada di laut (Akbar & Junianto, 2021). Sampah di laut sebagian besar terdiri dari limbah plastik, termasuk mikroplastik, yang dapat membahayakan organisme laut bahkan memasuki rantai makanan manusia (Mulu et al., 2020). Jumlah sampah di laut yang terus bertambah akan menimbulkan banyak masalah jika tidak segera diatasi.

Drone atau Mini-Unmanned Aerial Vehicle (UAV) memiliki dampak yang cukup besar dalam berbagai aplikasi mulai dari komunikasi, pengawasan dan sektor pemerintahan (Ali et al., 2021). Saat ini banyak penelitian yang menggunakan drone dengan memanfaatkan sistem IoT. Sistem IoT yang memiliki kemampuan penginderaan, identifikasi, pemrosesan, komunikasi, aktuasi, dan jaringan saat ini banyak digunakan di berbagai sektor kehidupan (Alothman et al., 2018). Teknologi berbasis IoT juga dapat dimanfaatkan sebagai penunjang pemantauan dan perlindungan lingkungan laut, dalam hal ini sistem IoT akan mengendalikan beberapa objek, perangkat, atau peralatan untuk memantau lingkungan laut (Xu et al., 2019).

Sehubungan dengan hal tersebut, dilakukan penelitian drone bawah air berbasis IoT. Drone tersebut dapat dikendalikan melalui remote kontrol untuk menuju lokasi lautan yang diperkirakan terdapat mikroplastik. Drone akan mencapai lokasi tersebut, lalu mendeteksi kepadatan mikroplastik yang ada menggunakan sensor proksimitas yang ada di dalamnya. Mengurangi polusi di laut dapat meningkatkan kualitas air, sejalan dengan tujuan SDG 6 untuk memastikan ketersediaan dan pengelolaan air dan sanitasi yang berkelanjutan (Strehse et al., 2019). Oleh karena itu, penelitian ini mendukung SDGs no. 14 tentang ekosistem laut serta SDGs no. 6 tentang air bersih dan salinitas layak.

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah DRONE (Underwater Microplastics Drone) dapat dijadikan inovasi teknologi perairan dalam metode pendeteksi limbah mikroplastik?
2. Bagaimana cara kerja prototype DRONE dalam mendeteksi mikroplastik di wilayah perairan?
3. Bagaimana pengaruh kondisi perairan terhadap daya tahan baterai pada drone?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengidentifikasi DRONE (Underwater Microplastics Drone) sebagai inovasi teknologi perairan dalam metode pendeteksi limbah mikroplastik.
2. Mengidentifikasi cara kerja prototype DRONE dalam mendeteksi mikroplastik di wilayah perairan.
3. Mengidentifikasi pengaruh kondisi perairan terhadap daya tahan baterai pada drone.

1.4 Manfaat

1. Penelitian ini dapat membantu mengatasi limbah mikroplastik di laut dengan mendeteksi lokasi di bawah laut yang terdapat mikroplastik.
2. Penelitian ini dapat menjadi inovasi penciptaan teknologi untuk mengatasi limbah mikroplastik di perairan.
3. Penelitian ini mendukung *Sustainable Development Goals* (SDGs) nomor 6 tentang air bersih dan salinitas layak dan nomor 14 tentang ekosistem laut.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Laut

Permukaan bumi terdiri atas beberapa benua maupun pulau yang dipisahkan oleh kumpulan air asin yang sangat luas atau disebut sebagai laut. Laut juga dilihat sebagai aspek dari suatu wilayah kedaulatan suatu negara (yuridis) dan di Indonesia laut merupakan ikon pemersatu bangsa Indonesia atau tidak sebatas sebagai penghubung antara pulau-pulau terbesar di perairan Indonesia (Marlina dan Ning, 2021).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 1999 masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan laut oleh kegiatan manusia, sehingga kualitasnya turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan laut tidak sesuai lagi dengan baku mutu dan atau fungsinya. Pencemaran laut tersebut dampaknya juga dirasakan oleh manusia seperti terganggunya kesehatan, terhalangnya aktivitas di laut termasuk penangkapan ikan sebagai mata pencaharian sebagian besar masyarakat, dan lain-lain. Lautan tersebut menjadi ancaman pencemaran akibat aktivitas manusia seperti aktivitas domestik, industri, maupun tumpahan minyak yang berasal dari aktivitas perhubungan laut. Pencemaran laut telah diatur secara hukum dikarenakan air merupakan milik umum dengan penguasaannya dimandatkan kepada pemerintah (Cordova, 2017).

2.2 Mikroplastik

Mikroplastik berkaitan dengan pencemaran laut berupa peristiwa masuknya benda berupa sampah plastik secara sengaja ataupun tidak sengaja (Ayun, 2019). Sampah plastik yang dibuang ke lautan kemudian akan terurai melalui proses kimia, fisika, maupun biologi dalam jangka waktu tertentu. Sampah plastik yang telah melalui proses peruraian kemudian menjadi partikel plastik berukuran mikro atau disebut sebagai mikroplastik (Ambarsari & Milani, 2022). Pada umumnya, ukuran mikroplastik berkisar <5 mm (Azizah dkk, 2020), dan memiliki berat berkisar antara 0,1-8,8 mg (Septian dkk, 2018). Mikroplastik jika ditinjau dari proses masuknya ke perairan telah dikategorikan

menjadi 2, yaitu mikroplastik primer dan mikroplastik sekunder. Mikroplastik primer merupakan mikroplastik yang masuk ke perairan secara langsung berukuran mikro, sedangkan mikroplastik sekunder merupakan mikroplastik yang masuk ke perairan berasal dari fragmentasi potongan plastik dengan ukuran yang lebih besar (Harpah dkk, 2020). Beberapa faktor penyebab mikroplastik terakumulasi dalam sedimen yaitu faktor hidro-oseanografi, aktivitas penangkapan oleh nelayan, densitas mikroplastik, gaya gravitasi, dan peran biota (Ambarsari & Milani, 2022). Mikroplastik dapat dikategorikan berdasarkan bentuknya, yaitu jenis fragment, fillament, film, foam, pellet (Zhang et al., 2017), dan granule (Lusher et al., 2015). Jenis mikroplastik yang paling umum ditemukan pada perairan dan sedimen adalah fragment, fiber, dan film. Berdasarkan banyaknya penelitian yang telah dilakukan mengenai mikroplastik, telah diperoleh hasil yang menyatakan bahwa keberadaan mikroplastik sebagai salah satu limbah yang berbahaya dan berpotensi sebagai ancaman global (Ambarsari & Milani, 2022).

2.3 ROV (*Remote Operator Vehicle*)

ROV (*Remotely Operated Vehicle*) merupakan kapal selam tanpa awak yang dapat dikendalikan dari jarak jauh dan pada umumnya terdiri atas kamera, *echosounders*, dan manipulator (Alderton & Scott, 2021). ROV dikategorikan sebagai salah satu jenis kapal selam bertenaga listrik yang berukuran mini dan dapat dikontrol dari pusat atau bermanuver sesuai perintah manusia serta dilengkapi dengan pendorong (*thruster*) hidrolis atau elektrik dan dioperasikan oleh seseorang di atas kapal (Payung & Abdul, 2021). Sistem kerja ROV digerakkan melalui operator yang berada di permukaan air dengan menggunakan remote control yang dilengkapi oleh kabel sebagai media pengiriman data, suplai daya dan jalur komunikasi yang menghubungkan antara ROV dengan pengendali. Robot-robot ROV dihubungkan oleh serangkaian kabel yang mengirim sinyal antara operator dan ROV. Semua ROV dilengkapi dengan kamera video, sistem propulsi, dan lampu. Kelengkapan lain pada ROV ditambahkan sesuai dengan kebutuhan dari diciptakannya ROV, seperti lengan manipulator, sampel air, instrumen pengatur kejernihan, penetrasi cahaya, suhu, dan kedalaman. Komponen

penting yang menjadi penyusun ROV adalah remote control, motor, sensor, lampu, pelampung, dan kamera (Sobary dkk, 2019).

2.4 Wemos D1 mini

Wemos D1 mono merupakan sebuah modul WiFi yang berbasis ESP-8266. Mekanisme wemos D1 *mini* telah dilengkapi *chip on board* atau tidak diperlukan lagi mikrokontroler untuk pemrosesan data. Pada wemos D1 *mini* juga dilengkapi dengan pin digital dan pin analog yang dapat terhubung dengan sensor ataupun actuator (Khalif dkk, 2018). Perangkat chipset yang terdapat pada wemos D1 mini terbagi menjadi buah, yaitu Chipset ESP8266 dan Chipset CH340. Chipset ESP8266 merupakan sebuah chip yang dilengkapi dengan fitur koneksi *wireless* yang mendukung protokol TCP/IP sehingga chip ini digunakan untuk proyek IoT (Setiadi & Muhammad, 2018). Pada sistemnya dapat dilakukan dengan perintah yang sangat sederhana, menggunakan teknologi *clock* 80 MHz, RAM eksternal dengan kapasitas 4 MB dan mendukung format IEEE 802.11 a/b/g/n sehingga chipset ini mampu melakukan koneksi terhadap jaringan WiFi konvensional. Chipset CH340 merupakan chipset yang berfungsi sebagai pengubah USB menjadi serial *interface*, contohnya adalah aplikasi *converter* ke *Infrared Data Association* (IDA) atau USB *converter* ke perangkat printer. Chipset ini dapat mengirimkan sinyal komunikasi seperti modem sehingga chipset ini didesain agar dapat mengubah perangkat serial *interface* umum sehingga dapat berhubungan dengan *port* USB secara langsung (Makruf dkk, 2019).

BAB III METODE PENULISAN

3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah Research and Development (RnD) yang digunakan untuk mengembangkan dan menciptakan produk baru, menguji keefektifan dan keefisienan produk, dan mengembangkan produk. Peneliti menggunakan metode penelitian ini karena hasil analisis yang diperoleh memiliki tingkat akurasi yang relatif tinggi. Penelitian ini direncanakan selama 3 bulan dan dilakukan di Laboratorium Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya.

3.2 Prototype Penelitian

3.1.1 Komponen Alat

1. *Arduino Nano*
2. *iMake 4 Driver*
3. *Wemos D1*
4. *Motor DC*
5. *Transmitter dan Receiver*
6. *Driver Motor L298n*
7. *RGB Color Sensor TCS34725*

3.1.2 Prototype Alat



Gambar 3.1 Desain Alat Bagian
Depan



Gambar 3.2 Desain Alat
Bagian Belakang



Gambar 3.3 Desain Alat Bagian Atas



Gambar 3.4 Desain Alat Bagian Bawah

3.1.3 Desain Website



Gambar 3.5 Halaman Buat Akun



Gambar 3.6 Halaman Log in

No	Timestamp	Location	Red	Green	Blue
3093	2020-09-20 13:33:13	Sungai Brantas	63	61	94
3092	2020-09-20 13:32:06	Sungai Brantas	60	60	94
3091	2020-09-20 13:30:59	Sungai Brantas	61	60	94
3090	2020-09-20 13:29:53	Sungai Brantas	61	60	93
3089	2020-09-20 13:28:47	Sungai Brantas	60	60	93
3088	2020-09-20 13:27:41	Sungai Brantas	59	76	93
3087	2020-09-20 13:26:35	Sungai Brantas	62	61	94
3086	2020-09-20 13:25:29	Sungai Brantas	62	60	94
3085	2020-09-20 13:24:22	Sungai Brantas	66	69	88
3084	2020-09-20 13:23:16	Sungai Brantas	70	68	88
3083	2020-09-20 13:22:10	Sungai Brantas	71	66	78
3082	2020-09-20 13:21:03	Sungai Brantas	70	66	82
3081	2020-09-20 13:19:57	Sungai Brantas	66	64	84
3080	2020-09-20 13:18:51	Sungai Brantas	63	61	81
3079	2020-09-20 13:17:44	Sungai Brantas	61	62	94

Gambar 3.7 Halaman Penampil Data

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data yang kami lakukan ialah berdasar kepada dua data, yakni data primer dan data sekunder yang akan kami jelaskan pada sub bab di bawah ini:

a. Data Primer

Pengumpulan data primer dilakukan melalui pengujian langsung dengan air limbah yang telah dikondisikan dengan *prototype* alat. Penggunaan air limbah yang telah dikondisikan berfungsi sebagai objek validasi data yang akan dimasukkan ke dalam algoritma sistem kerja (*coding*) sehingga *prototype* pertama dapat bekerja secara maksimal dan

valid. Kemudian ketika hasil dari validasi data telah didapatkan, maka pengujian kepada *prototype* kedua pun juga dilakukan sehingga pada *prototype* kedua ini sistem kerja alat dapat berjalan lebih maksimal dibanding pada *prototype* pertama.

b. Data Sekunder

Pengumpulan data sekunder kami lakukan melalui studi pustaka, studi pustaka kami dapatkan dengan membaca, menganalisis, serta mengaitkan informasi dari sumber bacaan dengan topik yang kami angkat. Sumber studi pustaka tersebut meliputi buku, artikel ilmiah, paper, dan jurnal penelitian yang dianggap relevan dengan pembahasan, baik melalui media cetak maupun elektronik.

3.4 Rancangan Percobaan

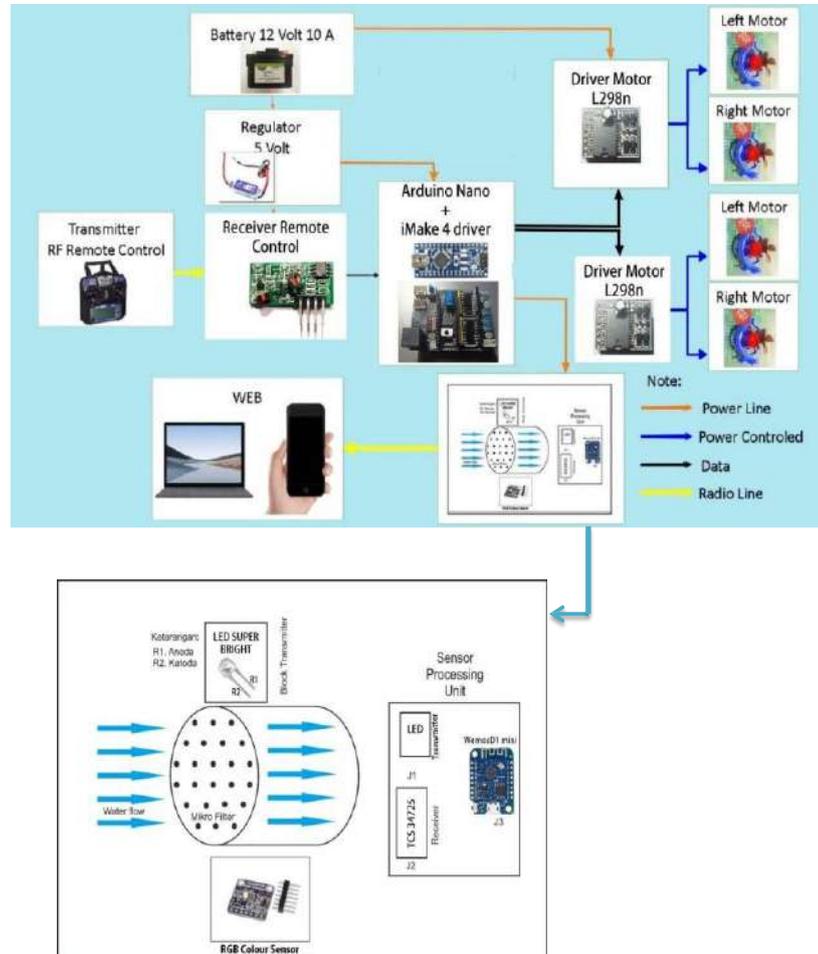
Desain kerja sistem kami terdiri atas tiga bagian, yakni input, sistem DRONE, dan sistem IoT. Input di sini ialah perairan, yang dimana ketika Drone telah bekerja dan sensor telah aktif maka selanjutnya ia akan mendeteksi keberadaan mikoplastik di dalam perairan tersebut dengan jumlah persentase sesuai dengan validasi data yang telah kami masukkan sebelumnya. Lalu ketika mikoplastik pada perairan terdeteksi, maka sistem DRONE akan berlanjut pada sistem IoT sehingga data persentase mikoplastik perairan dapat dipantau oleh pengguna. Untuk dapat bekerja sesuai sistem tersebut, maka sistem harus bekerja sesuai dengan diagram yang berada di bawah ini.

3.5 Analisis Data

Analisis data yang digunakan adalah dengan teknik deskriptif analitis. Adapun pengertian dari metode deskriptif analitis adalah suatu metode yang berfungsi untuk mendeskripsikan atau memberi gambaran terhadap objek yang diteliti melalui data atau sampel yang telah terkumpul sebagaimana adanya tanpa melakukan analisis dan membuat kesimpulan. Oleh karena itu, kami pun mencatat setiap peningkatan yang terdeteksi pada *prototype* sehingga tercatat bahan acuan data yang valid.

BAB IV PEMBAHASAN

4.1 Prototype



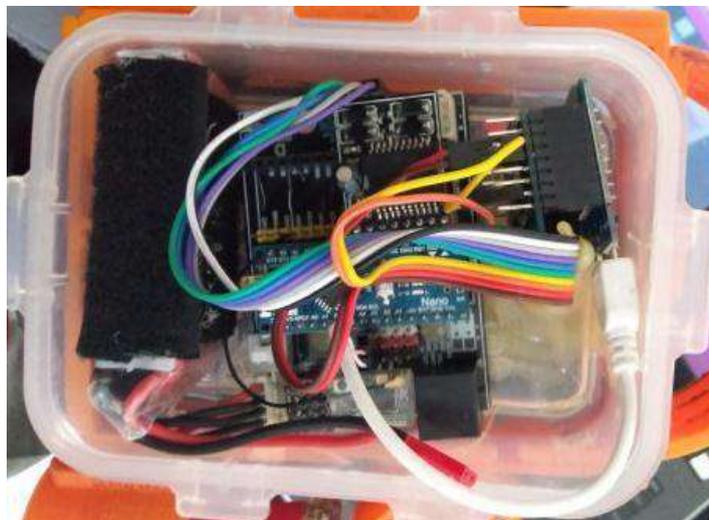
Gambar 4.1 Desain Sistem Kerja

4.1.1 Sistem Kerja Prototype

Sistem kerja alat ini dengan mendeteksi keberadaan mikroplastik pada perairan dimana ia diletakan. Sedangkan untuk sistem kerja secara detailnya ialah pertama, alat ini akan diberikan perintah oleh pengguna melalui *transmitter* yang berupa remote control yang memiliki layar LED untuk melihat apakah drone berhasil dikendalikan. Lalu, setelah perintah dikirimkan oleh *transmitter* dan diterima oleh receiver maka mikrokontroller yang berada di dalam drone DRONE yang berupa Arduino Nano, *iMake*, dan *WeMos D1* akan mengarahkan drone menuju lokasi yang diperintahkan dengan bantuan *drive L298n* untuk menggerakkan motor

sehingga drone mampu mendeteksi keberadaan mikroplastik. Lalu, ketika drone telah berada pada lokasi yang dituju, selanjutnya *RGB Color* sensor yang disekitarnya telah diberi filter berupa jaring berukuran 5 mm akan mulai membaca kondisi perairan di sekitarnya. Setelah data tersebut terbaca, maka selanjutnya data tersebut akan diolah oleh mikrokontroller kembali hingga menjadi bentuk matang dan siap disajikan dalam website. Ketika data tersebut telah diolah, maka mikrokontroller pun mengirimkan data tersebut menuju website yang telah disediakan sebagai pusat pemantauan mikroplastik.

4.1.2 Hasil Desain Prototype



Gambar 4.2 Hasil Desain Prototype

4.2 Sistem Kerja Prototype

Dalam pengujian *prototype*, kami melakukan beberapa tes yang di antaranya ialah bagaimana kinerja akhir sistem, berapa lama daya tahan baterai, kedalaman maksimal penyelaman *prototype*, kecepatan renang *prototype*, pengaruh jarak *transmitter* pada kinerja *prototype*, serta pengaruh kecepatan ombak terhadap daya tahan *prototype*. Data-data pengujian tersebut diharapkan dapat menjadi variabel pengembangan *prototype* pada fase berikutnya sehingga pada fase berikutnya, *prototype* yang dibuat dapat bekerja secara lebih maksimal.

Yang pertama, kinerja akhir sistem berjalan sesuai dengan apa yang diharapkan. Di mana sistem-sistem tersebut terbagi menjadi dua bagian yang

memiliki peran tersendiri. Kedua sistem tersebut ialah sistem kerja drone dan sistem kerja IoT. Sistem kerja drone merupakan sistem kerja yang dikendalikan oleh Mikrokontroler Arduino Nano dan *iMake 4 Driver* yang mengatur sistem pergerakan drone ketika berada di dalam perairan. Hasil yang didapatkan ialah bahwa drone dapat melakukan perintah sesuai yang dikirimkan oleh *transmitter* kepada *receiver* dan menuju lokasi yang dituju. Lalu selanjutnya ialah sistem kerja IoT, sistem kerja ini mengatur data yang telah diolah oleh Arduino Nano dan mengirimkannya ke dalam website dengan bantuan *WeMos D1* sehingga pemantauan dapat dilakukan oleh pengguna secara lebih efektif. Pengujian sistem kerja IoT ini dilakukan dengan cara memberikan sampel uji coba kepada *RGB Color Sensor TCS34725* yang selanjutnya diolah oleh Arduino Nano menjadi data matang dan setelah data telah diolah, maka data tersebut akan dikirimkan menuju website dengan bantuan *WeMos D1*. Hasil dari pengujian ini didapatkan bahwa sistem di website dapat menerima update sistem setiap 40 detik sesuai dengan apa yang telah kami masukkan ke dalam program. Selanjutnya daya tahan baterai dapat dilihat pada table berikut.

Tabel 1. Daya Tahan Baterai

Kondisi	Kedalaman	Daya Tahan Baterai (90%)
Stand by	0 mdpl	150 menit
Berenang kecepatan minimal	0 mdpl	90 menit
Berenang kecepatan maksimal	0 mdpl	80 menit
Menyelam diam	-1 hingga -1,2 mdpl	90 menit
Menyelam dan berenang kecepatan minimal	-1 hingga -1,2 mdpl	70 menit
Menyelam dan berenang kecepatan maksimal	-1 hingga -1,2 mdpl	55 menit

Untuk kedalaman serta kecepatan renang drone, kami melakukannya dalam beberapa kali percobaan terpisah yang dimaksudkan untuk melihat performa terbaik drone yakni ketika baterai berada pada persentase yang berbeda-beda.

Untuk kedalaman air maksimal yang dapat dicapai oleh drone ialah minus 1,2 mdpl ketika drone pada persentase baterai di atas 50% serta minus 1 mdpl ketika persentase baterai berada pada di bawah 50%, akan tetapi ketika persentase baterai berada pada 10% kami memutuskan untuk menarik kembali drone dikarenakan risiko untuk putus kontak dengan *receiver* sehingga drone dapat mati dan tenggelam. Untuk laju kecepatan drone sendiri, kami akan menyatakannya dalam tabel berikut.

Tabel 2. Pengaruh Baterai pada Laju Kecepatan Drone

Presentase baterai	Kelajuan (di permukaan)	Kelajuan (Menyelam)
100%	3,6 km/jam (maksimal)	3,36 km/jam (maksimal)
80%	3,46 km/jam (maksimal)	3,2 km/jam (maksimal)
60%	3,14 km/jam (maksimal)	3,02 km/jam (maksimal)
40%	2,72 km/jam (maksimal)	2,41 km/jam (maksimal)
20%	2,13 km/jam (maksimal)	2,04 km/jam (maksimal)

Kelajuan ketika berada di permukaan serta ketika menyelam berbeda. Dikarenakan ketika menyelam, kecepatan drone terpengaruh oleh adanya gaya gesek dari air serta pengaruh tekanan hidrostatis sehingga kecepatannya pun terpengaruh. Dan hal ini tidak terjadi pada drone ketika berada di permukaan air, sehingga kelajuannya pun lebih tinggi.

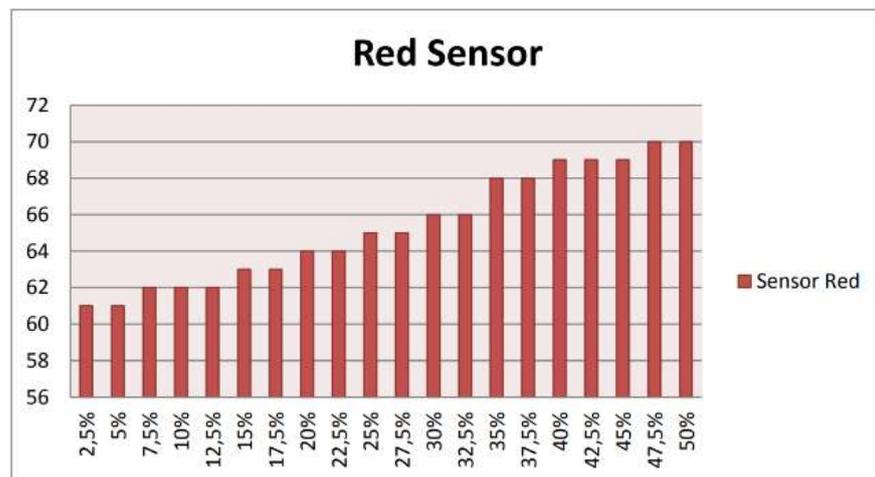
Lalu untuk yang terakhir, yakni pengaruh jarak maksimal *transmitter* terhadap drone serta kecepatan ombak yang dapat ditahan oleh drone. Untuk jarak maksimal drone dapat menerima sinyal dari *transmitter* ialah pada jarak 75 meter ketika drone berada pada 0 mdpl, serta 55-60 meter ketika drone pada minus 1,2 mdpl. Sedangkan untuk kecepatan maksimal ombak yang dapat ditahan oleh *prototype* ini ialah pada kecepatan 6 km/jam.

4.3 Penerimaan Data Mikroplastik

Hasil analisis mengenai pengaruh kepadatan mikroplastik di perairan terhadap *RGB Color* Sensor TCS34725 digunakan sebagai validasi data dalam program dan juga olahan matang data yang ditampilkan pada website pemantauan kepadatan mikroplastik. Penerimaan data mikroplastik diagram berdasarkan sensor warna yang dimiliki oleh *RGB Color* Sensor TCS34725 dibagi menjadi 3 (*Red*, *Green*, dan *Blue*) bagian.

4.3.1 Red Sensor

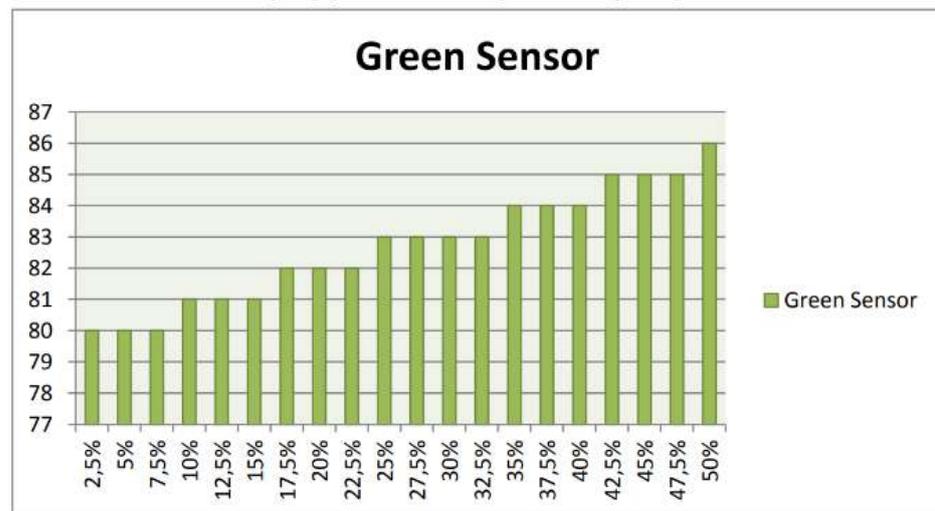
Pada sensor penerima warna merah, ketika kepadatan mikroplastik meningkat maka angka yang diterima pun semakin meningkat, hal ini membuktikan bahwasannya persentase kepadatan mikroplastik berbanding lurus dengan data angka yang dihasilkan oleh *RGB Color* Sensor TCS34725. Hal ini dikarenakan ketika pemancaran cahaya dari LED terhalangi oleh mikroplastik, maka cahaya warna merah yang diterima pun semakin tinggi dikarenakan meningkatnya pembiasan cahaya oleh mikroplastik tersebut. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada grafik berikut:



Grafik 4.1 Red Sensor

4.3.2 Green Sensor

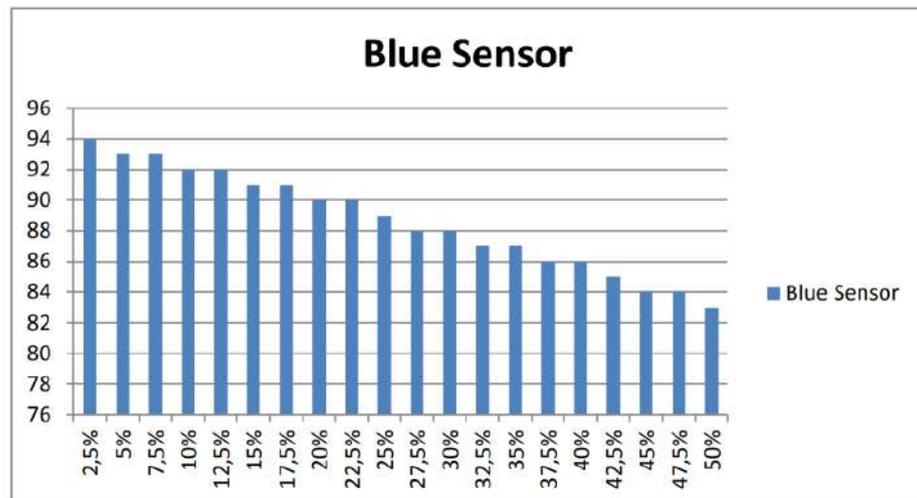
Pada sensor penerima warna hijau, layaknya sensor warna merah ketika kepadatan mikroplastik meningkat maka angka yang diterima pun semakin meningkat, hal ini membuktikan bahwasannya persentase kepadatan mikroplastik berbanding lurus dengan data angka yang dihasilkan oleh *RGB Color Sensor TCS34725*. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada grafik berikut:



Grafik 4.2 Green Sensor

4.3.3 Blue Sensor

Pada sensor penerima warna biru, tidak seperti pada sensor penerima warna merah dan sensor penerima warna hijau yang ketika kepadatan mikroplastik pada perairan meningkat maka angka yang dihasilkan pun juga meningkat. Pada sensor penerima warna biru, hal tersebut berkebalikan yakni, ketika kepadatan mikroplastik meningkat maka angka yang diterima pun semakin menurun, hal ini membuktikan bahwasannya persentase kepadatan mikroplastik berbanding terbalik dengan data angka yang dihasilkan oleh *RGB Color Sensor TCS34725*. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada grafik berikut:



Grafik 4.3 Blue Sensor

Dari ketiga data tersebut menunjukkan hubungan peningkatan angka yang berbeda ketika mendapatkan kepadatan mikroplastik yang berbeda pula. Kepadatan mikroplastik pada perairan meningkat maka angka yang dihasilkan juga meningkat atau berbanding lurus antara keduanya pada sensor penerima warna merah dan hijau. Sedangkan untuk sensor penerima warna biru, ketika kepadatan mikroplastik pada perairan meningkat maka angka hasil yang didapatkan pun menurun, yang bermakna bahwa kepadatan mikroplastik berbanding terbalik dengan angka hasil. Maka untuk memasukkan validasi data ke dalam program, digunakan data tersebut. Ketiga data tersebut berada dalam website dengan tabel tersendiri, sehingga seluruh data hasil dapat dipantau melalui website.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. DRONE dapat dijadikan inovasi teknologi perairan lingkungan dalam metode pendeteksian limbah mikroplastik.
2. Prototype telah dapat bekerja dengan baik meskipun untuk pengembangan selanjutnya tetap dibutuhkan pengembangan- pengembangan terutama dalam ketahanan drone ketika berada di perairan.
3. Dalam kondisi yang berbeda maka daya tahan baterai drone pun juga berbeda. Sehingga kondisi perairan dapat mempengaruhi daya tahan baterai pada drone.

5.2 Saran

1. Pengembangan lebih lanjut mengenai cara pendeteksian mikroplastik sangatlah diperlukan karena apabila hanya secara optikal menggunakan RGB sensor sebagai komponen sensoriknya data yang diterima akan kurang memuaskan.
2. Disarankan untuk mengembangkan website DRONE agar data yang diterima dapat lebih terperinci dan jelas.
3. Dikarenakan keterbatasan dana maka drone bawah air yang digunakan untuk memfasilitasi pendeteksian mikroplastik di bawah air tidak dapat bekerja di pada ombak yang terlalu besar dan jarak yang cukup jauh. Perlu adanya pengembangan lebih lanjut dengan desain khusus mengenai drone yang digunakan untuk memfasilitasi pendeteksian mikroplastik.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, M. R., & Junianto. (2021). A mini-review: Marine debris in Indonesian waters. *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 46–49. <https://doi.org/10.9734/ajfar/2021/v13i230263>
- Ali, H., Hang, L. Y., Suan, T. Y., Polaiah, V. R., Aluwi, M. I. F., Zabidi, A. a. M., & Elshaikh, M. (2021). Development of surveillance drone based internet of things (IoT) for industrial security applications. *Journal of Physics. Conference Series*, 2107(1), 012018.
- Alothman, H. A., Khasawneh, M. T., & Nagarur, N. N. (2018). Internet of Things in Manufacturing: An Overview. *In ASME International Mechanical Engineering Congress and Exposition*, 52019.
- Alderton, D. & Scott A. E. (2021). *Encyclopedia of Geology*. Cambridge: Academic Press.
- Ambarsari, A. D. & Milani A. (2022). Kajian Kelimpahan Mikroplastik Pada Sedimen di Wilayah Perairan Laut Indonesia. *Oseana*, 47(1): 20-28.
- Atmadja, I. D. G. (2022). Indonesian Marine Resources Law Perspective of Marine Tourism Development. *Journal Equity of Law and Governance*, 2(2):103-110. doi: 10.55637/elg.2.2.5766.103-110
- Ayun, N. Q. (2019). Analisis Mikroplastik Menggunakan Ft-Ir pada Air, Sedimen, dan Ikan Belanak (*Mugil cephalus*) di Segmen Sungai Bengawan Solo yang Melintasi Kabupaten Gresik. *Skripsi*. Surabaya: Universitas Islam Negeri Sunan Ampel.
- Cordova, M. R. (2017). Pencemaran Plastik di Laut. *Jurnal Oseanam*, 42(3): 21-30.
- Harpah, N., Suryati, I., Leonardo, R., Risky, A., Ageng, P., & Addauwiyah, R. (2020). Analisa Jenis, Bentuk, dan Kelimpahan Mikroplastik di Sungai Sei Sikambing Medan. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 20(2): 108–115.
- Khalif, I. M., Syauqy, D., Maulana, R. (2018). Pengembangan Sistem Penghitung Langkah Kaki Hemat Daya Berbasis Wemos D1 Mini. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer*, 2(6): 2211-2220.

- Lusher, A. L., Tirelli, V., O'Connor, I., & Officer, R. (2015). Microplastics in Arctic Polar Water: the First Reported Values of Particles in Surface and Sub-Surface Samples, *Scientific Reports*, 5: 14947.
- Makruf, M., Sholehah, A., Walid, M. (2019). Implementasi *Wireless Sensor Network* (WSN) untuk Monitoring *Smart Farming* pada Tanaman Hidroponik Menggunakan *Mikrokontroller* Wemos D1 Mini. *Jurnal Informatika dan Komputer*, 2(2): 95-102.
- Marlina, S. & Ning Herlina. (2021). Upaya Peningkatan Pendidikan, Keahlian, dan Profesionalisme Sumber Daya Manusia Pelayaran Indonesia. *Jurnal Ilmiah M-Progress*, 11(2): 107-116.
- Mulu, M., Wendelinus Dasor, Y., Hudin, R., & Tarsan, V. (2020). Marine debris Dan Mikroplastik: Upaya Mencegah Bahaya Dan Dampaknya di tempode, Desa Salama, Kabupaten Manggarai, NTT. *Randang Tana - Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 3(2), 79–84. <https://doi.org/10.36928/jrt.v3i2.404>
- Payung, M. & Abdul Z. (2021). Rancang Bangun Remotely Operated Vehicle (ROV) untuk Monitoring Kondisi Terumbu Karang di Perairan Bontang. *Jurnal Nasional Komputasi dan Teknologi Informasi*, 4(2): 149-157.
- Septian, F. M., Purba, N. P., Agung, M. U. K., Yuliadi, L. P.S., Akuan, L. F., & Mulyani, P. G. (2018). Sebaran Spasial Mikroplastik di Sedimen Pantai Pangandaraan, Jawa Barat. *Jurnal Geomaritim Indonesia*, 1(1): 1–8.
- Setiadi, D. & Muhammad N. A. M. (2018). Penerapan *Internet of Things (IoT)* pada *Sistem Monitoring Irigasi (Smart Irigasi)*. *Jurnal Infotronik*, 3(2): 95-102.
- Sobary, I., Nugraha, R., Sumaryo, S. (2019). Desain Implementasi Sistem Navigasi dan Monitoring Pada Remotely Operated Vehicle (ROV). *Jurnal e-Proceeding of Engineering*, 6(3): 10044-10051.
- Strehse, J. S., Baas, J., & Maser, E. (2019). Monitoring von giftstoffen im Meer. *BIOspektrum*, 25(1), 26–28. <https://doi.org/10.1007/s12268-019-0998-x>
- Xu, G., Shi, Y., Sun, X., & Shen, W. (2019). Internet of Things in Marine Environment Monitoring: A review. *Sensors*, 19(7), 1711.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembar Orisinalitas

LOMBA KARYA TULIS ILMIAH NASIONAL 10th KIME ON IDEAS COMPETITION

1. Judul : Underwater Drone Berbasis Iot
Sebagai Prototype Pendeteksi
Keberadaan dan Kepadatan
Mikroplastik di Lautan
2. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Surabaya
3. Identitas Penulis
- a. Nama Lengkap Ketua : Dinda Tria Kusuma
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. Tempat, Tanggal Lahir : Sidoarjo, 29 Januari 2003
 - d. Prodi Angkatan : S1 Pendidikan IPA/2022
 - e. NIM : 22030654043
 - f. Alamat : Sidoarjo, Jawa Timur
 - g. Email : dindatria.22043@mhs.unesa.ac.id
 - h. Anggota
 - Nama Lengkap Anggota 1 : Durriyatus Salsabila
 - Nama Lengkap Anggota 2 : Fanya Az Zahra Fakhressy

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan adalah benar/ Dengan ini, saya menyatakan ikut serta dalam Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional 10th KIME on Ideas Competition (10th KOIN) dan menyetujui semua syarat dan ketentuan lomba yang ditetapkan oleh panitia

Ketua Tim



(Dinda Tria Kusuma)

Lampiran 2. Dokumentasi



Gambar 1. Perakitan Komponen Alat



Gambar 2. Hasil Desain DRONE



Gambar 3. Uji Kinerja DRONE di Kolam Renang



Gambar 4. Uji Kinerja DRONE di Perairan Dangkal



Gambar 5. Uji Kinerja DRONE di Tengah Perairan



Gambar 6. Uji Kinerja DRONE di Perairan Dalam

10th KIME on Ideas Competition

**PENGALAMAN BUDAYA DAN NORMA SOSIAL DALAM
PENCEGAHAN KEKURANGAN ENERGI KRONIK PADA IBU HAMIL
DI PUSKESMAS PENUSUPAN**



Oleh:

Novita Nur Agustin	D3 Kebidanan/2022
Reyska Aleyda	D3 Kebidanan/2022
Siti khumayah	D3 Kebidanan/2022

**POLITEKNIK HARAPAN BERSAMA
TEGAL
2024**

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul : Pengalaman Budaya dan Norma Sosial dalam Pencegahan Kekurangan Energi Kronik pada Ibu Hamil di Puskesmas Penusupan
2. Ketua Kelompok
 - a. Nama Lengkap : Novita Nur Agustin
 - b. NIM : 22070003
 - c. Prodi : D3 Kebidanan
 - d. Perguruan Tinggi : Politeknik Harapan Bersama
 - e. Alamat : Jalan mawar Desa bongkok munjung RT 01/RW 01, Kecamatan kramat, Kabupaten Tegal
 - f. No Tel/HP : 087722482118
 - g. Alamat Email : novitanuragustin589@gmail.com
3. Anggota kelompok/Penulis
 - a. Nama Lengkap Anggota 1 : Reyska Aleyda
 - b. Nama Lengkap Anggota 2 : Siti khumayah
4. Dosen Pembimbing
 - a. Nama Lengkap dan Gelar : Bdn. Seventina Nurul Hidayah, S.SiT, M.Kes
 - b. NIDN : 1117088601
 - c. Alamat : Jl. Imam Bonjol RT.02 RW.01 Slawi
 - d. No Tel/HP : 085753431623

Mengetahui,

Tegal, 27 Mei 2024

Dosen Pembimbing

Ketua Kelompok



(Bdn. Seventina Nurul Hidayah, S.SiT, M.Kes)

(Novita Nur Agustin)

PENGALAMAN BUDAYA DAN NORMA SOSIAL DALAM PENCEGAHAN KEKURANGAN ENERGI KRONIK PADA IBU HAMIL DI PUSKESMAS PENUSUPAN

Novita Nur Agustin 22070003

Reyska Aleyda 22070001

Siti khumayah 22070016

D3 Kebidanan Politeknik Harapan Bersama

kebidanan@poltektegal.ac.id

Abstrak

Kekurangan energi kronik (KEK) pada ibu hamil merupakan masalah kesehatan masyarakat yang serius, terutama di wilayah-wilayah dengan akses terbatas terhadap layanan kesehatan dan informasi gizi yang memadai. Puskesmas Penusupan, sebagai salah satu penyedia layanan kesehatan primer di wilayah tersebut, berperan penting dalam upaya pencegahan dan pengelolaan KEK pada ibu hamil. Namun, budaya lokal dan norma sosial sering kali memainkan peran krusial dalam membentuk perilaku kesehatan masyarakat, termasuk dalam hal asupan nutrisi dan pencegahan KEK. Penelitian ini bertujuan untuk menggali pengalaman budaya dan norma sosial yang mempengaruhi upaya pencegahan kekurangan energi kronik pada ibu hamil di Puskesmas Penusupan. Metode penelitian kualitatif digunakan untuk mengeksplorasi persepsi, sikap, dan praktik yang berkaitan dengan pencegahan kekurangan energi kronik. Wawancara mendalam dan observasi dilakukan pada 6 partisipan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa budaya lokal dan norma sosial memiliki pengaruh yang signifikan terhadap upaya pencegahan KEK pada partisipan. Beberapa faktor budaya, seperti kepercayaan tradisional terkait makanan dan minuman, serta norma sosial yang mengatur perilaku makan dan pola konsumsi, memainkan peran penting dalam menentukan asupan nutrisi partisipan. Selain itu, stigma terkait status kehamilan dan faktor-faktor psikososial juga memengaruhi cara partisipan mengakses layanan kesehatan dan mengikuti program pencegahan KEK. Penelitian ini menyoroti pentingnya memperhitungkan konteks budaya dan sosial dalam merancang intervensi untuk pencegahan KEK pada ibu hamil. Integrasi pengetahuan lokal dan keterlibatan komunitas dalam program-program pencegahan KEK di Puskesmas Penusupan menjadi kunci untuk meningkatkan efektivitas dan penerimaan intervensi. Pengalaman budaya dan norma sosial memainkan peran penting dalam pencegahan KEK pada ibu hamil di Puskesmas Penusupan. Menyadari dan memahami faktor-faktor budaya dan sosial yang memengaruhi perilaku kesehatan masyarakat adalah langkah awal yang penting dalam merancang strategi pencegahan KEK yang berhasil dan berkelanjutan. Upaya kolaboratif antara penyedia layanan kesehatan, pemerintah, dan komunitas lokal diperlukan untuk menciptakan lingkungan yang mendukung pencegahan KEK yang efektif bagi ibu hamil di wilayah Puskesmas Penusupan.

Kata kunci: pengalaman, budaya, norma sosial, pencegahan, kekurangan energi kronik

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Angka Kematian Ibu di Kabupaten Tegal pada tahun 2022 sebanyak 27 kasus. Data pada tahun 2022 di Puskesmas Penusupan jumlah ibu hamil resiko tinggi sebanyak 580 penyebabnya yaitu hipertensi, anemia, preeklamsi, KEK (Kekurangan Energi Kronik), faktor umur < 20 tahun, faktor umur > 35 tahun, jarak kehamilan, tinggi badan kurang ideal, TBC, HIV/AIDS, HIB, gemeli, presentasi bokong, letak lintang, riwayat SC, jantung, jumlah anak > 5. Kasus KEK menempati jumlah ibu hamil resiko tinggi urutan kesatu. Kekurangan Energi Kronik (KEK) pada ibu hamil merupakan masalah kesehatan serius yang mempengaruhi kesejahteraan ibu dan perkembangan janin. KEK dapat menyebabkan komplikasi kehamilan, pertumbuhan janin terhambat, kelahiran prematur, dan risiko tinggi pada ibu. Upaya pencegahan KEK pada ibu hamil menjadi sangat penting untuk memastikan kesehatan dan kesejahteraan mereka. Dalam konteks pencegahan KEK, peran budaya dan norma sosial dalam praktik gizi ibu hamil menjadi faktor yang signifikan (Anjelika, Ihsan and Dammalewa, 2021)

Konteks budaya dalam pencegahan KEK memainkan peran penting dalam praktik gizi dan makanan dalam masyarakat. Setiap kelompok masyarakat memiliki kebiasaan makan tradisional yang unik, yang mencerminkan preferensi makanan, pengolahan makanan, dan cara membagi porsi makan dalam keluarga. Kebiasaan ini tercermin dalam pola makan sehari-hari yang dapat berdampak pada asupan nutrisi ibu hamil. Selain itu, persepsi tentang berat badan ideal selama kehamilan juga dipengaruhi oleh faktor budaya. Pola makan dan preferensi makanan yang terkait dengan budaya dapat mempengaruhi asupan gizi ibu hamil, dan oleh karena itu memainkan peran penting dalam pencegahan KEK (Triwahyuningsih and Prayugi, 2018)

Peran norma sosial dalam pencegahan KEK juga mempengaruhi perilaku makan dan praktik gizi ibu hamil. Norma yang diterima secara sosial dapat memengaruhi persepsi terhadap berat badan ideal selama kehamilan dan

perilaku makan ibu hamil. Misalnya, dalam beberapa budaya, penambahan berat badan yang berlebih selama kehamilan dianggap sebagai sesuatu yang negatif atau tidak diinginkan. Hal ini dapat menyebabkan penolakan terhadap asupan makanan yang cukup dan beragam selama kehamilan, yang pada akhirnya dapat berkontribusi pada KEK. Selain itu, dukungan sosial dari keluarga dan komunitas juga dapat memainkan peran penting dalam mendorong praktik gizi yang sehat dan memadai pada ibu hamil. Puskesmas, sebagai fasilitas pelayanan kesehatan primer, memiliki peran yang sangat penting dalam upaya pencegahan KEK. Puskesmas tidak hanya memberikan pelayanan kesehatan, tetapi juga edukasi gizi dan pemantauan kesehatan ibu hamil. Efektivitas upaya ini sangat tergantung pada sejauh mana Puskesmas memahami dan menghormati budaya serta norma sosial masyarakat yang mereka layani (Widyawati and Sulistyoningtyas, 2020).

Pengalaman budaya lokal di wilayah Puskesmas Penusupan memiliki keunikan tersendiri yang dapat mempengaruhi berbagai aspek kehidupan, termasuk kesehatan ibu hamil. Berdasarkan wawancara pendahuluan dengan 11 ibu hamil ada beberapa budaya makan yang menguntungkan. Budaya makan di wilayah Puskesmas Penusupan, Tegal, memiliki praktik-praktik yang membantu ibu hamil terhindar dari kekurangan energi kronik (KEK). Konsumsi sayuran hijau seperti bayam, kangkung, dan daun kelor, serta buah-buahan segar seperti pepaya, pisang, dan jeruk, menyediakan vitamin dan mineral penting. Selain itu, makanan tinggi protein seperti telur dan ikan air tawar, serta kacang-kacangan seperti kacang hijau dan kedelai, memberikan asupan protein berkualitas. Budaya lokal juga mendorong penghindaran lemak berlebih dari daging dan makanan berminyak, yang mengarah pada pola makan seimbang. Pengolahan makanan dengan cara direbus atau dikukus juga mengurangi asupan lemak jenuh. Praktik-praktik ini secara keseluruhan membantu ibu hamil di Penusupan mendapatkan nutrisi yang cukup dan seimbang, sehingga lebih terhindar dari KEK. Hal ini juga sejalan dengan penelitian (Kartika, Kusnali and Agustiya, 2019) yang menunjukkan bahwa pemenuhan gizi yang tepat pada ibu hamil dapat secara signifikan mengurangi risiko KEK. Penelitian tersebut menekankan pentingnya pemberian makanan

yang bergizi dan seimbang selama kehamilan untuk mendukung kesehatan ibu dan janin. Penelitian ini akan mengeksplorasi bagaimana budaya lokal tersebut mempengaruhi upaya pencegahan KEK di Puskesmas Penusupan. Penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa pendekatan yang mempertimbangkan aspek budaya dan sosial lebih berhasil dalam meningkatkan status gizi ibu hamil. Namun, penelitian yang secara khusus meneliti pengalaman budaya dan norma sosial dalam konteks pencegahan KEK di Indonesia masih sangat terbatas.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan sebelumnya, penulis ingin meneliti secara mendalam pengalaman budaya dan norma sosial yang memengaruhi pola konsumsi makanan, sikap terhadap layanan kesehatan, dan praktik pencegahan kekurangan energi kronik pada ibu hamil di Puskesmas Penusupan. Hal ini bertujuan untuk memahami lebih lanjut faktor-faktor budaya dan sosial yang berperan dalam pencegahan KEK pada ibu hamil.

1.1 Tujuan dan Manfaat

1. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk:

- a. Menggali pengalaman budaya dan norma sosial yang mempengaruhi upaya pencegahan kekurangan energi kronik (KEK) pada ibu hamil di Puskesmas Penusupan.
- b. Memahami bagaimana praktik-praktik tradisional dan pantangan makanan tertentu memengaruhi status gizi ibu hamil.
- c. Menggali sikap dan persepsi ibu hamil terhadap layanan kesehatan dan program-program pencegahan KEK.
- d. Menilai bagaimana faktor-faktor psikososial dan stigma terkait kehamilan mempengaruhi akses dan partisipasi ibu hamil dalam program pencegahan KEK.

2. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Memberikan informasi untuk merancang intervensi pencegahan KEK yang lebih baik, memperhitungkan budaya dan sosial masyarakat.
- b. Meningkatkan layanan kesehatan di Puskesmas Penusupan dengan memperhatikan faktor budaya dan sosial yang memengaruhi kesehatan ibu hamil.
- c. Mendukung program edukasi masyarakat yang lebih efektif, untuk mengubah praktik tradisional yang tidak mendukung kesehatan ibu hamil.
- d. Menyediakan dasar bagi pembuat kebijakan kesehatan dalam merumuskan kebijakan yang lebih responsif terhadap budaya lokal.
- e. Memberikan pengetahuan kepada ibu hamil tentang pentingnya asupan gizi dan cara pencegahan KEK, sehingga mereka lebih mampu menjaga kesehatan selama kehamilan.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Definisi KEK pada ibu hamil

Kekurangan Energi Kronik (KEK) pada ibu hamil mengacu pada keadaan di mana ibu hamil mengalami defisiensi asupan energi yang berkelanjutan selama periode kehamilan. KEK pada ibu hamil sering kali dikaitkan dengan rendahnya berat badan ibu hamil, kurangnya nutrisi yang memadai, dan berkurangnya cadangan energi tubuh. Definisi KEK pada ibu hamil dapat berbeda-beda tergantung pada parameter yang digunakan untuk mengukur kondisi ini. Beberapa definisi KEK pada ibu hamil yang umum digunakan adalah (Safmila and Erlina, 2020):

1. Indeks Massa Tubuh (IMT)

KEK pada ibu hamil dapat didefinisikan berdasarkan indeks massa tubuh (IMT) yang dihitung dengan membagi berat badan ibu hamil dalam kilogram oleh kuadrat tinggi badan dalam meter persegi (kg/m^2). Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), KEK pada ibu hamil terjadi jika IMT kurang dari $18,5 \text{ kg}/\text{m}^2$

2. Kekurangan Energi pada Kebutuhan Harian (KEKH)

Definisi lain KEK pada ibu hamil dapat didasarkan pada kekurangan energi dalam kebutuhan harian ibu hamil. KEK pada ibu hamil terjadi ketika asupan energi ibu hamil kurang dari kebutuhan energi harian yang direkomendasikan untuk menjaga keseimbangan energi dan mendukung pertumbuhan janin yang optimal.

Penting untuk dicatat bahwa definisi KEK pada ibu hamil dapat berbeda di setiap negara atau panduan kesehatan yang digunakan. Parameter seperti IMT dan kebutuhan energi harian dapat bervariasi tergantung pada faktor-faktor seperti usia ibu hamil, status gizi awal, dan kondisi kesehatan ibu hamil.

Pengidentifikasi KEK pada ibu hamil memiliki tujuan untuk mendeteksi dan mencegah masalah gizi yang dapat berdampak negatif pada kesehatan ibu dan perkembangan janin. Penting untuk memantau status gizi ibu hamil secara

teratur selama kehamilan dan memberikan intervensi gizi yang tepat jika ditemukan adanya KEK.

Kekurangan Energi Kronik (KEK) pada ibu hamil dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Berikut ini adalah beberapa penyebab umum KEK pada ibu hamil:

1. Salah satu penyebab utama KEK pada ibu hamil adalah kurangnya asupan energi yang memadai dari makanan yang dikonsumsi. Faktor-faktor yang dapat menyebabkan kurangnya asupan energi meliputi rendahnya konsumsi makanan bergizi, kurangnya akses terhadap makanan yang memadai, ketidakmampuan untuk memenuhi kebutuhan gizi karena faktor ekonomi, dan kurangnya pengetahuan tentang pola makan yang sehat selama kehamilan.
2. Beberapa ibu hamil mengalami gangguan mual dan muntah yang parah selama periode kehamilan, yang dikenal sebagai mual dan muntah kehamilan. Gangguan ini dapat mengganggu asupan makanan dan menyebabkan ibu hamil muntah secara berlebihan, mengakibatkan defisiensi energi dan nutrisi.
3. Beberapa kondisi kesehatan seperti gangguan pencernaan, gangguan penyerapan nutrisi, atau masalah pada saluran cerna dapat mengganggu kemampuan tubuh untuk menyerap nutrisi yang diperlukan dari makanan. Hal ini dapat menyebabkan kekurangan energi pada ibu hamil meskipun mereka mengonsumsi makanan yang cukup.
4. Kehadiran gangguan kesehatan kronis pada ibu hamil, seperti penyakit metabolik, penyakit ginjal, penyakit hati, atau gangguan endokrin tertentu, dapat mempengaruhi metabolisme dan penyerapan nutrisi tubuh. Ini dapat menyebabkan kekurangan energi dan masalah gizi pada ibu hamil.
5. Faktor sosial dan ekonomi seperti kemiskinan, kurangnya pendidikan gizi, akses terbatas terhadap sumber daya dan layanan kesehatan, serta rendahnya status sosial ekonomi dapat menjadi penyebab KEK pada ibu hamil. Faktor-faktor ini dapat membatasi akses ibu hamil terhadap makanan yang memadai dan pelayanan kesehatan yang diperlukan selama kehamilan.

Penting untuk mengidentifikasi penyebab KEK pada ibu hamil secara tepat agar intervensi yang sesuai dapat dilakukan. Penanganan penyebab yang mendasari dan pemberian dukungan gizi yang tepat dapat membantu mencegah dan mengatasi KEK pada ibu hamil.

Kekurangan Energi Kronik (KEK) pada ibu hamil dapat memiliki dampak negatif yang signifikan baik pada kesehatan ibu hamil itu sendiri maupun perkembangan janin. Berikut adalah beberapa dampak KEK pada ibu hamil dan perkembangan janin:

1. Pada ibu hamil:
 - a. Risiko kekurangan nutrisi: KEK dapat menyebabkan kekurangan nutrisi yang berarti pada ibu hamil. Kekurangan nutrisi seperti zat besi, asam folat, kalsium, dan vitamin D dapat meningkatkan risiko anemia, osteoporosis, dan masalah kesehatan lainnya pada ibu hamil.
 - b. Risiko komplikasi kehamilan: KEK meningkatkan risiko komplikasi kehamilan seperti kelahiran prematur, rendahnya berat badan lahir, pertumbuhan janin terhambat, dan gangguan tekanan darah seperti pre-eklamsia.
 - c. Penurunan daya tahan tubuh: KEK dapat melemahkan sistem kekebalan tubuh ibu hamil, membuatnya lebih rentan terhadap infeksi dan penyakit.
2. Pada perkembangan janin:
 - a. Pertumbuhan janin terhambat: KEK dapat menghambat pertumbuhan janin dengan mempengaruhi suplai nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan yang optimal. Ini dapat menyebabkan janin memiliki berat badan lahir rendah dan meningkatkan risiko gangguan pertumbuhan jangka panjang.
 - b. Gangguan perkembangan otak: Kekurangan energi dan nutrisi selama kehamilan dapat memengaruhi perkembangan otak janin, yang dapat berdampak pada kemampuan kognitif, kemampuan belajar, dan perkembangan mental secara keseluruhan.
 - c. Risiko penyakit kronis: Kondisi KEK pada ibu hamil juga dapat meningkatkan risiko perkembangan penyakit kronis pada anak di kemudian hari, seperti obesitas, diabetes tipe 2, dan penyakit kardiovaskular.

2.2 Peran budaya dalam pencegahan KEK

Peran budaya dalam pencegahan Kekurangan Energi Kronik (KEK) pada ibu hamil sangat penting. Budaya memainkan peran kunci dalam membentuk pola makan, kebiasaan, dan norma sosial terkait gizi pada masyarakat. Berikut adalah beberapa peran budaya dalam pencegahan KEK pada ibu hamil (Lestari *et al.*, 2020) :

1. Budaya dapat mempengaruhi jenis makanan yang biasa dikonsumsi dalam masyarakat. Makanan tradisional yang bervariasi dan seimbang secara gizi dapat memberikan asupan yang cukup untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ibu hamil. Mendorong konsumsi makanan tradisional yang bergizi dapat membantu mencegah KEK.
2. Beberapa budaya memiliki tradisi persiapan makanan khusus untuk ibu hamil yang mengandung zat-zat gizi penting. Misalnya, makanan tinggi zat besi atau asam folat yang dikonsumsi secara khusus untuk memenuhi kebutuhan ibu hamil. Memahami dan mempromosikan persiapan makanan khusus ini dapat mendukung pencegahan KEK.
3. Beberapa budaya memiliki pantangan makanan tertentu selama kehamilan. Pantangan ini bisa berhubungan dengan kepercayaan atau tradisi kultural. Penting untuk memahami pantangan ini dan mencari alternatif makanan yang dapat memenuhi kebutuhan gizi ibu hamil. Menggabungkan budaya dan nutrisi yang seimbang adalah penting dalam pencegahan KEK.
4. Budaya juga mempengaruhi pengetahuan dan praktik yang diterapkan dalam perawatan kehamilan dan gizi. Pengetahuan tradisional yang telah ada dalam budaya dapat digunakan untuk mempromosikan praktik yang baik, seperti mengonsumsi makanan bergizi, istirahat yang cukup, dan pengaturan pola makan yang sehat. Mendorong praktik-praktik ini berdasarkan pengetahuan tradisional dapat membantu mencegah KEK.
5. Budaya juga memainkan peran dalam norma sosial dan dukungan sosial yang diberikan pada ibu hamil. Dalam banyak budaya, keluarga dan komunitas memiliki peran penting dalam memberikan dukungan, perhatian, dan bantuan dalam memastikan ibu hamil mendapatkan makanan yang cukup dan nutrisi yang tepat. Mendorong dukungan sosial

dan membangun norma sosial yang positif dalam budaya dapat membantu mencegah KEK pada ibu hamil.

Dalam pencegahan KEK pada ibu hamil, penting untuk menghormati dan memahami nilai-nilai budaya yang ada dalam masyarakat serta bekerja sama dengan komunitas untuk mengembangkan strategi yang sesuai dengan konteks budaya. Edukasi, promosi gizi, dan intervensi yang disesuaikan dengan budaya dapat memberikan dampak yang signifikan dalam memastikan pencegahan KEK pada ibu hamil. Berikut adalah beberapa strategi yang dapat dilakukan:

1. Mengembangkan program edukasi gizi yang mencakup nilai-nilai budaya dan tradisi makanan lokal dapat membantu meningkatkan kesadaran dan pengetahuan masyarakat tentang pentingnya gizi selama kehamilan. Melibatkan tokoh budaya, seperti tetua adat atau tokoh masyarakat, dapat membantu memperkuat pesan-pesan gizi dalam konteks budaya yang diterima oleh masyarakat.
2. Bekerja sama dengan komunitas lokal untuk mengembangkan strategi pencegahan KEK yang relevan dengan budaya dapat meningkatkan penerimaan dan partisipasi masyarakat. Melibatkan anggota komunitas dalam perencanaan, implementasi, dan pemantauan program pencegahan KEK dapat membantu memastikan bahwa strategi yang dikembangkan benar-benar sesuai dengan kebutuhan dan preferensi budaya.
3. Pendekatan partisipatif melibatkan ibu hamil dan anggota masyarakat dalam pengambilan keputusan terkait program pencegahan KEK. Hal ini dapat dilakukan melalui diskusi kelompok terfokus, pertemuan komunitas, atau kelompok pendukung ibu hamil. Dengan melibatkan mereka secara aktif, program dapat lebih efektif dan lebih mudah diterima oleh masyarakat.
4. Menggabungkan aspek-aspek gizi dari makanan tradisional dengan pengetahuan gizi modern dapat membantu ibu hamil memenuhi kebutuhan nutrisi mereka. Promosi konsumsi makanan lokal yang bergizi, seperti sayuran, buah-buahan, dan makanan kaya zat besi, dapat dilakukan untuk mencegah KEK.

5. Meningkatkan akses dan ketersediaan makanan bergizi dalam komunitas melalui program-program seperti bank makanan, kebun sayur komunitas, atau program pemberdayaan ekonomi dapat membantu mengurangi KEK pada ibu hamil. Langkah-langkah ini dapat membantu mengatasi faktor sosial dan ekonomi yang dapat menyebabkan KEK.
6. Menggunakan media komunikasi yang sesuai dengan budaya, seperti cerita rakyat, lagu, tarian, atau drama, dapat membantu menyampaikan pesan tentang pentingnya gizi selama kehamilan dengan cara yang menarik dan mudah dipahami oleh masyarakat.

Pencegahan KEK pada ibu hamil memerlukan pendekatan yang holistik, menggabungkan aspek budaya, pendidikan, dan dukungan komunitas. Dengan memahami dan menghormati budaya, strategi pencegahan KEK dapat lebih efektif, berkelanjutan, dan diterima oleh masyarakat.

2.3 Norma sosial dalam pencegahan KEK

Norma sosial memainkan peran penting dalam pencegahan Kekurangan Energi Kronik (KEK) pada ibu hamil. Norma sosial mengacu pada aturan, nilai, dan harapan yang ada dalam masyarakat yang mempengaruhi perilaku individu dan kelompok. Dalam konteks pencegahan KEK pada ibu hamil, norma sosial dapat mempengaruhi pola makan, asupan nutrisi, dan perawatan kesehatan yang diterima oleh ibu hamil (Fatimah Jamir and Erni, 2022). Berikut adalah beberapa peran norma sosial dalam pencegahan KEK:

1. Norma sosial yang mempromosikan pola makan sehat dan bergizi dapat memengaruhi perilaku makan ibu hamil. Jika norma sosial dalam masyarakat mendukung konsumsi makanan yang kaya nutrisi dan seimbang, ibu hamil akan lebih cenderung mengadopsi pola makan yang sehat untuk memenuhi kebutuhan nutrisinya.
2. Norma sosial yang mendorong dukungan dan dorongan dalam menjaga kesehatan ibu hamil dapat berpengaruh pada pencegahan KEK. Ketika masyarakat memberikan dukungan emosional, dukungan praktis, dan dorongan untuk mengonsumsi makanan bergizi, ibu hamil akan merasa didukung dan termotivasi untuk menjaga kesehatannya.

3. Norma sosial juga dapat mempengaruhi pilihan makanan yang tersedia dan diterima dalam masyarakat. Jika masyarakat memprioritaskan makanan yang kaya nutrisi dan sehat, ibu hamil akan lebih mudah untuk mengakses makanan tersebut dan mengintegrasikannya ke dalam pola makan mereka.
4. Norma sosial dapat memengaruhi pengetahuan dan keyakinan masyarakat terkait gizi dan kesehatan ibu hamil. Jika norma sosial mempromosikan pengetahuan yang akurat tentang gizi selama kehamilan dan keyakinan akan pentingnya menjaga kesehatan, ibu hamil akan lebih cenderung mengadopsi praktik-praktik yang mendukung pencegahan KEK.
5. Norma sosial yang mengurangi stigma terkait gizi dan kehamilan dapat menciptakan lingkungan yang lebih inklusif dan mendukung. Stigma negatif terhadap ibu hamil yang mengalami KEK dapat menghambat mereka untuk mencari perawatan dan dukungan yang diperlukan. Oleh karena itu, norma sosial yang mengurangi stigma dan mempromosikan empati dapat membantu ibu hamil merasa lebih nyaman untuk mencari perawatan dan dukungan yang diperlukan.

2.4 Pendapat yang Berkaitan dengan Masalah yang Dikaji

Dalam penelitian terdahulu, terdapat beragam pendapat dan temuan yang berkaitan dengan pengalaman budaya dan norma sosial dalam pencegahan kekurangan energi kronik pada ibu hamil. Beberapa penelitian terdahulu yaitu:

1. Penelitian (Alwan *et al.*, 2023) bahwa peran keluarga memainkan peranan penting dalam upaya pencegahan Kekurangan Energi Kronik (KEK) pada ibu hamil. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dukungan keluarga, termasuk suami, orang tua, dan anggota keluarga lainnya, dapat berpengaruh signifikan terhadap pola makan dan gaya hidup ibu hamil.
2. Penelitian (Handayani *et al.*, 2021) menunjukkan bahwa kebiasaan makan dan preferensi kuliner yang terbentuk dalam budaya suatu masyarakat dapat mempengaruhi pola makan seorang ibu hamil.
3. Penelitian (Rumpun *et al.*, 2021) bahwa ketersediaan dan aksesibilitas terhadap makanan bergizi dapat mempengaruhi kemampuan ibu hamil

untuk memenuhi kebutuhan gizinya selama kehamilan. Faktor-faktor seperti lokasi geografis, ketersediaan pasar atau toko makanan yang menyediakan makanan bergizi, serta harga dan aksesibilitas terhadap sumber-sumber makanan yang sehat dapat mempengaruhi pola makan ibu hamil.

4. Penelitian (Media and Elfemi, 2021) menemukan bahwa dukungan sosial memainkan peran krusial dalam upaya pencegahan Kekurangan Energi Kronik (KEK) pada ibu hamil. Dukungan sosial dari keluarga, teman, komunitas, dan bahkan tenaga kesehatan dapat memberikan dampak positif terhadap keberhasilan ibu hamil dalam menjaga kesehatan gizinya selama masa kehamilan.

2.5 Pemecahan Masalah yang Pernah Dilakukan

Penelitian terdahulu telah melakukan berbagai upaya untuk memahami dan mengatasi tantangan dalam pencegahan kekurangan energi kronik pada ibu hamil. Beberapa penelitian yaitu penelitian yang dilakukan oleh (Florensia *et al.*, 2022) telah mengimplementasikan upaya pencegahan Kekurangan Energi Kronik (KEK) pada ibu hamil melalui pemanfaatan pekarangan rumah. Dengan menanam sayuran dan buah-buahan di pekarangan, ibu hamil dapat lebih mudah mendapatkan sumber nutrisi yang diperlukan untuk mencegah KEK. Selain itu, pekarangan rumah juga digunakan untuk beternak hewan kecil, seperti ayam atau ikan, yang dapat menambah asupan protein.

Penelitian lain yaitu (Harahap *et al.*, 2023) mengeksplorasi pendekatan edukasi gizi melalui kelas ibu hamil. Kelas ibu hamil merupakan salah satu cara yang efektif untuk menyebarkan informasi yang berkaitan dengan gizi dan kesehatan selama kehamilan. Dalam kelas ini, ibu hamil diberikan pengetahuan mengenai pentingnya asupan nutrisi yang seimbang, cara mengelola diet sehat, serta informasi tentang kebutuhan gizi pada setiap tahap kehamilan. Selain itu, kelas ini juga mencakup diskusi tentang pencegahan penyakit dan komplikasi kehamilan, serta memberikan dukungan emosional dan sosial bagi para peserta. Edukasi yang diberikan di kelas ibu hamil membantu meningkatkan kesadaran dan pemahaman ibu hamil tentang

pentingnya menjaga kesehatan diri dan bayi yang dikandung, serta mendorong praktik gizi yang lebih baik.

Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh (Indriyani and Anggraini, 2024) yang meneliti efektivitas program pemberian makanan tambahan. Penelitian ini mengevaluasi dampak pemberian makanan tambahan kepada ibu hamil dalam upaya mencegah Kekurangan Energi Kronik (KEK). Hasil penelitian menunjukkan bahwa program ini berhasil meningkatkan status gizi ibu hamil secara signifikan, terutama bagi mereka yang berada dalam kelompok risiko tinggi KEK. Makanan tambahan yang diberikan berupa biskuit bernutrisi, susu, dan suplemen vitamin yang dirancang khusus untuk memenuhi kebutuhan gizi ibu hamil. Selain peningkatan status gizi, program ini juga berdampak positif pada berat badan bayi saat lahir dan menurunkan risiko komplikasi selama kehamilan.

BAB 3

METODE PENULISAN

3.1 Prosedur Pengumpulan Data

Prosedur pengumpulan data dalam penelitian ini menggunakan wawancara mendalam dengan metode semi-struktur. Wawancara dilakukan di rumah partisipan dengan durasi sekitar 30-40 menit per partisipan. Rekaman wawancara menggunakan alat bantu *voice recorder*. Kisi-kisi pedoman wawancara meliputi pengalaman budaya dan norma sosial yang mempengaruhi upaya pencegahan kekurangan energi kronik (KEK), praktik-praktik tradisional dan pantangan makanan tertentu memengaruhi status gizi ibu hamil, sikap dan persepsi ibu hamil terhadap layanan kesehatan dan program-program pencegahan KEK, faktor-faktor psikososial dan stigma terkait kehamilan mempengaruhi akses dan partisipasi ibu hamil dalam program pencegahan KEK.

Populasi penelitian terdiri dari total 34 ibu hamil di Puskesmas Penusupan. Sampel dipilih menggunakan teknik purposive sampling dengan kriteria inklusi seperti ibu hamil yang pernah atau belum pernah mengalami KEK, usia minimal 18 tahun, kemampuan berkomunikasi yang baik, dan kesediaan untuk berpartisipasi. Kriteria eksklusi termasuk ibu hamil dengan riwayat gangguan mental atau emosional. Total enam ibu hamil akan menjadi partisipan, dengan tiga di antaranya memiliki riwayat KEK dan tiga lainnya belum pernah mengalami KEK di Puskesmas Penusupan. Satu pegawai dari Puskesmas Penusupan juga akan diikutsertakan untuk memberikan klarifikasi.

3.2 Pengolahan Data

Data dari wawancara diolah melalui beberapa langkah. Pertama, wawancara direkam dan ditranskripsi. Kedua, data dibaca secara keseluruhan untuk memahami maknanya dan membuat catatan tentang gagasan umum. Ketiga, data dikodekan untuk mengidentifikasi setting, orang, kategori, dan tema. Keempat, deskripsi dan tema ditulis berdasarkan hasil analisis. Terakhir, data diinterpretasikan berdasarkan tema yang telah diidentifikasi.

3.3 Analisis sintesis sistematis

Analisis data dilakukan menggunakan pendekatan *thematic analysis* dengan beberapa langkah. Pertama, data disiapkan untuk analisis. Kedua, keseluruhan data dibaca untuk memahami maknanya secara menyeluruh. Ketiga, data dikodekan untuk mengidentifikasi tema-tema yang muncul. Keempat, proses coding digunakan untuk mendeskripsikan setting, kategori, dan tema-tema. Kelima, deskripsi dan tema-tema ditulis dalam narasi atau laporan kualitatif. Terakhir, data diinterpretasikan.

3.4 Pengambilan Kesimpulan

Pengambilan kesimpulan dilakukan setelah data dianalisis secara tematik. Kesimpulan diambil berdasarkan tema-tema yang telah diidentifikasi dan dianalisis secara mendalam. Kesimpulan ini mencerminkan pemahaman mendalam ibu tentang pengalaman budaya dan norma sosial dalam pencegahan kekurangan energi kronik di Puskesmas Penusupan.

3.5 Perumusan Saran atau Rekomendasi

Berdasarkan analisis dan kesimpulan yang diperoleh dari pengalaman budaya dan norma sosial dalam pencegahan kekurangan energi kronik (KEK) pada ibu hamil di Puskesmas Penusupan, beberapa saran atau rekomendasi yaitu:

1. Pengembangan program edukasi untuk ibu hamil tentang pentingnya gizi seimbang dan pola makan yang sehat selama kehamilan.
2. Penguatan peran petugas kesehatan dalam memberikan dukungan dan bimbingan kepada ibu hamil mengenai praktik pencegahan KEK.
3. Meningkatkan aksesibilitas dan ketersediaan layanan kesehatan yang berkualitas untuk ibu hamil di Puskesmas Penusupan.
4. Melakukan advokasi untuk meningkatkan kesadaran masyarakat tentang pentingnya pencegahan KEK dan promosi gaya hidup sehat.
5. Mendorong kolaborasi antara Puskesmas Penusupan dengan pihak terkait lainnya, seperti lembaga pemerintah dan non-pemerintah, untuk meningkatkan upaya pencegahan KEK secara holistik.

BAB 4

PEMBAHASAN

4.1 Pengalaman Budaya Dan Norma Sosial

Pengalaman budaya dan norma sosial menjadi faktor penting yang memengaruhi upaya pencegahan KEK. Kepercayaan tradisional dan norma sosial yang berkembang di masyarakat dapat memberikan arah pada pola makan ibu hamil. Selain itu, pengalaman budaya juga mencakup kebiasaan dan praktik turun-temurun yang memengaruhi pola makan ibu hamil. Berdasarkan data yang diperoleh dari wawancara dengan ibu hamil di Puskesmas Penusupan, terlihat bahwa keyakinan tradisional sangat mempengaruhi pola makan mereka. Banyak ibu hamil menghindari makanan tertentu, seperti makanan laut atau daging merah, karena dianggap membawa dampak negatif pada kesehatan janin. Hasil penelitian ini sejalan dengan yang dikemukakan oleh (Hardiyanti and Utama, 2024) , dimana budaya berperan dalam status gizi masyarakat karena ada beberapa kepercayaan, seperti tabu mengonsumsi makanan tertentu oleh kelompok umur tertentu yang sebenarnya makanan tersebut justru bergizi dan dibutuhkan oleh kelompok umur tersebut. Seperti ibu hamil yang tabu mengonsumsi ikan. Kebiasaan menghindari makanan tertentu berdasarkan keyakinan tradisional dapat berdampak serius pada kesehatan ibu hamil dan janin. Misalnya, makanan laut yang kaya akan asam lemak omega-3 dan daging merah yang tinggi zat besi sering kali dilarang dalam beberapa budaya. Ibu hamil yang mengikuti pantangan makanan tradisional cenderung mengalami defisiensi nutrisi esensial yang dapat menyebabkan KEK dan mempengaruhi perkembangan janin. Telaah pustaka menegaskan bahwa kekurangan asupan gizi yang seimbang selama kehamilan dapat mengakibatkan komplikasi kesehatan jangka panjang.

Untuk mengatasi pengaruh negatif dari keyakinan tradisional terhadap pola makan ibu hamil, Puskesmas Penusupan perlu mengembangkan strategi edukasi yang sensitif budaya. Salah satu pendekatan adalah dengan melibatkan tokoh masyarakat dan pemimpin adat dalam program edukasi gizi, sehingga pesan kesehatan lebih mudah diterima. Selain itu, mengadakan sesi

konsultasi gizi yang memperhitungkan kepercayaan lokal tetapi tetap mendorong asupan makanan yang bergizi dapat membantu ibu hamil memenuhi kebutuhan nutrisi mereka tanpa melanggar keyakinan budaya mereka. Hasil penelitian (Alwan *et al.*, 2023) mendukung bahwa pendekatan yang menghormati budaya lokal sambil menyampaikan informasi medis yang tepat adalah kunci untuk meningkatkan asupan gizi ibu hamil di komunitas tradisional. Hal ini menunjukkan bahwa upaya untuk memperbaiki status gizi ibu hamil harus mempertimbangkan aspek budaya dan keyakinan tradisional mereka, dengan cara yang hormat dan inklusif.

4.2 Praktik-praktik tradisional dan pantangan makanan

Praktik-praktik tradisional dan pantangan makanan tertentu juga memiliki pengaruh yang signifikan terhadap status gizi ibu hamil. Berdasarkan data wawancara, banyak ibu hamil mengikuti pantangan makanan tertentu yang diberlakukan oleh kepercayaan tradisional mereka. Adat setempat yang melarang konsumsi makanan tertentu selama kehamilan dapat mengakibatkan kekurangan nutrisi penting. Sejalan dengan penelitian (Setiawati and Maulana, 2024) yang menekankan bahwa intervensi kesehatan yang berhasil harus mempertimbangkan dan menghormati nilai-nilai budaya lokal, sekaligus mengedukasi masyarakat tentang pentingnya nutrisi yang tepat. Di Puskesmas Penusupan, banyak ibu hamil yang mengikuti pantangan makanan tertentu berdasarkan kepercayaan turun-temurun, seperti menghindari ikan karena dianggap dapat membuat bayi berbau amis atau menghindari daging sapi karena diyakini dapat membuat bayi lahir dengan kulit kasar.

Selain itu, norma sosial yang menentukan peran gender juga mempengaruhi akses ibu hamil terhadap program pencegahan KEK. Di beberapa komunitas, keputusan terkait pola makan dan kesehatan ibu hamil lebih banyak ditentukan oleh suami atau anggota keluarga yang lebih tua, sehingga ibu hamil tidak memiliki otonomi penuh atas kesehatannya sendiri. Penelitian (Riyanti *et al.*, 2023) menunjukkan bahwa pemberdayaan perempuan melalui pendidikan dan peningkatan kesadaran komunitas tentang pentingnya gizi selama kehamilan dapat membantu mengatasi kendala budaya ini.

Pendekatan yang inklusif dan sensitif budaya juga melibatkan kerja sama dengan tokoh masyarakat dan pemimpin adat. Mereka memainkan peran penting dalam membentuk opini dan perilaku masyarakat. Oleh karena itu, program pencegahan KEK yang melibatkan tokoh-tokoh ini dalam proses edukasi dan promosi kesehatan dapat meningkatkan penerimaan dan efektivitas program. Penelitian yang dilakukan (Farahdiba *et al.*, 2021) mendukung bahwa kolaborasi dengan pemimpin lokal dalam menyampaikan pesan kesehatan dapat mengurangi resistensi budaya dan meningkatkan kepatuhan terhadap rekomendasi gizi. Dengan demikian, memahami dan menghormati faktor budaya sambil mengedukasi masyarakat tentang pentingnya nutrisi yang tepat adalah langkah kunci dalam mengatasi KEK di Puskesmas Penusupan.

4.3 Sikap dan persepsi ibu hamil terhadap layanan kesehatan dan program-program pencegahan KEK

Sikap dan persepsi ibu hamil terhadap layanan kesehatan juga memainkan peran penting dalam partisipasi program pencegahan KEK. Data menunjukkan bahwa ibu yang merasa cemas atau kurang percaya diri cenderung menghindari layanan kesehatan. Menurut (Hayat, Arifiati and Permatasari, 2021) dukungan emosional dan psikososial sangat penting untuk mendorong partisipasi aktif dalam program kesehatan, karena perasaan positif dapat meningkatkan keterlibatan dalam upaya pencegahan. Ibu hamil yang merasa didukung oleh keluarga dan tenaga kesehatan cenderung lebih percaya diri dan termotivasi untuk mengikuti anjuran medis dan program pencegahan. Hasil penelitian (Rumpun *et al.*, 2021) menunjukkan bahwa rasa cemas yang berlebihan sering kali disebabkan oleh kurangnya informasi dan pemahaman tentang proses kehamilan serta manfaat dari program kesehatan yang tersedia. Selain itu, stigma sosial terkait kehamilan juga dapat mempengaruhi perasaan ibu hamil dan partisipasi mereka dalam program kesehatan. Beberapa ibu mungkin merasa malu atau takut dihakimi oleh lingkungan mereka, terutama jika kehamilan mereka terjadi di luar norma sosial yang berlaku. Dukungan dari komunitas dan tenaga kesehatan yang tidak menghakimi dapat membantu

mengurangi perasaan negatif ini. Oleh karena itu, pendekatan yang empatik dan inklusif dari tenaga kesehatan sangat penting untuk menciptakan lingkungan yang mendukung bagi ibu hamil.

Untuk meningkatkan partisipasi ibu hamil dalam program pencegahan KEK, penting untuk menyediakan dukungan psikososial yang memadai, seperti konseling dan kelompok dukungan. Penelitian (Handayani *et al.*, 2021) menunjukkan bahwa intervensi yang mencakup dukungan emosional dan edukasi kesehatan dapat secara signifikan meningkatkan kesehatan mental ibu hamil, yang pada gilirannya meningkatkan keterlibatan mereka dalam program kesehatan. Di Puskesmas Penusupan, program yang menggabungkan dukungan emosional, edukasi, dan partisipasi keluarga dapat menjadi model yang efektif dalam meningkatkan partisipasi ibu hamil dalam upaya pencegahan KEK.

4.4 Pengalaman dalam pencegahan KEK

Pengalaman ibu hamil dalam mengikuti program pencegahan KEK di Puskesmas Penusupan bervariasi. Beberapa ibu melaporkan mendapatkan manfaat signifikan dari konseling gizi dan pemeriksaan rutin, sementara yang lain merasa kurang teredukasi dan kebingungan terhadap informasi yang disampaikan. Penelitian (Sandhi and Wijayanti E.D, 2021) mendukung temuan ini, menunjukkan bahwa program pencegahan yang kurang terstruktur dan tidak berkelanjutan dapat mengurangi efektivitasnya. Ibu-ibu yang merasa mendapatkan manfaat biasanya melaporkan adanya peningkatan pengetahuan tentang gizi seimbang, serta merasa lebih yakin dalam menjalani kehamilan mereka. Mereka juga cenderung lebih rajin mengikuti anjuran medis dan menjalani pemeriksaan kehamilan secara teratur.

Sebaliknya, ibu-ibu yang merasa kurang teredukasi sering kali mengalami kebingungan dan ketidakpastian tentang langkah-langkah yang perlu diambil untuk mencegah KEK. Kurangnya informasi yang jelas dan konsisten dari petugas kesehatan dapat menyebabkan kesalahpahaman dan ketidakpatuhan terhadap program yang ada. Penelitian (Farahdiba *et al.*, 2021) menunjukkan bahwa komunikasi yang efektif antara tenaga kesehatan dan ibu hamil sangat

penting untuk memastikan pemahaman yang baik tentang program pencegahan KEK. Pelatihan tambahan bagi tenaga kesehatan untuk meningkatkan keterampilan komunikasi mereka bisa menjadi langkah penting dalam mengatasi masalah ini.

Selain itu, ibu hamil yang memiliki pengalaman positif dalam program pencegahan KEK sering kali melaporkan bahwa mereka merasa didukung dan diperhatikan oleh tenaga kesehatan. Perhatian personal dan keterlibatan aktif dari tenaga kesehatan dapat meningkatkan kepercayaan diri dan motivasi ibu hamil. Program yang bersifat lebih personal dan responsif terhadap kebutuhan individu ibu hamil cenderung lebih berhasil dalam mencapai tujuannya. Oleh karena itu, Puskesmas Penusupan perlu mengadopsi pendekatan yang lebih terstruktur dan berkelanjutan dalam program pencegahan KEK, dengan fokus pada komunikasi yang jelas, dukungan yang personal, dan keterlibatan aktif dari semua pihak yang terlibat.

4.5 Faktor-faktor psikososial dan stigma terkait kehamilan

Faktor psikososial dan stigma terkait kehamilan signifikan mempengaruhi akses dan partisipasi ibu hamil dalam program pencegahan KEK di Puskesmas Penusupan. Menurut (Riyanti et al., 2023) , beberapa ibu hamil enggan mencari bantuan atau mengikuti program kesehatan karena tekanan psikologis. Stigma sosial terhadap kehamilan di luar nikah atau ketidakpastian finansial yang menyebabkan stres dan kecemasan adalah penyebab utama. Rasa malu atau takut dicap "tidak mampu" juga menghambat mereka untuk mencari perawatan medis. Oleh karena itu, Puskesmas Penusupan perlu menciptakan lingkungan yang mendukung dan aman, menyediakan dukungan psikososial seperti konseling atau kelompok dukungan, serta kampanye untuk mengurangi stigma. Dengan mengatasi faktor psikososial dan stigma ini, diharapkan akses dan partisipasi ibu hamil dalam program pencegahan KEK meningkat, sehingga mengurangi angka KEK dan meningkatkan kesehatan ibu serta bayi.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

1. Pengalaman budaya dan norma sosial memiliki pengaruh yang signifikan terhadap upaya pencegahan Kekurangan Energi Kronik (KEK). Keyakinan tradisional dan praktik turun-temurun memengaruhi pola makan ibu hamil, yang dapat berdampak serius pada kesehatan ibu dan janin.
2. Praktik-praktik tradisional dan pantangan makanan tertentu juga mempengaruhi status gizi ibu hamil. Adat setempat dan norma sosial yang menentukan peran gender dapat menghambat akses ibu hamil terhadap program pencegahan KEK.
3. Sikap dan persepsi ibu hamil terhadap layanan kesehatan berperan penting dalam partisipasi program pencegahan KEK. Dukungan emosional dan psikososial serta peningkatan kesadaran tentang pentingnya gizi selama kehamilan dapat meningkatkan partisipasi ibu hamil dalam upaya pencegahan KEK.
4. Pengalaman dalam mengikuti program pencegahan KEK bervariasi, namun pentingnya komunikasi yang jelas dan dukungan personal dari tenaga kesehatan sangatlah krusial untuk mencapai tujuan pencegahan KEK.
5. Faktor-faktor psikososial dan stigma terkait kehamilan juga memiliki dampak yang signifikan terhadap akses dan partisipasi ibu hamil dalam program pencegahan KEK. Oleh karena itu, lingkungan yang mendukung dan program dukungan psikososial harus tersedia untuk mengatasi hal ini.

5.2 Saran:

1. Mengembangkan strategi edukasi yang sensitif budaya di Puskesmas Penusupan dengan melibatkan tokoh masyarakat dan pemimpin adat dalam program edukasi gizi, serta mengadakan sesi konsultasi gizi yang memperhitungkan kepercayaan lokal tetapi tetap mendorong asupan makanan yang bergizi.
2. Memberdayakan perempuan melalui pendidikan dan peningkatan kesadaran komunitas tentang pentingnya gizi selama kehamilan untuk

mengatasi kendala budaya terkait peran gender dalam pola makan ibu hamil.

3. Mengintegrasikan dukungan psikososial, seperti konseling dan kelompok dukungan, dalam program pencegahan KEK di Puskesmas Penusupan untuk meningkatkan partisipasi ibu hamil.
4. Melakukan pelatihan tambahan bagi tenaga kesehatan di Puskesmas Penusupan untuk meningkatkan keterampilan komunikasi mereka, sehingga memastikan pemahaman yang baik tentang program pencegahan KEK.
5. Melakukan kampanye untuk mengurangi stigma terhadap kehamilan di masyarakat dan menyediakan lingkungan yang mendukung bagi ibu hamil dalam mengakses layanan kesehatan untuk pencegahan KEK.

DAFTAR PUSTAKA

Alwan, N. *et al.* (2023) *Article Analisis Kejadian Kekurangan Energi Kronik (Kek) Pada Ibu Hamil Di Wilayah Kerja Puskesmas Poasia*. Available at: <https://stikes-nhm.e-journal.id/OBJ/index>.

Angraini, I.D. *et al.* (2021) 'Penguatan Layanan Primer dalam Mencegah Kurang Energi Kronis pada Ibu Hamil di Kota Bandar Lampung', *Pkkmk Fk-Kmk Ugm*, p. 2.

Anjelika, Ihsan, M.H. and Dammalewa, J.Q. (2021) 'Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian Kek pada Ibu Hamil di Wilayah Kerja Puskesmas Kolono Kabupaten Konawe Selatan', *Jurnal Ilmiah Karya Kesehatan*, 2(1), pp. 25–34.

Elsera, C. *et al.* (2021) 'Faktor Penyebab Kekurangan Energi Kronik (Kek) Pada Ibu Hamil: Study Literature', *University Research Colleqium*, pp. 985–988.

Farahdiba, I. *et al.* (2021) *Hubungan Kekurangan Energi Kronis (Kek) Dengan Kejadian Anemia Pada Ibu Hamil Primigravida Di Puskesmas Jongaya Makassar Tahun 2021*, *Jurnal Kesehatan Delima Pelamonia*.

Fatimah Jamir, A. and Erni, E. (2022) 'Upaya Pencegahan Kekurangan Energi Kronis (KEK) dengan Kepatuhan Mengonsumsi Tablet FE dan Asupan Makanan pada Ibu Hamil di Puskesmas Makale Kabupaten Tana Toraja', *Media Publikasi Penelitian Kebidanan*, 4(1), pp. 19–25. Available at: <https://doi.org/10.55771/mppk.v4i1.44>.

Florensia, W. *et al.* (2022) 'Peningkatan Kapasitas Pekarangan sebagai Sumber Pangan Suku Kokoda untuk Pencegahan Kek di Masa Pandemi Covid-19', *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (PKM)*, 5(11), pp. 3973–3989. Available at: <https://doi.org/10.33024/jkpm.v5i11.8016>.

Handayani, N. *et al.* (2021) 'Kekurangan Energi Kronik (Kek) Pada Ibu Hamil Di Wilayah Kerja Puskesmas Tanjung Agung Kabupaten Muara Enim Tahun 2020', 5.

Harahap, M.S. *et al.* (2023) 'Pembelajaran kelas ibu hamil terhadap pengetahuan dan sikap ibu tentang pencegahan anemia dan Kurang Energi Kronis (KEK)',

Jurnal SAGO Gizi dan Kesehatan, 4(2), p. 291. Available at: <https://doi.org/10.30867/gikes.v4i2.1176>.

Hardiyanti, S. and Utama, R.P. (2024) ‘Faktor-Faktor Penyebab Ibu Hamil Kekurangan Energi Kronis (KEK) Di Wilayah Kerja Puskesmas Uekuli’, *Bunda Edu-Midwifery Journal (BEMJ)*, 7, pp. 139–145.

Hayat, F., Arifiati, N. and Permatasari, T.A.E. (2021) ‘Peran Dukungan Suami dan Faktor Lainnya terhadap Pemanfaatan Pelayanan Gizi oleh Ibu Hamil dengan Risiko Kurang Energi Kronis (KEK)’, *Jurnal Keperawatan Silampari*, 5(1), pp. 125–133. Available at: <https://doi.org/10.31539/jks.v5i1.2265>.

Indriyani, R. and Anggraini, N.A. (2024) ‘Peningkatan Perilaku Pencegahan KEK (Kekurangan Energi Kronik) Pada Ibu Hamil’, *Jurnal Abdi Kesehatan dan Kedokteran*, 3(1), pp. 1–13. Available at: <https://doi.org/10.55018/jakk.v3i1.42>.

Kartika, V., Kusnali, A. and Agustiya, R.I. (2019) ‘Budaya Kehamilan Dan Persalinan Pada Masyarakat Baduy, Di Kabupaten Lebak, Tahun 2018’, *Buletin Penelitian Sistem Kesehatan*, 22(3). Available at: <https://doi.org/10.22435/hsr.v22i3.1494>.

Lestari, C.I. *et al.* (2020) ‘Pendidikan Gizi Untuk Pencegahan Kek Pada Ibu Hamil Diwilayah Kerja Puskesmas Karang Pule Kecamatan Sekarbela Kota Mataram Propinsi Nusa Tenggara Barat’, *Jurnal Pengabdian Masyarakat Kebidanan*, 2(2), p. 1. Available at: <https://doi.org/10.26714/jpmk.v2i2.5945>.

Media, Y. and Elfemi, N. (2021) ‘Permasalahan Sosial Budaya Dan Alternatif Kebijakan Dalam Upaya Penanggulangan Stunting Pada Balita Di Kabupaten Solok, Provinsi Sumatera Barat’, *JURNAL EKOLOGI KESEHATAN*, 20(1), pp. 56–68. Available at: <https://doi.org/10.22435/jek.v20i1.4130>.

Musaddik, Putri, L.A.R. and M, H.I. (2022) ‘Hubungan Sosial Ekonomi dan Pola Makan dengan Kejadian Kekurangan Energi Kronis (KEK) pada Ibu Hamil di Wilayah Kerja Puskesmas Nambo Kota Kendari’, *Jurnal Gizi Ilmiah*, 9(2), pp. 19–26.

Putri, A.A. *et al.* (2023) ‘Dampak Penyakit KEK Pada Ibu Hamil’, 1(3).

Riyanti, F.S. *et al.* (2023) ‘Makanan Pantangan pada Ibu Hamil Kekurangan Energi Kronik (KEK)’, *Journal of Telenursing (JOTING)*, 5(1), pp. 65–72. Available at: <https://doi.org/10.31539/joting.v5i1.5252>.

Rumpun, J. *et al.* (2021) ‘Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kekurangan Energi Kronik (Kek) Pada Ibu Hamil Di Puskesmas Suela Tahun 2020’, 1(2).

Safmila, Y. and Erlina, E. (2020) ‘Hubungan Indeks Massa Tubuh (IMT) dan Pekerjaan Terhadap Konsumsi Energi pada Ibu Hamil di Wilayah Kerja Puskesmas Calang’, *Jurnal Serambi Akademica*, 8(8), pp. 1709–1714.

Sandhi, S.I. and Wijayanti E.D, D. (2021) ‘Pengaruh Kekurangan Energi Kronik (Kek) Terhadap Kejadian Anemia Pada Ibu Hamil Di Puskesmas Cepiring Kabupaten Kendal’, *Jurnal Kebidanan Indonesia*, 12(1). Available at: <https://doi.org/10.36419/jki.v12i1.440>.

Setiawati, I. and Maulana, T. (2024) ‘Hubungan Riwayat Anemia dan Kurang Energi Kronis (KEK) pada Ibu Hamil dengan Kejadian Stunting’, *Faletahan Health Journal*, 11(1), pp. 8–15. Available at: www.journal.lppm-stikesfa.ac.id/ojs/index.php/FHJ.

Sirada, A. *et al.* (2022) ‘Hubungan Antara Indeks Massa Tubuh (Imt) Dengan bentuk Lengkung Kaki Pada Anak Usia Masa Kanak-Kanak Akhir’, *Jurnal Vokasi Indonesia*, 10(2). Available at: <https://doi.org/10.7454/jvi.v10i2.1018>.

Triwahyuningsih, R.Y. and Prayugi, A.N. (2018) ‘Analisis Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Kekurangan Energi Kronik (Kek) Pada Ibu Hamil’, *Jurnal Kebidanan*, 8(2), p. 116. Available at: <https://doi.org/10.33486/jk.v8i2.57>.

Widyawati, W. and Sulistyoningtyas, S. (2020) ‘Karakteristik Ibu Hamil Kekurangan Energi Kronik (Kek) Di Puskesmas Pajangan Bantul’, *Jurnal JKFT*, 5(2), p. 68. Available at: <https://doi.org/10.31000/jkft.v5i2.3925>.

**LOMBA KARYA TULIS ILMIAH NASIONAL
10th KIME ON IDEAS COMPETITION**

1. Judul : Peran Budaya dan Norma Sosial dalam Pencegahan Kekurangan Energi Kronik pada Ibu Hamil di Puskesmas Penusupan
2. Perguruan Tinggi : Politeknik Harapan Bersama
3. Identitas Penulis :
- a. Nama Lengkap Ketua : Novita Nur Agustin
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. Tempat, Tanggal Lahir : Tegal, 11 Maret 2003
 - d. Prodi/Angkatan : D3 Kebidanan / 2023
 - e. NIM : 22070003
 - f. Alamat : Jalan mawar Desa bongkok munjung RT 01/RW 01, Kecamatan kramat, Kabupaten Tegal
 - g. E mail : novitanuragustin589@gmail.com Anggota
 - Nama Lengkap Anggota 1 : Reyska Aleyda
 - Nama Lengkap Anggota 1 : Siti Khumayah

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan adalah benar/ Dengan ini, saya menyatakan ikut serta dalam Lomba Karya Tulis Ilmiah Nasional 10th KIME on Ideas Competition (10th KOIN) dan menyetujui semua syarat dan ketentuan lomba yang ditetapkan oleh panitia

Ketua Tim



(Novita Nur Agustin)

DOKUMENTASI



BIODATA KETUA KELOMPOK

Nama Lengkap : Novita Nur Agustin
NIM : 22070003
Prodi/Angkatan : D3 Kebidanan/2022
Tempat, Tanggal Lahir : Tegal, 11 Maret 2003
Alamat : Jl. Mawar Desa Bongkok
Munjung RT 01/RW 01, Kec.kramat, Kab.
Tegal
Email : novitanuragustin589@gmail.com
No Tel/HP : 087722482118
Karya Tulis yang Pernah Dibuat : tidak ada
Penghargaan di Bidang Ilmiah : tidak ada

Foto Novita Nur Agustin



BIODATA ANGGOTA KELOMPOK

Nama Lengkap : Reyska Aleyda
NIM : 22070001
Prodi/Angkatan : D3 Kebidanan/2022
Tempat, Tanggal Lahir : Tegal, 23 Oktober 2002
Alamat : Jl.Kurma II No.30 RT 01/005, Kel.Kraton
Kec.Tegal Barat
Email : reyskaal@gmail.com
No Tel/HP : 081953912420
Karya Tulis yang Pernah Dibuat : tidak ada
Penghargaan di Bidang Ilmiah : tidak ada

Foto Reyska Aleyda



BIODATA ANGGOTA KELOMPOK

Nama Lengkap : Siti Khumayah
NIM : 20070016
Prodi/Angkatan : D3 Kebidanan/2022
Tempat, Tanggal Lahir : Tegal, 22 Agustus 2004
Alamat : Jl.Karya Pemuda Desa Harjosari Lor RT 31
/RW 03
Email : skhumayah19@gmail.com
No Tel/HP : 0895385009276
Karya Tulis yang Pernah Dibuat : tidak ada
Penghargaan di Bidang Ilmiah : tidak ada

Foto Siti Khumayah

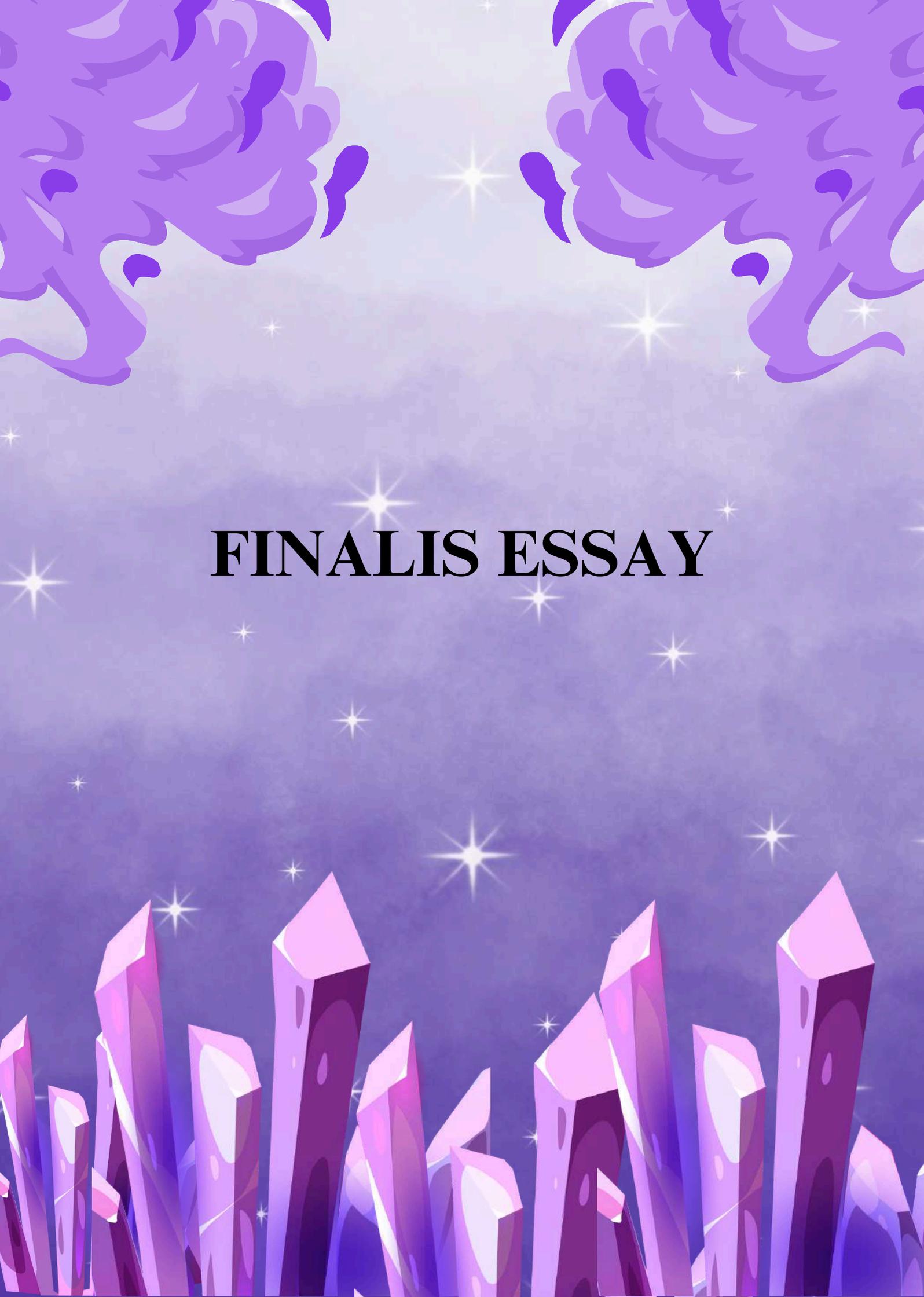


BIODATA DOSEN PEMBIMBING

Nama Lengkap dan Gelar : Bdn. Seventina Nurul Hidayah, S.SiT, M.Kes
NIDN : 1117088601
Prodi : DIII Kebidanan
Tempat, Tanggal Lahir : Tegal, 17 Agustus 1986
Alamat : Jl. Imam Bonjol RT.02 RW.01 Kel. Kudaile, Kec.
Slawi, Kab. Tegal 52413
Email : seventinanurulhidayah@gmail.com
No Tel/HP : 085753431623

Penghargaan yang Pernah Diterima : lolos hibah PDP dari Ditjen Dikti

1. Analisis Faktor yang mempengaruhi Penerapan ASI Eksklusif pada Ibu Bekerja dan Tinggal dengan Mertua di Kelurahan Pesurungan Lor Kecamatan Margadana Kota Tegal
2. Faktor yang Mempengaruhi Penerapan ASI Eksklusif pada Ibu Primipara dan menjalani Long Distance Marriage di Kecamatan Tegal Barat Kota Tegal
3. Faktor yang mempengaruhi Penerapan ASI Eksklusif pada Sales Promotion Girl (SPG) dan Melahirkan Prematur di Kecamatan Tegal Barat Kota Tegal



FINALIS ESSAY

Subtema Lingkungan

10th KIME on Ideas Competition

**BIOPENDAR CAHAYA TERBARUKAN MELALUI PEMANFAATAN REKAYASA
GENETIKA BAKTERI LUMINESCENT SEBAGAI PEMBANGUNAN JALAN
FUTURISTIK TERINKORPORASI BIOAKUMULATOR UDARA GUNA
MENDUKUNG SDGS-13**



Oleh:

Annisa Yulianti Agribisnis/2021

**UNIVERSITAS JEMBER
JEMBER
2024**

**BIOPENDAR CAHAYA TERBARUKAN MELALUI PEMANFAATAN
REKAYASA GENETIKA BAKTERI LUMINESCENT SEBAGAI
PEMBANGUNAN JALAN FUTURISTIK TERINKORPORASI
BIOAKUMULATOR UDARA GUNA Mendukung SDGS-13**

Annisa Yulianti

Universitas Jember

A. PENDAHULUAN

Energi listrik merupakan suatu inovasi teknologi yang memiliki potensi untuk mendukung pertumbuhan society 5.0. Hampir semua aktivitas manusia tak terlepas dari konsumsi listrik dan akan terus meningkat. Pada tahun 2023, rata-rata konsumsi energi listrik per individu di Indonesia mencapai 1.285 kWh/kapita, meningkat dari 1.173 kWh/kapita pada tahun sebelumnya (Kementerian ESDM, 2024). Tingginya konsumsi listrik terutama terjadi di daerah perkotaan (Jamaludin, 2015). Konsumsi listrik yang besar di perkotaan banyak disumbangkan oleh Lampu Penerangan Jalan Umum (LPJU). Contohnya, di daerah perkotaan, jalan dengan panjang 1.270 meter membutuhkan 37 unit LPJU dengan total kebutuhan energi mencapai 1.880,470 kW/bulan (Putra, 2020). Jumlah energi yang digunakan bahkan melebihi rata-rata konsumsi listrik per individu di Indonesia setiap tahun. Akan tetapi, perlu diingat bahwa energi ini sebagian besar dihasilkan dari pembakaran batu bara di Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Meskipun pencahayaan jalan yang baik merupakan bagian penting dari infrastruktur transportasi yang efisien, namun, jika dilihat dari sudut pandang lingkungan, hal ini dapat menimbulkan dampak negatif, terutama dalam hal emisi gas udara kotor.

Potensi gas emisi udara kotor yang dihasilkan oleh PLTU sangat nyata sangat nyata. Tidak hanya digunakan untuk LPJU saja, dalam sektor transportasi, kendaraan itu sendiri juga menghasilkan emisi gas udara kotor. Kendaraan merupakan penghasil emisi gas udara kotor terbesar kedua dengan rincian menyumbang 90% emisi atau setara dengan mendekati 600 MtCO₂eq (IESR, 2023). Potensi gas emisi udara kotor yang dihasilkan disumbang dari segala jenis kendaraannya, dengan rincian sebesar 68.000 g.30 menit-1.km-1 gas emisi CO₂

dihasilkan oleh motor, 63.000 g.30 menit-1.km-1 gas emisi CO₂ oleh mobil, 18.000 g.30 menit-1.km-1 gas emisi CO₂ oleh truk, dan 3.000 g.30 menit- 1.km-1 gas emisi CO₂ oleh bus (Sudarti, 2022). Bisa saja, jumlah transportasi di Indonesia terus meningkat. Dengan demikian, tak heran jika Indonesia menduduki peringkat ke-26 sebagai negara berpolusi tertinggi di dunia (IQAir, 2022).

Pemerintah telah mengambil kebijakan solutif melalui elektrifikasi kendaraan serta penggunaan Lampu Penerangan Jalan Umum Tenaga Surya (PJUTS), dimana faktor pendorong utamanya adalah untuk pengurangan polutan serta mengurangi konsumsi listrik dari LPJU dengan memanfaatkan cahaya matahari. **Pertanyaan yang kemudian muncul, apakah kebijakan tersebut sudah efektif?** Pada kenyataannya, daya listrik yang dihasilkan masih bersumber dari batu bara yang menimbulkan polusi. Begitu juga dengan PJU-TS, nyatanya membutuhkan modal investasi yang besar untuk membangun serta sinar matahari sebagai sumber energi bergantung pada cuaca. Dengan demikian, hal tersebut tidak efisien biaya maupun waktu jika dibandingkan dengan LPJU pada umumnya. Oleh karena itu, diperlukan solusi dari permasalahan tersebut untuk menyempurnakan program kebijakan pemerintah pada sektor transportasi.

Energi listrik memainkan peran sentral dalam kehidupan modern, namun produksinya sering kali menimbulkan polusi. Pembangkit listrik fosil, seperti batu bara dan gas alam, menghasilkan emisi karbon yang menyumbang pada perubahan iklim global. Peningkatan suhu global, pola cuaca yang ekstrem, dan kenaikan permukaan air laut merupakan bentuk dampak langsung dari polusi energi listrik. Menanggapi tantangan tersebut, Sustainable Development Goals (SDG)-13, yakni "Tindakan untuk Melawan Perubahan Iklim", menekankan pentingnya mengurangi emisi gas rumah kaca, termasuk yang berasal dari sektor energi yang mendorong untuk meningkatkan efisiensi energi, memperluas penggunaan energi terbarukan, **dan menggalakkan inovasi teknologi hijau untuk mengurangi dampak negatif terhadap iklim global saat ini** (SDGs 2030 Indonesia, 2021).

Berdasarkan permasalahan tersebut, Biosamans merupakan solusi gagasan LPJU baru sebagai solusi permasalahan sektor transportasi di daerah urban. Biosamans merupakan nama dari suatu produk dari gagasan ini yang berupa pohon trembesi (*Samanea saman*) yang memanfaatkan gen dari bakteri

Luminescence pada Ikan Lomek dengan menggunakan bakteri *Agrobacterium tumefaciens* sebagai vektornya sehingga menghasilkan zat cahaya *Bioluminescence* yang dapat memancar dalam kegelapan sebagai alternatif LPJU sekaligus mendukung estetika jalanan urban. Selain itu, Biosamans juga dapat digunakan sebagai bioakumulator di daerah urban yang dapat mengurangi polusi.

B. ISI

Prosedur Kerja Berdasarkan permasalahan yang telah dijabarkan tersebut, terdapat peluang yang dapat dimanfaatkan secara bersamaan, yaitu: (1) Bioteknologi, yaitu penerapan biosains dan teknologi yang berkaitan dengan organisme makhluk hidup ataupun komponen subselulernya, biasanya bioteknologi ini digunakan dalam industri jasa dan manufaktur pengelolaan lingkungan. (2) Rekayasa genetik, yaitu rekayasa yang meliputi manipulasi gen, kloning gen, dan DNA rekombinasi. (3) Bioluminescence, yaitu emisi cahaya dingin yang dihasilkan oleh suatu makhluk hidup. Pendaran cahaya ini dihasilkan oleh oksidasi oksigen molekuler melalui komponen molekul organik yang dapat teroksidasi luciferin dan enzim luciferase, di mana luciferin sebagai substrat yang dikatalisis oleh enzim luciferase.

Tabel 1. Komponen Penelitian *Biosamans*

No	Komponen	Fungsi	Gambar
1.	Bakteri luminescence pada Ikan Lomek	Memiliki gen lux yang dapat mengkode enzim luciferase dan memproduksi rantai panjang aldehyd yang dibutuhkan dalam proses bioluminescence	 Sumber : University of Louisiana at Monroe School of Sciences
2.	<i>Agrobacterium tumefaciens</i>	Berfungsi untuk menyisipkan DNA bakteri ke dalam sel tumbuhan	 Sumber : Data Primer Penulis
3.	Pohon Trembesi (<i>Samanea samans</i>)	Pohon trembesi sebagai subjek utama dalam penelitian	 Sumber : Data Primer Penulis

Konsep *Biosamans* (*Bioluminescence Samanea saman*)

Kurang optimalnya solusi program penerapan PJUTS serta tingginya suhu global akibat emisi karbon, menginisiasi perlunya adopsi inovasi konsep alternatif yang dapat diambil, yaitu penerang jalan non listrik yang tidak ketergantungan cuaca, dapat mengendalikan lingkungan (iklim mikro), dan terdapat dukungan tambahan sebagai estetika lingkungan. *Biosamans* sangat sesuai pada konsep tersebut. Terlebih lagi, sesuai dengan tujuan SDGs poin ke-13.

Beberapa keuntungannya, yaitu:

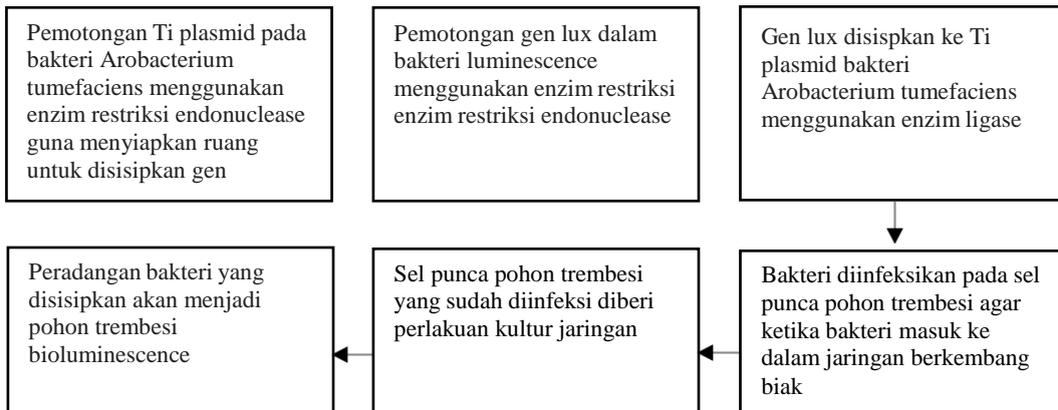
1. Solusi pencahayaan berkelanjutan dengan nilai estetika hingga menghasilkan kesan yang menarik.
2. Mengurangi ketergantungan pada sumber daya energi konvensional (alternatif LPJU) karena bilukers tidak menggunakan energi listrik.
3. Bioakumulator polusi udara dan mengurangi emisi CO₂ yang berkontribusi dalam mendukung SDGs-13 tentang penanganan perubahan iklim.



Gambar 3. Ilustrasi *Biosamans* sebagai PJU (menggunakan *Artificial Intelligence*)

Implementasi *Biosamans*

Dalam penerapan rekayasa cahaya, objek utama yang akan diteliti adalah pohon trembesi. Pemilihan pohon trembesi dinilai tepat, sebab memiliki bentuk kanopi yang rindang dan mudah ditanam. Bentuk pohon yang menjulang tinggi dengan kanopi besar tersebut akan sangat mudah dalam menyerap CO₂. Adapun untuk pengambilan bakteri bioluminesen diperoleh dari Ikan Lomek karena walaupun sudah mati, tubuh Ikan Lomek masih mengandung 90% air, sehingga menjadi media yang tepat untuk mendukung pertumbuhan bakteri luminesen untuk berkembang biak (Kakatkar dkk., 2003). Berikut ini merupakan proses penyisipan gen menggunakan metode *Agrobacterium mediated- transformation*.

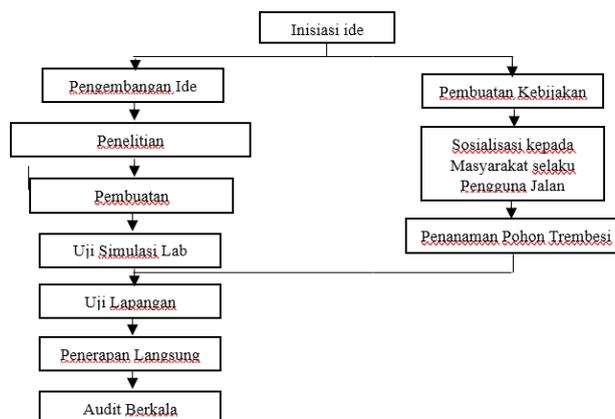


Gambar 1. Proses Penyisipan Gen dalam Pembuatan *Biosamans*

Adapun setelah menyisipkan, langkah berikutnya adalah melakukan dua uji untuk mengevaluasi keberhasilan. Pertama, uji observasi digunakan untuk memantau pertumbuhan pohon trembesi yang telah dimodifikasi untuk menghasilkan *Bioluminescence*, dengan tujuan untuk mengetahui apakah dapat mengeluarkan cahaya. Uji kedua, yaitu uji penyilangan pohon trembesi yang telah dimodifikasi dengan gen lux untuk menentukan apakah gen yang dimasukkan dapat diturunkan kepada generasi berikutnya. Dengan menggunakan kedua uji ini dapat menilai apakah *Biosamans* yang disilangkan menghasilkan keturunannya yang memiliki gen lux untuk memproduksi *Bioluminescence*. Jika berhasil, akan terlihat ketika *Biosamans* tersebut berpendar melalui reaksi *Bioluminescence*. Reaksi yang menyebabkan bakteri tersebut berpendar adalah:



Reaksi tersebut merupakan oksidasi dari senyawa *Riboflavin fosfat* (luciferin bakteri) serta rantai panjang aldehyd lemak sehingga menghasilkan emisi cahaya yang dikatalis oleh enzim luciferase.



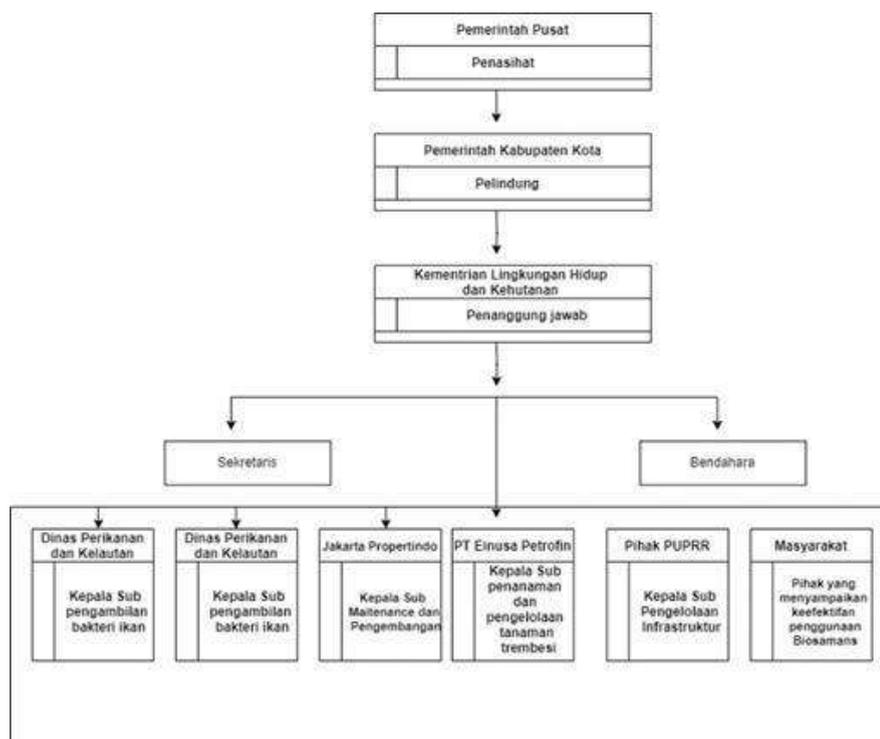
Gambar 2. Alur proses implementasi

Pihak-pihak yang Terlibat dalam Implementasi

Dalam penerapannya, *Biosamans* tidak bisa berjalan sendiri. Untuk mengimplementasikan *Biosamans* perlu kolaborasi antara pemerintah pusat, pemerintah daerah dan industri-industri mitra. Berikut ini merupakan organogram dari pihak pengembang *Biosamans*.

Tabel 2. Pihak yang Terlibat dalam Upaya Realisasi *Biosamans*

No	Pihak yang Terlibat	Wewenang
1.	Pemerintah Pusat	Dukungan dalam bentuk kebijakan untuk pengembangan <i>Biosamans</i>
2.	Pemerintah Kabupaten/kota	<ul style="list-style-type: none"> Merumuskan dan menetapkan otonomi daerah agar <i>Biosamans</i> lebih merata dan optimal dalam mengurangi konsumsi listrik Membantu menjaring relawan tiap daerah untuk melakukan penanaman massal pohon trembesi
3.	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan	Melakukan kajian terkait konsep implementasi <i>Biosamans</i>
4.	Citiva Akademisi	Membantu melakukan riset pengembangan <i>Biosamans</i>
5.	Dinas Perikanan dan Kelautan	Membantu penangkapan Ikan Lomek dan pengujian sampel bakteri
6.	Jakarta Propertindo	Bagian Kepala Sub Maitenance dan Pengembangan
7.	PT Einusa Petrofin	Membantu penanaman dan pengelolaan tanaman trembesi
8.	Pihak PUPR	Membantu dalam pengukuran jarak tanam <i>Biosamans</i> (Kepala Sub Pengelolaan Infrastruktur)
9.	Masyarakat	Sarana dalam menyampaikan keefektifan penggunaan <i>Biosamans</i> kepada pemerintah dan akademisi, sehingga dapat dijadikan bahan evaluasi untuk keberlanjutan ke depan.



Gambar 3. Organogram Pihak Implementasi *Biosamans*

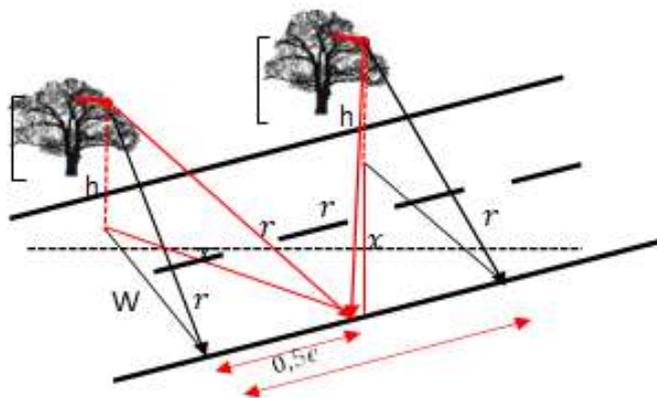
Biaya Investasi Implementasi

Biaya investasi awal yang digunakan untuk membuat *Biosamans* adalah sebesar Rp 257.677.500. Sedangkan, biaya membangun LPJU dengan jumlah unit yang sama di daerah urban mencapai Rp 942.000.000. Jika dibandingkan dengan biaya membangun LPJU dengan jumlah unit yang sama, maka biaya pembuatan *Biosamans* lebih efisien. Perhitungan biaya yang dilakukan didasarkan pada harga bahan dan material tahun 2024. Biaya pembuatan *Biosamans* dapat dilihat pada lampiran. Berikut merupakan rencana implementasi 15 tahun ke depan.

Tabel 3. Strategi Implementasi *Biosamans* jangka panjang

Langkah	Langkah strategis	Pihak terkait	Output
Tahap 1 (2024-2025) Pembukaan	Rapat pembukaan untuk menjelaskan konsep pada para pihak	Seluruh pihak yang terlibat dalam Pembangunan <i>Biosamans</i>	Para pihak yang terkait dapat mengerti konsep dan tugas masing-masing
Tahap 2 (2025-2026) Master Plan	Pendefinisian tugas dan wewenang sekaligus tahap persiapan pembangunan	Seluruh pihak yang terlibat dalam Pembangunan <i>Biosamans</i>	Dokumen ToR (Term of Reference) meliputi tujuan, tugas, wewenang, lingkup kerja, dan kelayakan
Tahap 3 (2026-2034) Penelitian dan uji coba	Proses Pelaksanaan secara bertahap dan koordinasi dengan pihak terkait	Pemerintah pusat, civitas akademisi, dinas perikanan dan kelautan, kementerian LHK	Pohon trembesi, bakteri luminesensi, <i>Biosamans</i>
Tahap 4 (2034) Evaluasi	Proses evaluasi Pembangunan yang telah dikerjakan	Pemerintah pusat, Jakarta propertindo	Monitoring dan kajian lebih mendalam mengenai Pembangunan
Tahap 5 (2034-2039) Perpindahan	Pemindahan <i>Biosamans</i> secara bertahap di jalanan daerah urban	Pemerintah pusat, Jakarta propertindo, Kementerian LHK, Kementerian PUPR	Perizinan dan alokasi pemindahan <i>Biosamans</i>
Tahap 6 (2039-.....) Implementasi	Pemasangan <i>Biosamans</i> menjadi alternatif PJU	Pemerintah pusat, Kementerian PUPR	Pemerintah pusat, Kementerian PUPR

Jarak Antar *Biosamans*



Gambar 4. Perhitungan untuk penentuan jarak antar *Biosamans*

Dalam penentuan jarak antar *Biosamans* digunakan metode trigonometri, berikut hasil penentuan jaraknya. Dengan diketahuinya tinggi pohon (h) yang akan digunakan dan besar jarak horizontal cahaya ke ujung jalan, posisi 0,5 dari jarak antar pohon x_1 dan x_2 , maka dapat diperoleh jarak antar pohon atau *Biosamans* dengan rumus sebagai berikut :

$$e = 2(\sqrt{x_1^2 - W^2})$$

Keterangan:

- W : Lebar jalan (m)
h : tinggi pohon *Biosamans* (m)
e : jarak antar *Biosamans* (m)
r_{1,2,3,4} : jarak cahaya ke ujung jalan (m)

Berdasarkan hasil perhitungan untuk jalan yang berkisar di bawah 15 meter membutuhkan jarak antar pohon *Biosamans* kurang dari 30 meter. Sehingga apabila dalam penerapan di jalan tol menggunakan keseragaman jarak pohon *Biosamans* sebesar ≥ 30 meter, maka kuat pencahayaan cahaya pada jalan tersebut kurang dari standar yang ada, sedangkan untuk yang lebar jalan berkisar di atas 15 meter, membutuhkan jarak antar *Biosamans* di atas 30 meter. Perhitungan jarak antar pohon *Biosamans* pada ukuran lebar jalan lain dapat di lihat pada lampiran.

C. PENUTUP

Apabila gagasan ini tercapai maka dampak sistemik yang dapat terjadi diantaranya berkembangnya ilmu pengetahuan baru mengenai manfaat dan peluang implementasi teknologi rekayasa genetika. Secara teknis, *Biosamans* mampu menjadi sumber penerang jalan umum yang ramah lingkungan. Secara ekonomi, *Biosamans* mampu menekan pengeluaran negara khususnya pada sektor transportasi. *Biosamans* dapat diimplementasikan dengan baik dalam 15 tahun apabila terdapat sinergi bersama Pemerintah Pusat dalam hal-hal dalam pembuatan kebijakan, perizinan, maupun pembuatan master plan *Biosamans*; Adanya komitmen yang serius antara pemerintah dan pihak pengembang atau peneliti dalam mendukung pengembangan proyek *Biosamans*; menghimpun dukungan dari masyarakat untuk gagasan ini; dan perlu adanya evaluasi dan monitoring secara berkelanjutan.

Biosamans dapat diimplementasikan dengan baik dalam 15 tahun apabila terdapat sinergi di dalam Pemerintah Pusat dan Pemerintah Daerah dalam hal hal dalam pembuatan kebijakan, perizinan, maupun pembuatan master plan *Biosamans*; adanya komitmen yang serius antara pemerintah dan pihak pengembang atau peneliti dalam mendukung pengembangan proyek *Biosamans*; menghimpun dukungan dari masyarakat yang terpengaruh secara signifikan dari adanya gagasan ini; dan perlu adanya evaluasi dan monitoring secara berkelanjutan demi perbaikan-perbaikan program yang telah dijalankan

Berdasarkan beberapa kajian di atas, hadirnya *Biosamans* diharapkan mampu memberikan solusi terhadap **tingginya konsumsi listrik Lampu Penerang Jalanan Umum (LPJU) di daerah urban** yang ramah lingkungan. Selain itu, konsep *Biosmans* dapat dijadikan solusi **bioakumulator polusi udara akibat banyaknya polusi kendaraan di daerah urban**. Melalui *Biosamans*, akan tercipta jalanan futuristik yang ramah lingkungan serta keindahan estetika yang tercipta, namun tetap dengan harga yang ekonomis sehingga dapat mewujudkan lingkungan yang berkelanjutan di Indonesia.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Biaya Investasi *Biosamans* (dalam satuan 100 pohon)

NO	URAIAN PEKERJAAN	VOL	SAT	HARGA (Rp)	JUMLAH (Rp)
I PEKERJAAN PENANAMAN POHON					
	1. Tenaga alat tanam	2.816,00	Km	50.000,00	140.800.000,00
	2. Bibit pohon trembesi	100	buah	7.000,00	700.000,00
II PEKERJAAN PENANGKAPAN IKAN LOMEK					
	1. Tenaga alat penangkapan	100	ekor	-	541.000.000
III PEKERJAAN PENGAMATAN AKTIVITAS BIOLUMENESSEN					
	1. Alat disterilisasi <i>autoclave</i>	1,00	unit	41.068.000,00	41.068.000,00
IV ISOLASI BAKTERI BIOLUMINESEN					
	1. Alat media <i>Zobell</i> padat	1,00	unit	2.250.000,00	2.250.000,00
V REKAYASA GENETIK					
	1. Reagen rekayasa genetik	10,00	unit	900.000,00	9.000.000,00
	2. Elektroporator	1,00	unit	5.700.000,00	5.700.000,00
	3. Sewa Laboratorium	1,00	unit	45.000.000,00	45.000.000,00
VI PEKERJAAN SANITASI					
	1. Saluran air bersih	275,00	M	11.300,00	3.107.500,00
	2. Saluran air kotor	76,00	M	53.000,00	4.028.000,00
	3. Bak cuci	2,00	buah	512.000,00	1.024.000,00
TOTAL BIAYA					257.677.500,00

*Catatan : total jalan tol yang telah beroperasi di seluruh Indonesia telah tembus 2.816 kilometer yang tersebar di sejumlah wilayah (Kementrian PUPR, 2024).

Lampiran 2. Perbandingan jarak antar *Biosamans*

Lebar Jalan (W)	Jarak Antar Tiang Perhitungan (e)
5,5	21,6
6,5	22,2
7,5	23
8,5	23,8
9,5	24,6
11,5	26,6
12,5	27,6
13,5	28,7
14,5	29,8
15,5	31
16,5	32,2
17,5	33,4
18,5	34,6
19,5	35,9
20,5	37,2
21,5	38,5
22,5	39,8
23,5	41,1
25,5	43,8

Lampiran 3. Ilustrasi *Biosamans* menggunakan *Artificial Intelligence*



Tampilan konsep *Biosamans*



Mobilisasi penanaman *Biosamans*



Gedung riset kolaboratif



Kondisi Ruang Riset Ilmiah

Lampiran 4. Hasil Turnitin

ANNISA YULIANTI			
ORIGINALITY REPORT			
8%	4%	0%	5%
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS
PRIMARY SOURCES			
1	Submitted to Universitas Diponegoro Student Paper		2%
2	journal.ipb.ac.id Internet Source		1%
3	Submitted to Universitas Mulawarman Student Paper		1%
4	Submitted to IAIN Kudus Student Paper		1%
5	Submitted to Institut Pertanian Bogor Student Paper		1%
6	repository.umy.ac.id Internet Source		1%
7	docplayer.info Internet Source		<1%
8	www.idxchannel.com Internet Source		<1%
9	pdfcookie.com Internet Source		<1%
10	pt.scribd.com Internet Source		<1%

Lampiran 5. Lembar Orisinilitas Karya

Lomba Esai Nasional

LOMBA ESAI NASIONAL 10th KIME ON IDEAS COMPETITION

1. Judul : Biopendar Cahaya Terbarukan Melalui Pemanfaatan Rekayasa Genetika Bakteri Luminescent Sebagai Pembangunan Jalan Futuristik Terinkorporasi Bioakumulator Udara Guna Mendukung Sdgs-13
2. Perguruan Tinggi : Universitas Jember
3. Identitas Penulis
 - a. Nama Lengkap Ketua : Annisa Yulianti
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. Tempat, Tanggal Lahir : Jember, 12 Juli 2003
 - d. Prodi/Angkatan : Agribisnis/2021
 - e. NIM : 211510601058
 - f. Alamat : Jember
 - g. E mail : annisaylt@gmail.com
 - h. Anggota : -

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan adalah benar/ Dengan ini, saya menyatakan ikut serta dalam Lomba Esai Nasional 10th *KIME on Ideas Competition* (10th KOIN) dan menyetujui semua syarat dan ketentuan lomba yang ditetapkan oleh panitia.



Annisa Yulianti

**BISADIBILITY (OPTIMALISASI PENYERAPAN TENAGA KERJA
DISABILITAS MELALUI PLATFORM PENDIDIKAN KARIR INKLUSIF
ERA SOCIETY 5.0 GUNA MENCAPAI SDG's 2030**



Oleh:

1. Akhmad Dairoby Ekonomi Islam/2020
2. M. Fatkhur Rokhman Hukum Pidana Islam /2021

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO

SEMARANG

2024

LEMBAR ORISINALITAS

Judul: **BISADIBILITY (OPTIMALISASI PENYERAPAN TENAGA KERJA DISABILITAS MELALUI PLATFORM PENDIDIKAN KARIR INKLUSIF ERA *SOCIETY* 5.0 GUNA MENCAPAI SDG's 2030**

Perguruan Tinggi: Universitas Islam Negeri Walisongo

Identitas Penulis:

- a. Nama Lengkap Ketua: Akhmad Dairoby
- b. Jenis Kelamin: Laki-laki
- c. Tempat, Tanggal Lahir: Indramayu, 30 Juni 2002
- d. Prodi/Angkatan: Ekonomi Islam 20
- e. NIM: 2005026029
- f. Alamat: Jl Bukit Beringin utara III Wonosari Ngaliyan Kota Semarang
- g. Email: akhmaddairoby24@gmail.com
- h. Anggota:
 1. Nama Lengkap Anggota: M. Fatkhur Rokhman

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan adalah benar/ Dengan ini, saya menyatakan ikut serta dalam Lomba Esai Nasional 10th *KIME on Ideas Competition* (10th KOIN) dan menyetujui semua syarat dan ketentuan lomba yang ditetapkan oleh panitia.

Ketua Tim



A handwritten signature in black ink, consisting of stylized letters and a long horizontal stroke.

Akhmad Dairoby

“The true measure of economic success is not just the growth of GDP, but the growth of well being, equality, and opportunities for all citizens.” Sepenggal kalimat yang diutarakan Joseph Stiglitz ini menyadarkan kita bahwa sebuah negara atau masyarakat yang sukses secara ekonomi harus mengutamakan kesejahteraan masyarakatnya, memastikan semua individu memiliki kesempatan yang sama, dan tidak ada yang tertinggal, termasuk penyandang disabilitas. Secara lebih luas, penyandang disabilitas dapat didefinisikan sebagai setiap orang yang mengalami keterbatasan fisik, intelektual, mental, dan/atau sensorik dalam jangka waktu lama, yang dapat menyebabkan hambatan dan kesulitan dalam berinteraksi dengan lingkungan serta berpartisipasi secara efektif dengan warga negara lainnya (Erisa & Widinarsih, 2022).

Istilah penyandang disabilitas dicetuskan pertama kali pada saat Undang-Undang Nomor 8 Tahun 2016 tentang Penyandang Disabilitas diberlakukan, terhitung sejak tanggal 15 April 2016. Istilah tersebut menggantikan istilah penyandang cacat yang sebelumnya digunakan dalam UU No. 4 Tahun 1997 (KEMNAKER, 2016). Penyandang disabilitas kerap kali menghadapi diskriminasi, tantangan, dan hambatan dalam mencari pekerjaan konvensional karena dianggap kurang mampu atau kurang fleksibel untuk memenuhi tuntutan kerja. Badan Pusat Statistik (BPS) menyebutkan bahwasanya pada tahun 2021, persentase pekerja dengan penyandang disabilitas mencapai 5,37%. Jumlah tersebut mengalami penurunan apabila dibandingkan tahun sebelumnya yang mencapai 6% (BPS Indonesia, 2021).

BPS juga merilis bahwasanya perlakuan tidak adil terhadap penyandang disabilitas dalam konteks ketenagakerjaan masih sering terjadi (Nabila, 2022). Hal ini sejalan dengan kisah dari salah seorang difabel yang memiliki pengalaman ditolak hampir 50 kali dalam melamar pekerjaan (Lumbanrau, 2019). Kondisi tersebut disebabkan karena sering kali perusahaan yang didatanginya menolak secara langsung dengan alasan tidak memiliki kuota khusus yang diperuntukkan bagi penyandang disabilitas. Sebab, penyandang disabilitas kerap kali dianggap kurang mampu atau kurang fleksibel untuk memenuhi tuntutan kerja.

Hal tersebut tentu tidak sejalan dengan Pasal 53 ayat (1) dan (2) UU No. 8 Tahun 2016 tentang Penyandang Disabilitas yang berbunyi:

1. Pemerintah, Pemerintah Daerah, Badan Usaha Milik Negara, dan Badan Usaha Milik Daerah wajib mempekerjakan paling sedikit 2% (dua persen) Penyandang Disabilitas dari jumlah pegawai atau pekerja;
2. Perusahaan swasta wajib mempekerjakan paling sedikit 1% (satu persen) Penyandang Disabilitas dari jumlah pegawai atau pekerja.

Melihat kondisi tersebut, Badan Usaha Milik Negara (BUMN) dan Badan Usaha Milik Swasta (BUMS) selaku tonggak perekonomian negara melakukan perubahan ke arah yang lebih baik sebagaimana yang tertuang dalam Pasal 53 ayat (1) dan (2) UU No. 8 Tahun 2016 tentang Penyandang Disabilitas. Salah satunya adalah dengan mempekerjakan penyandang disabilitas meskipun jumlahnya masih tergolong rendah, apabila dibandingkan dengan total keseluruhan populasi penyandang disabilitas di Indonesia.

Kementerian Ketenagakerjaan mencatat bahwasanya pada tahun 2021 terdapat 1.271 penyandang disabilitas yang bekerja di 72 Badan Usaha Milik Negara (BUMN) serta 4.554 disabilitas yang bekerja di 588 Badan Usaha Milik Swasta (BUMS) (Sari, 2022). Meski demikian, penyandang disabilitas kerap kali dihadapkan pada paradigma negatif di lingkungan kerja karena persepsi masyarakat yang beranggapan bahwa mereka selalu membutuhkan bantuan dan tidak bisa bekerja secara mandiri. Kondisi tersebut muncul disebabkan oleh keterbatasan aksesibilitas fisik dan teknologi yang diperuntukkan bagi penyandang disabilitas di lingkungan kerja, sehingga menghambat efisiensi proses kerja mereka.

Penyerapan tenaga kerja disabilitas memiliki peran penting dalam mendukung pencapaian *Sustainable Development Goals* (SDG's) tahun 2023 di Indonesia (Susiana and Wardah, 2020). Hal ini dikarenakan penyerapan tenaga kerja disabilitas dapat mendorong inklusi sosial dan ekonomi bagi penyandang disabilitas, sekaligus memberikan kesempatan yang adil bagi mereka untuk berpartisipasi secara aktif dalam dunia kerja (Dewi et al., 2020). Melalui penyerapan tenaga kerja disabilitas, dapat tercipta kesetaraan akses dan peluang

kerja bagi penyandang disabilitas, sehingga mereka dapat memberikan kontribusi yang berarti dalam pembangunan negara.

Hak atas pekerjaan yang layak bagi disabilitas adalah prinsip yang penting dalam menciptakan masyarakat inklusif dan berkeadilan. Prinsip ini mengakui bahwa setiap individu, termasuk mereka yang memiliki disabilitas, berhak mendapatkan pekerjaan yang sesuai dengan kemampuan dan keinginan mereka. Pekerjaan yang layak bagi disabilitas mencakup aksesibilitas fisik dan komunikasi, kesempatan untuk pengembangan karir, serta perlindungan terhadap diskriminasi dan perlakuan yang tidak adil (United Nations, 2018). Permasalahan di atas adalah suatu realitas yang memerlukan perhatian yang serius dari kita sebagai generasi muda.

Era *society* 5.0 yang menggambarkan kemajuan teknologi canggih saat ini, mendorong kita sebagai Generasi Z untuk menggeser paradigma masyarakat dan teknologi dengan menghadirkan inovasi untuk menghadapi tantangan zaman. Oleh karena itu, penulis menawarkan sebuah inovasi yang revolusioner dan berdaya transformasi bernama “BISADIBILITY.” Platform BISADIBILITY merupakan solusi inovatif yang dirancang khusus untuk memberikan lingkungan yang ramah difabel dan aksesibilitas yang tinggi bagi para pengguna dengan berbagai jenis disabilitas.

BISADIBILITY menyediakan opsi tampilan yang dapat disesuaikan, dukungan teks ke suara, dukungan perangkat input alternatif, dan tata letak yang responsif untuk memastikan aksesibilitas yang maksimal bagi semua pengguna. Dengan mengombinasikan diversivitas dan inklusifitas, aplikasi *mobile* ini memberikan ruang kerja bagi rekan-rekan difabel dalam bentuk transformasi digital dengan berbagai fitur yang diperlukan oleh para penyandang disabilitas. Aplikasi BISADIBILITY memiliki beberapa fitur yang di desain agar mudah digunakan oleh penyandang disabilitas.

Fitur yang pertama yakni *freelance job notifications* (pemberitahuan pekerjaan *freelance*) yang dirancang untuk memberikan informasi terkait lowongan pekerjaan *freelance* dari berbagai perusahaan sesuai dengan minat dan keterampilan pengguna. Kemudian ada fitur *creative portfolio* di mana

penyandang disabilitas dapat membuat portofolio kreatif termasuk proyek-proyek seperti desain grafis, penulisan, atau bidang kreatif lainnya sesuai keahlian, dan memamerkannya kepada calon klien atau pengguna lainnya. BISADIBILITY juga dilengkapi oleh fitur *community support* (dukungan komunitas) dalam bentuk forum *chat* yang memungkinkan penyandang disabilitas berinteraksi, berbagi pengalaman dan informasi praktis kepada sesama penyandang disabilitas, serta dapat terhubung dengan (*Human Resources Development*) HRD atau admin perusahaan.

Dengan begitu, hal ini akan menciptakan lingkungan yang inklusif dan komunitas yang mendukung, di mana mereka dapat berbagi ketakutan, kekhawatiran, dan kegembiraan tanpa takut dihakimi atau dipandang rendah. Terakhir, fitur yang membedakannya dari platform BISADIBILITY dengan platform yang lain yakni Pelatihan dan Edukasi. Fitur ini menyediakan 3 jenis pelatihan yakni *online*, *tryout*, dan layanan psikotes, yang memungkinkan pengguna dapat belajar dari instruktur ahli, mengembangkan keterampilan baru, serta memahami potensi dan langkah-langkah untuk memulai karir yang tepat.

Oleh karena itu, untuk mencapai tujuan ini, BISADIBILITY dapat menerapkan beberapa langkah strategis yaitu: *Pertama*, BISADIBILITY harus berkolaborasi dengan lembaga pemerintah, perusahaan swasta, dan organisasi nirlaba yang berfokus pada ketenagakerjaan penyandang disabilitas. Kolaborasi ini dapat membantu BISADIBILITY mendapatkan wawasan tentang kebutuhan dan tren industri, serta membangun kemitraan untuk penempatan kerja dan program pelatihan.

Kedua, BISADIBILITY dapat secara aktif terlibat dengan lembaga pendidikan untuk mempromosikan pelatihan kejuruan dan pengembangan keterampilan bagi penyandang disabilitas. Hal ini dapat dilakukan dengan bekerja sama dengan Sekolah Luar Biasa (SLB) dan pusat pelatihan yang berfokus pada orang-orang penyandang difabel untuk menyesuaikan program mereka dengan kebutuhan dan aspirasi penyandang disabilitas.

Ketiga, BISADIBILITY dapat memanfaatkan teknologi dan platform digital untuk menghubungkan para pencari kerja penyandang difabel dengan

pemberi kerja dalam era transformasi digital yang terus berkembang pesat, kebutuhan akan solusi yang aplikatif dan efektif untuk mengatasi kesenjangan ekonomi yang dialami penyandang disabilitas semakin mendesak.

Dengan demikian, platform BISADIBILITY hadir sebagai jawaban atas tantangan tersebut dengan memberikan solusi inovatif berbasis aplikasi *mobile* guna meningkatkan kesempatan kerja dan partisipasi aktif bagi para penyandang disabilitas. Melalui aksesibilitas yang tinggi dan fitur-fitur inklusifnya, BISADIBILITY memastikan lingkungan kerja yang ramah dan mendukung bagi setiap pengguna, tanpa terkecuali. BISADIBILITY menunjukkan potensi untuk menciptakan dampak positif yang signifikan dalam kesejahteraan rekan disabilitas. Penting bagi kita menciptakan lingkungan yang aman bagi rekan disabilitas sebagai upaya mewujudkan kesetaraan di antara rekan-rekan disabilitas lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS Indonesia. (2021). Statistik Indonesia 2021. Badan Pusat Statistik. Available at:
<https://www.bps.go.id/publication/download.html?nrbvfeve=OTM4MzE2NTc0Yzc4NzcyZjI3ZTliNDc3&xzmn=aHR0cHM6Ly93d3cuYnBzLmdvLmlkL3B1YmxpY2F0aW9uLzIwMjE0MDIvMjYvOTM4MzE2NTc0Yzc4NzcyZjI3ZTliNDc3L3N0YXRpc3Rpay1pbmRvbmVzaWEtMjAyMS5odG1s&twoadfnoarfeauf=MjAyMy0wNy0> (Accessed: 10 Juni 2024).
- Dewi, U. et al. (2020). *“Employment Governance for People with Disabilities: Comparative Study Between Indonesia and Malaysia,”* in. International Conference on Educational Research and Innovation (ICERI 2019), Atlantis Press, pp. 232–238. Available at:
<https://doi.org/10.2991/assehr.k.200204.043>.
- Erissa, D., & Widinarsih, D. (2022). *“Akses Penyandang Disabilitas Terhadap Pekerjaan: Kajian Literatur.”* Jurnal Pembangunan Manusia, 3(1), 3.
- KEMNAKER. (2016). *“Peraturan Pemerintah Republik Indonesia tentang Penyandang Disabilitas (UU Nomor 8 Tahun 2016).*

- Lumbanrau, R. E. (2019). “*Kisah penyandang disabilitas mencari kerja: Hampir 50 kali melamar lowongan tapi hasilnya nihil.*” BBC News Indonesia. <https://www.bbc.com/indonesia/majalah-50512664>
- Nabila, M. P. (2022). “*Perlindungan Hukum atas Diskriminasi terhadap Tenaga Kerja Penyandang Disabilitas dalam Perspektif Hak Asasi Manusia.*” *Dinamika (Jurnal Ilmiah Ilmu Hukum)*, 28(4), 3737–3739.
- Sari, R. (2022). “*Perlindungan Hukum Bagi Tenaga Kerja Penyandang Disabilitas Untuk Mendapat Kesempatan Kerja Berdasarkan Undang-Undang Nomor 08 Tahun 2016 Tentang Penyandang Disabilitas.*” *Journal of Law*, 8(1), 9–10.
- Susiana and Wardah (2020) “*Indonesian Government Policies in Protecting the Rights of People with Disabilities in Getting a Job at Indonesian State-Owned Enterprises.*” in. *International Conference on Law, Governance and Islamic Society (ICOLGIS 2019)*, Atlantis Press, pp. 185–189. Available at: <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200306.209>.
- United Nations, “*Convention on the Rights of Persons with Disabilities* (no date) *National Disability Authority.*” Available at: <https://nda.ie/disability-policy/uncrpd> (Accessed: 7 March 2024).

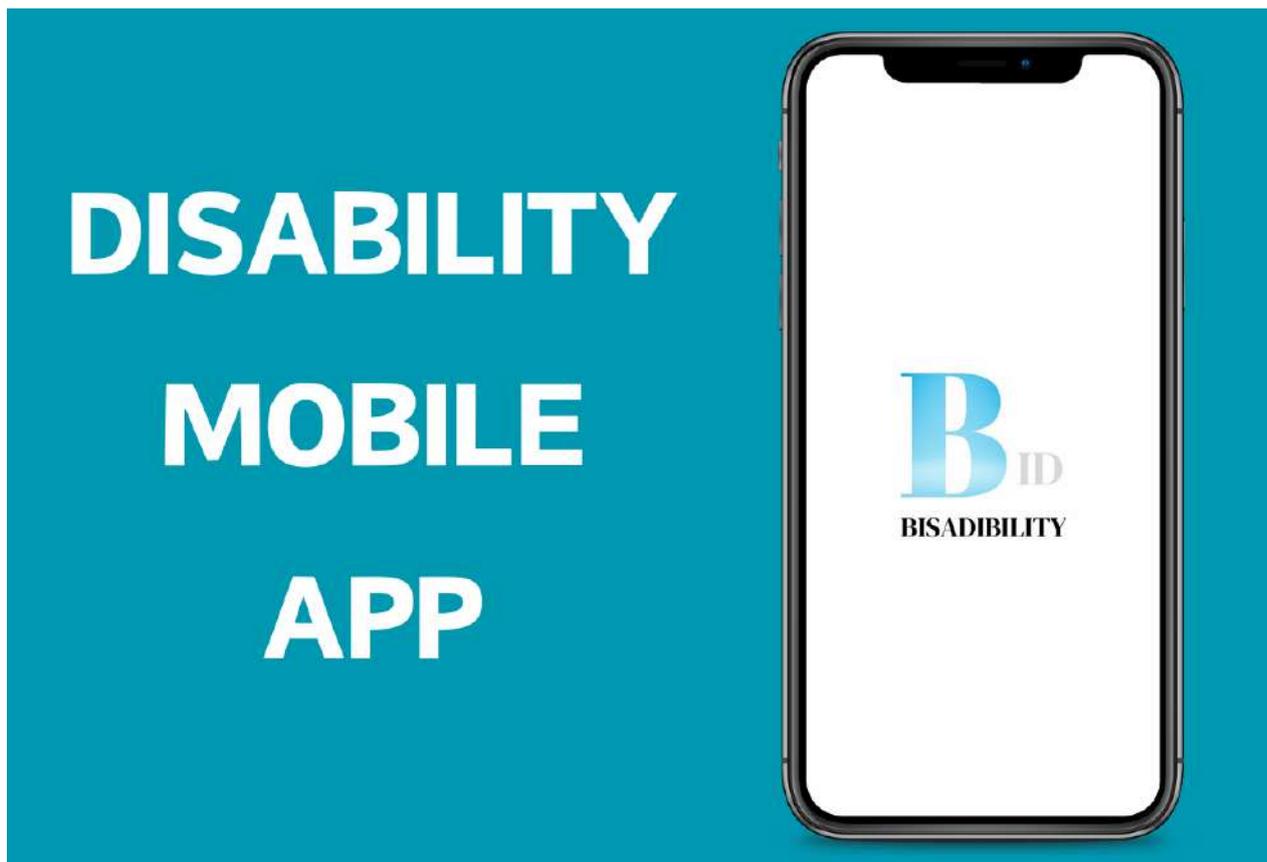
LAMPIRAN-LAMPIRAN

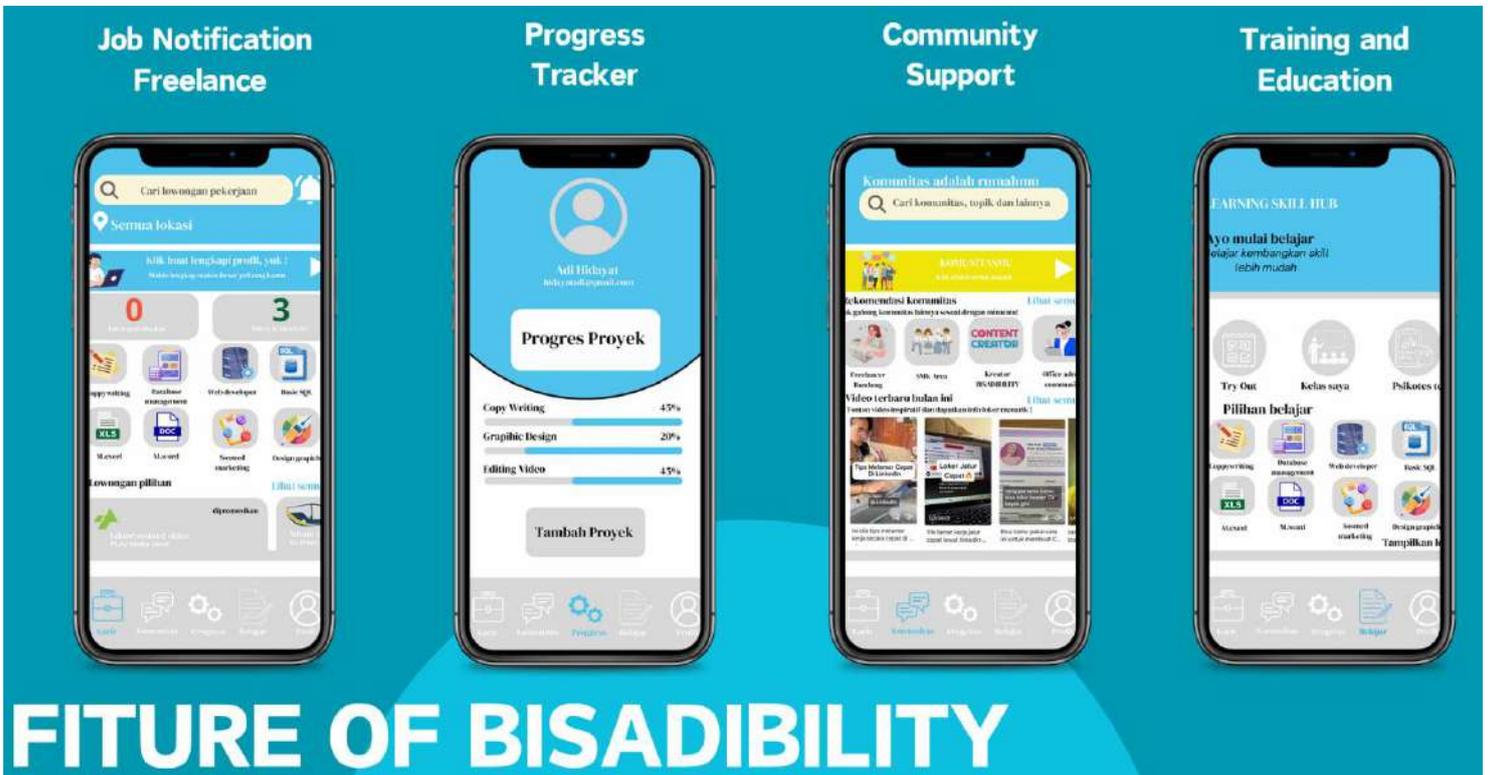
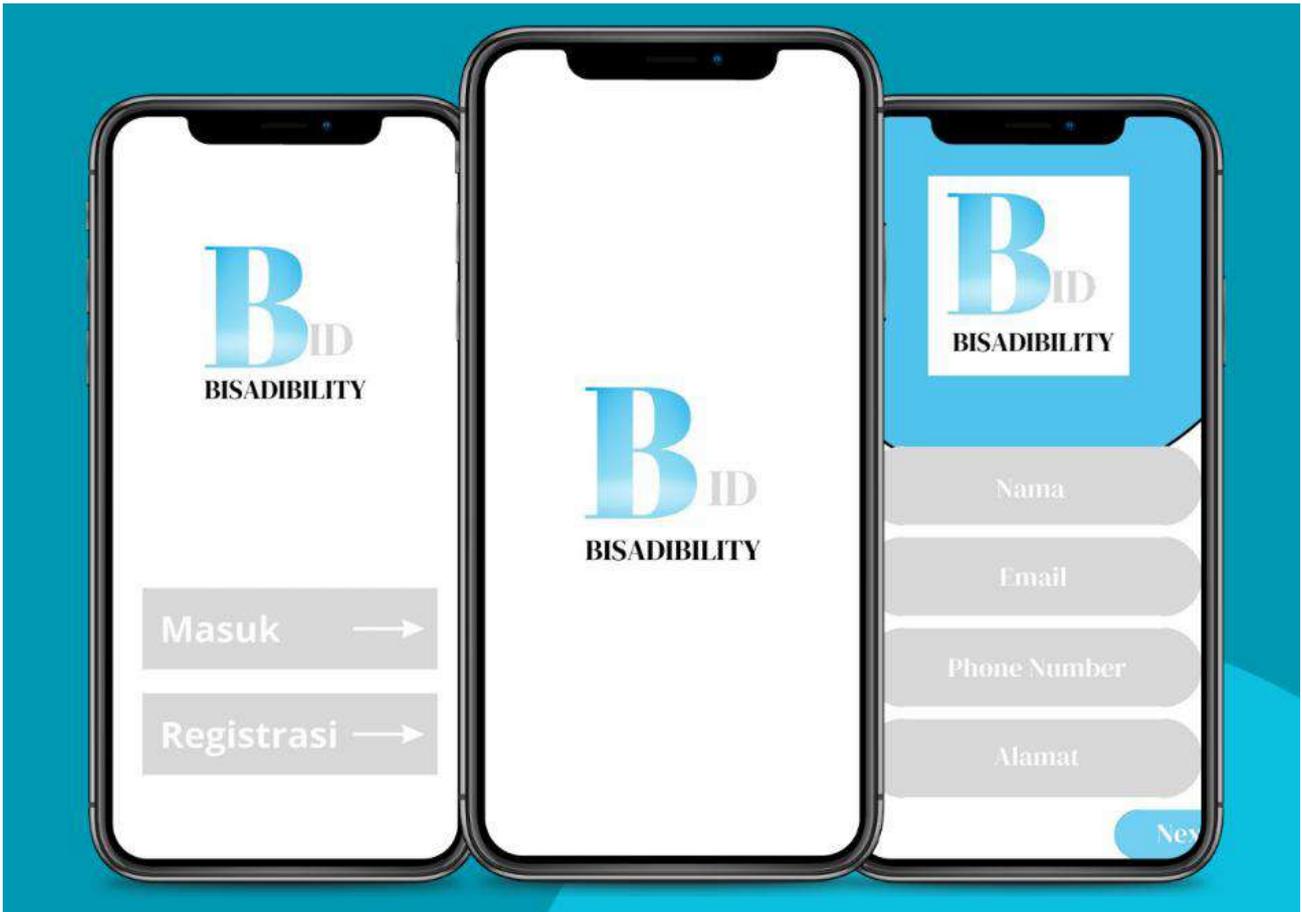
Lampiran 1. Tampilan Analisis SWOT BISADIBILITY

Strength (Kekuatan)	<ul style="list-style-type: none">• Platform ini dirancang khusus untuk penyandang disabilitas, menawarkan lingkungan inklusif dan aksesibilitas yang memadai.• Membuka peluang bagi para penyandang difabel untuk memperoleh pekerjaan <i>freelance</i> dan mengembangkan kreativitas mereka.• Memiliki kemitraan yang kuat dengan organisasi difabel, yang membantu dalam mengidentifikasi kebutuhan dan keterampilan khusus penyandang disabilitas.• Platform ini menyediakan konektivitas dengan mitra asosiasi profesi dan pelanggan yang membutuhkan jasa profesional.
Weakness (Kelemahan)	<ul style="list-style-type: none">• Tantangan dalam meningkatkan kesadaran masyarakat tentang platform ini dan manfaatnya bagi para penyandang disabilitas.• Kelemahan dalam sistem teknis seperti masalah stabilitas atau kecepatan akses dapat mempengaruhi pengalaman pengguna.
Opportunity (Peluang)	<ul style="list-style-type: none">• Pasar <i>freelance</i> terus berkembang dan menyediakan peluang bagi para penyandang disabilitas untuk terlibat dalam pekerjaan fleksibel dan mandiri.• Potensi adanya kemitraan dengan instansi yang ingin menjangkau <i>audiens</i> difabel dan sponsor yang tertarik untuk mendukung platform ini.• Meningkatnya kesadaran masyarakat tentang

	inklusi dan perubahan kebijakan yang mendukung partisipasi penyandang disabilitas dalam lingkungan kerja.
Threats (Ancaman)	<ul style="list-style-type: none"> • Kemungkinan munculnya persaingan dari platform serupa yang dapat mengakses dan menjangkau pangsa pasar bagi para penyandang difabel. • Perubahan regulasi atau kebijakan yang dapat mempengaruhi operasional dan kepatuhan platform terhadap aturan yang berlaku.

Lampiran 2. Tampilan Fitur Platform BISADIBILTY





BIODATA KETUA TIM

Nama Lengkap/NIM: Akhmad Dairoby/2005026029

Prodi/Angkatan: Ekonomi Islam/2020

Tempat, Tanggal Lahir: Indramayu, 30 Juni 2002

Alamat: Jl. Bukit Beringin Utara III Wonosari Ngaliyan

Email: akhmaddairoby24@gmail.com

No Wa/HP: 085162677117

Karya Tulis yang Pernah Dibuat:

Digimas (Digital Gold Saving Masalah) Inovasi investasi perencanaan keuangan Gen Z era Society 5.0

Penghargaan di Bidang Ilmiah: Juara 1 KTI Internasional Shariah Economics Competition



BIODATA ANGGOTA KELOMPOK

Nama Lengkap/NIM: M. Fatkhur Rokhman/2102026048

Prodi/Angkatan: Hukum Pidana Islam/2021

Tempat, Tanggal Lahir: Bojonegoro, 13 Agustus 2002

Alamat: Jl. Raya Pohwates Dk. Wirosobo Rt001/Rw001

Email: rokhmanbisa1@gmail.com

No. Wa/HP: +6288809615064

Karya Tulis yang Pernah Dibuat:

- Meningkatkan Nalar Kritis Mahasiswa dengan Perpustakaan *As a Tradition of Culture of Modern Intellectual Student's*
- DIGIMAS (*Digital Gold Saving Masalah*): Inovasi Keuangan Digital Alternatif Perencanaan Keuangan Syariah Berbasis *Blockchain* Era Society 5.0

Penghargaan di Bidang Ilmiah:



- As 3rd Winner Reading Ambassador of UIN Walisongo Library
- As 1st Winner Internasional Sharia Economic Competition

10th KIME on Ideas Competition

**SHARIAKUATIK.ID: OPTIMASI PERMODALAN TEKNOLOGI
TEPAT GUNA BERBASIS *FUNDRAISING* WAKAF DENGAN
SKEMA *ISLAMIC CROWDFUNDING PLATFORMS* SEBAGAI
AKSELERATOR INDUSTRIALISASI PERGARAMAN**



Muhammad Rasya Windraya	Agroekoteknologi/2023
Mohamad Badrul Anam Arrokhim	Agribisnis/2023
Puja Luthfyana	Teknik Kimia/2023

**UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2024**

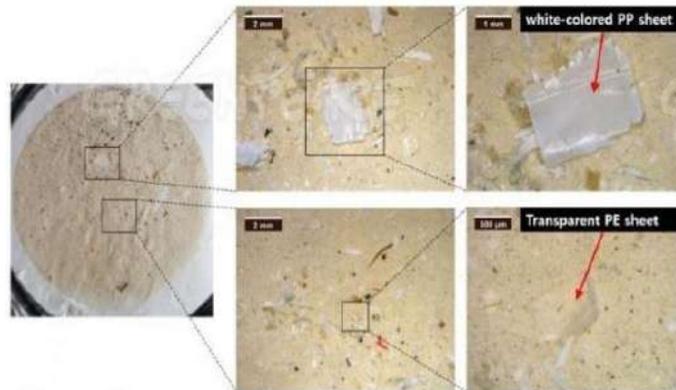
Paradigma pembangunan berbasis ekonomi biru telah menjadi kajian prioritas yang berskala global. Sejalan dengan misi untuk menjadi poros maritim dunia, Indonesia berupaya mengintegrasikan sumberdaya akuatik berbasis ekonomi biru dengan memperluas 30% zona konservasi laut serta revitalisasi kawasan pesisir(Kementrian Kelautan dan Perikanan, 2022). Adapun upaya revitalisasi pesisir sering dihadapkan pada kurangnya diseminasi pengembangan sektor industri garam, sehingga melahirkan problematika ketergantungan impor mencapai 2,8 juta ton dengan kenaikan rata-rata 7,2% pertahun(Badan Pusat Statistik, 2024).



Gambar 1. Statistik BPS Impor Garam Nasional

Seiring lambannya inisiatif dari pemerintah, kondisi di atas diperparah dengan banyak faktor yang mendukung kelanggengan belunggu impor diantaranya: krisis la nina berantai sepanjang tahun 2020-2022, buruknya tata niaga garam, serta pencemaran air laut oleh polutan tertentu (Citradi, 2020). Diantara dampak paling riskan ialah pencemaran oleh mikroplastik, karena akibat yang ditimbulkan terhadap tata lingkungan bahari akan bersifat transnasional. Terbukti oleh data yang dikutip dari Cordova (2024), terdapat sampah botol plastik buatan Indonesia ditemukan di pantai Afrika, hal ini dibuktikan oleh pelacak berbasis satelit yang memperlihatkan sampah plastik asal Cisadane hanyut hingga Afrika Selatan. Analisis laboratorium yang dilakukan terhadap sampel garam mengindikasikan kehadiran partikel mikrolastik dengan konsentrasi 0,063 miligram per kilogram substansi yang diuji. Secara morfologis, distribusi mikroplastik tersebut terbagi menjadi dua kategori utama, yaitu 63%

teridentifikasi sebagai fragmen dan 37% dalam bentuk serat (Seth and Shriwastav, 2018)

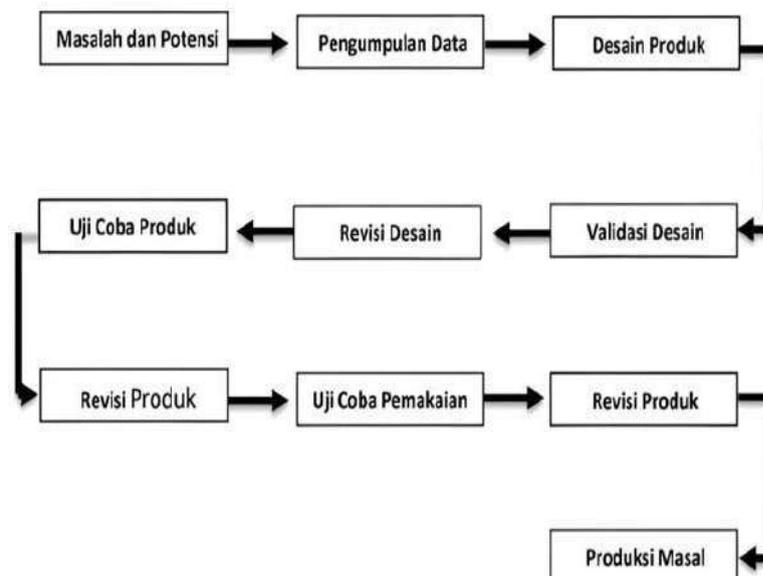


Gambar 2. mikroplastik dalam sampel garam Indonesia

Sedangkan penelitian terbaru oleh Yuliasuti and Cahyono (2020) menyatakan bahwa, selain mikroplastik produksi garam secara tradisional juga menghasilkan limbah cair kaya akan mineral non logam seperti magnesium, natrium, klorida dan sulfat yang berkonsentrasi menimbulkan polusi perairan. Berdasarkan studi di atas membuktikan bahwa kontaminasi perairan terjadi secara masif, karenanya orientasi keberlanjutan harus menjadi prioritas dalam menunjang produktivitas. Di sisi lain asistensi anggaran terhadap teknologi ramah lingkungan menjadi mandat yang harus direalisasikan pemerintah sesuai pasal 51 UU Nomor 7 Tahun 2017, pemerintah pusat dan daerah wajib memberikan kemudahan akses teknologi, kerja sama alih teknologi dan penyediaan fasilitas bagi nelayan, pembudi daya ikan dan petambak garam. Namun realisasi aspek fundamental tersebut terhalang oleh buruknya tata niaga garam, sehingga proses pembiayaan terhadap pengadaan teknologi menjadi non efektif dan cenderung terabaikan. Jika mengacu pada kondisi tersebut, maka strategi *fundraising* (penggalangan dana) menjadi langkah opsional pengembangan teknologi dengan model investasi berkelanjutan dapat tercapai.

Selaras dengan konsep keberlanjutan, strategi investasi melalui *fundraising* wakaf menjadi solusi tepat sebagai sumber

pembiayaan proyek inovatif. Berdasarkan data yang dipaparkan oleh Beik (2022), besaran potensi sektor wakaf Indonesia ditaksir mencapai angka 180 triliun rupiah dan perolehan wakaf tunai per Maret 2022 mencapai Rp. 1,04 triliun dengan hasil pengelolaan sebesar 89,91 miliar. Dari angka tersebut merepresentasikan pentingnya memperluas cakupan pengelolaan dana secara produktif, sekaligus menjadi ajang edukasi manajemen wakaf kepada publik. Manajemen *fundraising* wakaf tunai terintegrasi *islamic crowdfunding platform* dipilih karena aspek fleksibilitas dari penerapan skema, berimplikasi pada merebaknya transformasi digital yang dinilai efektif dalam penyelenggaraan proyek dan adanya keterlibatan dewan pengawas syariah, sehingga proyek yang ditawarkan terjamin halal karena melalui proses verifikasi. Mengingat pentingnya entitas kolaboratif dalam disrupti teknologi oleh sebab itu, penulis menawarkan gagasan solutif yang mana prospek keberhasilan atas strategi yang dibangun didasarkan pada dua fokus yaitu: memudahkan akses kerjasama multi-stakeholder dan membentuk ekosistem teknologi yang terintegrasi. Berikut model pengembangan inovasi yang terdiri atas 10 tahapan diantaranya:



Tabel 1.1 Metode Pengembangan Inovasi

Adapun tahap pengembangan dapat disingkat dalam empat 4D (*define, design, development, dan dissemination*). *Define* merupakan proses menghimpun berbagai data yang dibutuhkan melalui studi pustaka, guna merumuskan teori serta hasil penelitian terdahulu yang sesuai dan berkaitan dengan pengembangan inovasi. *Design* dalam tahap ini merupakan aktivitas perancangan fitur platform dan program edukasi. *Development* adalah tahap verifikasi melalui dua langkah yaitu *experimentation and validation* terhadap inovasi yang siap diimplementasikan. *Dissemination* merupakan proses pengaplikasian secara masal (Haviz, 2016)

Kondisi Terkini Industri Pergaraman

Dikutip dari Kementerian Perindustrian Republik Indonesia (2023), dinyatakan bahwa upaya pengembangan industri garam telah dilaksanakan melalui pendampingan, konsultasi, serta penerapan teknologi. Pendapat tersebut kontradiktif terhadap pernyataan ketua Asosiasi Industri Pengguna Garam Indonesia (AIPGI) Tony yang menyatakan, penggunaan teknologi di kalangan petani garam sangat minim, bahkan tidak sedikit yang masih mengandalkan cangkul, slender kayu dan garu dalam proses produksi (Fadilah, 2023). Dengan demikian upaya yang dilakukan pemerintah belum berdampak signifikan terhadap modernisasi pengolahan garam lokal. Selaras dengan opini yang dibangun, Ekonom Indef Nailul Huda menyatakan biang kerok rendahnya kualitas dan kuantitas produksi garam disebabkan minimnya pengadaan teknologi serta insentif untuk para petani (CNN Indonesia, 2021). Adapun kebijakan pemerintah terkait insentif adalah membentuk pembiayaan (KUR) yang hanya berlaku di Pulau Madura, sehingga belum sepenuhnya petani garam merasakan manfaat dari program yang dilaksanakan.

Solusi Terdahulu dan Model Pengembangan Shariakuatik.id

Pengadaan subsidi plastik HDPE geomembran menjadi langkah ekonomis pemerintah dalam menunjang kuantitas produksi garam. Di sisi lain pengembangan rumah garam prisma di Kabupaten Lamongan,

menjadi langkah yang efisien dalam meningkatkan kuantitas produksi tanpa terkendala cuaca akan tetapi, dua metode tersebut secara kualitas hanya mengandung NaCl 87,56% atau dibawah standar SNI(Gupta, 2018). Merujuk pada berbagai masalah diatas, Shariakuatik.id hadir sebagai usulan program yang relevan terhadap kebutuhan petani garam dan *stakeholder*, karena proses produksi garam menggunakan teknologi tepat guna berbasis metode rekritisasi dengan didukung ekosistem digital yang terintegrasi.

Konsep Pengembangan Shariakuatik.id

Shariakuatik.id merupakan platform yang menjembatani petambak garam untuk kreatif dalam membangun produktivitas usaha melalui fitur edukasi, pembiayaan, pengembangan teknologi dan diferensiasi usaha. Berikut merupakan prototipe dan deskripsi platform Shariakuatik.id:



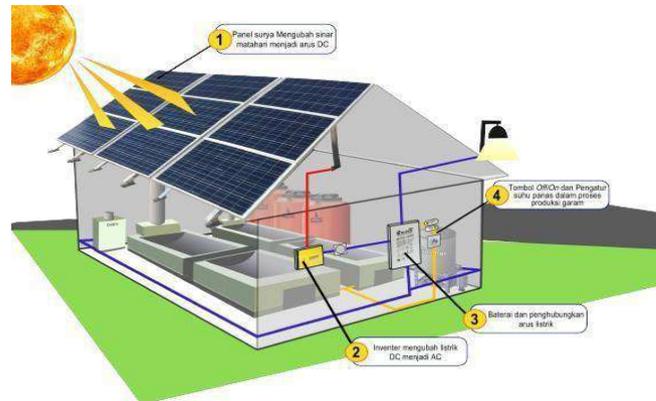
Gambar 3. Halaman Utama (*Dashboard*)

Keterangan Fitur:

A. Pendidikan

Fitur ini memberikan wawasan mengenai tata kelola produktivitas garam secara modern. Pengadaan teknologi tepat guna (*appropriate technology*) didukung energi solar panel dalam menunjang metode rekristalisasi, menjadi salah satu teknik untuk menghasilkan produktivitas garam yang berdaya saing. Metode rekristalisasi memiliki keunggulan diantaranya, proses produksi yang efisien serta terhindar dari kendala cuaca, hasil produksi mengandung kadar NaCl hingga 98%, serta kadar kalsium dan magnesium mencapai 600 ppm (Umam, 2019). Selain itu berkenaan dengan konsep keberlanjutan, limbah hasil produksi dari metode tersebut dimanfaatkan sebagai diversifikasi produk turunan berupa *bath salt*, *deodorant*, *body*

scrub, and traditional mask. Berikut merupakan prototipe alat rekristalisasi, sedangkan tahapan produksi dan hasil produk dapat dilihat pada lampiran 1 & 2.



Gambar 4. Prototipe teknologi dan desain rumah tambak garam

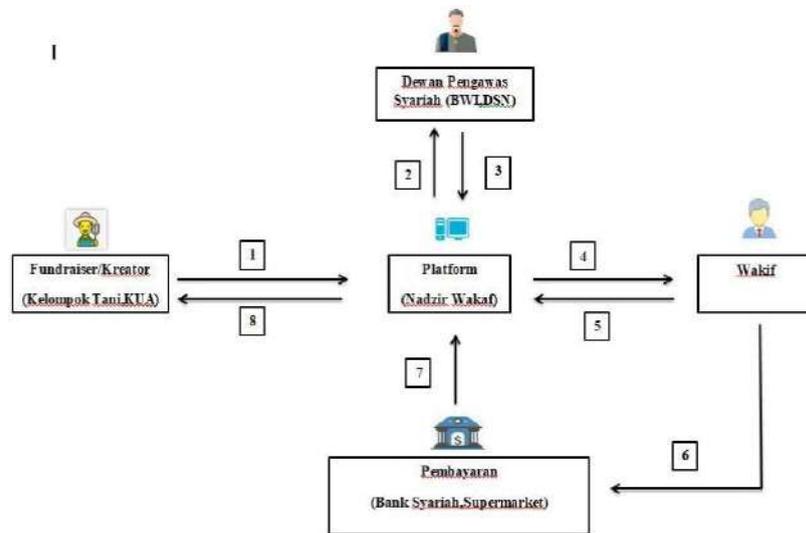
B. Pembiayaan

Pada fitur pembiayaan, wakaf tunai dihimpun dan disalurkan melalui beberapa tahap, dengan ketentuan yang berfungsi sebagai dasar penetapan sertifikat serta analisis dana yang diberikan. Berikut deskripsi komprehensif dari pihak *stakeholder* dan alur *fundraising* wakaf dengan skema *islamic crowdfunding*:

1. Pihak yang terlibat dalam pelaksanaan *islamic crowdfunding wakaf*
 - i. *Project Initiator* (PI mencakup kelompok tani, pengepul garam hingga Bumdes).
 - ii. *Project Initiator* (PI mencakup kelompok tani, pengepul garam hingga Bumdes).
 - iii. *Potensial Funders* (PF, meliputi wakif atau masyarakat luas yang mempunyai keinginan untuk berwakaf tunai).
 - iv. *Crowdfunding Operator* (CFO dalam hal ini Shariakuatik.id bertugas sebagai nadzir wakaf).
 - v. *Board Of Sharia* (BS, meliputi Dewan Pengawas Syariah dan Badan Wakaf Indonesia).
 - vi. *Support Officer* (SO, pihak yang mendukung atau membantu dalam *Islamic crowdfunding wakaf* ini adalah bank syariah dan supermarket).
2. Alur penghimpunan wakaf tunai pada platform Shariakuatik.id:
 - i. Langkah awal adalah pejabat wakaf selaku mediator kelompok tani mengunggah peralatan yang dibutuhkan (alat

rekristalisasi) kepada Dewan Pengawas Syariah.

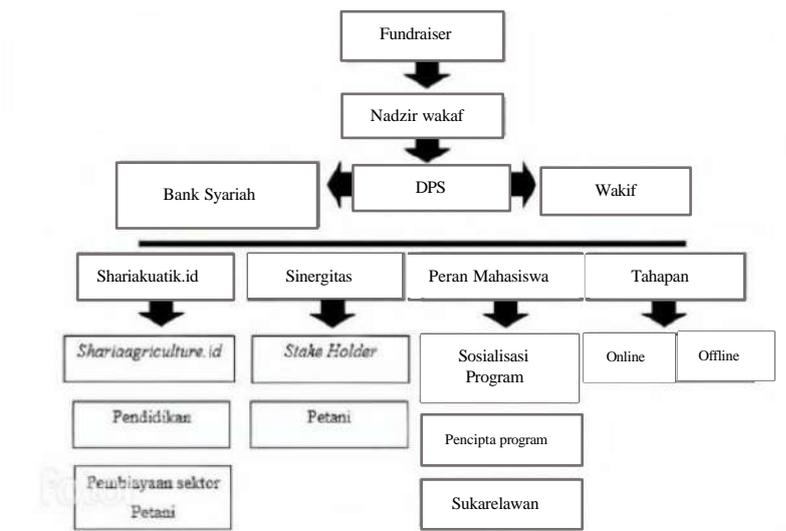
- ii. Dewan pengawas syariah akan mengidentifikasi dan memverifikasi peralatan yang diunggah oleh *Project Initiator* (PI) tentang kegunaan dan kesesuaian syariat.
- iii. Selanjutnya proyek diunggah kedalam platform (sesuai rekomendasi dps) dan ditawarkan kepada wakif, dalam hal ini *crowdfunding* baru dilakukan.
- iv. Apabila wakif mendaftar akun dan membayar minimum deposit wakaf sebesar Rp.1.000.000 melalui bank syariah atau supermarket, maka wakif akan mendapat sertifikat dan dikirimkan pada akun yang tersedia sebagai bukti telah berwakaf.
- v. Setelah dana terkumpul, bank syariah selaku *support officer* menyerahkan dana tersebut kepada nadzir wakaf, untuk selanjutnya mengalokasikan dana pembelian peralatan yang statusnya akan menjadi harta wakaf dan dapat disewakan kepada para petani yang membutuhkan.



Gambar 5. Skema Pembiayaan *Islamic Crowdfunding* Wakaf

Tahapan Implementasi Program

Implementasi program Shariakuatik.id dilakukan melalui beberapa tahap berikut: 1) *planning* / perencanaan, 2) *action* / pelaksanaan, dan terakhir 3) *evaluation* / evaluasi



Tabel 1.2 Tahapan Implementasi Program

1. *Planning* / Perencanaan Program

Fungsi perencanaan adalah untuk menyusun strategi jangka panjang dan berkelanjutan seperti, rencana induk pengembangan (*master plan*), penetapan standar operasional prosedur (SOP) hingga pendanaan program.

2. *Action* / Pelaksanaan Program

Implementasi program dilaksanakan dengan menggait minat pewakif dan menjalin kolaborasi dengan pihak berkompeten, lalu membentuk platform digital serta manajemen operasional untuk disepakati oleh para *stakeholder* (pemangku kepentingan). Disusul tahap selanjutnya yaitu pendataan petani garam (*fundraiser*), disertai upaya sosialisasi terkait keunggulan program dan keuntungan yang didapat.

3. *Evaluation* / Tahap Evaluasi

Tahap evaluasi dilakukan dengan pemantauan berkala terhadap kinerja operasional serta upaya memperkecil resiko, sehingga luaran program dapat tercapai secara maksimal.

Analisis SWOT Platform Shariakuatik.id

Analisis SWOT adalah metode merumuskan strategi secara sistematis, melalui tahap identifikasi dalam berbagai faktor (Rangkuti, 2014). Sedangkan secara rinci karakteristik SWOT diantaranya:

Faktor Internal	Kekuatan (S)	Kelemahan (W)
	<p>1. Inovasi berbentuk digital, yang terintegrasi pengembangan teknologi tepat guna (<i>appropriate technology</i>).</p> <p>2. Memiliki strategi yang kreatif dan <i>stakeholder</i> berkompeten sebagai penggerak program.</p>	<p>1. Perlu adanya sosialisasi dan konsolidasi dengan banyak pihak seperti badan wakaf, pemerintah, wakif dan kelompok petani garam.</p> <p>2. Pengoperasian platform bertumpu pada kestabilan jaringan internet.</p>
Faktor Eksternal		
Peluang (O)	Strategi S-O	Strategi W-O
Hadirnya teknologi sebagai akselerator implementasi program	Berkolaborasi dengan kedinasan ataupun <i>stakeholder</i> terkait, untuk mengakselerasi pelaksanaan program.	Membentuk kebijakan dan strategi pengembangan yang sesuai dengan hasil evaluasi.
Ancaman (T)	Strategi S-T	Strategi W-T
Kurangnya rekayasa IPTEK dalam tata kelola produksi garam	Menjamin kualitas serta tingkat kepercayaan masyarakat akan keunggulan metode yang implementasikan.	Melakukan sosialisasi dan pelatihan berkala sehingga program mulai dikenal masyarakat.

Tabel 1.4 SWOT Qualitative Analysis

Kesimpulan

Pengelolaan sumber daya maritim yang berkelanjutan, perlu diposisikan sebagai sektor esensial yang didukung secara konsisten melalui kapabilitas inovasi. Kurangnya diseminasi ekonomi biru terhadap manufaktur kelautan (industri garam), menandakan kurangnya perhatian pemerintah dalam mewujudkan strategi yang bersifat *resource based view*. Atas dasar masalah tersebut, platform Shariakuatik.id hadir menjadi inovasi yang solutif dan memiliki *multiplier effect* dalam meningkatkan produktivitas berbasis pembiayaan serta edukasi. Skema program diawali pemenuhan kebutuhan *Project Initiator* oleh *crowdfunding operator* dengan verifikasi *board of Sharia*, yang selanjutnya diunggah kedalam platform untuk ditawarkan kepada *potential founders*, guna mendapatkan alokasi dana pembelian peralatan yang diajukan. Dengan lambannya transformasi teknologi oleh industri garam dan wakaf tunai yang belum terkelola dengan baik, program ini memiliki potensi keberhasilan yang tinggi, karena banyak faktor yang mendukung terimplementasinya program seperti kecepatan disrupsi teknologi, besarnya kebutuhan pasar akan komoditas garam dan tingginya minat masyarakat untuk berwakaf tanpa diiringi upaya memperbesar cakupan distribusi pengelolaan wakaf.

Saran

1. Proyek Shariakuatik.id harus digencarkan oleh pihak pelaksana dengan berorientasi pada koordinasi dan evaluasi berkala, agar implikasi keberlanjutan dapat dirasakan oleh seluruh petani garam di Indonesia.
2. Gagasan ini menjadi rekomendasi kepada pemerintah dalam menangani krisis impor dan mengembangkan potensi komoditas garam yang berdaya saing.
3. Selain itu dapat pula menjadi rujukan penelitian selanjutnya, dalam rangka meningkatkan sistem implementasi program yang telah dibangun.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Pusat Statistik, 2024. Impor Garam menurut Negara Asal Utama, 2017-2023. URL <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/1/MjAxMyMx/impor-garam-menurut-negara-asal-utama--20172023.html> (accessed 5.1.24).
- Beik, I.S., 2022. Mendorong Inovasi Investasi Wakaf. Badan Wakaf Indonesia . URL <https://www.bwi.go.id/8244/2022/08/25/mendorong-inovasi-investasi-wakaf/> (accessed 5.2.24).
- Citradi, T., 2020. Ini Biang Kerok RI Terus Kecanduan Garam Impor. CNBC Indonesia . URL <https://www.cnbcindonesia.com/news/20200114162357-4-129963/ini-biang-kerok-ri-terus-kecanduan-garam-impor> (accessed 5.1.24).
- CNN Indonesia, 2021. Biang Kerok Impor Garam: Minim Insentif dan Cuaca. CNN Indonesia. URL <https://www.cnnindonesia.com/ekonomi/20210316195344-92-618305/biang-kerok-impor-garam-minim-insentif-dan-cuaca> (accessed 5.3.24).
- Cordova, M.R., 2024. Bagaimana Sampah Plastik Cisadane Sampai ke Laut Afrika. TEMPO. URL <https://majalah.tempo.co/read/lingkungan/171466/riset-sampah-plastik-sampai-ke-afrika> (accessed 5.1.24).
- Fadilah, I., 2023. RI Impor Garam 2,8 Juta Ton di 2021, Anggota DPR: Besar Sekali! detikfinance. URL <https://finance.detik.com/berita-ekonomi-bisnis/d-6659195/ri-impor-garam-2-8-juta-ton-di-2021-anggota-dpr-besar-sekali> (accessed 5.3.24).
- Gupta, B.P., 2018. Rumah Garam Prisma. Kompas . URL <https://www.kompas.id/baca/utama/2018/03/22/rumah-garam-prisma> (accessed 5.3.24).
- Haviz, M., 2016. RESEARCH AND DEVELOPMENT; PENELITIAN DI BIDANG KEPENDIDIKAN YANG INOVATIF, PRODUKTIF DAN BERMAKNA. Ta'dib 16. <https://doi.org/10.31958/jt.v16i1.235>
- Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2022. Data Produksi Garam Kelautan dan Perikanan. statistik-kkp. URL <https://www.bwi.go.id/8244/2022/08/25/mendorong-inovasi-investasi-wakaf/> (accessed 7.23.24).
- Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 2023. Kemenperin: Pengoptimalan Teknologi Dongkrak Efisiensi Produksi Garam. Badan Standarisasi dan Kebijakan Jasa Industri. URL <http://bskji.kemenperin.go.id/2023/01/03/kemenperin-pengoptimalan-teknologi-dongkrak-efisiensi-produksi-garam/> (accessed 5.3.24).
- Rangkuti, F., 2014. Analisis SWOT Teknik Membedah Kasus Bisnis, Cara perhitungan bobot, rating, dan OCAI, Jakarta: PT Gramedia Pustaka Utama.

- Seth, C.K., Shriwastav, A., 2018. Contamination of Indian sea salts with microplastics and a potential prevention strategy. *Environmental Science and Pollution Research* 25. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-3028-5>
- Umam, F.U., 2019. Pemurnian Garam dengan Metode Rekristalisasi di Desa Bunder Pamekasan untuk Mencapai SNI Garam Dapur. *Jurnal Ilmiah Pangabdhi* 5. <https://doi.org/10.21107/pangabdhi.v5i1.5161>
- Yuliastuti, R., Cahyono, B.H., 2020. Kajian Pengelolaan Limbah Cair pada Industri Garam Konsumsi Beryodium. *Prosiding 4th Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat 2020*.

LAMPIRAN 1 : Tahapan Produksi Garam Rekrystalisasi

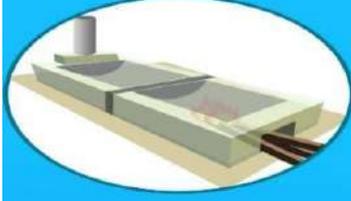


TAHAP KRISTALISASI GARAM

Tahap 1: Proses pencampuran bahan baku pada tangki air pertama dengan perbandingan 250-350 kg garam krosok : 500 liter solvent hingga didapat konsentrasi salinitas air 20% (skala Be), kemudian dialirkan pada tangki kedua dengan proses filtrasi serta pengendapan selama 24 jam, setelah itu dialirkan pada tangki ketiga yang berfungsi sebagai tempat penampungan bahan baku siap produksi.



Tahap 2: Proses rekrystalisasi bahan baku selama 2x24 jam dengan intensitas peregangan per-harinya 4-5 jam hingga dihasilkan konsentrasi salinitas 23% dan 25% (skala Be).



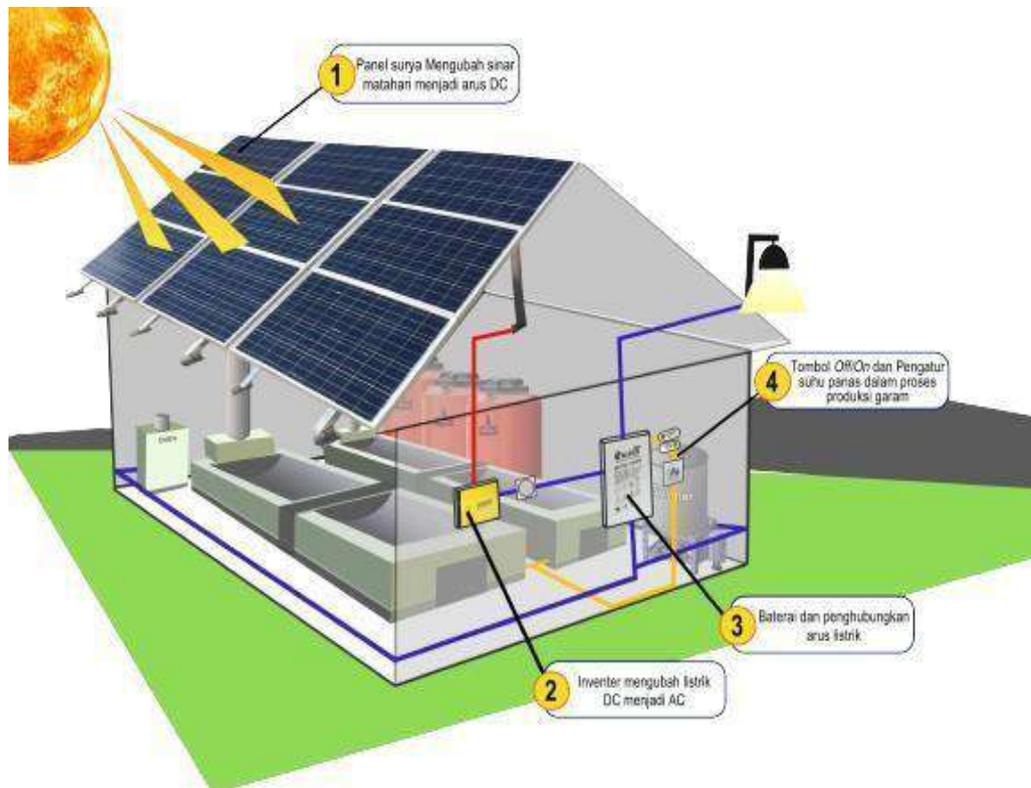
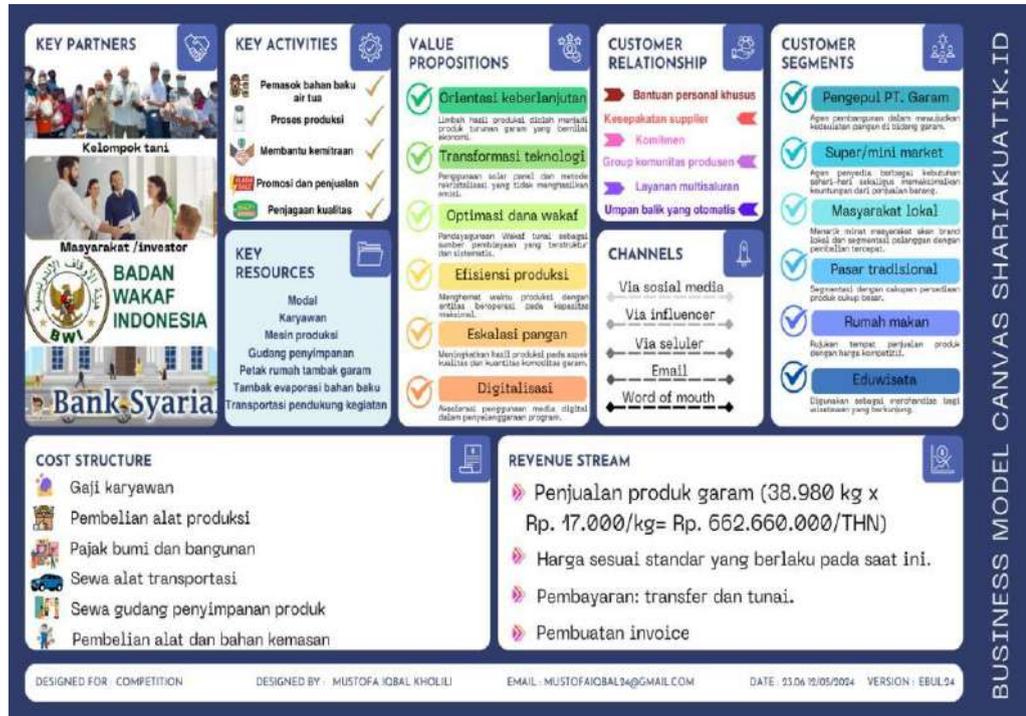
Tahap 3: Proses mengurangi kadar air dalam garam mencapai kandungan 0,05% melalui spinner dan pengovenan selama 1x24 jam.



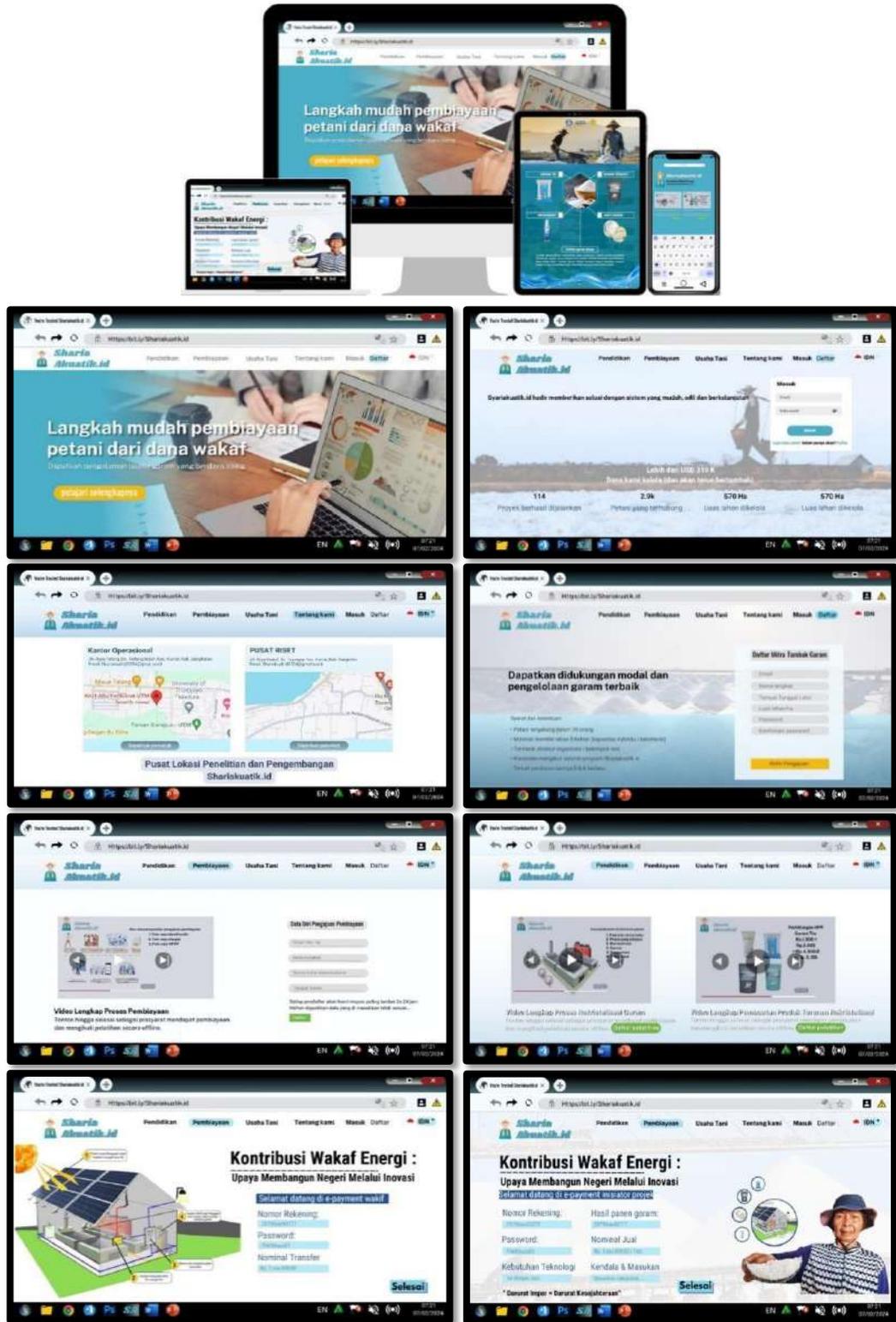
Tahap 4: Proses penambahan bahan zat iodium berupa senyawa kalium ioda (KI) dengan kadar 30-80 ppm setiap kilogram garam dan dilanjut pengemasan produk garam dari hasil rekrystalisasi.



Bussines Model Canvas dan Prototipe Teknologi



Desain Visual Prototipe Shariakuatik.id



LAMPIRAN 2. LEMBAR ORISINALITAS

LOMBA ESAI NASIONAL 10th KIME ON IDEAS COMPETITON

1. Judul: SHARIAKUATIK.ID: OPTIMASI PERMODALAN TEKNOLOGI TEPAT GUNA BERBASIS *FUNDRAISING* WAKAF DENGAN SKEMA *ISLAMIC CROWDFUNDING PLATFORMS* SEBAGAI AKSELERATOR INDUSTRIALISASI PERGARAMAN

2. Perguruan Tinggi: Universitas Beawijaya

3. Identitas Penulis

a. Nama Lengkap Ketua: Muhammad Rasya Windraya

b. Jenis Kelamin: Laki-laki

c. Tempat, Tanggal Lahir: Nganjuk, 25 september 2004

d. Prodi/Angkatan: Agribisnis/2023

e. NIM: 235040101111020

f. Alamat:

g. E mail: rasyawrd1234@student.ub.ac.id

h. Anggota

- Nama Lengkap Anggota 1: Mohamad Badrul Anam Arrokhim
- Nama Lengkap Anggota 2: Puja Luthfyana

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan adalah benar/ Dengan ini, saya menyatakan ikut serta dalam Lomba Esai Nasional 10th KIME on Ideas Competition (10th KOIN) dan menyetujui semua syarat dan ketentuan lomba yang ditetapkan oleh panitia.

Ketua Tim



Muhammad Rasya Windraya

LAMPIRAN 3. BIODATA KELOMPOK

BIODATA KETUA TIM

Nama Lengkap/NIM: Muhammad Rasya Windraya/235040200111186

Prodi/Angkatan: Agroekoteknologi/2023

Tempat, Tanggal Lahir: Sidoarjo, 16 Desember 2005

Alamat: Perum Puri Indah Blok AN-08

Email: rasyawrd1234@student.ub.ac.id

No WA/HP: 081233903690

Karya Tulis yang Pernah Dibuat:

1. JABLE BOARD: JAVANESE ALPHABET EDUCATIONAL BOARD GAME FOR LANGUAGE REJUVENATION IN SUPPORTING LOCAL WISDOM-BASED EDUCATION
2. Alternatif Biokatalisator Pembuatan Biodiesel Melalui Sintesis OH-Zeolit Berbasis Nanopartikel dari Sedimen Pulau Lumpur Sidoarjo (Lusi) dengan Metode Metanolisis dan Elektrolisis

Penghargaan di Bidang Ilmiah:

1. Juara 2 (Silver Medalist) Asean Youth Research Innovation Summit (AYRIS)
2. Finalist (Top 10) kompetisi KRESNA



BIODATA ANGGOTA KELOMPOK 1

Nama Lengkap/NIM: Mohamad Badrul Anam Arrokhim

Prodi/Angkatan: Agribisnis/2023

Tempat, Tanggal Lahir: Nganjuk, 25 september 2004

Alamat: Kelurahan Warujayeng, Kec. Tanjunganom, Kab. Nganjuk

Email: mbadrulanam@student.ub.ac.id

No Tel/WA: 081219591063

Karya Tulis yang Pernah Dibuat:

1. FISHEE.ID : INOVASI PEMASARAN PADA SEKTOR PERIKANAN DAMPAK PERUBAHAN IKLIM DENGAN SKEMA *FINANCIAL TECHNOLOGY* DI PESIRIR KABUPATEN MALANG GUNA MENCAPAI SDGS 2030
2. APOL (Anti Poison Lilium): SEBAGAI INOVASI DALAM MENETRALISASI AIR SUNGAI AKIBAT RACUN LIMBAH CAIR INDUSTRI PADA KAWASAN INDUSTRI



PADA KAWASAN INDUSTRI KABUPATEN NGANJUK

3. INOVASI BISNIS PUPUK BERBAHAN DASAR LIMBAH IKAN DAN TELUR AYAM RAS BERBASIS *SOCIOPRENEUR* DENGAN MENERAPKAN GREEN MARKETING 4.0

Penghargaan di Bidang Ilmiah:

1. Juara 2 Peneliti Milenial Award Provinsi Jawa Timur
2. Juara 3 Poster Ilmiah Tingkat Nasional oleh Universitas Mulawarman
3. Finalist Nasional Chemistry Competition

BIODATA ANGGOTA KELOMPOK 2

Nama Lengkap/NIM: Puja Luthfyana/ 235061107111025

Prodi/Angkatan: Teknik Kimia/2023

Tempat, Tanggal Lahir: Tuban, 16 Juni 2005

Alamat: Jalan Raya Tengger, RT03/RW09

Email: pujaluthfyana@student.ub.ac.id

No WA/HP: 085172010439

Karya Tulis yang Pernah Dibuat:

1. Batik dalam Konstelasi Budaya Global: Kajian Pengaruh Globalisasi Terhadap Pengembangan Teknologi Soendari Batik & Art Malang

Penghargaan di Bidang Ilmiah:

1. Juara 1 Esai ISME (Information Systems Memorable Exhibition) 2021



Ekonomi

10th KIME on Ideas Competition
**Pemanfaatan *Fly Ash Bottom Ash (FABA)* sebagai Bahan Infrastruktur Jalan
di Kabupaten Kepulauan Mentawai dalam Mewujudkan Ekonomi Berbasis
*Sustainable Development Goals***



Oleh
ARDIAN OKTA SYA'BANI Ekonomi/2022

**UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2024**

I. Pendahuluan

Batu bara merupakan sumber daya energi yang penting bagi dunia. Bagi Indonesia sendiri, batu bara memiliki proporsi terbesar terhadap bauran energi yang digunakan (IESR, 2022). Penggunaan batu bara di Indonesia juga diproyeksikan akan terus meningkat hingga tahun 2030 (PT PLN, 2023). Sebagian besar dari produksi batubara di Indonesia untuk keperluan dalam negeri digunakan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU). Menurut proyeksi Dewan Energi Nasional dalam Outlook Energi Indonesia 2019, pada tahun 2050, permintaan listrik diperkirakan akan mencapai 2.562 TWh. Peningkatan ini juga akan menggiring pada dampak negatif berupa peningkatan jumlah limbah yang dihasilkan.

Salah satu jenis limbah yang dihasilkan oleh PLTU adalah berupa abu yang berasal dari sisa pembakaran batu bara yang terdiri dari *Fly Ash* (Abu Atas) dan *Bottom Ash* (Abu Bawah) (FABA). Limbah FABA berasal dari siklus bahan bakar dari pembakaran batu bara, siklus menghasilkan limbah berupa abu batu bara yang berasal dari sisa pembakaran batu bara di dalam *furnace* (Eliana, 2020). PLTU Ombilin dengan kapasitas 2x100 MW dan PLTU Teluk Sirih dengan kapasitas 2x112 MW merupakan pembangkit listrik berbahan bakar batubara sekaligus penghasil limbah FABA bagi Sumatera Barat (Yulisman Yulisman & Rahman, 2022). Pembangkit listrik ini, memenuhi kebutuhan listrik di beberapa kota besar di pulau Sumatera (Harian Indonesia, 2019). Namun, dampak dari operasional PLTU Ombilin dan PLTU Teluk Sirih memberikan eksternalitas negatif bagi masyarakat dan lingkungan sekitar, seperti penurunan tingkat kesehatan, penurunan kualitas air, dan pencemaran udara yang disebabkan FABA (Saturi, 2022). Oleh karena itu, pemanfaatan FABA sebaiknya dilakukan karena selain dapat mengurangi jumlah FABA yang tidak terpakai juga memberikan nilai tambah terutama terhadap ekonomi. Salah satu bentuk pemanfaatan ini adalah FABA digunakan sebagai bahan baku infrastruktur jalan.

Berdasarkan Lampiran A, dapat dilihat bahwa Kab. Kepulauan Mentawai memiliki jalan dengan kondisi yang cukup parah. Hingga tahun 2022 tercatat bahwa di Kab. Kepulauan Mentawai 18,68 km jalan rusak dan 27,60 km jalan

rusak berat. Pemanfaatan FABA sebagai komponen pembangunan jalan, dinilai sebagai alternatif yang bisa memenuhi kebutuhan infrastruktur jalan yang baik bagi daerah Kab. Kepulauan Mentawai. Selain akan mengurangi jumlah FABA yang ada, nantinya ketersediaan infrastruktur jalan yang baik juga akan mendorong roda perekonomian untuk bertumbuh (Liu, Li, & Peng, 2018). Pemanfaatan FABA dalam pembangunan infrastruktur jalan di Kabupaten Kepulauan Mentawai juga dapat berkontribusi terhadap pencapaian beberapa *Sustainable Development Goals* (SDGs), terutama SDG 9: Industri, Inovasi, dan Infrastruktur; SDG 11: Kota dan Permukiman Berkelanjutan ; dan SDG 12: Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab.

Dengan mempertimbangkan potensi FABA sebagai solusi dalam pembangunan infrastruktur jalan di Kabupaten Kepulauan Mentawai, Sumatera Barat, esai ini bertujuan untuk memberikan pemahaman yang lebih dalam tentang bagaimana pemanfaatan FABA dapat berkontribusi pada pencapaian SDGs dan mendukung pembangunan ekonomi yang berkelanjutan di daerah tersebut.

II.1 Bagaimana FABA Bisa digunakan Untuk Infrastruktur Jalan?

FABA termasuk kedalam klasifikasi limbah B3, sedangkan USEPA di Amerika tidak menggolongkan FABA sebagai limbah B3 (Aisyana, 2022). Atas perbedaan ini dilakukan uji *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) dan menunjukkan hasil bahwa limbah ini tidak tergolong limbah B3. Fadhlurohman (2022) dan Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021 menyatakan bahwa hal ini menjadikan limbah batu bara tersebut dapat dimanfaatkan dengan optimal dan ramah terhadap lingkungan. Saat ini, penggunaan batu bara pada PLTU semakin meningkat yang menyebabkan volume FABA juga sebanding terhadap pembakaran batu bara. Hal ini tentunya menjadi persoalan pengelolaan FABA agar tidak menjadi limbah yang menumpuk tanpa manfaat. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa FABA dapat digunakan sebagai campuran bahan baku jalan dan meningkatkan *workability* terhadap bahan baku lain yang tercampur.

Berdasarkan uji coba lapangan yang dilakukan oleh Kementerian PUPR, proses pengolahan FABA sebagai bahan baku jalan melalui beberapa tahapan (Lampiran B). Tahapan ini melibatkan pencampuran FABA, semen, dan air dengan truck *mixer* dan *excavator*. Campuran tersebut kemudian diangkut dan dihindarkan di lokasi menggunakan mesin grader. Pemadatan dilakukan dengan roda besi dan roda karet, dimulai dengan 6 lintasan roda besi dan diikuti oleh 24 lintasan roda karet. Setelah mencapai kepadatan yang diinginkan, lapisan fondasi FABA ditutup dengan terpal selama 7 hari untuk pemeliharaan dan memberikan pelapisan aspal (Direktorat Bina Marga, 2022).

II. 2 Analisis SWOT

Strengths	Weaknesses
<ul style="list-style-type: none"> • Sumber Daya Lokal: FABA tersedia melimpah dari PLTU setempat. • Aksesibilitas: Meningkatkan konektivitas antarwilayah dan mendukung pertumbuhan ekonomi. • Dukungan SDGs: Sejalan dengan tujuan pembangunan berkelanjutan. 	<ul style="list-style-type: none"> • Keterbatasan Teknologi dan Keterampilan: Kurangnya teknologi dan keterampilan khusus. • Penerimaan Masyarakat: Persepsi negatif terhadap FABA. • Keterbatasan Data: Kurangnya data terkait pemanfaatan FABA. • Akses Terbatas: Tantangan dalam transportasi dan pengetahuan.
Opportunities	Threats
<ul style="list-style-type: none"> • Pendapatan Pajak: Meningkatkan aktivitas ekonomi dan pendapatan pajak daerah. • Pengembangan Industri Konstruksi: Membuka peluang industri konstruksi lokal. • Kesejahteraan Masyarakat: Meningkatkan aksesibilitas ke layanan kesehatan, pendidikan, dan pasar tenaga kerja. 	<ul style="list-style-type: none"> • Resistensi Pihak Tertentu: Potensi resistensi dari pihak industri konstruksi konvensional. • Perubahan Kebijakan: Perubahan kebijakan terkait pengelolaan limbah B3. • Ketergantungan pada Pasokan PLTU: Risiko ketergantungan pada pasokan FABA dari PLTU.

II. 3 FABA dalam Pembangunan Infrastruktur Jalan

Seperti yang terlihat pada Lampiran A, Kab. Kepulauan Mentawai mengalami kerusakan jalan yang signifikan selama periode 2018 hingga 2022. Kerusakan paling parah terjadi pada tahun 2022, dengan sekitar 18.68 kilometer jalan mengalami kerusakan, dan 27.6 kilometer mengalami kerusakan berat. Kerusakan jalan tersebut mempengaruhi mobilitas dan pertumbuhan ekonomi daerah Kab. Kepulauan Mentawai. Selain itu, kerusakan jalan ini dapat mengganggu akses ke wilayah terpencil dan pedesaan, menghambat pengiriman barang dan layanan, serta mempengaruhi kualitas hidup masyarakat setempat. Oleh karena itu, perbaikan dan pembangunan jalan yang berkualitas menjadi sangat penting untuk mengatasi masalah ini dan meningkatkan konektivitas serta pertumbuhan ekonomi daerah.

Seiring dengan pemahaman akan kondisi jalan yang memprihatinkan ini, perlu dicari solusi yang efektif dan berkelanjutan untuk memperbaiki serta membangun infrastruktur jalan. Inilah titik di mana pemanfaatan FABA dalam pembangunan jalan menjadi relevan. Pemanfaatan *fly ash* dalam bidang konstruksi sudah umum dilakukan, yaitu mencapai 47%, sedangkan *bottom ash* mencapai angka 5,28% penggunaan (Naganathan *et al.*, 2015). Potensi penggunaan material konstruksi yang dihasilkan dari PLTU Ombilin dan PLTU Teluk Sirih di Sumatera Barat, terutama *Fly Ash* kelas F, dapat memberikan alternatif yang menjanjikan untuk memenuhi kebutuhan bahan konstruksi jalan yang berkualitas di daerah ini. *Fly Ash* kelas F memiliki karakteristik tertentu yang menjadikannya relevan dalam pengembangan jalan.

Sifat *non-cementitious* dan bersifat *pozolanic* membuatnya ideal dalam pembuatan material konstruksi yang tahan lama. Meskipun demikian, perlu diingat bahwa penggunaan *Fly Ash* kelas F seringkali memerlukan campuran atau bantuan bahan semen agar hasilnya optimal. Data produksi PLTU di Sumatera bagian barat, termasuk PLTU Ombilin dan Teluk Sirih, mengungkapkan potensi yang signifikan. Jumlah *Fly Ash* yang dihasilkan mencapai 86,194 ton dan *Bottom Ash* sebanyak 13,242 ton (PT PLN, 2019). Dari jumlah ini, komposisi material menunjukkan bahwa FABA dapat digunakan dalam proyek-proyek jalan.

Persentase penggunaannya mencapai 50% untuk lapisan permukaan jalan dan 51% untuk lapisan sub permukaan jalan (PT PLN, 2019). Data ini memberikan gambaran bahwa FABA memiliki kapasitas besar sebagai alternatif bahan konstruksi yang efektif dalam pengembangan infrastruktur jalan.

II. 4 Pemanfaatan FABA dalam Perspektif SDGs

Tingkat konektivitas dan aksesibilitas di Kab. Kepulauan Mentawai berpotensi mengalami lompatan signifikan berkat pemanfaatan FABA dalam pembangunan infrastruktur jalan. Ketersediaan akses transportasi yang luas adalah kunci untuk mendukung pertumbuhan ekonomi dan sosial (Starkey and Hine, 2014). Dengan jaringan jalan yang lebih baik, masyarakat di Kab. Kepulauan Mentawai dapat mengakses destinasi dengan lebih cepat dan efisien, serta mendukung pertumbuhan ekonomi inklusif. Aksesibilitas yang ditingkatkan akan memberikan dorongan besar bagi sektor pariwisata dan industri kreatif sekaligus membuka peluang baru bagi investasi dan pengembangan bisnis lokal. Peningkatan aksesibilitas dan konektivitas juga memberi manfaat besar bagi sektor pertanian sebagai sektor utama yang mendukung pembangunan (Arsyad, 1999).

Petani di Kab. Kepulauan Mentawai dapat mengirimkan hasil panen dengan lebih efisien dan mengurangi kerugian akibat transportasi yang lambat atau rusak. Melalui akses yang lebih mudah ke pusat ekonomi, warga lokal dapat mencari peluang bisnis baru dan mengembangkan sektor industri kecil dan menengah. Hal ini dapat mengurangi ketergantungan pada sektor tertentu sehingga membuka peluang diversifikasi ekonomi dan menciptakan keberagaman ekonomi yang stabil dan berkelanjutan. Selain itu, kondisi jalan rusak juga membatasi akses masyarakat ke layanan penting seperti kesehatan dan pendidikan yang menjadi pendukung perekonomian. Akses jalan yang baik ke fasilitas kesehatan dan pendidikan tidak hanya mengurangi waktu dan biaya perjalanan, tetapi juga meningkatkan kualitas hidup dan produktivitas masyarakat sekitarnya. Hal ini dapat memberikan dorongan signifikan bagi ekonomi di Kab. Kepulauan Mentawai melalui peningkatan konektivitas dan aksesibilitas yang lebih baik.

Pemanfaatan FABA dalam pembangunan infrastruktur jalan di Kab. Kepulauan Mentawai berdampak positif dalam penghematan energi, bahan baku, dan biaya. FABA mengurangi ketergantungan pada material konstruksi konvensional yang memerlukan banyak energi dan sumber daya alam dalam produksinya. Selain itu, penggunaan FABA juga mengurangi proporsi penggunaan aspal dari minyak bumi, sehingga mengurangi emisi karbon selama produksinya. Ini merupakan langkah menuju pertumbuhan ekonomi berkelanjutan seiring dengan *Sustainable Development Goals* (SDGs).

Tabel II.1 Aspek SDGs dalam Pemanfaatan FABA

	<ul style="list-style-type: none"> ● Pemanfaatan FABA sebagai inovasi terbaru dalam pembangunan infrastruktur jalan. ● Mendukung pertumbuhan industri konstruksi dan promosi inovasi serta teknologi.
	<ul style="list-style-type: none"> ● Meningkatkan aksesibilitas, mobilitas, dan pertumbuhan ekonomi di kota dan pemukiman. ● Memperbaiki kualitas hidup dan pelayanan publik di daerah yang bersangkutan
	<ul style="list-style-type: none"> ● Mengurangi ketergantungan pada bahan konstruksi konvensional. ● Memastikan regulasi yang mendukung prinsip pembangunan berkelanjutan.

Tiga aspek *Sustainable Development Goals* (SDGs) dalam pemanfaatan FABA yaitu berkaitan dengan SDGs kesembilan, kesebelas, dan keduabelas. Secara berturut-turut meliputi industri, inovasi dan infrastruktur, kota dan pemukiman, serta konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab. Pemanfaatan FABA menjadi sebuah inovasi yang terbaru karena dapat mengurangi penumpukan limbah dengan memiliki kualitas yang baik dan nilai guna yang ekonomis. Terwujudnya SDGs kesembilan akan menciptakan kota dan pemukiman dengan aksesibilitas, mobilitas, dan pertumbuhan ekonomi yang baik. Masyarakat Kab. Kepulauan Mentawai akan mudah melakukan aktivitas ekonomi seperti distribusi barang dan layanan dengan biaya yang lebih terjangkau dan

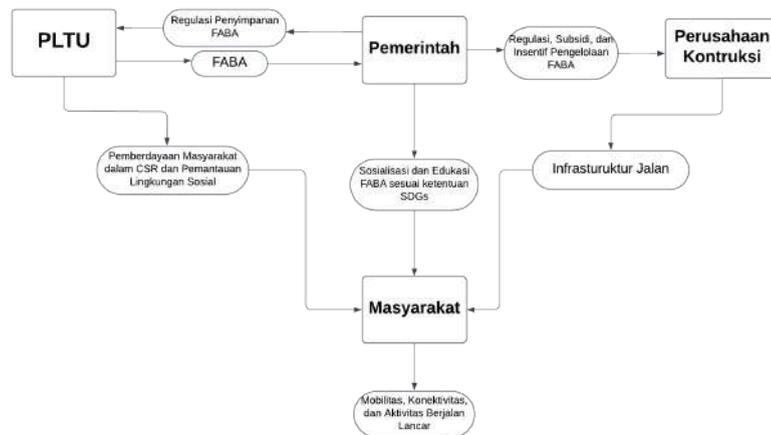
efisien. Hal ini juga mendorong aktivitas sosial, pendidikan, dan kesehatan sehingga kualitas hidup masyarakat setempat menjadi jauh lebih baik.

Selain itu, Kabupaten Kepulauan Mentawai memiliki potensi pariwisata yang mumpuni sehingga aksesibilitas yang bagus akan meningkatkan mobilitas wisatawan dari dalam maupun luar negeri. Peningkatan mobilitas wisatawan tentunya memiliki dampak signifikan terhadap kehidupan ekonomi masyarakat setempat dan kemajuan daerah tersebut. Seluruh dampak yang disebutkan merupakan bentuk dari konsumsi dan produksi yang bertanggung jawab yang dilakukan secara bersama oleh para pemangku kepentingan seperti PLTU, pemerintah, perusahaan konstruksi, dan masyarakat untuk menciptakan aktivitas kehidupan terutama dalam ekonomi berkelanjutan.

Dalam pemanfaatan FABA pemerintah mengatur regulasi yang dibutuhkan baik yang mengatur penyimpanan pada PLTU maupun pengelolaannya oleh perusahaan konstruksi. Hal ini dilakukan untuk memastikan pemanfaatan FABA sesuai dengan prinsip pembangunan berkelanjutan. Pengolahan FABA menjadi infrastruktur membutuhkan kerjasama yang erat antara pemerintah dan perusahaan konstruksi, sehingga memungkinkan terciptanya subsidi dan insentif yang mendukung kerjasama tersebut.

Dalam proses pembangunan infrastruktur yang berkelanjutan ini tentu perlu diadakannya optimalisasi manfaat baik dari sumber daya alam, sumber daya manusia, dan juga ilmu pengetahuan dan teknologi. Dalam hal ini pemerintah bertanggung jawab melakukan sosialisasi dan edukasi kepada masyarakat. Selain itu PLTU dan perusahaan terkait juga melakukan CSR untuk meningkatkan reputasi, memperkuat hubungan dengan pemangku kepentingan, menciptakan nilai jangka panjang, dan meningkatkan kesejahteraan dan perlindungan masyarakat. Dengan menciptakan dan menghubungkan ketiga aspek tersebut secara bijaksana, pemenuhan kebutuhan manusia dapat direncanakan dan diimplementasikan secara efektif dan efisien dengan memperhatikan pemanfaatannya baik untuk saat ini maupun yang akan datang. Pelaksanaan pembangunan yang berkelanjutan merupakan acuan pembangunan di segala bidang (Hapsoro and Bangun, 2020).

Gambar II.1 Interaksi Pemangku Kepentingan



Pemanfaatan FABA dalam pembangunan infrastruktur jalan di Kepulauan Mentawai berpotensi meningkatkan pendapatan pajak secara tidak langsung melalui peningkatan aktivitas ekonomi. Kenaikan aktivitas ekonomi akan berdampak positif pada penerimaan pajak daerah, termasuk Pajak Penghasilan (PPH) dan Pajak Pertambahan Nilai (PPN). Peningkatan pendapatan pajak dapat digunakan untuk membiayai proyek-proyek strategis dan meningkatkan kualitas hidup masyarakat di daerah tersebut. Hal ini dapat mencakup investasi dalam pendidikan, kesehatan, infrastruktur publik, dan program-program sosial lainnya yang dapat meningkatkan kualitas hidup masyarakat di Kab. Kepulauan Mentawai. Ini menjadikan pemanfaatan FABA sebagai strategi penting untuk memacu pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan di Kab. Kepulauan Mentawai.

Dengan demikian, pemanfaatan FABA dalam pembangunan infrastruktur jalan tidak hanya membawa manfaat ekonomi secara langsung melalui peningkatan aktivitas ekonomi, tetapi juga melalui peningkatan pendapatan pajak yang dapat digunakan untuk meningkatkan kualitas hidup dan pelayanan publik di daerah tersebut. Dengan manfaat ganda ini, pemanfaatan FABA dapat menjadi salah satu strategi penting untuk memacu pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat Kab. Kepulauan Mentawai.

II. 5 Tantangan dan Solusi

Dalam menghadapi tantangan pemanfaatan FABA dalam pembangunan infrastruktur jalan di Kab. Kepulauan Mentawai, ada beberapa aspek kunci yang perlu dipertimbangkan. Pertama, faktor teknologi dan keterampilan menjadi kendala utama. Penggunaan FABA memerlukan teknologi dan keterampilan khusus, tetapi akses terbatas dan kurangnya infrastruktur modern di daerah tersebut menyulitkan penggunaan peralatan canggih. Kedua, faktor sosial budaya berdampak pada penerimaan masyarakat terhadap FABA sebagai bahan konstruksi. Kurangnya pemahaman dan persepsi negatif terhadap FABA menghambat pemanfaatannya. Upaya sosialisasi dan edukasi perlu dilakukan untuk merubah pandangan masyarakat terhadap FABA. Ketiga, kurangnya ketersediaan data dari pemerintah dan PLTU yang dapat menjadi referensi penelitian dan pengembangan kedepannya. Terakhir, akses terbatas baik dalam hal transportasi maupun pengetahuan juga menjadi tantangan. Dalam mengatasi hambatan ini, strategi yang diperlukan mencakup sosialisasi dan edukasi intensif kepada masyarakat, pelatihan bagi tenaga kerja terkait, dan pengadaan transportasi yang memadai untuk mendistribusikan FABA. Dengan kolaborasi antar pihak, maka tantangan ini akan teratasi dan dapat mengoptimalkan pemanfaatan FABA dalam pembangunan jalan Kab. Kepulauan Mentawai dan mendukung ekonomi yang berkelanjutan sesuai SDGs.

III. Penutup

Pemanfaatan *Fly Ash Bottom Ash* (FABA) dalam pembangunan infrastruktur jalan di Kab. Kepulauan Mentawai menjanjikan solusi bagi limbah industri sambil mendukung pertumbuhan ekonomi dan lingkungan berkelanjutan. Pemanfaatan FABA memiliki manfaat bagi berbagai pihak, seperti PLTU, pemerintah, perusahaan konstruksi terkait, dan tentunya masyarakat. Bagi PLTU, masalah alokasi FABA dapat diselesaikan sehingga meminimalisir penumpukan limbah. Inovasi pemanfaatan FABA menjadi bahan campuran konstruksi jalan juga dapat menjadi solusi bagi pemerintah dalam menangani masalah infrastruktur dengan biaya yang lebih efisien dan kualitas yang baik yang juga sesuai dengan

prinsip SDGs yang gencar diimplementasikan oleh pemerintah. Selain itu, perusahaan konstruksi terkait akan mendapatkan subsidi langsung, insentif pajak, perizinan dan persetujuan cepat, dan pemberian akses sumber daya sehingga pembangunan infrastruktur lebih efisien dan efektif. Seluruh langkah yang diambil adalah untuk kepentingan publik dan lingkungan sehingga masyarakat sebagai pemangku kepentingan yang terdampak harus memahami dan memberikan dukungan atas upaya dan tindakan pembangunan yang berkelanjutan ini.

Untuk berhasilnya implementasi ini, kerjasama erat antara industri FABA dan pemerintah daerah sangat penting. Edukasi dan penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk memahami karakteristik FABA dalam berbagai kondisi lingkungan di Kab. Kepulauan Mentawai. Pemerintah daerah harus memprioritaskan monitoring proyek-proyek infrastruktur yang menggunakan FABA dan mengembangkan kebijakan yang mendukung penggunaannya. Kerjasama antara industri, akademisi, dan masyarakat di Kab. Kepulauan Mentawai adalah kunci kesuksesan. Dengan langkah-langkah ini, FABA diharapkan dapat secara maksimal mendukung pertumbuhan ekonomi dan kesejahteraan masyarakat di wilayah tersebut.

Daftar Pustaka

- Aisyana, M.R. (2022). Politik Kebijakan Limbah Energi: Analisis Kebijakan Penghapusan Limbah Faba dari Daftar Limbah Berbahaya di Indonesia. *Jurnal Ilmu Sosial Indonesia (JISI)*, 3(2). doi:<https://doi.org/10.15408/jisi.v3i2.29669>.
- Arsyad, L. (1999). *Pengantar perencanaan dan pembangunan ekonomi daerah*. BPFE.
- BPS Sumatera Barat (2023). *Badan Pusat Statistik Provinsi Sumatera Barat*. [online] sumbar.bps.go.id. Available at: <https://sumbar.bps.go.id/>.
- Direktorat Bina Marga (2022). *Lapis Fondasi Jalan dengan Limbah Faba*. [online] Lapis Fondasi Jalan dengan Limbah Faba - Direktorat Bina Marga Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. Available at: <https://binamarga.pu.go.id/index.php/article/lapis-fondasi-jalan-dengan-limbah-faba>.
- Eliana, E. (2020). *Pengelolaan Limbah B3 Di Pt Indonesia Power Unit Jasa Pembangkitan Jawa Barat 2 Palabuhanratu*. Institut Pertanian Bogor.
- Fadhlurohman, M.H. (2022). EFEKTIVITAS PRINSIP CIRCULAR ECONOMY INFRASTRUCTURE DALAM PEMANFAATAN LIMBAH FABA Mendukung Infrastruktur Jalan yang Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan. In: *PROCEEDING KRTJ*.
- Hapsoro, N.A. and Bangun, K. (2020). PERKEMBANGAN PEMBANGUNAN BERKELANJUTAN DILIHAT DARI ASPEK EKONOMI DI INDONESIA. *Lakar*, 3(2), pp.88–88. doi:<https://doi.org/10.30998/lja.v3i2.7046>.
- Harian Indonesia (2019). *Dilema PLTU Ombilin Di Tengah Pemukiman Warga*. [online] [HarianIndonesia.id](https://www.harianindonesia.id). Available at: <https://www.harianindonesia.id/berita-utama/dilema-pltu-ombilin-di-tengah-pemukiman-warga.html>. [Accessed 9 May 2024].

IESR (2023). *Indonesia Energy Transition Outlook (IETO) 2023 – IESR*. [online] Available at: <https://iesr.or.id/pustaka/indonesia-energy-transition-outlook-ieto-2023..>

Indriyati, T.S., Malik, A. and Alwinda, Y. (2019). Kajian Pengaruh Pemanfaatan Limbah Faba(Fly Ash Dan Bottom Ash) pada Konstruksi Lapisan Base Perkerasan Jalan. *JURNAL TEKNIK*, [online] 13(2), pp.112–119. doi:<https://doi.org/10.31849/teknik.v13i2.3596>.

Li, H., Liu, Y. and Peng, K. (2018). Characterizing the relationship between road infrastructure and local economy using structural equation modeling. *Transport Policy*, 61(3), pp.17–25. doi:<https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2017.10.002>.

Naganathan, S., Mohamed, A.Y.O. and Mustapha, K.N. (2015). Performance of bricks made using fly ash and bottom ash. *Construction and Building Materials*, 96, pp.576–580. doi:<https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2015.08.068>.

Peraturan Pemerintah No 22 Tahun 2021.

PT PLN (2019). *Nilai Ekonomi Pemanfaatan Fly Ash dan Bottom Ash PLTU-PLN Di Berbagai sektor*. Direktorat Penilaian Kinerja Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya Beracun dan Limbah Non Bahan Berbahaya Beracun.

PT PLN (2023). *Rencana Usaha Penyediaan Tenaga Listrik (RPTUL)*. [online] Available at: <https://web.pln.co.id/stakeholder/ruptl..>

Qolbi, G.N., Gunawan, B. and Sugandi, Y.S. (2023). ALTERNATIF KEBIJAKAN UNTUK FLY ASH AND BOTTOM ASH (STUDI KASUS: PP NO. 22 TAHUN 2021). *SCIENTIFIC JOURNAL OF REFLECTION : Economic, Accounting, Management and Business*, [online] 6(3), pp.502–512. doi:<https://doi.org/10.37481/sjr.v6i3.691>.

Saturi, S. (2022). *Kondisi Sungai Ombilin dan Warga Sijantang Setelah Ada PLTU*. [online] Mongabay.co.id. Available at:

<https://www.mongabay.co.id/2022/03/11/kondisi-sungai-ombilin-dan-warga-sijantang-setelah-ada-pltu/> [Accessed 14 Mar. 2024].

Setiawati, M. (2018). FLY ASH SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEMEN PADA BETON. *Prosiding Semnastek*. [online] Available at: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/3556>.

Starkey, P. and Hine, J. (2014). Poverty and sustainable transport : How transport affects poor people with policy implications for poverty reduction.

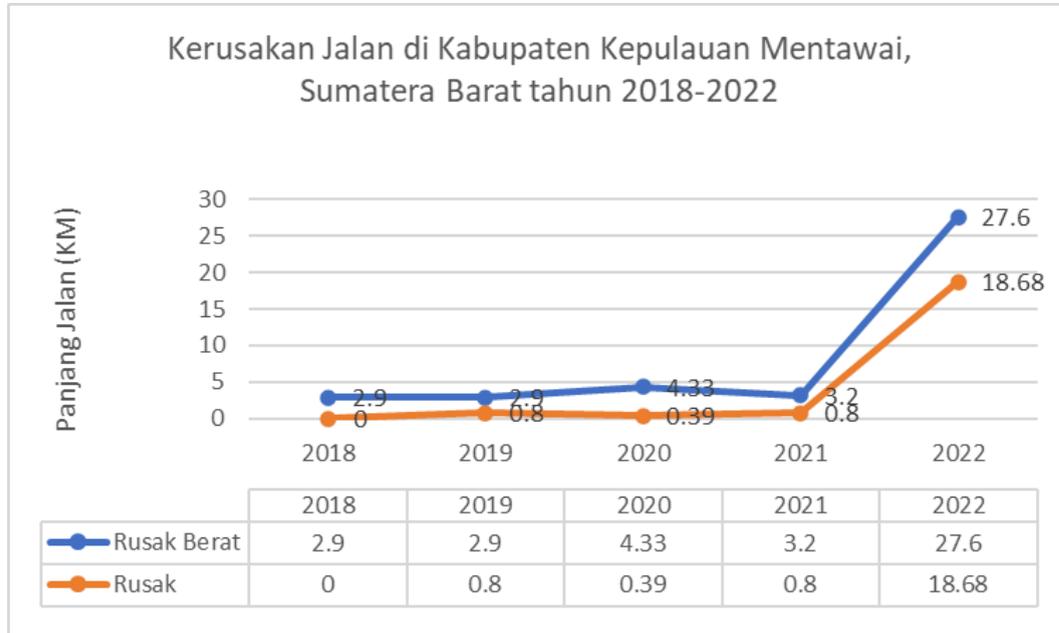
Sulistiono, D. (2018). PEMANFAATAN ABU TERBANG (FLY ASH) BATU BARA SEBAGAI BAHAN CAMPURAN KONSTRUKSI PERKERASAN JALAN. *Jurnal Purifikasi*, [online] 6(2), pp.151–156. doi:<https://doi.org/10.12962/j25983806.v6.i2.291>.

Utari Ayuningtyas, Rosmeika Rosmeika and Ach Firdaus (2023). FLY ASH DAN BOTTOM ASH SEBAGAI MATERIAL INFRASTRUKTUR UNTUK Mendukung Pembangunan Yang Berkelanjutan. *PROCEEDINGS OF NATIONAL COLLOQUIUM RESEARCH AND COMMUNITY SERVICE*, [online] 7, pp.47–52. doi:<https://doi.org/10.33019/snppm.v7i0.4828>.

Yulisman Yulisman and Rahman, F. (2022). Analisis Kontingensi pada Sistem Pemakaian Sendiri PLTU Ombilin. *Journal of Electrical Power Control and Automation*, 5(1), pp.24–24. doi:<https://doi.org/10.33087/jepca.v5i1.66>.

Lampiran

A. Kerusakan Jalan di Kabupaten Kepulauan Mentawai, Sumatera Barat tahun 2018-2022



Sumber : (BPS Sumatera Barat, 2023)

B. Proses Uji Coba Lapangan Pengolahan



(1) Pencampuran

(2) Pengangkutan dan Penghamparan

(3) Pemasatan

(4) Perawatan

Sumber : (Direktorat Bina Marga, 2022)

LOMBA ESAI NASIONAL
10th KIME ON IDEAS COMPETITION

1. Judul: Pemanfaatan Fly Ash Bottom Ash (FABA) sebagai Bahan Infrastruktur Jalan di Kabupaten Kepulauan Mentawai dalam Mewujudkan Ekonomi Berbasis Sustainable Development Goals

2. Perguruan Tinggi: Universitas Andalas

3. Identitas Penulis

a. Nama Lengkap Ketua: Ardian Okta Sya'bani

b. Jenis Kelamin: Laki-laki

c. Tempat, Tanggal Lahir: Pengalihan, 14 Oktober 2004

d. Prodi/Angkatan: Ekonomi/2022

e. NIM: 2210512045

f. Alamat: Jl. Dr. Moh. Hatta, Pauh, Padang

g. E mail: ardian58580@gmail.com

h. Anggota

- Nama Lengkap Anggota 1: -

- Nama Lengkap Anggota 2: -

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan adalah benar/ Dengan ini, saya menyatakan ikut serta dalam Lomba Esai Nasional 10th KIME on Ideas

Competition (10th KOIN) dan menyetujui semua syarat dan ketentuan lomba yang ditetapkan oleh panitia.

Ketua Tim



Ardian Okta Sya'bani

Subtema: Ekonomi

10th KIME on Ideas Competition

**MINAFUND : WEBSITE *CROWDFUNDING* dan *MARKETPLACE*
BERBASIS TEKNOLOGI BLOCKCHAIN sebagai USAHA
PENGEMBANGAN *BLUE ECONOMY* untuk MENDUKUNG
*SUSTAINABLE DEVELOPMENT GOALS 2030***



Oleh:

Desti Nicawati Departemen Politik dan Pemerintahan/2022

UNIVERSITAS GADJAH MADA

YOGYAKARTA

2024

Nenek moyangku seorang pelaut. Gemar mengarung luas samudera. Menerjang ombak, tiada takut. Menempuh badai, sudah biasa. Syair lagu legendaris ciptaan Ibu Soed tersebut menggambarkan bahwa negara Indonesia sejak dahulu kala telah dikenal sebagai bangsa Bahari yang handal menaklukkan lautan. Berkaca pada letak geografis Indonesia sebagai negara maritim yang mempunyai lebih dari tujuh belas ribu pulau dan dua pertiga wilayahnya merupakan lautan dengan garis pantai yang panjang, keanekaragaman biota laut yang kaya, serta pemandangan laut yang indah (Nasution, 2022). Potensi komoditas laut yang besar itu dapat mendorong pertumbuhan ekonomi Indonesia menjadi negara maritim yang kuat.



Gambar 1. Grafik Nilai Ekspor Perikanan Indonesia

Sumber: (Pratiwi, 2023)

Berdasarkan catatan Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP), nilai ekspor perikanan Indonesia mencapai pada tahun 2022 mencapai US\$6,24 juta dengan volume 1,22 juta ton (lihat gambar 1.). Nilai tersebut mengalami peningkatan sebesar 9,15% daripada tahun 2021 yang mempunyai nilai ekspor sebesar US\$5,72 juta (Pratiwi, 2023). Dari nilai tersebut, tidak mengherankan jika Indonesia menempati peringkat kedua sebagai negara dengan sektor perikanan terbesar kedua setelah China (Setya, 2023). Tidak hanya itu, sektor perikanan juga

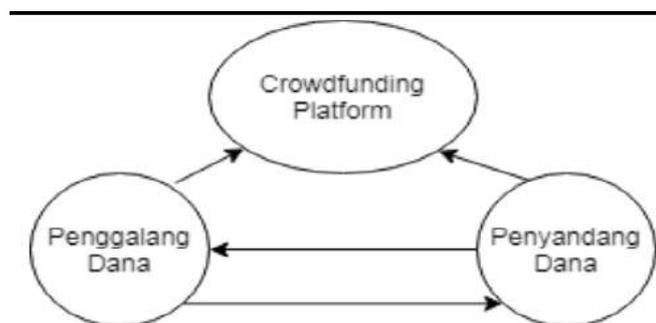
menyediakan lapangan pekerjaan 7 juta jiwa bagi masyarakat Indonesia (Prayuda and Sary, 2019). Komoditas laut juga memenuhi lebih dari 50 persen kebutuhan protein hewani dalam negeri (Mahiranissa, Duhita and Nugroho, 2022). Menyadari potensi komoditas laut berlimpah ini, Kementerian Kelautan dan Perikanan berupaya mendorong pembangunan wilayah pesisir dengan mencanangkan program Ekonomi Biru (*Blue Economy*) sebagai paradigma yang memanifestasikan konsep ekonomi baru dengan mengoptimalkan pemanfaatan komoditas laut berdasarkan prinsip yang menyeimbangkan dimensi sosial, ekonomi, dan ekologi (Pamela *et al.*, 2022). Program *Blue Economy* juga diharapkan dapat mendukung pencapaian tujuan *Sustainable Development Goals* (SDG's) 2030 nomor satu, delapan dan empat belas. SDG's nomor satu bertujuan untuk mengentaskan kemiskinan ekstrem. SDG's nomor delapan bertujuan meningkatkan pertumbuhan ekonomi yang inklusif serta berkelanjutan. Sementara, SDG's nomor empat belas bertujuan mewujudkan pelestarian dan pemanfaatan sumber daya laut untuk pembangunan berkelanjutan dalam menghadapi pasar bebas Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA) (Alisjahbana and Murniningtyas, 2019).

Adapun program *Blue Economy* ini mempunyai tantangan tersendiri dalam pengimplementasiannya, antara lain tingkat kemiskinan masyarakat wilayah pesisir masih relatif tinggi, masifnya kerusakan akibat eksploitasi sumber daya pesisir, minimnya integritas serta independensi organisasi sosial di wilayah pesisir, sektor perikanan belum dimanfaatkan secara optimal, dan infrastruktur yang kurang memadai di kawasan wisata bahari (Maeyangsari, 2023). Segala tantangan tersebut tidak terlepas dari minimnya investasi di sektor sumber daya laut khususnya di daerah Minapolitan sehingga potensi yang ada belum dapat dikelola secara optimal untuk mewujudkan kesejahteraan masyarakat pesisir. Berdasarkan hambatan tersebut, penulis tertarik mengkaji strategi yang dapat dilakukan untuk memberdayakan masyarakat pesisir melalui pengembangan website *crowdfunding* dan *marketplace* bernama **MINAFUND** yang memanfaatkan teknologi blockchain untuk mempermudah akses dan informasi terkait sektor hulu (permodalan) dan hilir (pemasaran) komoditas laut secara sehat sebagai pendukung keberhasilan tercapainya program *Blue Economy*. Dengan begitu, website MINAFUND dapat

meninjau sistem permodalan dan pemasaran sektor sumber daya kelautan yang menguntungkan semua pihak dalam rantai pasok komoditas laut.

a. Konsep Website *Crowdfunding* dan *Marketplace*

Pada era digitalisasi saat ini ketergantungan terhadap teknologi internet memberi kesempatan bagi masyarakat untuk mengakses berbagai kebutuhan melalui website-website yang ditawarkan salah satunya website *crowdfunding* dan *marketplace*. *Crowdfunding* merupakan metode penggalangan dana untuk mendukung sebuah proyek bisnis yang diprakarsai oleh individu maupun sekelompok orang yang biasanya dilaksanakan melalui media internet (Harahap, Aini and Anam, 2020). Sementara, *marketplace* adalah media pemasaran produk berbasis internet yang mempertemukan penjual dan pembeli untuk melakukan transaksi kegiatan bisnis (Raihan, 2023). Website *crowdfunding* dan *marketplace* sektor sumber daya laut sebenarnya telah masif tersedia di internet, tetapi website tersebut cenderung masih kalah bersaing dengan platform pendanaan sektor agrobisnis. Menurut survei Ethan R. Mollick dalam jurnal (Harahap, Aini and Anam, 2020), menyatakan bahwa 85% kegagalan platform *crowdfunding* disebabkan oleh keterlambatan penyaluran dana dan 15% kegagalan karena proyek tidak seperti yang dijanjikan ketika dana telah terkumpul. Di samping itu, belum banyak platform yang mengintegrasikan website *crowdfunding* dan *marketplace* padahal jika kedua website tersebut digabungkan akan menghasilkan keuntungan yang menjanjikan.



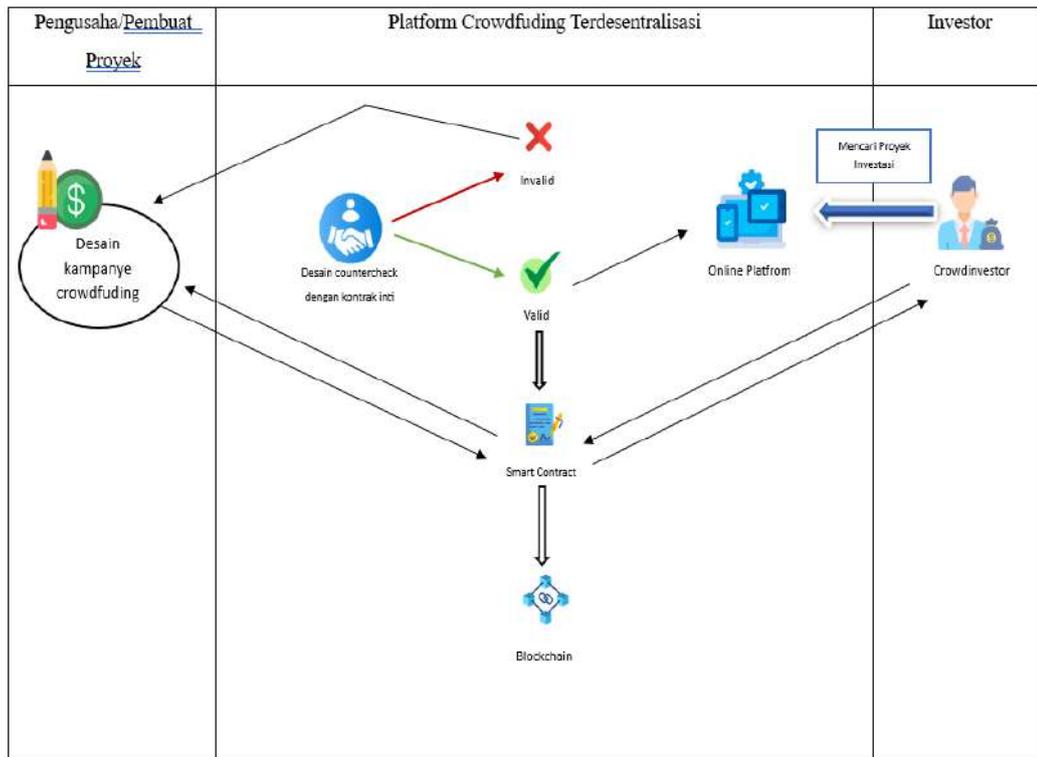
Gambar 2. *Framework Crowdfunding*

Sumber: (Zahari *et al.*, 2019)

Gambar di atas menjelaskan konsep alur kerja platform *crowdfunding* pada umumnya. Para penggalang dana akan membuat proposal mengenai proyek bisnis yang sedang dikerjakan melalui platform *crowdfunding*. Selanjutnya, platform *crowdfunding* akan menawarkan pendanaan kepada para investor melalui internet. Kemudian investor akan menganalisis peluang dan hambatan dari proposal proyek yang ditawarkan. Namun, konsep *crowdfunding* ini masih menemui sejumlah hambatan. Pertama, rentan terhadap penipuan karena sistem *crowdfunding* berbasis media internet membuat investor dapat berkomunikasi dengan berbagai pihak yang kemungkinan menggunakan identitas palsu. Kedua, dana yang terkumpul tidak dapat langsung dicairkan, investor harus menunggu beberapa hari bahkan hingga tujuh hari selama proses verifikasi oleh platform *crowdfunding* (Ibrahim, Yaqin and Simbolon, 2021). Ketiga, transparansi dan keamanan transaksi platform *crowdfunding* belum terjamin sehingga sulit mengaudit dana yang masuk. Keempat, permasalahan yang sering dihadapi dalam pelaksanaan *crowdfunding* yaitu dari sisi validitas badan hukum dan pemerintah.

b. Konsep Pengembangan Website MINAFUND Berbasis Teknologi Blockchain

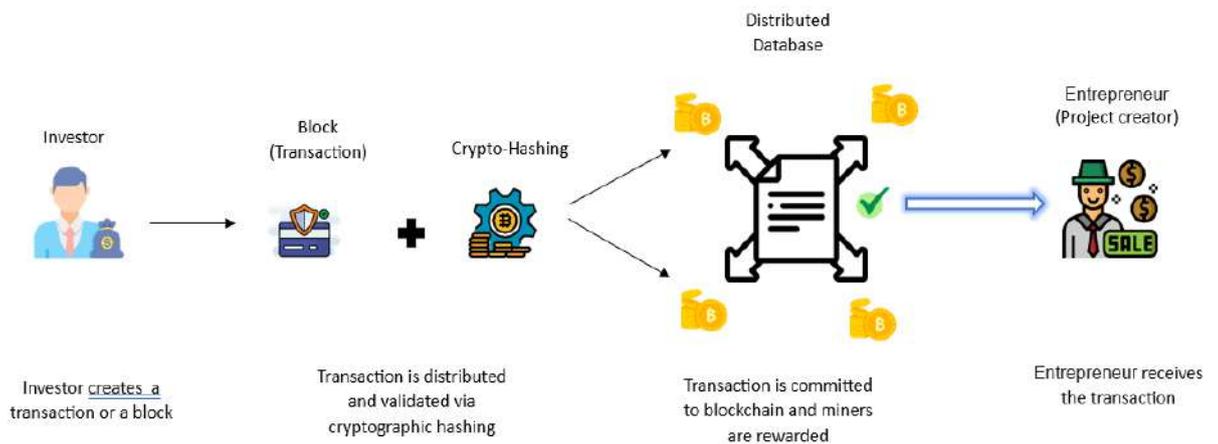
MINAFUND merupakan website layanan *interfacing* yang mengintegrasikan konsep *crowdfunding* dan *marketplace* berbasis teknologi blockchain yang mempertemukan investor (pemilik dana), nelayan atau pengusaha industri berbasis sumber daya laut yang mempunyai proyek bisnis (penerima dana dan/atau penjual komoditas laut), dan konsumen (pembeli komoditas laut). MINAFUND dirancang untuk meningkatkan kepercayaan investor dengan mempermudah informasi terkait sektor pendanaan dan pemasaran komoditas laut secara aman serta *profitable*. Website MINAFUND diharapkan dapat memudahkan masyarakat pesisir untuk mendapatkan modal daripada melalui pendanaan konvensional. Selain itu, hasil komoditas laut dari para nelayan juga dapat langsung dipasarkan melalui fitur *marketplace* pada website MINAFUND. Produk-produk yang diiklankan di *marketplace* tersebut akan dipasarkan dengan sistem *Business to Customer* (B to C) maupun *Business to Business* (B to B) sehingga memangkas rantai pemasaran dan harga produk dapat bersaing secara kompetitif karena harga lebih terjangkau 30%.



Gambar 3. Platform *Crowdfunding* dengan Konsep Smart Contract

Sumber: Penulis

Website MINAFUND telah memanfaatkan teknologi blockchain dalam pengoperasian fitur *crowdfunding* yang menggunakan sistem *smart contract* sebagai dokumen untuk mengikat perjanjian antara beberapa pihak secara digital (lihat gambar 3.). Smart contract bermodelkan sebuah kode yang tersemat di dalam blockchain dan tidak dapat diubah sehingga tidak memungkinkan pihak lain untuk merubah kontraknya (Rizqi and Prasetya, 2023). Dengan begitu, MINAFUND menjamin tidak akan ada kesalahan pada website *crowdfunding* sehingga dapat meminimalisir kerugian di antara salah satu pihak. Dengan begitu, teknologi blockchain bersistem smart contract dapat menjadi pilihan untuk mengatasi permasalahan rendahnya kepercayaan masyarakat terhadap proyek investasi pada platform *crowdfunding*.



Gambar 4. Proses Transaksi dengan Mengintegrasikan Teknologi Blockchain

Sumber: Penulis

Proses transaksi pada website MINAFUND berbasis teknologi blockchain dapat menjadi cara mendigitalkan hak properti dan aset fisik dengan menggunakan jaringan peer-to-peer (P2P) untuk mewujudkan transaksi pendanaan yang aman kepada pembuat proyek dan investor sehingga dapat melindungi dana yang telah diinvestasikan. Platform *crowdfunding* yang mengintegrasikan jaringan peer-to-peer membutuhkan biayanya yang lebih ekonomis sehingga dapat meminimalisir biaya transaksi karena sistem peer-to-peer tidak lagi bergantung kepada pihak ketiga dan lebih terdesentralisasi. Pada teknologi blockchain ini, identitas pengguna juga dirahasiakan dengan hanya diwakili hash dan memakai teknik kriptografi sehingga identitas pengguna akan terlindungi (lihat gambar 4.). Meskipun, prinsip dari teknologi blockchain sendiri adalah transparansi. Verifikasi identitas pengguna juga diselesaikan dengan mudah memanfaatkan teknologi blockchain. Di samping itu, penggunaan transaksi berbasis teknologi blockchain dapat digunakan untuk membantu transaksi antar negara dan pembayaran di mana saja tanpa batasan wilayah.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan pembahasan sebelumnya, dapat disimpulkan jika teknologi blockchain dapat membawa platform *crowdfunding* dan *marketplace* MINAFUND ke tahap yang berbeda. Tidak hanya meningkatkan keamanan dalam bertransaksi, tetapi juga efektivitas karena adanya keunggulan dengan menggunakan konsep smart contract. Kemudahan inilah yang menyebabkan investor akan merasa aman untuk melakukan pendanaan di sektor *Blue Economy*. MINAFUND mempunyai peran signifikan dalam memanfaatkan potensi sumber daya laut yang melimpah sehingga diharapkan dapat menjadi sarana pengembangan daerah pesisir yang berpotensi menerapkan konsep *Blue Economy* dan pendukung dalam mewujudkan tujuan *Sustainable Development Goals* 2030. Oleh karena itu, agar pemanfaatan website *crowdfunding* dan *marketplace* MINAFUND yang terintegrasi teknologi blockchain dapat termaksimalkan dan berkelanjutan dibutuhkan kerja sama yang simultan serta lintas sektoral dengan para stakeholder.

Daftar Pustaka

- Alisjahbana, A.S. and Murniningtyas, E. (2019) *Tujuan Pembangunan Berkelanjutan Di Indonesia: Konsep Target Dan Strategi Implementasi*.
- Harahap, E.P., Aini, Q. and Anam, R.K. (2020) 'Pemanfaatan Teknologi Blockchain Pada Platform Crowdfunding', *Technomedia Journal (TMJ)*, 4, pp. 201–208.
- Ibrahim, R.A., Yaqin, C. and Simbolon, M.J. (2021) 'Optimalisasi Pengaturan Layanan Urut Dana (Crowdfunding) Berbasis Teknologi Informasi Sebagai Solusi Permodalan Usaha Mikro, Kecil, Dan Menengah Di Masa Pandemi Covid-19', *LEX Renaissance*, 6, pp. 736–737.
- Maeyangsari, D. (2023) 'Ekonomi Biru sebagai Upaya Pembangunan Berkelanjutan dan Pemenuhan Hak Asasi Manusia', *Perspektif Hukum*, 23, pp. 118–120.
- Mahiranissa, A., Duhita, M.S. and Nugroho, P.A. (2022) *Ekonomi Biru*.
- Nasution, M. (2022) 'Potensi Dan Tantangan Blue Economy Dalam Mendukung Pertumbuhan Ekonomi Di Indonesia: Kajian Literatur', *Jurnal Budget*, 7, p. 341.
- Pamela *et al.* (2022) 'Implementasi Blue Economy Melalui Kegiatan Budi Daya Rumput Laut *Eucheuma cottonii* di Wilayah Pesisir Pulau Lemukutan', *Jurnal Pengabdian kepada Masyarakat*, 7, p. 656.
- Pratiwi, F.S. (2023) *Nilai Ekspor Perikanan Indonesia Capai US\$6,24 Juta pada 2022*, *DataIndonesia.id*. Retrieved May 10, 2024. Available at: <https://dataindonesia.id/sektor-riil/detail/nilai-ekspor-perikanan-indonesia-capai-us624-miliar-pada-2022>.
- Prayuda, R. and Sary, D.V. (2019) 'Strategi Indonesia Dalam Implementasi Konsep Blue Economy Terhadap Pemberdayaan Masyarakat Pesisir Di Era Masyarakat Ekonomi Asean', *Indonesian Journal of International Relations*, 3, pp. 47–62.
- Raihan, M. (2023) 'Perlindungan Data Diri Konsumen Dan Tanggungjawab Marketplace Terhadap Data Diri Konsumen (Studi Kasus: Kebocoran Data 91 Juta Akun Tokopedia)', *Jurnal Inovasi Penelitian*, 3, p. 7847.
- Rizqi, L.A.M. and Prasetya, D.F. (2023) 'Urgensi Penggunaan Smart Contract Dalam Transaksi Jual Beli Di E-Commerce', *Jurnal Hukum Lex Generalis*, 3, p. 330.
- Setya, B.C. (2023) *Daftar 10 Negara Penghasil Ikan Terbesar di Dunia*, *tempo.co*. Retrieved May 10, 2024. Available at: <https://koran.tempo.co/read/ekonomi-dan-bisnis/485853/daftar-10-negara-penghasil-ikan-terbesar-di-dunia>.
- Zahari, A.R. *et al.* (2019) 'Financial Technology Melalui Muncharity.Com Sebagai Strategi Peningkatan Kesejahteraan Nelayan Menuju Pengembangan Kawasan Minapolitan Di Kecamatan Muncar', *Jurnal Manajemen dan Bisnis*, 36, p. 130.

LAMPIRAN 1

Lembar Orisinalitas

LAMPIRAN 2. LEMBAR ORISINALITAS

LOMBA ESAI NASIONAL 10th KIME ON IDEAS COMPETITION

1. Judul: Minafund : Website *Crowdfunding* dan *Marketplace* Berbasis Teknologi Blockchain Sebagai Usaha Pengembangan *Blue Economy* Untuk Mendukung *Sustainable Development Goals* 2030

2. Perguruan Tinggi: Universitas Gadjah Mada

3. Identitas Penulis

- a. Nama Lengkap Ketua: Desti Nicawati
- b. Jenis Kelamin: Perempuan
- c. Tempat, Tanggal Lahir: Sleman, 24 Desember 2002
- d. Prodi/Angkatan: Departemen Politik dan Pemerintahan/2022
- e. NIM: 22/497153/SP/30840
- f. Alamat: Cupuwatu 2, Purwomartani, Kalasan, Sleman, Yogyakarta
- g. E mail: destinicawati@mail.ugm.ac.id
- h. Anggota
 - Nama Lengkap Anggota 1: -
 - Nama Lengkap Anggota 2: -

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan adalah benar/ Dengan ini, saya menyatakan ikut serta dalam Lomba Esai Nasional 10th KIME on Ideas Competition (10th KOIN) dan menyetujui semua syarat dan ketentuan lomba yang ditetapkan oleh panitia.

Ketua Tim



(Desti Nicawati)

LAMPIRAN 2

Hasil Cek Turnitin

Cek Turnitin_MINAFUND.docx			
ORIGINALITY REPORT			
10 %	10 %	1 %	2 %
SIMILARITY INDEX	INTERNET SOURCES	PUBLICATIONS	STUDENT PAPERS
PRIMARY SOURCES			
1	ijc.ilearning.co Internet Source		5 %
2	ejurnal.dpr.go.id Internet Source		1 %
3	www.mongabay.co.id Internet Source		1 %
4	www.f6s.com Internet Source		1 %
5	comdev.pubmedia.id Internet Source		1 %
6	cvinspireconsulting.com Internet Source		<1 %
7	ejurnalunsam.id Internet Source		<1 %
8	kuninganmass.com Internet Source		<1 %
9	orpegbag.bojolali.go.id Internet Source		<1 %

LAMPIRAN 3

Desain Tampilan Website MINAFUND



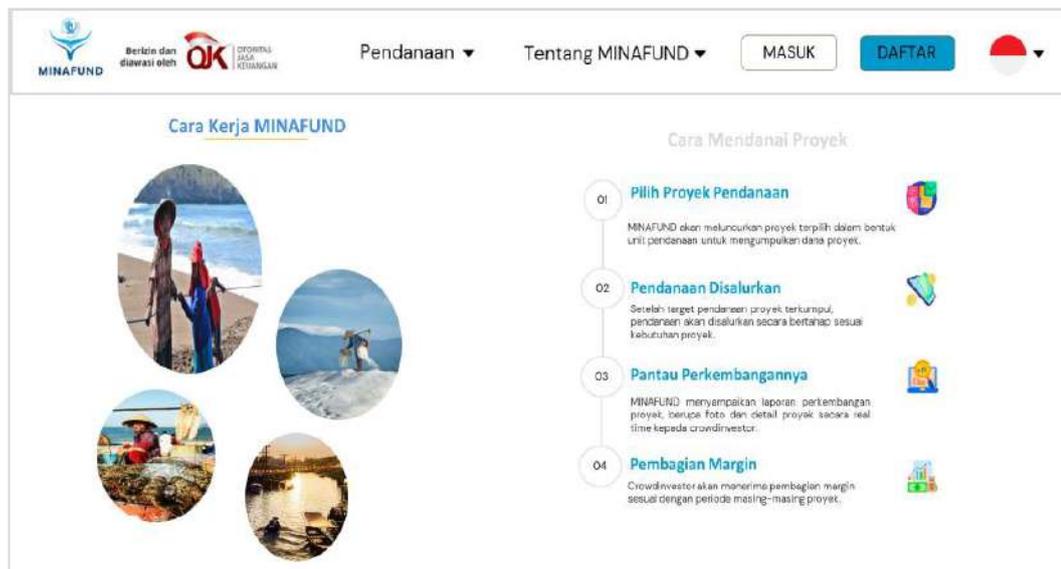
Gambar 5. Tampilan Utama Website MINAFUND



Gambar 6. Tentang MINAFUND



Gambar 7. Manfaat Ekonomi Biru bagi Keberlanjutan Sumber Daya Laut



Gambar 8. Cara Kerja MINAFUND



Gambar 9. Tanggapan Terhadap MINAFUND

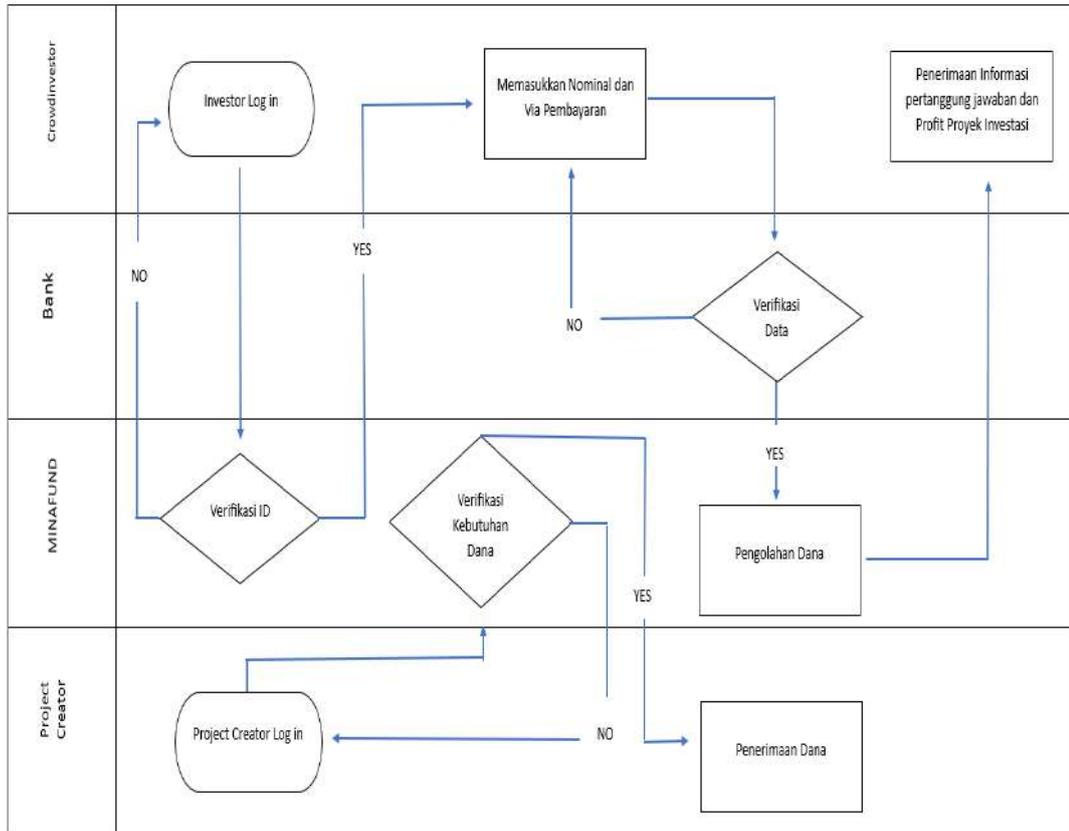
LAMPIRAN 4

Rencana Pengembangan Website *Crowdfunding* dan *Marketplace* MINAFUND



LAMPIRAN 5

Alur Sistem kerja MINAFUND



LAMPIRAN 6

Analisis Fitur Layanan Website *Crowdfunding* dan *Marketplace* MINAFUND

Fitur MINAFUND	Deskripsi
Akun	akun MINAFUND harus dimiliki setiap pengguna website untuk dapat menikmati berbagai layanan yang disediakan MINAFUND. Pembuatan akun dilakukan melalui registrasi email pengguna atau melalui akun google.
Ayo Investasi	<p>Tools untuk kegiatan pendanaan berbagai proyek <i>Blue Economy</i>. Dalam tools ini terdapat beberapa istilah, yaitu:</p> <ul style="list-style-type: none">a. Profil Proyek yaitu deskripsi mengenai proyek <i>blue economy</i> untuk didanai. Profil ini berbagai jenis proyek permodalan, seperti wisata bahari, industri perikanan, industri pengolahan makanan berbasis kelautan, industri produk bahan kimia berbasis laut, industri pembuatan kapal, industri garam, lokasi proyek, estimasi lama proyek, dan estimasi keuntungan yang akan didapat.b. Tingkat Resiko yaitu estimasi tingkat kegagalan proyek yang dikategorikan rendah, sedang, dan tinggi.c. Skema Pendanaan yaitu investor dapat memilih menggunakan konsep konvensional ataupun syariah.d. Status Proyek menunjukkan status proyek apakah sedang menggalang dana, sedang berjalan, atau telah selesai.e. Investasiku yaitu tools untuk mengetahui daftar investasi yang telah dilakukan dan pemantauan secara <i>realtime</i> status proyek yang sedang diinvestasikan.

Ayo Belanja	<p>Sarana pemasaran produk industri perikanan, industri pengolahan makanan berbasis kelautan, dan industri produk bahan kimia berbasis laut. Produk yang dijual dapat berupa produk hasil <i>crowdfunding</i> maupun produk <i>non-crowdfunding</i>. Adapun dalam tools ini terdapat beberapa istilah yaitu:</p> <p>a. Tokoku yaitu tempat penjual dapat mendaftarkan produknya untuk diiklankan di portal Ayo Belanja.</p> <p>b. Penjualanku yaitu tools bagi penjual untuk melihat pesanan-pesanan yang masuk.</p> <p>c. Pembelianku yaitu tools bagi pembeli untuk mengetahui daftar belaja produk.</p> <p>d. Toko Terdekat yaitu tools bagi pembeli untuk mengetahui toko-toko terdekat dengan lokasi tempat tinggalnya. Tools ini memudahkan pembeli untuk mendapatkan produk laut lebih segar dengan harga terjangkau.</p>
Dompetku	<p>Layanan penyimpanan dana untuk kebutuhan investasi maupun dana dari keuntungan hasil proyek. Dompetku juga dapat disinkronkan untuk bertransaksi di Ayo Belanja.</p>
Transfer Dana	<p>Media untuk mengirimkan dana ke nomor rekening bersama MINAFUND guna mengisi Dompetku, membiayai investasi, atau melakukan transaksi jual beli.</p>
Tarik Dana	<p>Perintah notifikasi untuk menarik dana yang tersimpan di Dompetku ke nomor rekening bank pribadi lain.</p>
Ruang Konsultasi	<p>Layanan untuk memantau perkembangan investasi dan harga pasar produk <i>Blue Economy</i>. Di samping itu, sebagai ruang antara investor, nelayan, masyarakat pesisir, dan MINAFUND untuk berkomunikasi.</p>

LAMPIRAN 7

Peran Beberapa Pihak yang Saling Bersinergi Dalam Website *Crowdfunding* dan *Marketpalce* MINAFUND Berbasis Teknologi Blockchain

Pihak	Peran
Pemerintah dan Lembaga Terkait	Pihak ini meliputi Pemerintah Pusat, Pemerintah Daerah, maupun lembaga-lembaga keuangan lainnya seperti Otoritas Jasa Keuangan, Bank Indonesia, kementerian keuangan, Kementrian Agama, Asosiasi Fintech Pendanaan Bersama Indonesia (AFPI), serta Kementerian Kelautan dan Perikanan. Berbagai pihak tersebut berperan sebagai pengawas dinamisator, fasilitator, katalisator, regulator, dan <i>urban planner</i> .
Nelayan dan Pengusaha Industri Berbasis Sumber Daya Laut	Sebagai pihak yang membutuhkan pendanaan dan pelaksana proyek <i>Blue Economy</i> . Peran nelayan dan pengusaha industri berbasis sumber daya laut sangat penting dalam memperbanyak jumlah proyek yang akan didanai oleh investor. Banyaknya proyek yang ikut berpartisipasi dalam <i>crowdfunding</i> MINAFUND menggambarkan tingkat partisipasi nelayan dan pengusaha industri berbasis sumber daya laut dalam pengembangan program <i>Blue Economy</i> untuk meningkatkan kesejahteraan dan perbaikan sumber daya masyarakat pesisir guna mendukung <i>Sustainable Development Goals 2030</i> . Dengan begitu, diharapkan pemanfaatan limbah hasil laut dapat dioptimalkan untuk menghasilkan produk lain karena tidak ada lagi hambatan keterbatasan modal.
Investor	sebagai pemilik modal yang tidak memiliki keahlian dan fasilitas untuk mengolah sumber daya laut. Pihak investor ini dapat dari kalangan <i>civil society organization</i> , akademi, anak muda, swasta, dan kelompok lainnya. Dengan begitu, perannya dapat memudahkan nelayan dan pengusaha industri

	<p>berbasis sumber daya laut dalam pembiayaan usahanya. Semakin banyak jumlah investor maka semakin cepat suatu proyek dapat diimplementasikan. Investor dapat menginvestasikan dana sesuai kemampuannya dengan minimal nominal Rp 50.000/proyek. Rendahnya batas minimal investasi ini bertujuan untuk menarik banyak investor dari kalangan masyarakat umum.</p>
Konsumen	<p>Pihak yang membutuhkan produk-produk komoditas laut maupun budidaya air laut yang ditawarkan di tools Ayo Belanja. Konsumen ini dapat dari kalangan masyarakat umum, pelaku usaha/UMKM, maupun perusahaan berbasis industri besar.</p>
MINAFUND	<p>Perantara yang berperan sebagai fasilitator dan mediator untuk memberikan pengawasan, sosialisasi, serta pengembangan layanan <i>crowdfunding</i> dan <i>marketplace</i> kepada publik. MINAFUND juga berperan menganalisis proyek investasi dan pengelola dana dalam kegiatan program <i>Blue Economy</i>.</p>

Lingkungan

10th KIME on Ideas Competition
FLORAL3ON : INOVASI RUMAH APUNG BERKELANJUTAN
SEBAGAI UPAYA RESTORASI KERUSAKAN TERUMBU KARANG DI
PULAU PANJANG JEPARA



Oleh:

Bilqis Septiara Amanda Teknik Kelautan/2023

Hamidah Safira Putri Sandy Teknik Kelautan/2023

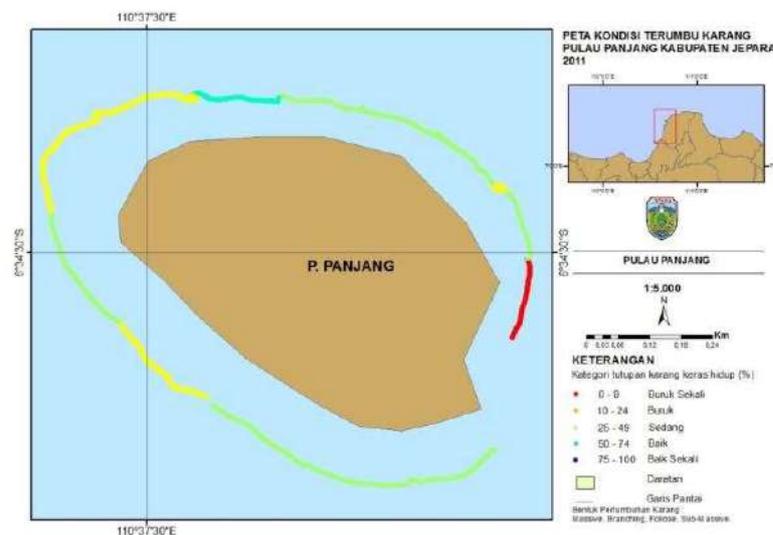
Rania Shofa Adiba Teknik Kelautan/2023

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA

2024

Berdasarkan konvensi UNCLOS (*United Nations Convention on the Law of the Sea*) tahun 1982, Indonesia merupakan sebuah negara kepulauan yang terdiri dari 17.504 pulau, dimana 2/3 wilayahnya merupakan perairan. Sebagai negara kepulauan terbesar dan terpanjang pantainya keempat di dunia, Indonesia memiliki kekayaan laut sangat melimpah. Ekosistem terumbu karang merupakan salah satu kekayaan laut di Indonesia yang memiliki berbagai peranan penting bagi tatanan lingkungan kawasan pesisir dan lautan, baik ditinjau dari segi biologi, ekologi, maupun biotanya. Terumbu karang sangat bermanfaat bagi berbagai biota laut yang bernilai ekonomis tinggi, yaitu sebagai gudang makanan yang produktif untuk perikanan, tempat pemijahan, tempat bertelur, dan tempat mencari makanan. Secara fisik, terumbu karang berfungsi sebagai pemecah ombak dan pelindung pantai dari sapuan badai. Dalam segi perekonomian, terumbu karang memiliki nilai estetika yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pengembangan wisata bahari. Terumbu karang juga dipandang sebagai sesuatu yang bermanfaat bagi masyarakat sekitar pesisir, terutama nelayan karena mampu memberikan pendapatan bagi mereka. Nelayan memanfaatkan terumbu karang sebagai tempat memancing dan mencari ikan. Walaupun di sepanjang pulau juga terdapat mangrove, nelayan lebih memilih memancing di sekitar daerah terumbu karang sehingga nelayan setempat dapat memenuhi kebutuhan hidup mereka dengan hasil tangkapan laut yang mereka peroleh. Namun, saat ini kondisi terumbu karang di Indonesia mulai banyak mengalami kerusakan. Secara garis besar, penyebab utama kerusakan ekosistem terumbu karang disebabkan oleh faktor alam dan faktor manusia. Penyebab kerusakan oleh faktor alam antara lain berasal dari perubahan suhu air laut, perubahan iklim global, gempa bumi, topan, letusan gunung berapi, pemangsa, dan penyakit. Penyebab kerusakan oleh faktor manusia, antara lain berasal dari berbagai kegiatan manusia yang tidak bersifat sementara dan lebih kritis dibandingkan oleh kerusakan dari faktor alam. Contohnya berasal dari kegiatan perikanan seperti usaha penangkapan ikan hias, ikan konsumsi, pengambilan kerang-kerangan, dan udang yang berlebihan dengan menggunakan bahan peledak, arus listrik, bahan kimia beracun, alat tangkap yang tidak ramah lingkungan seperti potasium, serta pemanen yang tidak teratur. Aktivitas pencemaran lingkungan ini sangat berpengaruh terhadap keberlangsungan ekosistem terumbu karang.

Pulau Panjang merupakan sebuah pulau yang berada di Pantai Utara, Jawa Tengah, Jepara yang secara geografis terletak di Laut Jawa dengan koordinat 0540'-0557' LS dan 11004'-11040' BT. Semakin meningkatnya jumlah penduduk dan berkembangnya pemanfaatan kawasan pesisir memberikan dampak pada penekanan ekosistem terumbu karang yang ada di Pulau Panjang. Semakin padatnya aktivitas manusia dan banyaknya aliran sungai yang bermuara di perairan Jepara yang membawa *run off* daratan menimbulkan tekanan lingkungan yang berdampak pada ekosistem terumbu karang yang ditunjukkan oleh penurunan kondisi ekosistem terumbu karang (Edinger dan Risk, 2000; Indarjo et al, 2004). Kondisi terumbu karang di Pulau Panjang dalam kondisi sedang (tutupan karang hidup sebesar 25-49%) dengan penelitian mencapai 57% dari keseluruhan area pengamatan. Untuk terumbu karang dalam kondisi buruk (tutupan karang hidup sebesar 20%) mencapai 29%, dan terumbu karang dalam kategori baik (tutupan karang hidup sebesar 50%) dan buruk sekali (tutupan karang hidup sebesar 5%) hanya sebesar 7%. Oleh karena itu, diperlukan penanganan secara terpadu untuk menangani permasalahan kerusakan terumbu karang di daerah Pulau Panjang tersebut. Inovasi yang kami buat untuk menyelesaikan permasalahan kerusakan ekosistem terumbu karang tersebut adalah FLORAL3ON.



Gambar 1. Peta Kondisi Terumbu Karang Pulau Panjang Kabupaten Jepara 2011

FLORAL3ON berasal dari kata “flo” yang berarti *floating*, dalam hal ini adalah *floating structure*, “ral” yang berarti *coral reef* yang merupakan fokus utama dalam penelitian ini, dan “3ON” yang diambil dari suku kata terakhir dari *solution*,

innovation, dan transplantation. Jadi, maksud dari FLORAL3ON ini adalah solusi permasalahan kerusakan terumbu karang dengan melakukan transplantasi terumbu karang dan membuat sebuah rumah apung yang diletakkan di wilayah permukaan proses transplantasi terumbu karang.

Secara jelasnya, inovasi ini merupakan kegiatan transplantasi terumbu karang dengan sistem berpindah. FLORAL3ON menyediakan suatu rumah apung yang berfungsi untuk menyimpan alat yang dibutuhkan untuk kebutuhan transplantasi terumbu karang dan pengawasan terhadap kondisi terumbu karang yang baru saja mengalami proses transplantasi sehingga ketika terjadi permasalahan bisa langsung diatasi. Selain itu, rumah apung juga berfungsi sebagai tempat penandaan wilayah mana saja yang sedang dilakukan transplantasi terumbu karang, sehingga memudahkan semua orang untuk tetap menjaga daerah yang sedang dilakukan transplantasi terumbu karang tersebut. Ketika pembudidayaan dan perawatan terumbu karang tersebut selesai, rumah apung akan berpindah ke daerah lain di pulau tersebut yang mengalami kerusakan ekosistem. Pemandahan rumah apung dilakukan dengan mendorong rumah apung tersebut menggunakan kapal.

Rumah apung yang akan dipergunakan untuk operasi transplantasi terumbu karang adalah sebuah bangunan apung berbentuk balok dengan ukuran luas 8 x 4 meter persegi dengan struktur atap berbentuk kuda-kuda yang mampu menutup seluruh luas bangunan rumah apung. Layout dalam rumah apung akan disediakan satu ruangan berukuran 2 x 8 meter yang terletak di bagian kiri rumah apung untuk meletakkan kebutuhan alat transplantasi dan ruang sisanya akan dibuat lubang berbentuk persegi panjang berukuran 4 x 2 meter persegi yang nantinya akan digunakan oleh relawan transplantasi terumbu karang turun ke area penanaman baik untuk mentransplantasi atau melakukan monitoring, dengan menyisakan sedikit area di pinggiran lubang untuk melakukan mobilisasi di dalam rumah apung. Pembangunan rumah apung ini dibagi ke dalam 2 bagian yaitu struktur bawah dan struktur atas. Struktur bawah mencakup bagian platform dan *sloof* sedangkan struktur atas mencakup kolom, dinding ring balok, kuda-kuda dan atap.

Pondasi merupakan sebuah struktur bangunan yang paling penting. Jadi, untuk material yang digunakan sebagai pondasi rumah apung haruslah kuat dan juga tahan terhadap air serta berbagai macam cuaca. salah satu material untuk

pondasi bangunan apung yang memenuhi kriteria tersebut adalah drum plastik. Drum plastik dipilih sebagai material pondasi karena barangnya mudah didapatkan, ekonomis karena drum plastik yang digunakan adalah drum plastik bekas dengan kondisi aman, ramah lingkungan karena drum plastik sendiri dapat didaur ulang dan yang paling penting adalah tahan air, cuaca maupun suhu (Ady & Wahyudi, 2021). Perakitan drum plastik untuk pondasi sebuah rumah apung cukup menggunakan balok-balok kayu yang disambung menggunakan baut agar semua drum plastik yang digunakan tetap bersatu dan rapat. 1 unit drum plastik memiliki ukuran diameter 59 cm dengan tinggi 90 cm dan berat 8.6 kg/buah, sehingga dalam satu rumah apung membutuhkan sekitar 18 buah drum plastik.

Struktur bawah selanjutnya adalah struktur *sloof* yang berfungsi untuk menyatukan dinding kolom dengan pondasi apung. Tentunya struktur *sloof* harus menggunakan material kayu yang kuat, yang memiliki tingkat keawetan yang tinggi serta tahan terhadap suhu panas dan air asin. Jenis kayu yang akan digunakan untuk struktur *sloof* disini adalah kayu ulin yang termasuk kayu kelas satu. Ukuran kayu ulin yang digunakan adalah sebesar 3 cm x 3 cm x 100 cm sehingga jumlah yang dibutuhkan adalah sebanyak 48 kayu ulin. Sistem penghubungan *sloof* dan platform dilakukan dengan cara kayu yang digunakan untuk merekatkan drum plastik direkatkan di sisi ketebalan kayu ulin menggunakan angkur dan baut sehingga tidak terjadi pergeseran jika terdapat beban di dalam rumah apung.

Struktur atas yang tersambung langsung dengan *sloof* adalah kolom. Kolom digunakan untuk menahan beban yang diberikan oleh ring balok, kuda-kuda, rangka atap, dan juga atap di sebuah bangunan rumah apung. Maka dari itu, struktur kolom tidak kalah penting dengan struktur bawah lainnya. Material yang digunakan untuk membentuk kolom ini sama seperti struktur *sloof* yakni kayu ulin dengan dimensi mengikuti luas dari bangunan rumah apung. Memakai jenis kayu kelas satu dimaksudkan agar jenis kayu tersebut tidak mudah lapuk, anti korosi dan tahan terhadap air garam. Struktur kolom akan disambungkan langsung dengan struktur *sloof* dengan menggunakan alat penyambung seperti baut, angkur, dan paku. Kayu untuk kolom sendiri akan diletakkan secara horizontal sepanjang 4 meter dengan menggunakan kayu dengan ukuran yang sama dengan struktur *sloof*. Jadi yang

dibutuhkan untuk struktur kolom ini adalah sebanyak 20 buah kayu ulin berukuran 100 cm.

Struktur atas kedua adalah ring balok yang berfungsi untuk menopang beban dari kuda-kuda dan rangka atap, kemudian bebannya diteruskan ke kolom. Desain struktur ini harus mampu menopang beban yang ditimbulkan seperti beban momen dan gaya lintang yang dihasilkan oleh beban yang ada di atasnya. Ring balok dibangun dengan ukuran sama dengan luas dan tinggi bangunan rumah apung yang dibangun serta material yang digunakan sama seperti struktur kolom yaitu kayu ulin. Ukuran balok kayu ulin sendiri disamakan dengan balok kayu ulin yang dipakai di struktur *sloof*. Struktur ring balok ini membutuhkan kayu ulin sebanyak 26 buah berukuran 100 cm untuk dipasang sebagai alas rumah apung.

Dinding rumah apung yang kami bangun menggunakan material kayu ulin dengan ukuran satuannya 50 cm x 10 cm x 10 cm. Kelebihan kayu ulin sebagai dinding yang digunakan antara lain anti rayap, anti air, dapat digunakan di luar maupun dalam ruangan, dan stabil.

Setelah dinding, terdapat struktur kuda-kuda yang tersusun dari rangka yang berfungsi sebagai penopang atap serta pemberi bentuk untuk atap. Untuk menghindari penggunaan kayu sebagai rangka kuda-kuda yang cepat rapuh karena cuaca dan rayap, FLORAL3ON kami menggunakan material baja ringan tipe Kanal C karena sifat materialnya kuat, tahan lama, ringan, mudah dipasang, serta anti karat, sehingga sangat cocok digunakan sebagai struktur kuda-kuda. Pembentukan struktur kuda-kuda pada rumah apung kami dibentuk segitiga seperti atap-atap rumah pada umumnya.

Struktur atas terakhir adalah atap. Tentunya atap berfungsi sebagai pelindung bagian ruang rumah apung agar tidak terkena hujan maupun panas. Selain itu atap juga menjadi jaminan keamanan serta menjadi nilai estetika suatu bangunan apabila di desain dengan baik. Material atap yang digunakan FLORAL3ON merupakan material seng yang dibentuk dengan kemiringan yang cukup curam sehingga memberikan kenyamanan di dalam bangunan (Jaya, Lusetyowati, & Hidayat, 2022).



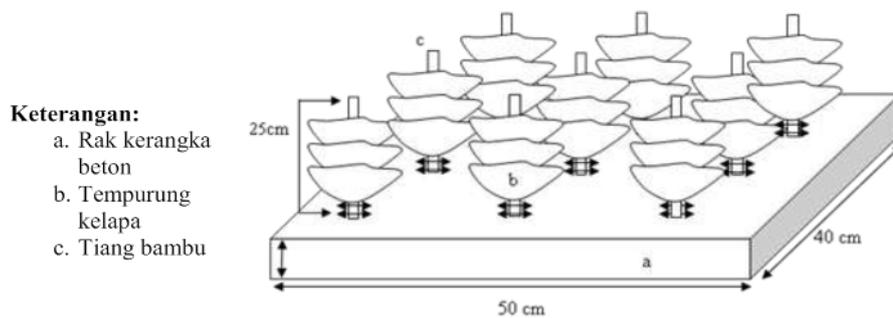
Gambar 2. Ilustrasi Model Rumah Apung

Dalam penambatan FLORAL3ON ini, kami menggunakan *mooring systems* dengan tipe *mooring systems* berupa *taut leg mooring*. Kabel berjumlah 4 yang terbuat dari kombinasi antara tali dan rantai ini menegang dari struktur ke *anchor* (*helical screw anchor*) sehingga tidak ada kabel yang terbentang di dasar perairan yang bisa merusak ekosistem. Sistem penambatan FLORAL3ON tidak tetap, sehingga ketika transplantasi terumbu karang berjalan selama 3 bulan, FLORAL3ON akan dipindahkan ke tempat transplantasi selanjutnya menggunakan tali yang akan ditarik oleh perahu.

Metode transplantasi terumbu karang yang digunakan pada FLORAL3ON adalah metode *bioreeftek*, *bioreeftek* adalah istilah yang berasal dari kata ‘Bio’ yang berarti hayat atau hidup, ‘Reef’ yang berarti batu atau gosong karang, tapi biasa dikenal dengan sebutan terumbu, dan ‘Tek’ yang merupakan singkatan dari teknologi. Metode *Bioreeftek* ini memanfaatkan tempurung kelapa sebagai media untuk penempelan bibit karang sampai menjadi individu baru (terumbu) (Tumion et al., 2017). Metode *bioreeftek* memanfaatkan sifat alami tempurung kelapa untuk menciptakan habitat yang lebih kompleks. Bentuk dan struktur tempurung kelapa membantu mengurangi energi gelombang dan mengatur arus air, sehingga dapat mendorong pertumbuhan dan stabilitas terumbu karang.

Alat dan bahan yang digunakan untuk rancangan media transplantasi ini adalah bor tangan, meteran dan terminal cok, parang dan gergaji kayu, sekop,

sendok semen, ember campuran, tempurung kelapa, bambu, dan bahan campuran lainnya seperti pasir, batu kerikil, balok kayu, triplek, semen, paku, kawat, dan besi. Rancangan media bioreeftef mengikuti rancangan media yang dibuat oleh Koroy dan teman-teman dalam penelitiannya. Rancangan media yang dibuat merupakan modifikasi dengan menggunakan tiang bambu sebagai pengganti tiang paralon dan tempurung kelapa yang diletakkan pada posisi terbuka tanpa diberi campuran semen (Koroy et al., 2021).



Gambar 3. Rancangan Media Transplantasi Terumbu Karang Bioreeftef

Persiapan untuk transplantasi harus dilakukan secara berhati-hati. Persiapan dilakukan dengan memilih induk koloni karang yang sehat dan sesuai untuk dijadikan sumber bibit. Potong cabang bagian ujung dari jarak induk koloni karang dari yang telah dipilih. Gunting yang digunakan harus bersih dan tajam agar tidak merusak jaringan karang. Potongan cabang diambil dengan kisaran panjang 9-12 cm. Proses pemotongan dilakukan dengan hati-hati untuk mengurangi stres pada karang dan meningkatkan peluang keberhasilan transplantasi. Bibit yang telah dipotong harus segera ditampung dalam ember dengan lubang di bagian bawahnya. Ember dengan lubang memungkinkan untuk air laut mengalir sehingga bibit karang tetap lembab dan tidak kering. Bibit dibiarkan dalam ember selama kurang lebih 20-30 menit untuk memberikan waktu kepada bibit beradaptasi sebelum diikat pada substrat. Kemudian bibit diikat dalam substrat yang sudah ada di atas perairan. Pengikatan dilakukan dengan erat menggunakan tali agar tidak mudah lepas dan diupayakan bagian bawah bibit dalam posisi tegak (Herison et al., 2017).

Pada dasarnya, terumbu karang memiliki waktu tumbuh yang lama. Tergantung pada ukurannya, terumbu karang dapat memerlukan 100.000 hingga 30.000.000 tahun untuk terbentuk sepenuhnya (National Oceanic and Atmospheric Administration, n.d.). Maka dari itu, dibutuhkan monitoring secara berkala.

Monitoring merupakan suatu kegiatan pemantauan yang dilakukan secara berkala untuk mengetahui perubahan yang terjadi. *Monitoring* berfungsi untuk memastikan keberhasilan dan kesehatan transplantasi karang serta mendeteksi masalah yang mungkin akan timbul. *Monitoring* dilakukan setiap tiga bulan sekali dengan melihat kesehatan karang, pertumbuhan karang, dan kondisi lingkungan tempat transplantasi karang. *Monitoring* dilakukan oleh *crew* berjumlah satu orang dengan menggunakan peralatan *Self-Contained Underwater Breathing Apparatus* (SCUBA) atau Perangkat Bernapas Bawah Air. Peralatan SCUBA yang digunakan saat *monitoring* adalah wetsuit, diving mask, diving regulator, BCD (Bouyancy Compensation Device), Scuba Tank, Weight belt, kaki katak, dan dive computer. Metode yang digunakan adalah dengan pengukuran langsung menggunakan alat ukur untuk melihat banyak pertumbuhan karang dan kondisi substrat (Isdianto et al., 2022).

Keseimbangan ekosistem terumbu karang sangat berguna bagi ekosistem dan lingkungan laut, yaitu sebagai pemecah ombak, pelindung pantai dari sapuan badai, dan gudang makanan yang produktif bagi ekosistem laut. Selain bermanfaat bagi ekosistem dan lingkungan laut, terumbu karang sangat bermanfaat bagi masyarakat sekitar pesisir yang menggantungkan hasil tangkapan ikan untuk memenuhi kebutuhan hidup mereka dan terumbu karang pun berpotensi juga untuk meningkatkan perekonomian masyarakat sekitar pesisir dengan pengembangan wisata bahari. Oleh karena itu, kami menciptakan sebuah inovasi yang kita namai dengan FLORAL3ON. Kami membuat sebuah rumah apung yang berfungsi untuk menyimpan alat yang dibutuhkan untuk kebutuhan transplantasi terumbu karang dan pengawasan terhadap kondisi terumbu karang yang baru saja mengalami proses transplantasi sehingga ketika terjadi permasalahan bisa langsung diatasi. Selain itu, rumah apung juga berfungsi sebagai tempat penandaan wilayah mana saja yang sedang dilakukan transplantasi terumbu karang, sehingga memudahkan semua orang untuk tetap menjaga daerah yang sedang dilakukan transplantasi terumbu karang tersebut. Dengan beberapa fungsi yang sangat berguna tersebut, kami berharap bahwa permasalahan kerusakan terumbu karang yang berdampak bagi lingkungan laut maupun perekonomian masyarakat tersebut dapat teratasi dan tujuan SDGs 2030 untuk meningkatkan kesejahteraan masyarakat, dalam hal ini

tujuan SDGs 2030 dalam hal menjaga ekosistem laut dan pertumbuhan ekonomi dapat tercapai. Sebagai negara yang dikenal akan sumber daya alam, terutama kekayaan alam yang bersumber dari laut adalah sebuah berkah untuk kita dan kita harus menjaganya dan memanfaatkannya dengan baik. Kalau bukan kita, siapa lagi yang akan mengembangkan dan melindungi potensi maritim yang ada di Indonesia ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, H. P., & Wahyudi, I. (2021). *Desain Platform untuk Konstruksi Bangunan Apung*. Tim UNISSULA PRESS.
- AM Baja Group. (2024). *Spesifikasi Kanal C*. <https://am-baja.com/spesifikasi-kanal-c/>
- Edinger, E. N., Jompa, J., Limmon, G. V., Widjatmoko, W., & Risk, M. J. (1998). Reef degradation and coral biodiversity in indonesia: Effects of land-based pollution, destructive fishing practices and changes over time. *Marine Pollution Bulletin*, 36(8), 617-630. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(98\)00047-2](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(98)00047-2)
- Ginting, J. (2023). ANALISIS KERUSAKAN TERUMBU KARANG DAN UPAYA PENGELOLAAN. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan*, 1(1), 53-59. <http://dx.doi.org/10.15578/jkpt.v1i0.12066>
- Herison, Ahmad, & Romdania, Y. (2017). Bantuan Penyuluhan dan Kegiatan Transplantasi Terumbu Karang di Pantai Ketapang Kabupaten Pesawaran. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat Sakai Sambayan*, 1(1), 23-28.
- Indarjo, A., Widyatmoko, W., & Munasik, M. (2012). Kondisi Terumbu Karang di Perairan Pulau Panjang Jeoara. *Indonesian Journal of Marine Sciences*, 9(4), 217-224. <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.9.4.217-224>
- Isdianto, A., Haykal, M. F., Putri, B. M., Adibah, F., Marhaendra, Q. N. I., Fadhilah, R. K., Prasetyo, K. A. A., Hairuddin, Q. b. A., Andrimida, A., & Hardiyan, F. Z. (2022). MONITORING TERUMBU KARANG DI SEKITAR STASIUN RUMAH APUNG CMC PERAIRAN SEMPU BULAN AGUSTUS 2021. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan dalam Rangka Memperingati Hari Ikan Nasional*, 9(1), 47-58.
- Jaya, A. P., Lussetyowati, T., & Hidayat, H. (2022). KEARIFAN LOKAL DALAM ARSITEKTUR RUMAH SAKIT PALEMBANG. *Jurnal Arsitektur ZONASI*, 5(2), 267-273. <https://doi.org/10.17509/jaz.v5i2.34897>
- Koroy, K., Wahab, I., Alwi, D., Nur, R. M., Nurafni, & Asy'ari. (2021, April). Transplantasi Terumbu Karang Menggunakan Media Bioreeftek Di Perairan Pulau Dodola Kabupaten Pulau Morotai. *Journal of Khairun Cummunity Services*, 1(1), 54-60.

- Listiyono, Y., Prakoso, L. Y., & Sianturi, D. (2021). MEMBANGUN KEKUATAN LAUT INDONESIA DIPANDANG DARI PENGAWAL LAUT DAN DETERRENCE EFFECT INDONESIA. *Jurnal Strategi Pertahanan Laut*, 5(1), 73-84. <https://doi.org/10.33172/spl.v5i1.651>
- National Oceanic and Atmospheric Administration. (n.d.). *How Do Coral Reefs Form: Corals Tutorial*. National Ocean Service. Retrieved June 4, 2024, from https://oceanservice.noaa.gov/education/tutorial_corals/coral04_reefs.html
- Nursita, L. (2020). Menggagas Pembangunan Blue Economy Terumbu Karang; Sebuah Pendekatan Sosial Ekonomi. *EcceS: Economics Social and Development Studies*, 7(1), 62-86. <https://doi.org/10.24252/ecc.v7i1.13730>
- Priansyah, R. A. (2023). Perancangan Hotel Resort Terapung di Pulau Banyak Kabupaten Aceh Singkil. *Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry Banda Aceh*.
- Suryono, Munasik, Ario, R., & Handoyo, G. (2017). Inventaris Bio-Ekologi Terumbu Karang Di Pulau Panjang, Kabupaten Jepara, Jawa Tengah. *Jurnal Kelautan Tropis*, 20(1), 60-64. <https://doi.org/10.14710/jkt.v20i1.1363>
- Tumion, F. F., Sadri, S., & Sasongko, L. W. (2017). BIOREEFTEK UNTUK KONVERSI TERUMBU KARANG DI KECAMATAN SUNGAI RAYA KEPULAUAN KABUPATEN BENGKAYANG. *AGROMIX*, 8(1), 18-24. <https://doi.org/10.35891/agx.v8i1.561>

LAMPIRAN 1. LEMBAR ORISINALITAS

LOMBA ESAI NASIONAL 10th KIME ON IDEAS COMPETITION

1. Judul: FLORAL3ON : Inovasi Rumah Apung Berkelanjutan sebagai Upaya Restorasi Kerusakan Terumbu Karang di Pulau Panjang Jepara
2. Perguruan Tinggi: Institut Teknologi Sepuluh Nopember
3. Identitas Penulis
 - a. Nama Lengkap Ketua: Bilqis Septiara Amanda
 - b. Jenis Kelamin: Perempuan
 - c. Tempat, Tanggal Lahir: Tulungagung, 6 September 2004
 - d. Prodi/Angkatan: Teknik Kelautan/2023
 - e. NIM: 5020231048
 - f. Alamat: Jl. Marina Emas Barat IV No.43, Keputih, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur
 - g. E-mail: bilqisseptiaraamanda09@gmail.com
 - h. Anggota
 - Nama Lengkap Anggota 1: Hamidah Safira Putri Sandy
 - Nama Lengkap Anggota 2: Rania Shofa Adiba

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan adalah benar/ Dengan ini, saya menyatakan ikut serta dalam Lomba Esai Nasional 10th KIME on Ideas Competition (10th KOIN) dan menyetujui semua syarat dan ketentuan lomba yang ditetapkan oleh panitia.

Ketua Tim

Bilqis Septiara Amanda

LAMPIRAN 2. BIODATA

BIODATA KETUA TIM

Nama Lengkap/NIM:	Bilqis Septiara Amanda/5020231048	
Prodi/Angkatan:	Teknik Kelautan/2023	
Tempat, Tanggal Lahir:	Tulungagung, 06 September 2004	
Alamat:	Jl. Marina Emas Barat IV No.43, Keputih, Kec. Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur	
Email:	bilqisseptiaraamanda09@gmail.com	
No. WA/HP:	081216132268	
Karya Tulis yang Pernah Dibuat:	<ol style="list-style-type: none">1. Inovasi Oven Pengering Ikan Asin Bulu Ayam dengan Polymer Solar Cell sebagai Solusi Kurangnya Lahan Pengeringan Ikan di Kenjeran Surabaya2. Studi Potensi Penambahan Lapisan Ruang Hampa pada Cold Water Pipe OTEC guna Mengurangi Penyebaran Kalor serta Optimalisasi Efisiensi Kerja	
Penghargaan di Bidang Ilmiah:	Finalist I-COMP	

BIODATA ANGGOTA KELOMPOK

Nama Hamidah Safira Putri
Lengkap/NIM: Sandy/5020231039
Prodi/Angkatan: Teknik Kelautan/2023
Tempat, Tanggal Lahir: Sidoarjo, 22 Mei 2004



Alamat: Griya Mapan Sentosa 7A DB 11 Waru Sidoarjo

Email: hamidahsafira.db11@gmail.com

No. WA/HP: 081331303501

Karya Tulis yang Pernah Dibuat:

1. Inovasi Oven Pengering Ikan Asin Bulu Ayam dengan Polymer Solar Cell sebagai Solusi Kurangnya Lahan Pengeringan Ikan di Kenjeran Surabaya
2. Sea Guard Robot: Sistem Pengamanan Perairan Natuna Berwujud Robot Berbasis Teknologi Sinar X dan IoT untuk Meningkatkan Integritas Indonesia di Bidang Pertahanan

Penghargaan di Bidang Ilmiah: Juara 2 I-COMP

BIODATA ANGGOTA KELOMPOK

Nama
Lengkap/NIM: Rania Shofa Adiba/5020231090

Prodi/Angkatan: Teknik Kelautan/2023

Tempat, Tanggal
Lahir: Surabaya, 09 Desember 2004

Alamat: RMS V/1, Kel. Kalirungkut, Kec. Rungkut, Surabaya

Email: raniashofaar@gmail.com

No. WA/HP: 081331925364

Karya Tulis yang
Pernah Dibuat:

1. Sistem Sanitasi Pelabuhan Perikanan dengan Mengoptimalkan Limbah Ikan Menjadi Biogas dan Air Bersih Guna Mendukung Indonesia Emas
2. Inovasi Mesin Combine Harvester Berbasis Autonomous dengan Memanfaatkan Biomassa (Limbah Pertanian) sebagai Bahan Bakar Utama untuk Lahan Pertanian Padi
3. Sea Guard Robot: Sistem Pengamanan Perairan Natuna Berwujud Robot Berbasis Teknologi Sinar X dan IoT untuk Meningkatkan Integritas Indonesia di Bidang Pertahanan

Penghargaan di
Bidang Ilmiah:

1. Juara 2 I-COMP
2. Semifinalis INJECTION



LAMPIRAN 3. RANCANGAN ANGGARAN BIAYA

Pengeluaran

No	Jenis Pengeluaran	Jumlah	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Harga Total (Rp)
1.	Drum	18	pcs	Rp 150.000	Rp 2.700.000
2.	Kayu ulin 100 cm	42	pcs	Rp 50.000	Rp 2.100.000
3.	Kayu ulin 60 cm	20	pcs	Rp 42.000	Rp 840.000
4.	Kayu ulin 50 x 10 cm	1.200	pcs	Rp 40.000	Rp 27.000.000
5.	Seng	32	pcs	Rp 180.650	Rp 1.445.200
6.	Kayu Ulin 100 cm	26	pcs	Rp 50.000	Rp 1.300.000
7.	Kayu Ulin 100 cm	20	pcs	Rp. 50.000	Rp 1.000.000
8.	Bambu 100 cm	1	pcs	Rp 10.000	Rp 10.000
9.	Rangka baja ringan	1	pcs	Rp 200.000	Rp 200.000
10.	Pintu kayu	1	pcs	Rp 200.000	Rp 200.000
11.	Pasir Bangunan	1	karung	Rp 25.000	Rp 25.000
12.	Batu Kerikil	1	kg	Rp 12.000	Rp 12.000
13.	Triplek Kayu 50x40 cm	1	pcs	Rp 14.000	Rp 14.000
14.	Semen 40 kg	1	sak	Rp 40.000	Rp 40.000
Total					Rp 36.886.200

10th KIME on Ideas Competition
ULTRA HIGH FREQUENCY RFID UNTUK EFISIENSI PRODUKSI DAN
DISTRIBUSI BARANG INDUSTRI SEBAGAI AKTUALISASI INOVASI
BIDANG EKONOMI GUNA MENCAPAI SDGs 2030



Oleh :

Fikry Maulana	Teknik Elektro/2021
Habib Nur Sholeh	Teknik Elektro/2021
Royanda Pangeran H. D.	Teknik Elektro/2021

UNIVERSITAS DIPONEGORO
KOTA SEMARANG

2024

BAB I PENDAHULUAN

a. Latar Belakang

Sustainable Development Goals (SDGs) merupakan visi jangka panjang yang ambisius untuk menggambarkan kemajuan dan transformasi Indonesia dalam berbagai aspek pada tahun 2030. Sebagai target ide kami yaitu mencapai salah satu poin dari *Sustainable Development Goals (SDGs)* yaitu *Industry, Innovations, and Infrastructure* guna merealisasikan pembangunan infrastruktur yang tangguh, mendukung industrialisasi yang inklusif dan berkelanjutan, serta memfasilitasi perkembangan inovasi. Tujuan dari adanya sebuah inovasi adalah meningkatkan perputaran roda ekonomi guna mengentaskan permasalahan yang bermuara pada suatu aspek, salah satunya pada sektor industri yaitu produksi dan distribusi.

Dari permasalahan diatas penulis mencoba memberi bentuk inovasi untuk mempercepat mobilisasi produksi dan distribusi pada pabrik industri dengan merancang sebuah produk berupa “*Ultra High Frequency RFID Scan Untuk Efisiensi Produksi dan Distribusi di Pabrik Industri*”. RFID adalah singkatan dari *Radio Frequency Identification*.

RFID merupakan suatu teknologi yang digunakan untuk melakukan identifikasi dan pengambilan data dengan menggunakan *barcode* atau *magnetic card*. Metode identifikasinya menggunakan sarana yang disebut label RFID yang berfungsi untuk menyimpan dan mengambil data jarak jauh. Proses identifikasi pada RFID dapat terjadi dengan menggunakan gelombang elektromagnetik. Oleh sebab itu proses identifikasi RFID membutuhkan dua perangkat yaitu *tag* dan *reader* agar dapat berfungsi dengan baik (Erwin, 2004).

b. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, diperoleh rumusan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana rancangan dari produk *Ultra High Frequency RFID (Radio Frequency Identification)* tersebut?

2. Bagaimana sistem kerja dari *Ultra High Frequency RFID (Radio Frequency Identification)* untuk Meningkatkan Efisiensi Mobilisasi pada Kegiatan Produksi dan Distribusi sebagai langkah untuk mewujudkan industrialisasi yang inklusif dan berkelanjutan?
3. Apa dampak ekonomi yang diberikan dari produk *Ultra High Frequency RFID (Radio Frequency Identification)* untuk sebuah pabrik industri?

c. Pendapat Penulis

Pada sebuah pabrik produksi, *warehouse* memiliki peran penting dalam mendukung proses produksi dan distribusi barang, serta mengelola stok dan inventaris barang. *Warehouse* adalah tempat penyimpanan sementara dan pengambilan sediaan bahan baku, barang setengah jadi, atau barang jadi yang dibutuhkan dan dihasilkan oleh pabrik. Saat ini, proses pendataan kereta barang di sebagian besar pabrik industri yang keluar dari *warehouse* masih dilakukan secara manual dengan tim persiapan menginput ID kereta barang yang akan keluar melalui komputer. Proses ini dapat memakan waktu sedikit lebih lama, tenaga, dan berpotensi besar terjadinya kesalahan penginputan.

Untuk meminimalisir terjadinya kesalahan dalam penginputan, teknologi RFID (*Radio Frequency Identification*) dapat digunakan untuk proses pendataan kereta barang keluar dengan cara memindai RFID *Tag* yang telah dipasang di masing-masing kereta. Dengan menggunakan konsep SLFF (*Single Lane Free Flow*), kecepatan dalam pemindaian data sangat berpengaruh besar dalam proses scan in dan scan out sehingga mengurangi waktu tunggu yang ada dan membantu mempercepat proses pendataan kereta barang. Sistem RFID Scan ini dirancang menggunakan Mikrokontroler NodeMCU dengan input sensor RFID RC522 Reader untuk memindai data ID pada RFID *Tag*. Data kereta barang yang telah melewati proses scan in dan scan out akan muncul secara otomatis pada website monitoring serta dikumpulkan melalui database. Dengan adanya sistem RFID Scan ini, tim persiapan atau pihak terkait dapat mendata kereta barang yang telah keluar lebih efektif dan membantu meningkatkan efisiensi waktu.

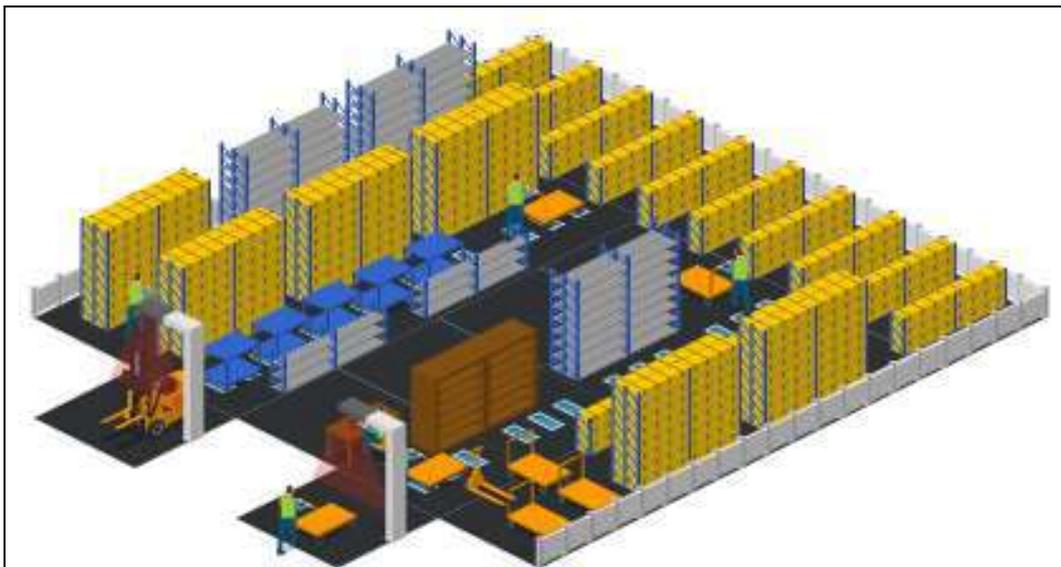
BAB II

ISI

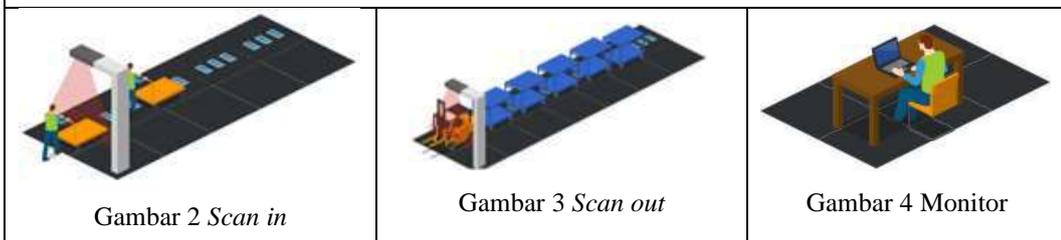
a. Gambaran Kerja Sistem *Warehouse*

Saat ini, dengan biaya produksi yang rendah, teknologi RFID semakin banyak diterapkan oleh berbagai macam industri. Mulai sebagai alat pelacak kendaraan, tracking sistem logistik, kesehatan, hingga pengelolaan gudang yang disematkan pada *Warehouse Management System*. Penyematan fitur RFID pada *Warehouse* dapat membantu mempersingkat proses manajemen gudang, terutama untuk membantu identifikasi barang masuk dan keluar serta proses sortir barang.

Cara kerja RFID adalah berdasarkan pada cara kerja dua komponen yang menyusun RFID, yaitu *tag* dan *reader*. Komponen-komponen ini dikombinasikan sehingga dapat melakukan pengidentifikasian data dari *tag* ke *reader*.



Gambar 1 *Warehouse*



Gambar 2 *Scan in*

Gambar 3 *Scan out*

Gambar 4 *Monitor*

Berdasarkan Gambar 1 terlihat ilustrasi mengenai *warehouse* yang berfungsi sebagai penyimpanan, *warehouse* ini juga memainkan peran penting

dalam mendukung proses produksi. Dengan manajemen inventaris yang efektif, warehouse membantu mengurangi waktu tunggu dan memastikan bahwa bahan baku dan produk setengah jadi selalu tersedia tepat waktu untuk proses produksi,

Pada Gambar 2 dan 3 terlihat kondisi saat proses *scan* kereta barang di *warehouse*, RFID *tag* akan dipasang pada masing-masing troli yang berisikan informasi mengenai ID *Transporter* dari masing-masing troli yang nantinya akan dipindai menggunakan UHF RFID *reader*. Tim persiapan akan menggunakan sistem informasi RFID untuk mengidentifikasi dan memilih *item* yang diperlukan sesuai dengan perencanaan produksi. Setelah itu, *item* akan diletakkan pada masing-masing troli pada kereta barang yang telah dilengkapi RFID *tag* yang nantinya akan terbaca oleh UHF RFID *reader* ketika melewati Gate RFID *scan* yang diletakkan di bagian luar gerbang *warehouse* menuju area produksi. Informasi yang didapatkan dari *tag* RFID, seperti waktu, lokasi, dan deskripsi troli, kemudian dikirimkan ke *Warehouse Management System* melalui jaringan komunikasi.

Terakhir pada Gambar 4 tim monitor sistem melakukan verifikasi terhadap data yang diterima untuk memastikan kesesuaian dengan informasi dalam *database*, dan melaporkan transaksi *scan in* dan *scan out* secara otomatis. Dengan demikian, sistem RFID *scan in* dan *scan out* pada kereta barang di *warehouse* memungkinkan pengelolaan logistik yang lebih efisien dan terotomatisasi, meningkatkan akurasi inventaris dan memfasilitasi pelaporan yang lebih cepat dan tepat waktu.

b. Dampak Ekonomi untuk Pabrik Industri

Teknologi UHF RFID dapat meningkatkan efisiensi operasional dengan mengurangi waktu dan biaya. UHF RFID *scan* memungkinkan identifikasi dan pelacakan barang secara cepat dan akurat tanpa memerlukan kontak fisik atau pandangan langsung, yang mengurangi waktu untuk proses penerimaan, penyimpanan, dan pengambilan barang. Dengan cara kerja sistem RFID ini yang bersifat otomatis dan dapat diaplikasikan di berbagai bidang operasi, hal ini tidak hanya mengurangi biaya tenaga kerja tetapi juga meningkatkan efisiensi keseluruhan operasional *warehouse* maupun bidang operasi lainnya. Sehingga, pabrik industri dapat menekan biaya pengeluaran (*expenditure*) yang ada dan juga

dapat meningkatkan target pencapaian produksi agar dapat meningkatkan biaya penghasilan (*income*) yang dihasilkan sebuah pabrik industri. Selain itu, dengan data inventaris yang diperbarui secara real-time, pabrik dapat mengelola stok dengan lebih efektif, mengurangi risiko kehabisan atau kelebihan stok, sehingga mengurangi biaya penyimpanan dan meningkatkan kemampuan respons terhadap permintaan pasar.

Selain itu, penggunaan UHF RFID scan dapat mengurangi kesalahan dan kehilangan barang, yang berkontribusi pada perencanaan biaya pabrik. Teknologi ini mengurangi ketergantungan pada input manual, yang berarti risiko kesalahan manusia dalam pencatatan dan pengelolaan stok dapat diminimalkan. Dengan akurasi data yang lebih tinggi, perusahaan dapat menghindari biaya yang terkait dengan kesalahan inventaris. Selain itu, sistem RFID memungkinkan pelacakan barang secara menyeluruh dari penerimaan hingga pengiriman, membantu dalam mendeteksi dan mencegah kehilangan atau pencurian barang. Dengan demikian, biaya yang biasanya dikeluarkan untuk mengganti barang hilang atau dicuri dapat dikurangi secara signifikan, meningkatkan profitabilitas pabrik. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas tentang manfaat ekonomis dari penggunaan UHF RFID, berikut ini adalah tabel perbandingan dan perhitungan ekonomi sebelum dan sesudah mengimplementasikan teknologi ini di sebuah pabrik industri.

Tabel 1 Perbandingan sebelum dan sesudah menggunakan UHF RFID

Variabel Ekonomi	Sebelum Menggunakan UHF RFID	Setelah Menggunakan UHF RFID
Biaya Produksi	Rp 1.000.000.000	Rp 950.000.000
Biaya Distribusi	Rp 500.000.000	Rp 450.000.000
Waktu Produksi (hari)	30	25
Waktu Distribusi (hari)	10	7
Efisiensi Keseluruhan (%)	70%	85%
Jumlah Barang Rusak (%)	5%	2%

Keuntungan (Rp)	Rp 1.500.000.000	Rp 1.800.000.000
------------------------	------------------	------------------

Perhitungan Sebelum Menggunakan UHF RFID

Tabel 2 Data variabel perhitungan sebelum menggunakan UHF RFID

Bahan Baku: Rp 600.000.000	Jumlah Produk yang Dihasilkan: 8.000 unit
Tenaga Kerja: Rp 300.000.000	Total Waktu Distribusi: 80.000 jam
Overhead: Rp 100.000.000	Jumlah Produk yang Didistribusikan: 8.000 unit
Transportasi: Rp 300.000.000	Total Output: 5.600 unit
Penyimpanan: Rp 100.000.000	Total Input: 8.000 unit
Pengemasan: Rp 100.000.000	Jumlah Barang Rusak: 400 unit
Total Jam Kerja: 240.000 jam	Jumlah Barang Total: 8.000 unit

1. Biaya Produksi (BP)

$$BP = \text{BahanBaku} + \text{TenagaKerja} + \text{Overhead}$$

$$= 590.000.000 + 290.000.000 + 70.000.000 = \text{Rp}950.000.000$$

2. Biaya Distribusi (BD)

$$BD = \text{Transportasi} + \text{Penyimpanan} + \text{PengemasanBD}$$

$$= 300.000.000 + 100.000.000 + 100.000.000 = \text{Rp}500.000.000$$

3. Waktu Produksi (WP)

$$WP = \frac{\text{TotalJamKerja}}{\text{JumlahProdukyangDihasilkan}} = \frac{240.000}{8.000} = 30 \text{ hari}$$

4. Waktu Distribusi (WD)

$$WD = \frac{\text{TotalWaktuDistribusi}}{\text{JumlahProdukYangDidistribusikan}} = \frac{80.000}{8.000} = 10 \text{ hari}$$

5. Efisiensi Keseluruhan (EK)

$$EK = \frac{\text{TotalOutput}}{\text{TotalInput}} \times 100\% = \frac{5.600}{8.000} \times 100\% = 70\%$$

6. Jumlah Barang Rusak (JBR)

$$JBR = \frac{\text{JumlahBarangRusak}}{\text{JumlahBarangTotal}} \times 100\% = \frac{400}{8.000} \times 100\% = 5\%$$

7. Keuntungan (K)

$$K = \text{Pendapatan} - (\text{BP} + \text{BD})$$

$$= 3.000.000.000 - (1.000.000.000 + 500.000.000) = \text{Rp}1.500.000.000$$

Perhitungan Sesudah Menggunakan UHF RFID

Tabel 3 Data variabel perhitungan sebelum menggunakan UHF RFID

Bahan Baku: Rp 590.000.000	Jumlah Produk yang Dihasilkan: 8.000 unit
Tenaga Kerja: Rp 290.000.000	Total Waktu Distribusi: 56.000 jam
Overhead: Rp 70.000.000	Jumlah Produk yang Didistribusikan: 8.000 unit
Transportasi: Rp 280.000.000	Total Output: 6.800 unit
Penyimpanan: Rp 90.000.000	Total Input: 8.000 unit
Pengemasan: Rp 80.000.000	Jumlah Barang Rusak: 160 unit
Total Jam Kerja: 200.000 jam	Jumlah Barang Total: 8.000 unit

1. Biaya Produksi (BP)

$$BP = \text{BahanBaku} + \text{TenagaKerja} + \text{Overhead}$$

$$= 600.000.000 + 300.000.000 + 100.000.000 = \text{Rp}1.000.000.000$$

2. Biaya Distribusi (BD)

$$BD = \text{Transportasi} + \text{Penyimpanan} + \text{PengemasanBD}$$

$$= 280.000.000 + 90.000.000 + 80.000.000 = \text{Rp}450.000.000$$

3. Waktu Produksi (WP)

$$WP = \frac{\text{TotalJamKerja}}{\text{JumlahProdukYangDihasilkan}} = \frac{200.000}{8.000} = 25 \text{ hari}$$

4. Waktu Distribusi (WD)

$$WD = \frac{\text{TotalWaktuDistribusi}}{\text{JumlahProdukYangDidistribusikan}} = \frac{56.000}{8.000} = 7 \text{ hari}$$

5. Efisiensi Keseluruhan (EK)

$$EK = \frac{\text{TotalOutput}}{\text{TotalInput}} \times 100\% = \frac{6.800}{8.000} \times 100\% = 85\%$$

6. Jumlah Barang Rusak (JBR)

$$JBR = \frac{\text{JumlahBarangRusak}}{\text{JumlahBarangTotal}} \times 100\% = \frac{160}{8.000} \times 100\% = 2\%$$

7. Keuntungan (K)

$$\begin{aligned} K &= \text{Pendapatan} - (\text{BP} + \text{BD}) \\ &= 3.000.000.000 - (950.000.000 + 450.000.000) = \text{Rp}1.600.000.000 \end{aligned}$$

c. Persiapan Komponen Sistem UHF RFID Scan

Untuk mempersiapkan proses pengujian, maka dibutuhkan prototipe komponen sederhana yang sesuai dengan desain perangkat keras dan perangkat lunak yang sudah dirancang. Untuk itu, dibuatkan prototipe sistem RFID Scan dengan mikrokontroler NodeMCU, RFID RC522 sebagai modul sensor untuk pembacaan RFID Tag, serta modul LED Traffic light dan Buzzer sebagai output dari sistem RFID Scan.



Gambar 5 Prototipe sistem RFID Scan

Selain itu, sistem RFID Scan juga memerlukan sebuah *database* yang memuat data-data barang pada saat melewati proses *scan in* dan *scan out*. *Database* ini digunakan untuk menyimpan data hasil pembacaan RFID *Tag* dan menampilkannya pada *website*. Dalam sistem RFID Scan ini, data disimpan dalam baris dan kolom dalam bentuk tabel dengan variabel seperti *id*, *MC_Type*, *Storage_Location*, *WCT_To*, *Pos*, *Input_Date*, *Scan_Out_Date*, dan *Scan_Out_By*.

#	Name	Type	Collation	Attributes	Null	Default	Comments	Extra	Action
1	id	varchar(100)	utf8mb4_general_ci		No	None			Change Drop More
2	MC_Type	varchar(100)	utf8mb4_general_ci		No	None			Change Drop More
3	Storage_Location	varchar(100)	utf8mb4_general_ci		No	None			Change Drop More
4	WCT_To	varchar(100)	utf8mb4_general_ci		No	None			Change Drop More
5	Pos	varchar(100)	utf8mb4_general_ci		No	None			Change Drop More
6	Input_Date	timestamp			No	CURRENT_TIMESTAMP	DEFAULT_GENERATED		Change Drop More
7	Scan_Out_Date	datetime		ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP	Yes	NULL	ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP		Change Drop More
8	Scan_Out_By	varchar(100)	utf8mb4_general_ci		No	None			Change Drop More

Gambar 6 Struktur tabel database sistem RFID Scan

BAB III

PENUTUP

a. Kesimpulan

Penerapan *Ultra High Frequency* (UHF) RFID dalam efisiensi produksi dan distribusi pada pabrik industri menunjukkan potensi besar dalam meningkatkan efisiensi operasional. Teknologi ini memungkinkan pelacakan barang yang lebih akurat dan cepat, mengurangi kesalahan manusia, dan mempercepat proses pengambilan keputusan. Dengan kemampuan untuk memindai banyak tag RFID sekaligus dari jarak jauh, UHF RFID menawarkan solusi yang sangat efisien untuk mengelola inventaris dan logistik di pabrik industri.

Selain efisiensi operasional, UHF RFID juga berkontribusi signifikan terhadap pengurangan biaya produksi dan distribusi. Dengan data yang lebih akurat dan real-time, perusahaan dapat mengoptimalkan rantai pasokan mereka, mengurangi jumlah stok yang harus disimpan, dan memperbaiki manajemen persediaan. Pengurangan biaya ini, pada gilirannya, dapat meningkatkan margin keuntungan perusahaan dan memberikan nilai lebih kepada pelanggan.

Implementasi UHF RFID juga memiliki dampak positif terhadap aspek keberlanjutan, yang merupakan salah satu fokus utama dalam Sustainable Development Goals (SDGs) 2030. Dengan mengoptimalkan proses produksi dan distribusi, penggunaan sumber daya dapat lebih efisien, yang berdampak pada pengurangan jejak karbon dan limbah industri. Teknologi ini juga memungkinkan perusahaan untuk lebih transparan dalam praktik bisnis mereka, memberikan informasi yang akurat kepada konsumen tentang asal usul dan perjalanan produk.

Secara keseluruhan, penerapan UHF RFID dalam industri manufaktur dan distribusi adalah langkah inovatif yang tidak hanya meningkatkan efisiensi dan mengurangi biaya, tetapi juga mendukung pencapaian SDGs 2030. Dengan adopsi teknologi ini, perusahaan dapat berkontribusi pada pembangunan ekonomi yang berkelanjutan, mengurangi dampak lingkungan, dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Integrasi UHF RFID adalah representasi nyata dari bagaimana inovasi teknologi dapat berperan dalam aktualisasi tujuan ekonomi global yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- K. Sebastian, S. Suakanto, and M. Hutagalung. (2017). "Penerapan RFID untuk Pencatatan *Inventory* Barang di dalam Gudang," *J. Telematika.*, vol. 12, no. 2, pp. 161–168.
- O. Pribadi and J. Juliyanti. (2019). "Perancangan Simulasi Sistem Otentikasi Pengguna Menggunakan Perangkat *Radio Frequency Identification* (RFID) Dengan Konsep *Internet Of Things* (IOT)," *J. TIMES*, vol. VIII, no. 2, pp. 9–23.
- E. P. Raharjo, I. K. S. P. Adidana, K. Haryoto, and J. B. Rore. (2023). "*Analysis of Toll Payment Based on Single Lane Free Flow at the Ngurah Rai Toll Gate in Realizing Transport Sustainability*," *J. Teknol. Transp. dan Logistik*, vol. 4, no. 2, pp. 213–218.
- M. Sucianto, C. I. Gosal, and E. A. Lisangan. (2022). "Perancangan Prototipe Sistem Kelola Gudang Menggunakan RFID Berbasis Android," *KONSTELASI Konvergensi Teknol. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2.
- P. Lueanpech, J. Pleongsrithong, P. Punyim, E. Leangvilai, and T. Ruttanapunyagorn. (2019). "*Evaluation of Single Lane Free Flow (SLFF) for Electronic Toll Collection System*," no. May 2019.
- A. Budiharjo and S. R. Margarani. (2019). "Kajian Penerapan *Multi Lane Fee Flow* (MLFF) Di Jalan Tol Indonesia," *J. Keselam. Transp. Jalan (Indonesian J. Road Safety)*, vol. 6, no. 2, pp. 1–14.
- Moh Muthohir, S. Rakasiwi, and L. Ubaidillah. (2023). "*Warehouse Management System Berbasis Radio Frequency Identification*," *J. Tek. Inform. dan Teknol. Inf.*, vol. 3, no. 1, pp. 20–25.
- F. Cuandra, C. Angeline, J. F. Herwanto, and S. T. Putri. (2022). "Penerapan Manajemen Operasional PT Astra Honda Motor Sesuai Perspektif Teori Manajemen di Masa Pandemi," *Optima*, vol. 6, no. 2, pp. 1–13.
- E. Y. Sianturi and A. Mailangkay. (2019). "Analisa dan Perancangan Aplikasi

Warehouse Checking Menggunakan Teknologi RFID Multiple Scan Berbasis Android".

Bobi and I. Krisnadi. (2022). "Implementasi *Gate* RFID dengan *Warehouse Management System*".

LAMPIRAN

LAMPIRAN 1. LEMBAR ORISINALITAS

LOMBA ESAI NASIONAL

10th KIME ON IDEAS COMPETITION

1. Judul: *ULTRA HIGH FREQUENCY* RFID UNTUK EFISIENSI PRODUKSI DAN DISTRIBUSI BARANG INDUSTRI SEBAGAI AKTUALISASI INOVASI BIDANG EKONOMI GUNA MENCAPAI SDGs 2030
2. Perguruan Tinggi: Universitas Diponegoro
3. Identitas Penulis
 - a. Nama Lengkap Ketua: Fikry Maulana
 - b. Jenis Kelamin: Laki-laki
 - c. Tempat, Tanggal Lahir: Bandung, 25 November 2003
 - d. Prodi/Angkatan: Teknik Elektro/2021
 - e. NIM: 21060121120033
 - f. Alamat: JL Taruna III No 14 A, Kota Bandung
 - g. E mail: maulanafikry25@gmail.com
 - h. Anggota:
 - Nama Lengkap Anggota 1: Habib Nur Sholeh
 - Nama Lengkap Anggota 2: Royanda Pangeran Haholongan Damanik

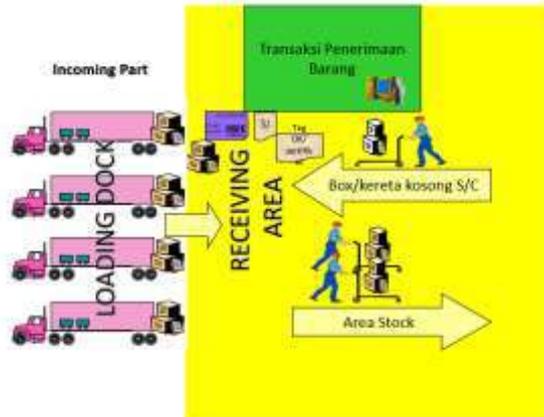
Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan adalah benar/ Dengan ini, saya menyatakan ikut serta dalam Lomba Esai Nasional 10th KIME on Ideas Competition (10th KOIN) dan menyetujui semua syarat dan ketentuan lomba yang ditetapkan oleh panitia.

Ketua Tim

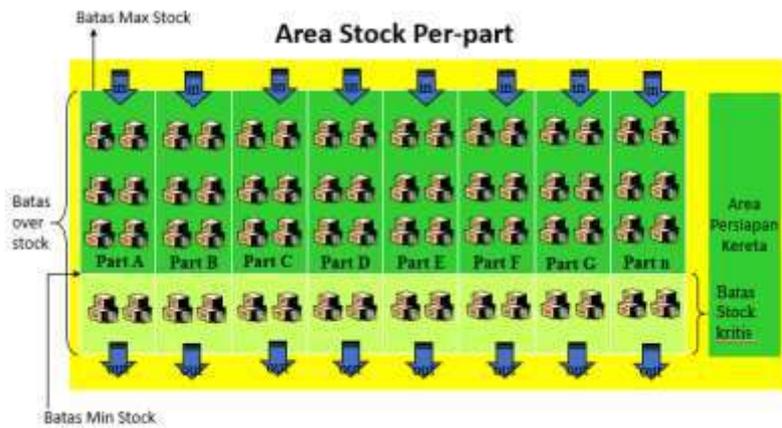
Fikry Maulana

LAMPIRAN 2. ILUSTRASI *FLOW PROCESS* PADA *WAREHOUSE*

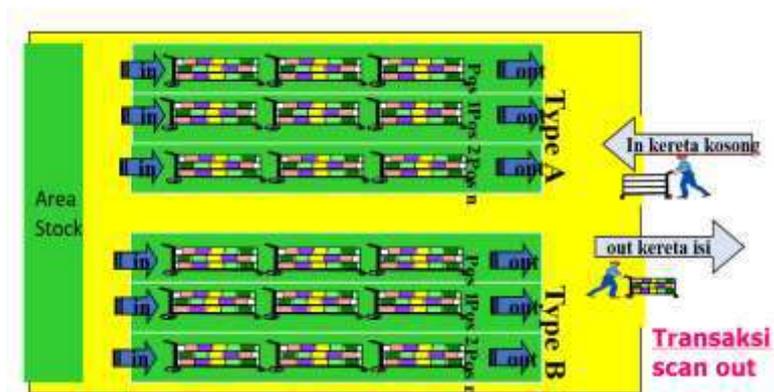
Penerimaan (*Receiving*)



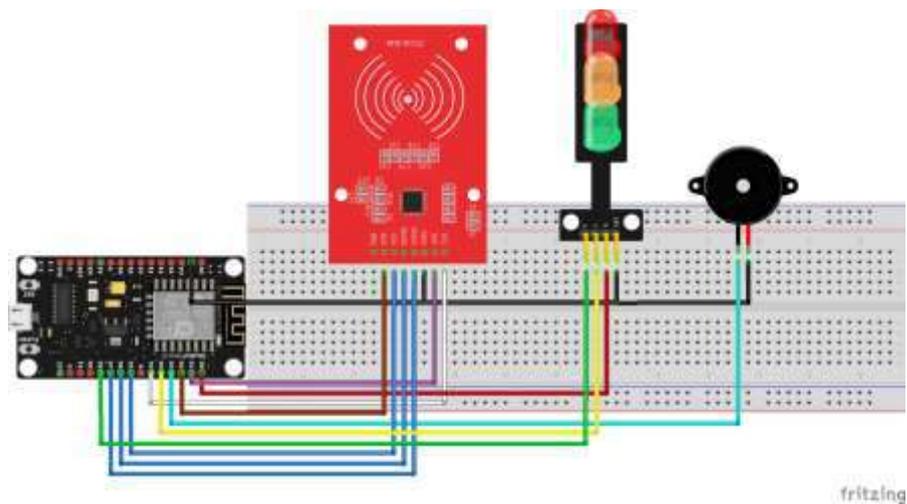
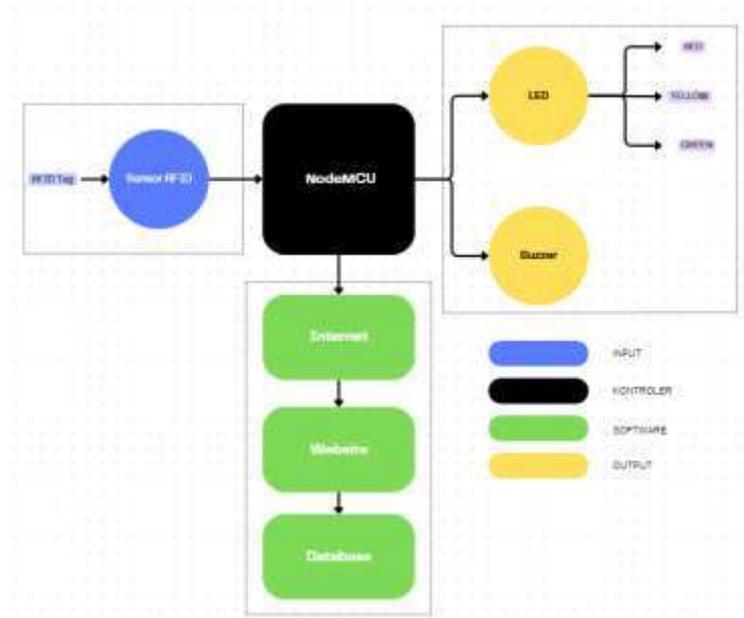
Penyimpanan (*Storing*)



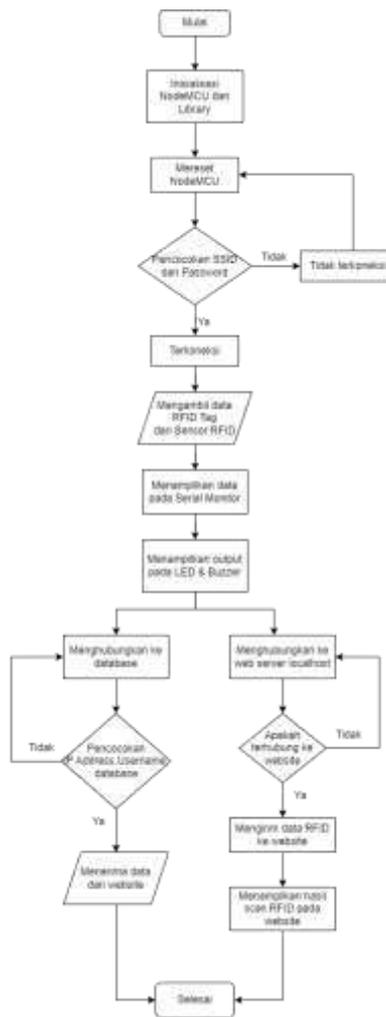
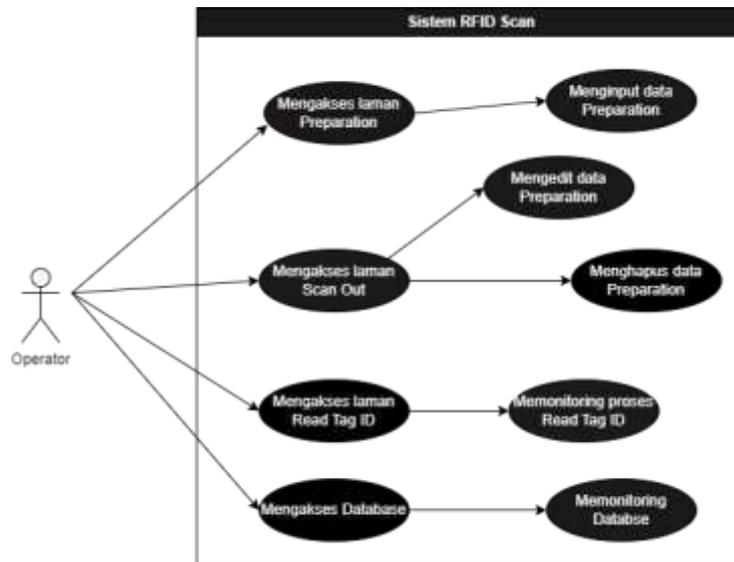
Persiapan (*Preparation*)



LAMPIRAN 3. DIAGRAM BLOK DAN WIRING SISTEM RFID SCAN



LAMPIRAN 4. DIAGRAM USE CASE DAN FLOWCHART SISTEM RFID SCAN



LAMPIRAN 5. TAMPILAN APLIKASI SISTEM INFORMASI WAREHOUSE

Scan In

Warehouse Scan Out System

Home | Scan Out | **Preparation** | Read Tag ID

Preparation Form

ID:

MC Type:

Storage Location:

WCT To:

Pos:

Scan Out By:

Database

Warehouse Scan Out System

Home | Scan Out | **Preparation** | Read Tag ID

Scan Out Table

ID	MC Type	Storage Location	WCT To	Pos	Scan Out By	Action
i0000107	K12N	P1P2	Asy Unit 1	12	13097	<input type="button" value="Edit"/> <input type="button" value="Delete"/>

Scan Out

Warehouse Scan Out System

Home | Scan Out | **Preparation** | Read Tag ID

Please Scan Tag to Scan Out Trolley

Scan Out

ID:

MC Type:

Storage Location:

WCT To:

Pos:

Scan Out By:

LAMPIRAN 6. RINCIAN ANGGARAN BIAYA

Jenis Pengeluaran	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
RFID Tag	10	3.000	30.000
Sensor RFID Reader	2	2.750.000	5.500.000
LED Traffic Light + Buzzer	2	1.750.000	3.500.000
Mikrokontroler NodeMCU	1 buah	600.000	600.000
Box Panel	1 buah	325.000	325.000
Dan lain-lain			2.100.000
TOTAL (Rp)			12.055.000

LAMPIRAN 7. PROGRAM ARDUINO IDE UNTUK SISTEM RFID SCAN

```
// Konfigurasi Library
#include <MFRC522.h>
#include <SPI.h>
#include <ESP8266HTTPClient.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <WiFiClient.h>

// Konfigurasi Pin
#define SS_PIN D2
#define RST_PIN D1
MFRC522 mfrc522(SS_PIN, RST_PIN);

#define ON_Board_LED 2
#define LED_RED D0
#define LED_YELLOW D1
#define LED_GREEN D2
#define BUZZER_PIN D3

// Konfigurasi WiFi
const char* ssid = "P1WAH02";
const char* password = "@@@@@@@@@@";

// Konfigurasi Web Server
ESP8266WebServer server(80);

String StrUID;

void setup() {
  Serial.begin(115200);
  SPI.begin();
```

```

mfr522.PCD_Init();

delay(500);

WiFi.begin(ssid, password);
Serial.println("");

pinMode(ON_Board_LED, OUTPUT);
digitalWrite(ON_Board_LED, HIGH);

Serial.print("Connecting");
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
  Serial.print(".");
  digitalWrite(ON_Board_LED, LOW);
  delay(250);
  digitalWrite(ON_Board_LED, HIGH);
  delay(250);
}
digitalWrite(ON_Board_LED, HIGH);

Serial.println("");
Serial.print("Successfully connected to : ");
Serial.println(ssid);
Serial.print("Ip address: ");
Serial.println(WiFi.localIP());

Serial.println("Please tag a card or keychain to see the UID !");
Serial.println("");
}

void loop() {
  int readsuccess = getid();

  if (!rfid.PICC_IsNewCardPresent()){
    // Jika tidak ada kartu yang terdeteksi
    digitalWrite(LED_GREEN, LOW); // Matikan lampu hijau
    digitalWrite(LED_YELLOW, LOW); // Matikan lampu kuning
    digitalWrite(LED_RED, HIGH); // Nyalakan lampu merah
    digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW); // Matikan buzzer

    return;
  }

  if (readsuccess) {
    digitalWrite(ON_Board_LED, LOW);
    HTTPClient http;
    String UIDresultSend, POSTData;

```

```

UIDresultSend = StrUID;

POSTData = "UIDresult=" + UIDresultSend;

WiFiClient client; // Membuat objek WiFiClient
http.begin(client, "http://192.168.34.45/NodeMCU-and-RFID-RC522-IoT-
Projects/getUID.php"); // Menggunakan objek WiFiClient dalam pemanggilan
begin()
http.addHeader("Content-Type", "application/x-www-form-urlencoded");

int httpCode = http.POST(POSTData);
String payload = http.getString();

Serial.println(UIDresultSend);
Serial.println(httpCode);
Serial.println(payload);

http.end();
delay(1000);
digitalWrite(ON_Board_LED, HIGH);

    digitalWrite(LED_GREEN, HIGH);
    digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH);
    delay(2000);

    digitalWrite(LED_GREEN, LOW);
    digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW);
    digitalWrite(LED_YELLOW, HIGH);
    delay(200);

    digitalWrite(LED_YELLOW, LOW);
    digitalWrite(LED_RED, HIGH);
    delay(200);

    digitalWrite(LED_RED, LOW);
    digitalWrite(LED_YELLOW, HIGH);
    delay(200);

    digitalWrite(LED_YELLOW, LOW);
    digitalWrite(LED_GREEN, HIGH);
    delay(200);

    digitalWrite(LED_GREEN, LOW);
    digitalWrite(LED_YELLOW, HIGH);
    delay(200);

    digitalWrite(LED_YELLOW, LOW);

```

```

        digitalWrite(LED_RED, HIGH);
        delay(200);

        digitalWrite(LED_RED, LOW);
        readsucces = false;
    }
}

int getid() {
    if (!mfrc522.PICC_IsNewCardPresent()) {
        return 0;
    }
    if (!mfrc522.PICC_ReadCardSerial()) {
        return 0;
    }

    Serial.print("THE UID OF THE SCANNED CARD IS : ");
    String uidStr = "";

    for (int i = 0; i < 4; i++) {
        byte readcard = mfrc522.uid.uidByte[i];
        uidStr += String(readcard < 0x10 ? "0" : "");
        uidStr += String(readcard, HEX);
    }

    Serial.println(uidStr);
    StrUID = uidStr;
    mfrc522.PICC_HaltA();
    return 1;
}

```

LAMPIRAN 8. PROGRAM PHP UNTUK SISTEM RFID SCAN

getUID.php

```

<?php
    $UIDresult=$_POST["UIDresult"];
    $Write="<?php $" . "UIDresult='" . $UIDresult . "' ; " . "echo $" .
    "UIDresult;" . " ?>";
    file_put_contents('UIDContainer.php',$Write);

?>

```

UIDContainer.php

```

<?php $UIDresult=''; echo $UIDresult; ?>

```

database.php

```
<?php
class Database
{
    private static $dbName = 'scanout_warehouse' ;
    private static $dbHost = '127.0.0.1' ;
    private static $dbUsername = 'root';
    private static $dbUserPassword = '';

    private static $cont = null;

    public function __construct() {
        die('Init function is not allowed');
    }

    public static function connect()
    {
        // One connection through whole application
        if ( null == self::$cont )
        {
            try
            {
                self::$cont = new PDO(
"mysql:host=".self::$dbHost.";"."dbname=".self::$dbName,
self::$dbUsername, self::$dbUserPassword);
            }
            catch(PDOException $e)
            {
                die($e->getMessage());
            }
        }
        return self::$cont;
    }

    public static function disconnect()
    {
        self::$cont = null;
    }
}
?>
```

InsertDB.php

```
<?php
```

```

require 'database.php';

if (!empty($_POST)) {
    // keep track post values
    $id = $_POST['id'];
    $mc_type = $_POST['MC_Type'];
    $storage_location = $_POST['Storage_Location'];
    $wct_to = $_POST['WCT_To'];
    $pos = $_POST['Pos'];
    $scan_out_by = $_POST['Scan_Out_By'];

    // insert data
    $pdo = Database::connect();
    $pdo->setAttribute(PDO::ATTR_ERRMODE, PDO::ERRMODE_EXCEPTION);
    $sql = "INSERT INTO table_rfid_scanout (id, MC_Type,
Storage_Location, WCT_To, Pos, Scan_Out_By) VALUES (?, ?, ?, ?, ?, ?)";
    $q = $pdo->prepare($sql);
    $q->execute(array($id, $mc_type, $storage_location, $wct_to, $pos,
$scan_out_by));
    Database::disconnect();
    header("Location: scan out.php");
}
?>

```

preparation.php

```

<?php
    $Write="<?php $" . "UIDresult=''; " . "echo $" . "UIDresult;" . "
?>";
    file_put_contents('UIDContainer.php',$Write);
?>

<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<html>
    <head>
        <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-
scale=1.0">
        <meta charset="utf-8">
        <link href="css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet">
        <script src="js/bootstrap.min.js"></script>
        <script src="jquery.min.js"></script>
        <script>
            $(document).ready(function(){

```

```

        $("#getUID").load("UIDContainer.php");
        setInterval(function() {
            $("#getUID").load("UIDContainer.php");
        }, 500);
    });
</script>

<style>
html {
    font-family: Arial;
    display: inline-block;
    margin: 0px auto;
}

textarea {
    resize: none;
}

ul.topnav {
    list-style-type: none;
    margin: auto;
    padding: 0;
    overflow: hidden;
    background-color: #4CAF50;
    width: 70%;
}

ul.topnav li {float: left;}

ul.topnav li a {
    display: block;
    color: white;
    text-align: center;
    padding: 14px 16px;
    text-decoration: none;
}

ul.topnav li a:hover:not(.active) {background-color: #3e8e41;}

ul.topnav li a.active {background-color: #333;}

ul.topnav li.right {float: right;}

@media screen and (max-width: 600px) {
    ul.topnav li.right,
    ul.topnav li {float: none;}
}

```

```

</style>

<title>Preparation : Warehouse Scan Out System</title>
</head>

<body>

<h2 align="center">Warehouse Scan Out System</h2>
<ul class="topnav">
<li><a href="index.php">Home</a></li>
<li><a href="scan out.php">Scan Out</a></li>
<li><a class="active"
href="preparation.php">Preparation</a></li>
<li><a href="read tag.php">Read Tag ID</a></li>
</ul>

<div class="container">
<br>
<div class="center" style="margin: 0 auto; width:495px;
border-style: solid; border-color: #f2f2f2;">
<div class="row">
<h3 align="center">Preparation Form</h3>
</div>
<br>
<form class="form-horizontal" action="insertDB.php"
method="post" >
<div class="control-group">
<label class="control-label">ID</label>
<div class="controls">
<textarea name="id" id="getUID"
placeholder="Please Scan your Card / Key Chain to display ID" rows="1"
cols="1" required></textarea>
</div>
</div>

<div class="control-group">
<label class="control-label">MC/Type</label>
<div class="controls">
<select name="MC_Type">
<option value="K0WL">K0WL (PCX)</option>
<option value="K0WN">K0WN (ADV)</option>
<option value="K1ZN">K1ZN
(BEAT)</option>
</select>
</div>
</div>
</div>

```

```

        <div class="control-group">
            <label class="control-label">Storage
Location</label>
            <div class="controls">
                <select name="Storage_Location">
                    <option value="P1P2">P1P2
(Regular)</option>
                    <option value="P1E2">P1E2
(Ekspor)</option>
                </select>
            </div>
        </div>

        <div class="control-group">
            <label class="control-label">WCT To</label>
            <div class="controls">
                <select name="WCT_To">
                    <option value="Assy Engine I">Assy
Engine I</option>
                    <option value="Assy Engine II">Assy
Engine II</option>
                    <option value="Painting
Plastic">Painting Plastic</option>
                    <option value="Plastic
Injection">Plastic Injection</option>
                    <option value="Assy Unit I">Assy Unit
I</option>
                    <option value="Assy Unit II">Assy Unit
II</option>
                    <option value="Gen Sub Assy I">Gen Sub
Assy I</option>
                    <option value="Gen Sub Assy II">Gen Sub
Assy II</option>
                    <option value="Welding I">Welding
I</option>
                    <option value="Welding II">Welding
II</option>
                    <option value="Welding Press">Welding
Press</option>
                    <option value="Painting Steel">Painting
Steel</option>
                </select>
            </div>
        </div>

        <div class="control-group">
            <label class="control-label">Pos</label>

```

```

                <div class="controls">
                    <input name="Pos"
type="text" placeholder="" required>
                </div>
            </div>

            <div class="control-group">
                <label class="control-label">Scan Out By</label>
                <div class="controls">
                    <input name="Scan_Out_By"
type="text" placeholder="" required>
                </div>
            </div>

            <div class="form-actions">
                <button type="submit" class="btn btn-
success">Save</button>
            </div>
        </form>

    </div>
</div> <!-- /container -->
</body>
</html>

```

scan out.php

```

<?php
    $Write="<?php $" . "UIDresult=''; " . "echo $" . "UIDresult;" . "
?>";
    file_put_contents('UIDContainer.php',$Write);
?>

<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<html>
    <head>
        <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-
scale=1.0">
        <meta charset="utf-8">
        <link href="css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet">
        <script src="js/bootstrap.min.js"></script>
        <style>
            html {
                font-family: Arial;
                display: inline-block;

```

```

        margin: 0px auto;
        text-align: center;
    }

    ul.topnav {
        list-style-type: none;
        margin: auto;
        padding: 0;
        overflow: hidden;
        background-color: #4CAF50;
        width: 70%;
    }

    ul.topnav li {float: left;}

    ul.topnav li a {
        display: block;
        color: white;
        text-align: center;
        padding: 14px 16px;
        text-decoration: none;
    }

    ul.topnav li a:hover:not(.active) {background-color: #3e8e41;}

    ul.topnav li a.active {background-color: #333;}

    ul.topnav li.right {float: right;}

    @media screen and (max-width: 600px) {
        ul.topnav li.right,
        ul.topnav li {float: none;}
    }

    .table {
        margin: auto;
        width: 90%;
    }

    thead {
        color: #FFFFFF;
    }
</style>

<title>Scan Out : Warehouse Scan Out System</title>
</head>

```

```

<body>
  <h2>Warehouse Scan Out System</h2>
  <ul class="topnav">
    <li><a href="index.php">Home</a></li>
    <li><a class="active" href="scan out.php">Scan Out</a></li>
    <li><a href="preparation.php">Preparation</a></li>
    <li><a href="read tag.php">Read Tag ID</a></li>
  </ul>
  <br>
  <div class="container">
    <div class="row">
      <h3>Scan Out Table</h3>
    </div>
    <div class="row">
      <table class="table table-striped table-bordered">
        <thead>
          <tr bgcolor="#10a0c5" color="#FFFFFF">
            <th>ID</th>
            <th>MC/Type</th>
            <th>Storage Location</th>
            <th>WCT To</th>
            <th>Pos</th>
            <th>Scan Out By</th>
            <th>Action</th>
          </tr>
        </thead>
        <tbody>
          <?php
            include 'database.php';
            $pdo = Database::connect();
            $sql = 'SELECT * FROM table_rfid_scanout ORDER BY
MC_Type ASC';
            foreach ($pdo->query($sql) as $row) {
              echo '<tr>';
              echo '<td>'. $row['id'] . '</td>';
              echo '<td>'. $row['MC_Type'] . '</td>';
              echo '<td>'. $row['Storage_Location'] .
'</td>';
              echo '<td>'. $row['WCT_To'] . '</td>';
              echo '<td>'. $row['Pos'] . '</td>';
              echo '<td>'. $row['Scan_Out_By'] . '</td>';
              echo '<td><a class="btn btn-success"
href="scan out edit page.php?id='.$row['id'].'">Edit</a>';
              echo ' ';
              echo '<a class="btn btn-danger" href="scan
out delete page.php?id='.$row['id'].'">Delete</a>';
              echo '</td>';
            }
          </tbody>
        </table>
      </div>
    </div>
  </div>

```

```

        echo '</tr>';
    }
    Database::disconnect();
?>
</tbody>
</table>
</div>
</div> <!-- /container -->
</body>
</html>

```

scan out edit.php

```

<?php
    require 'database.php';
    $id = null;
    if ( !empty($_GET['id'])) {
        $id = $_REQUEST['id'];
    }

    $pdo = Database::connect();
    $pdo->setAttribute(PDO::ATTR_ERRMODE, PDO::ERRMODE_EXCEPTION);
    $sql = "SELECT * FROM table_rfid_scanout where id = ?";
    $q = $pdo->prepare($sql);
    $q->execute(array($id));
    $data = $q->fetch(PDO::FETCH_ASSOC);
    Database::disconnect();
?>

<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<html>
    <head>
        <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-
scale=1.0">
        <meta charset="utf-8">
        <link href="css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet">
        <script src="js/bootstrap.min.js"></script>

        <style>
        html {
            font-family: Arial;
            display: inline-block;
            margin: 0px auto;
        }

```

```

textarea {
    resize: none;
}

ul.topnav {
    list-style-type: none;
    margin: auto;
    padding: 0;
    overflow: hidden;
    background-color: #4CAF50;
    width: 70%;
}

ul.topnav li {float: left;}

ul.topnav li a {
    display: block;
    color: white;
    text-align: center;
    padding: 14px 16px;
    text-decoration: none;
}

ul.topnav li a:hover:not(.active) {background-color: #3e8e41;}

ul.topnav li a.active {background-color: #333;}

ul.topnav li.right {float: right;}

@media screen and (max-width: 600px) {
    ul.topnav li.right,
    ul.topnav li {float: none;}
}
</style>

<title>Edit : Warehouse Scan Out System</title>

</head>

<body>

<h2 align="center">Warehouse Scan Out System</h2>

<div class="container">

    <div class="center" style="margin: 0 auto; width:495px;
border-style: solid; border-color: #f2f2f2;">

```

```

        <div class="row">
            <h3 align="center">Edit Scan Out</h3>
            <p id="defaultType" hidden><?php echo
$data['MC_Type'];?></p>
        </div>

        <form class="form-horizontal" action="scan out edit
tb.php?id=<?php echo $id?>" method="post">
            <div class="control-group">
                <label class="control-label">ID</label>
                <div class="controls">
                    <input name="id" type="text" placeholder=""
value="<?php echo $data['id'];?>" readonly>
                </div>
            </div>

            <div class="control-group">
                <label class="control-label">MC/Type</label>
                <div class="controls">
                    <select name="MC_Type">
                        <option value="K0WL">K0WL (PCX)</option>
                        <option value="K0WN">K0WN (ADV)</option>
                        <option value="K1ZN">K1ZN
(Beat)</option>
                    </select>
                </div>
            </div>

            <div class="control-group">
                <label class="control-label">Storage
Location</label>
                <div class="controls">
                    <select name="Storage_Location">
                        <option value="P1P2">P1P2
(Regular)</option>
                        <option value="P1E2">P1E2
(Ekspor)</option>
                    </select>
                </div>
            </div>

            <div class="control-group">
                <label class="control-label">WCT To</label>
                <div class="controls">
                    <select name="WCT_To">
                        <option value="Assy Engine I">Assy
Engine I</option>

```

```

                <option value="Assy Engine II">Assy
Engine II</option>
                <option value="Painting
Plastic">Painting Plastic</option>
                <option value="Plastic
Injection">Plastic Injection</option>
                <option value="Assy Unit I">Assy Unit
I</option>
                <option value="Assy Unit II">Assy Unit
II</option>
                <option value="Gen Sub Assy I">Gen Sub
Assy I</option>
                <option value="Gen Sub Assy II">Gen Sub
Assy II</option>
                <option value="Welding I">Welding
I</option>
                <option value="Welding II">Welding
II</option>
                <option value="Welding Press">Welding
Press</option>
                <option value="Painting Steel">Painting
Steel</option>
            </select>
        </div>
    </div>

    <div class="control-group">
        <label class="control-label">Pos</label>
        <div class="controls">
            <input name="Pos"
type="text" placeholder="" value="<?php echo $data['Pos'];?>" required>
        </div>
    </div>

    <div class="control-group">
        <label class="control-label">Scan Out By</label>
        <div class="controls">
            <input name="Scan Out By"
type="text" placeholder="" value="<?php echo $data['Scan_Out_By'];?>"
required>
        </div>
    </div>

    <div class="form-actions">
        <button type="submit" class="btn btn-
success">Update</button>
        <a class="btn" href="scan out.php">Back</a>
    </div>

```

```

        </div>
    </form>
</div>
</div> <!-- /container -->

<script>
    var g = document.getElementById("defaultType").innerHTML;
    if(g=="K1ZN") {
        document.getElementById("mySelect").selectedIndex = "0";
    } else {
        document.getElementById("mySelect").selectedIndex = "1";
    }
</script>
</body>
</html>

```

scan out delete.php

```

<?php
    require 'database.php';
    $id = 0;

    if ( !empty($_GET['id'])) {
        $id = $_REQUEST['id'];
    }

    if ( !empty($_POST)) {
        // keep track post values
        $id = $_POST['id'];

        // delete data
        $pdo = Database::connect();
        $pdo->setAttribute(PDO::ATTR_ERRMODE, PDO::ERRMODE_EXCEPTION);
        $sql = "DELETE FROM table_rfid_scanout WHERE id = ?";
        $q = $pdo->prepare($sql);
        $q->execute(array($id));
        Database::disconnect();
        header("Location: scan out.php");
    }
?>

<!DOCTYPE html>
<html lang="en">
<head>
    <meta charset="utf-8">

```

```

<link href="css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet">
<script src="js/bootstrap.min.js"></script>
<title>Delete : Warehouse Scan Out System</title>
</head>

<body>
  <h2 align="center">Warehouse Scan Out System</h2>

  <div class="container">

    <div class="span10 offset1">
      <div class="row">
        <h3 align="center">Delete Trolley</h3>
      </div>

      <form class="form-horizontal" action="scan out delete
page.php" method="post">
        <input type="hidden" name="id" value="<?php echo
$id;?>" />
        <p class="alert alert-error">Are you sure to delete
?</p>
        <div class="form-actions">
          <button type="submit" class="btn btn-
danger">Yes</button>
          <a class="btn" href="scan out.php">No</a>
        </div>
      </form>
    </div>

  </div> <!-- /container -->
</body>
</html>

```

read tag.php

```

<?php
  // Tulis UID ke file UIDContainer.php
  $Write = "<?php $" . "UIDresult='"; " . "echo $" . "UIDresult;" . "
?>";
  file_put_contents('UIDContainer.php', $Write);
  require 'database.php';

?>

<!DOCTYPE html>
<html>

```

```

<head>
  <meta name="viewport" content="width=device-width, initial-
scale=1.0">
  <meta charset="utf-8">
  <link href="css/bootstrap.min.css" rel="stylesheet">
  <script src="js/bootstrap.min.js"></script>
  <script src="jquery.min.js"></script>
  <script>
    $(document).ready(function(){
      $("#getUID").load("UIDContainer.php");
      setInterval(function() {
        $("#getUID").load("UIDContainer.php");
      }, 500);
    });
  </script>
  <style>
    html {
      font-family: Arial;
      display: inline-block;
      margin: 0px auto;
      text-align: center;
    }

    ul.topnav {
      list-style-type: none;
      margin: auto;
      padding: 0;
      overflow: hidden;
      background-color: #4CAF50;
      width: 70%;
    }

    ul.topnav li { float: left; }

    ul.topnav li a {
      display: block;
      color: white;
      text-align: center;
      padding: 14px 16px;
      text-decoration: none;
    }

    ul.topnav li a:hover:not(.active) { background-color: #3e8e41; }

    ul.topnav li a.active { background-color: #333; }

    ul.topnav li.right { float: right; }
  </style>

```

```

        @media screen and (max-width: 600px) {
            ul.topnav li.right, ul.topnav li { float: none; }
        }

        td.lf {
            padding-left: 15px;
            padding-top: 12px;
            padding-bottom: 12px;
        }
    </style>

    <title>Read Tag : Warehouse Scan Out System</title>
</head>

<body>
    <h2 align="center">Warehouse Scan Out System</h2>
    <ul class="topnav">
        <li><a href="index.php">Home</a></li>
        <li><a href="scan out.php">Scan Out</a></li>
        <li><a href="preparation.php">Preparation</a></li>
        <li><a class="active" href="read tag.php">Read Tag ID</a></li>
    </ul>

    <br>

    <h3 align="center" id="blink">Please Scan Tag to Scan Out
Trolley</h3>

    <!-- Placeholder untuk menampung UID yang diterima dari pembaca RFID
-->
    <p id="getUID.php" hidden></p>

    <br>

    <div id="show_scan_out">
        <form class="form-horizontal" action="insertDB.php"
method="post">
            <table width="452" border="1" bordercolor="#10a0c5"
align="center" cellpadding="0" cellspacing="1" bgcolor="#000"
style="padding: 2px">
                <tr>
                    <td height="40" align="center"
bgcolor="#10a0c5"><font color="#FFFFFF">
                        <b>Scan Out</b>
                    </font>
                </td>
            </tr>
        </table>
    </div>

```

```

        </tr>
        <tr>
            <td bgcolor="#f9f9f9">
                <table width="452" border="0" align="center"
cellpadding="5" cellspacing="0">
                    <tr>
                        <td width="113" align="left"
class="lf">ID</td>
                            <td style="font-weight:bold">:</td>
                            <td align="left" name="id"
id="getUID"></td> <!-- Menampilkan ID -->
                    </tr>
                    <tr bgcolor="#f2f2f2">
                        <td align="left" class="lf">MC/Type</td>
                            <td style="font-weight:bold">:</td>
                            <td align="left" name="MC_Type"
id="mc_type_value"></td> <!-- Menampilkan MC/Type -->
                    </tr>
                    <tr>
                        <td align="left" class="lf">Storage
Location</td>
                            <td style="font-weight:bold">:</td>
                            <td align="left" name="Storage_Location"
id="storage_location_value"><td> <!-- Menampilkan Lokasi Penyimpanan -->
                    </tr>
                    <tr bgcolor="#f2f2f2">
                        <td align="left" class="lf">WCT To</td>
                            <td style="font-weight:bold">:</td>
                            <td align="left" name="WCT_To"
id="wct_to_value"></td> <!-- Menampilkan WCT To -->
                    </tr>
                    <tr>
                        <td align="left" class="lf">Pos</td>
                            <td style="font-weight:bold">:</td>
                            <td align="left" name="Pos"
id="pos_value"></td> <!-- Menampilkan Pos -->
                    </tr>
                    <tr bgcolor="#f2f2f2">
                        <td align="left" class="lf">Scan Out
By</td>
                            <td style="font-weight:bold">:</td>
                            <td align="left" name="Scan_Out_By"
id="scan_out_by_value"></td> <!-- Menampilkan Scan Out By -->
                    </tr>
                </table>
            </td>
        </tr>

```

```

        </table>
    </form>
</div>

<script>
    var myVar = setInterval(myTimer, 1000);
    var myVar1 = setInterval(myTimer1, 1000);
    var oldID="";
    clearInterval(myVar1);

    function myTimer() {
        var getID=document.getElementById("getUID").innerHTML;
        oldID=getID;
        if(getID!="") {
            myVar1 = setInterval(myTimer1, 500);
            showUser(getID);
            clearInterval(myVar);
        }
    }

    function myTimer1() {
        var getID=document.getElementById("getUID").innerHTML;
        if(oldID!=getID) {
            myVar = setInterval(myTimer, 500);
            clearInterval(myVar1);
        }
    }

    // Fungsi untuk menampilkan data RFID berdasarkan UID yang
diterima
    function showUser(str) {
        if (str == "") {
            document.getElementById("show_scan_out").innerHTML =
"";
            return;
        } else {
            if (window.XMLHttpRequest) {
                // code for IE7+, Firefox, Chrome, Opera, Safari
                xmlhttp = new XMLHttpRequest();
            } else {
                // code for IE6, IE5
                xmlhttp = new
ActiveXObject("Microsoft.XMLHTTP");
            }
            xmlhttp.onreadystatechange = function() {
                if (this.readyState == 4 && this.status == 200)
{

```

```

        document.getElementById("show_scan_out").innerHTMLHTML = this.responseText;
    }
};
xmlhttp.open("GET","read tag scan
out.php?id="+str,true);
xmlhttp.send();
}
}

// Animasi berkedip
var blink = document.getElementById('blink');
setInterval(function() {
    blink.style.opacity = (blink.style.opacity == 0 ? 1 : 0);
}, 750);
</script>
</body>
</html>

```

LAMPIRAN 9. PROGRAM *QUERY* SQL UNTUK *DATABASE* SISTEM RFID SCAN

```

-- phpMyAdmin SQL Dump
-- version 5.2.0
-- https://www.phpmyadmin.net/
--
-- Host: 127.0.0.1
-- Generation Time: Feb 24, 2024 at 07:04 AM
-- Server version: 10.4.27-MariaDB
-- PHP Version: 7.4.33

SET SQL_MODE = "NO_AUTO_VALUE_ON_ZERO";
START TRANSACTION;
SET time_zone = "+00:00";

/*!40101 SET @OLD_CHARACTER_SET_CLIENT=@@CHARACTER_SET_CLIENT */;
/*!40101 SET @OLD_CHARACTER_SET_RESULTS=@@CHARACTER_SET_RESULTS */;
/*!40101 SET @OLD_COLLATION_CONNECTION=@@COLLATION_CONNECTION */;
/*!40101 SET NAMES utf8mb4 */;

--
-- Database: `scanout_warehouse`
--
--

```

```

--
-- Table structure for table `table_rfid_scanout`
--
CREATE TABLE `table_rfid_scanout` (
  `id` varchar(100) NOT NULL,
  `MC_Type` varchar(100) NOT NULL,
  `Storage_Location` varchar(100) NOT NULL,
  `WCT_To` varchar(100) NOT NULL,
  `Pos` varchar(100) NOT NULL,
  `Input_Date` timestamp NOT NULL CURRENT_TIMESTAMP,
  `Scan_Out_Date` datetime NULL ON UPDATE CURRENT_TIMESTAMP,
  `Scan_Out_By` varchar(100) NOT NULL
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4 COLLATE=utf8mb4_general_ci;

--
-- Indexes for dumped tables
--

--
-- Indexes for table `table_rfid_scanout`
--
ALTER TABLE `table_rfid_scanout`
  ADD PRIMARY KEY (`id`);
COMMIT;

/*!40101 SET CHARACTER_SET_CLIENT=@OLD_CHARACTER_SET_CLIENT */;
/*!40101 SET CHARACTER_SET_RESULTS=@OLD_CHARACTER_SET_RESULTS */;
/*!40101 SET COLLATION_CONNECTION=@OLD_COLLATION_CONNECTION */;

```

10th KIME on Ideas Competition

**E-TRACTOR: INOVASI PERTANIAN PRODUKTIF KABUPATEN
BLORA SEBAGAI STRATEGI AKSELERASI *SUSTAINABLE FARMING*
BERBASIS P2P *LENDING* GUNA MEWUJUDKAN SDG's 2030**



Oleh:

SONIA FEBRIANTI Manajemen/ 2021

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

SEMARANG

2024

PENDAHULUAN

Latar Belakang: Kurangnya Fasilitas Pelatihan dan Lemahnya Permodalan Sektor Pertanian di Kabupaten Blora hingga Berdampak pada Rendahnya PDRB Daerah

Indonesia dikenal sebagai negara agraris dengan perekonomian yang ditopang oleh sektor pertanian. Menurut data Badan Pusat Statistik (BPS) tahun 2023, jumlah tenaga kerja di Indonesia pada bulan Agustus 2023 sebanyak 139,85 juta atau bertambah sebanyak 4,55 juta penduduk (3,37 persen) jika dibandingkan dengan Agustus 2022 dan dari jumlah tersebut tenaga kerja di sektor pertanian mencapai 39,45 juta penduduk atau 28,21% sekaligus menjadi yang terbesar dibandingkan dengan tenaga kerja sektor lainnya. Sektor pertanian memegang peran strategis dalam perekonomian nasional termasuk perekonomian daerah, karena berkontribusi besar terhadap Produk Domestik Bruto (PDB) serta mewujudkan ketahanan pangan dan penyedia kesempatan kerja (Isbah & Iyan, 2016). Salah satu provinsi yang memiliki potensi besar dalam sektor pertanian adalah Provinsi Jawa Tengah.

Jawa Tengah merupakan sebuah provinsi di Pulau Jawa yang memiliki luas wilayah 32.548 km². Jenis tanah wilayah Jawa Tengah didominasi oleh tanah aluvial, latosol, dan gromosol sehingga mempunyai tingkat kesuburan yang baik dan menjadikan pertanian sebagai sektor unggulan di Jawa Tengah (Farras, Rizki F, & Ramadhan, 2020). Provinsi Jawa Tengah memiliki beberapa kabupaten dan salah satunya adalah Kabupaten Blora yang memiliki potensi besar di sektor pertanian. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2022) menunjukkan bahwa Kabupaten Blora memiliki lahan sawah seluas 45.948,19 hektar.

Sektor pertanian merupakan salah satu lapangan usaha yang mampu menjaga ketahanan ekonomi serta berkontribusi besar terhadap Produk Domestik Bruto (PDB). Badan Pusat Statistik Kabupaten Blora (2022) menyebutkan bahwa sektor pertanian mengalami pertumbuhan hingga mencapai angka 1,30% selama tahun 2023 dan menempati posisi ketiga penyumbang Produk Domestik Bruto (PDB) sebesar 12,53% setelah industri dan perdagangan. Namun, sangat disayangkan sejak tahun 2020 sektor pertanian terus mengalami penurunan kontribusi terhadap Produk Domestik Regional Bruto (PDRB) di Kabupaten Blora.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (BPS) Kabupaten Blora tahun 2020 sektor pertanian berhasil memberikan kontribusi PDRB sebesar 24,33%, ditahun berikutnya mengalami kontraksi sebesar 1,95% hingga di tahun 2022 kontribusinya semakin menyusut, yaitu hanya mencapai 20,83%. Pada tahun 2023 sektor pertanian memberikan kontribusi PDRB sebesar 21,45% tumbuh 0,65% dibanding tahun 2022. Namun, angka tersebut masih cukup jauh jika dibandingkan dengan tahun 2015 sektor pertanian memberikan kontribusi mencapai 28,28% terhadap PDRB di Kabupaten Blora.

Berdasarkan Laporan Kinerja Instansi Pemerintah Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan, Kabupaten Blora memiliki sejumlah permasalahan utama, seperti; (1) masih rendahnya tingkat kesejahteraan petani, (2) belum optimalnya penyedia sarana prasarana kegiatan penyuluhan yang representatif termasuk kurangnya fasilitas pelatihan, (3) belum optimalnya pengembangan kelembagaan kelompok tani, (4) belum semua petani mempunyai pola pikir yang adaptif, kreatif, dan inovatif, (5) lemahnya permodalan usaha pertanian dan masih tingginya bunga bank untuk usaha tani.

Dalam rangka mendukung keberlanjutan pertanian (*sustainable farming*) maka pemerintah juga telah menetapkan Rencana Strategis (Renstra) Kementerian Pertanian 2020-2024 dan telah berjalan hampir 5 tahun. Renstra Kementerian Pertanian 2020-2024 digunakan sebagai acuan dan arahan berupa tujuan, sasaran strategis, kebijakan, dan program pembangunan pertanian. Kementerian Pertanian menetapkan 5 (lima) tujuan pembangunan pertanian. Pertama, meningkatnya pemantapan ketahanan pangan pertanian, hal tersebut dapat diwujudkan melalui pemanfaatan potensi lokal di Kabupaten Blora sebagai salah satu wilayah dengan luas lahan sawah terluas di Jawa Tengah yang mencapai 45.885,16 hektar serta potensi pertanian yang menjanjikan pada komoditas padi dan jagung sebagai produk pangan pokok Indonesia. Sektor pertanian merupakan penyumbang terbesar pada PDRB Kabupaten Blora, apabila laju pertumbuhan ekonomi pada sektor ini tidak stabil dapat menghambat pembangunan ekonomi. Dengan hal tersebut diharapkan pemerintah dan masyarakat dapat memaksimalkan potensi lokal Kabupaten Blora sehingga terjadi peningkatan ketersediaan produksi pangan pertanian dalam negeri.

Kedua, meningkatnya nilai tambah dan daya saing pertanian, peluang tersebut dapat diwujudkan pada agroindustri sektor pertanian melalui penguatan sarana pascapanen dan pengolahan hasil pertanian yang didukung dengan pengembangan teknologi. Banyaknya komoditas hasil pertanian maka Kabupaten Blora layak mendapat perhatian pemerintah dan masyarakat untuk meningkatkan jumlah agroindustri sektor pertanian, seperti oleh-oleh khas Blora yang sudah dikenal orang di banyak tempat yaitu Keripik Tempe Kedungjener. Ketiga, meningkatnya kapasitas dan kompetensi sumber daya manusia pertanian. Selaras dengan permasalahan di Kabupaten Blora yaitu minimnya petani yang memiliki pola pikir adaptif, kreatif, dan inovatif sehingga sangat diperlukan program-program penyuluhan pertanian, pelatihan, dan pendidikan pertanian kepada para petani demi tersedianya sumber daya manusia pertanian yang berkualitas dan berdaya saing.

Keempat, meningkatnya pemanfaatan teknologi dan inovasi pertanian, hal tersebut berperan penting dalam peningkatan produktivitas pertanian sehingga berpeluang untuk meningkatkan kesejahteraan petani. Penyuluhan dan pelatihan pertanian juga menjadi salah satu faktor penting untuk memperkenalkan inovasi serta teknologi pertanian kepada para petani Kabupaten Blora. Selain itu, penggunaan mesin-mesin produk pertanian baik saat produksi dan pascapanen juga memiliki peran yang penting dalam meningkatkan produktivitas pertanian tetapi lemahnya permodalan usaha pertanian masih menjadi kendala di Kabupaten Blora. Kelima, terwujudnya Reformasi Birokrasi (RB) Kementerian Pertanian. Salah satu tujuan RB Kementerian Pertanian adalah pengentasan kemiskinan. Sebagian besar tenaga kerja di Kabupaten Blora adalah petani, pengentasan kemiskinan pada petani Blora dapat diwujudkan melalui program permodalan atau investasi kepada petani untuk mendukung produktivitas pertanian sehingga diharapkan dengan adanya program tersebut dapat membantu mensejahterakan para petani di Kabupaten Blora.

Dalam rangka membantu permodalan dan pemberdayaan para petani, pemerintah meluncurkan berbagai skema program kredit dengan insentif yang diberikan kepada petani berupa suku bunga atau peminjaman kredit. Kredit Usaha Rakyat (KUR) merupakan salah satu skema kredit atau pembiayaan yang

disediakan oleh perbankan dengan pola peminjaman yang dilaksanakan atas kerjasama pemerintah, lembaga peminjam, dan perbankan. Namun pada kenyataannya upaya yang dilakukan pemerintah belum mampu menyelesaikan permasalahan akses permodalan petani untuk kegiatan operasional. Masalah permodalan yang dialami oleh petani dalam mendapatkan akses kredit disebabkan karena adanya agunan yang sulit dipenuhi oleh para petani serta keterbatasan akses informasi ke perbankan. Sementara, pendanaan operasional menjadi salah satu kunci dalam upaya pengembangan sektor pertanian (Heri Susanto , Ramon Syahrial, 2022). Oleh karena itu, perlu adanya peningkatan akses terhadap permodalan sektor pertanian serta program pelatihan kepada petani di Kabupaten Blora

Berdasarkan permasalahan di atas, penulis sebagai generasi muda yang cerdas dan kreatif menawarkan sebuah gagasan atau konsep pendampingan kepada kelompok tani dengan bantuan aplikasi sebagai bentuk keberlanjutan adanya pendampingan kepada kelompok tani secara luring dan daring. Gagasan ini berupa aplikasi digital berbasis P2P *Lending* sebagai sarana untuk mempermudah pendanaan di bidang pertanian. Berkolaborasi dengan perkembangan teknologi, gagasan ini diharapkan mampu mengatasi permasalahan pertanian di Kabupaten Blora demi mewujudkan *sustainable farming* untuk mendukung SDG's poin ke-2 yaitu tanpa kelaparan dengan target mencapai ketahanan pangan dan gizi yang baik, serta meningkatkan pertanian berkelanjutan (*sustainable farming*) dan SDG's poin ke-8 tentang pertumbuhan ekonomi yang inklusif dan berkelanjutan.

PEMBAHASAN

Selayang Pandang

E-TRACTOR (*E-training and Funding Agriculture Sector*) merupakan suatu bentuk gagasan yang dirancang dengan tujuan untuk meningkatkan potensi pertanian di Kabupaten Blora. Pemilihan sektor pertanian dalam program ini dilatarbelakangi karena sektor pertanian menjadi elemen penting dalam ketahanan pangan disuatu negara sebagai upaya mencapai *Sustainable Development Goals (SDG)* 2030 poin ke-2. Gagasan ini dirancang dengan konsep pendampingan kepada kelompok tani dan pengoptimalan permodalan sektor pertanian. Melalui

adanya E-TRACTOR diharapkan pertanian di Kabupaten Blora dapat terus melebarkan sayapnya hingga lebih luas lagi. Secara lengkap program E-TRACTOR ialah sebagai berikut:

a. *Agriculture Training Center (ATC)*

Program ini berperan dalam pendampingan serta pelatihan kepada kelompok tani di Kabupaten Blora. Kelompok tani disusun sebelum pendampingan dilaksanakan, kemudian setelah dibentuk kelompok tani tersebut para petani diarahkan untuk mengikuti pendampingan dan pelatihan. Materi yang diajarkan meliputi teknik penanaman, perawatan, hingga proses panen. Pemberian materi dilakukan secara langsung oleh tim pembina E-TRACTOR melalui pertemuan secara luring. Selain itu, dalam pendampingan ini petani juga diajarkan bagaimana cara pemasaran produk hasil panen melalui *marketplace* mulai dari pengemasan produk hingga mempromosikan produk kepada konsumen. Dengan adanya pendampingan yang diberikan, diharapkan dapat membantu peningkatan produksi pertanian baik dari segi kualitas maupun kuantitas. Selama proses berlangsungnya program, para petani diarahkan untuk mengakses aplikasi E-TRACTOR demi memperkenalkan teknologi digital kepada masyarakat desa, sehingga nantinya dapat mempermudah koordinasi dengan tim pembina sebagai lanjutan dari adanya pendampingan yang telah diberikan.

b. *Optimization Agriculture Funding (OAF)*

Tujuan dari program ini adalah untuk mengoptimalkan permodalan sektor pertanian di Kabupaten Blora sebagai upaya mendorong perwujudan pertanian berkelanjutan (*sustainable farming*) di Indonesia. E-TRACTOR sebagai salah satu pendanaan bagi petani yang menggandeng pihak swasta sebagai bentuk *Corporate Social Responcibility (CSR)* serta masyarakat umum untuk andil sebagai *investor* ataupun *creditor*. Program ini memanfaatkan sistem *P2P Lending* yang mana berbasis teknologi untuk menghimpun dana bagi kelompok tani guna menunjang kegiatan operasionalnya. Aplikasi menyediakan opsi pendanaan dengan dua jalur yaitu *invest* dan *credit*. Jika mereka andil sebagai *investor* maka akan mendapatkan insentif yang lebih tinggi dibandingkan memilih sebagai *creditor*. Para investor akan mendapatkan

bagi hasil berupa profit sebesar 12% dari hasil panen pertanian sedangkan creditor akan mendapatkan insentif sebesar 6% dari dana yang diinvestasikan. Namun disisi lain *investor* akan menanggung risiko kerugian, sedangkan *creditor* tidak dibebani tanggungan risiko kerugian apabila petani mengalami gagal panen.

E-TRACTOR dikemas dalam bentuk aplikasi digital sebagai bentuk keberlanjutan adanya pendampingan kepada kelompok tani secara luring. Dengan aplikasi E-TRACTOR para petani dapat melakukan konsultasi kepada tim pembina melalui salah satu fitur yang disediakan dalam aplikasi. E-TRACTOR juga dirancang sebagai *marketplace* para kelompok tani, mereka dapat menjual hasil panennya melalui aplikasi ini secara *online*. Selain itu, dengan adanya aplikasi ini dapat mempermudah petani dalam mendapatkan bantuan dana untuk kegiatan operasionalnya. Dalam implementasinya, aplikasi ini dirancang sebagai penghubung antara petani, pihak swasta, tim pembina program, dan masyarakat. Aplikasi E-TRACTOR memiliki sejumlah fitur utama yaitu Dashboard, *Training*, *Agrocare*, *Product*, *Funding*, dan *Report*. Berikut adalah penjelasan fitur menu dari E-TRACTOR:

a. Menu Dashboard

Pada menu dashboard akan menampilkan berbagai berita terkait perkembangan dan kondisi pertanian di Indonesia mengenai budidaya sektor pertanian yang dibagikan oleh tim pembina aplikasi E-TRACTOR.

b. Menu *Training*

Menu *training* dibentuk sebagai wadah petani dalam mendapatkan pelatihan yang diberikan oleh tim pembina aplikasi. Pelatihan yang diberikan kepada petani terdiri dari dua kegiatan, yaitu secara *offline* dan *online*. Pelatihan secara *online* melalui aplikasi ini berupa modul tentang budidaya tanaman yang berisi materi terkait pengelolaan pertanian, serta berupa video tutorial seperti video cara menanam dan merawat tanaman. Selain itu, pelatihan juga berbentuk webinar yang mana pemateri nya merupakan tim pembina aplikasi sehingga petani dapat memilih webinar yang sesuai dengan program pertanian mereka. Webinar tersebut akan mengenalkan materi utama yaitu mengenai inovasi dan

teknologi pertanian, pengoptimalan potensi lokal, strategi investasi pertanian, serta meningkatkan daya saing dan pemasaran produk pertanian. Pada menu ini petani akan mendapat pengingat webinar yang mereka ikuti agar tidak tertinggal jadwal yang telah ditentukan. Setelah mengikuti webinar, para petani dapat memberikan ulasan atau rating bintang tentang pengalaman mereka pada pelatihan yang diikuti, sehingga dapat digunakan sebagai bahan evaluasi untuk meningkatkan kualitas pelatihan oleh tim pembina aplikasi.

c. Menu *Agrocare*

Menu *agrocare* dibentuk sebagai wadah para petani dalam melakukan konsultasi masalah pertaniannya dengan pihak tim pembina sebagai bentuk kelanjutan dari adanya pendampingan yang telah diberikan secara *offline* maupun *online* sebelumnya. Pada menu ini akan menyediakan fitur untuk tanya jawab, sehingga petani dapat berkoordinasi mengenai kesulitan atau kendala yang dihadapi selama menggarap proyeknya. Fitur tersebut berupa komunitas pertanian yang anggotanya para petani sehingga mereka dapat saling bertukar informasi, strategi, dan ilmu pertanian. Menu ini juga menyediakan fitur konsultasi secara pribadi dengan tim pembina aplikasi mengenai permasalahan pertanian yang dihadapi masing-masing petani baik saat produksi maupun pascapanen.

d. Menu *Product*

Fungsi dari menu ini adalah untuk melakukan penjualan terhadap hasil produksi pertanian yang telah dijalankan serta makanan dan minuman dari proses olah diversifikasi komoditas pertanian sebagai sarana mendukung agroindustri di Kabupaten Blora. Di sini, petani dapat mempromosikan produk hasil pertaniannya baik produk pertanian mentah maupun produk olahan petani Kabupaten Blora kepada masyarakat luas. Menu ini terdapat fitur chat yang terdapat pada setiap produk yang dijual guna mempermudah koordinasi antara petani dengan pembeli (distributor atau konsumen). Menu ini juga terhubung ke *website* E-TRACTOR sehingga memudahkan pembeli dalam berbelanja.

e. Menu *Funding*

Pada menu ini petani yang membutuhkan modal dapat membuat proposal pendanaan. Dengan adanya proposal tersebut maka pihak investor dapat melihat

dan menilai kredibilitas serta peluang usaha pertanian yang akan dijalankan oleh petani. Menu *funding* terdapat dua fitur pendanaan bagi pihak swasta, yakni fitur *funding invest* dan *funding credit*.

- *Funding Invest*

Ketika pihak swasta memilih fitur *funding invest*, mereka akan mendapatkan insentif yang lebih tinggi dibanding dengan memilih jalur *funding credit*. Tetapi, disisi lain pemilik dana (*investor*) juga menanggung risiko kerugian apabila petani mengalami gagal panen sesuai dengan kesepakatan yang ditentukan. Jangka waktu pendanaan untuk jalur ini yaitu minimal 12 bulan dengan insentif yang akan diperoleh sebesar 12% dari hasil panen pertanian.

- *Funding Credit*

Pada menu ini, pemilik dana tidak dibebani oleh tanggungan risiko kerugian apabila petani mengalami gagal panen. Namun pada jalur ini pemilik dana (*creditor*) akan mendapatkan persentase insentif yang lebih rendah dibandingkan jalur *funding invest*. Jangka waktu pendanaan untuk jalur ini yaitu minimal 6 bulan dengan insentif sebesar 6% dari dana yang diinvestasikan.

f. *Menu Report*

Menu *report* ini digunakan sebagai bentuk pertanggungjawaban petani atas kepercayaan pemberi dana (*investor* dan *creditor*) yang telah bersedia untuk menyalurkan dananya. Petani harus membuat laporan yang memuat transparansi pemakaian dana dan perkembangan usaha. Kemudian laporan tersebut nantinya akan diunggah pada menu ini sehingga para pihak yang berkepentingan dapat mengakses informasi tersebut.

Strategi Implementasi E-TRACTOR

Agar tujuan dari implementasi gagasan E-TRACTOR melalui pertanian produktif dapat terwujud dengan baik, maka diperlukan pihak-pihak dengan konsep *pentahelix* yang dapat mendukung program, yaitu sebagai berikut:

1. Akademisi

Kontribusi akademisi dalam hal ini adalah sebagai pencetus ide atau inisiator gagasan serta bertanggung jawab dalam proses penyusunan serta pengembangan program mulai dari proses perencanaan, pelaksanaan, hingga pengawasan dan evaluasi. Akademisi harus mampu bekerja sama dengan *stakeholder* lainnya agar gagasan dapat terlaksana dengan baik.

2. Pemerintah

Pemerintah dalam hal ini yaitu Kementerian Komunikasi dan Informatika (KOMINFO), Otoritas Jasa keuangan (OJK), serta Dinas Pertanian dan Ketahanan Pangan Kabupaten Blora. Pemerintah berperan sebagai pihak fasilitator yaitu sebagai pihak yang memberikan dukungan baik dari segi material maupun nonmaterial. Selain itu, pemerintah harus menyediakan sumber daya manusia yang memiliki keahlian dibidang pertanian agar dapat membantu menjawab semua permasalahan petani yang dikonsultasikan melalui menu yang disediakan dalam aplikasi E-TRACTOR.

3. Pihak Swasta

Pihak swasta berperan sebagai mitra yang melakukan investasi pertanian ke dalam aplikasi E-TRACTOR. Nantinya akan ada sistem bagi hasil yang diperoleh pihak swasta dari hasil investasi yang telah dilakukan. Harapannya petani dapat terbantu dengan adanya investasi yang diberikan oleh pihak swasta.

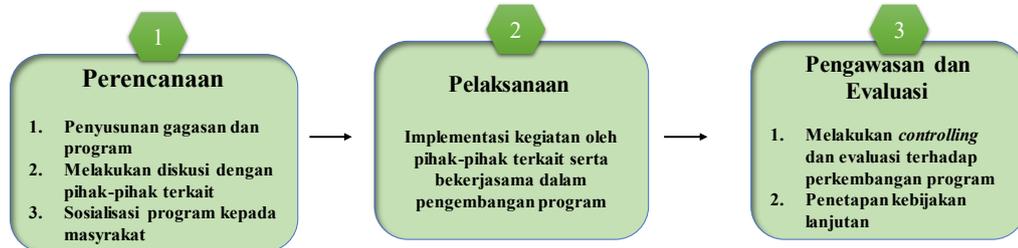
4. Masyarakat

Masyarakat merupakan objek dari implementasi gagasan ini, masyarakat khususnya petani akan melakukan serangkaian kegiatan untuk menerapkan gagasan E-TRACTOR. Selain pihak swasta atau perusahaan, masyarakat umum selain petani juga dapat turut serta berkontribusi melakukan investasi untuk pertanian di Indonesia.

5. Media

Media berperan sebagai tempat melakukan komunikasi dan koordinasi para *stakeholder*. Selain itu, juga sebagai wadah untuk penyebaran informasi kepada pihak eksternal mengenai gagasan E-TRACTOR sehingga dapat dikenal oleh masyarakat luas.

Selain *stakeholder*, juga diperlukan tahapan kompleks guna menjalankan dan mensukseskan gagasan ini. Tahapan implementasi tersebut antara lain sebagai berikut:



Gambar 1. Tahap Implementasi Gagasan

Sumber: ilustrasi penulis, 2024

PENUTUP

Kesimpulan

Indonesia sebagai negara agraris, sektor pertanian memegang peran strategis dalam perekonomian nasional termasuk perekonomian daerah. Salah satu daerah yang memiliki potensi serta lahan pertanian yang luas adalah Kabupaten Blora Provinsi Jawa Tengah. Namun, sayangnya pertanian di Kabupaten Blora masih terdapat beberapa permasalahan seperti kurangnya permodalan dan pelatihan kepada petani. Sehingga, E-TRACTOR hadir sebagai solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan memanfaatkan aplikasi digital berbasis P2P *Lending* sebagai sarana untuk mempermudah investor dalam menyalurkan dana. Selain itu, E-TRACTOR juga hadir sebagai program pendampingn pertanian bagi petani. E-TRACTOR memiliki lima menu utama, meliputi menu dashboard, *conculation*, *funding*, *report*, dan *product*. Gagasan yang disusulkan tidak dapat berjalan jika hanya dilakukan sebagian pihak saja. Oleh karena itu, dalam implementasiannya gagasan ini diperlukan kerjasama antara berbagai pihak yang mana berkonsep *pentahelix* sehingga kredibilitasnya terjamin. Diharapkan adanya gagasan ini mampu mengoptimalkan permodalan sektor pertanian dan pelatihan kepada petani di Kabupaten Blora sehingga membantu dalam mendorong terwujudnya *sustainable farming* sebagai salah satu program *Sustainable Development Goals* 2030.

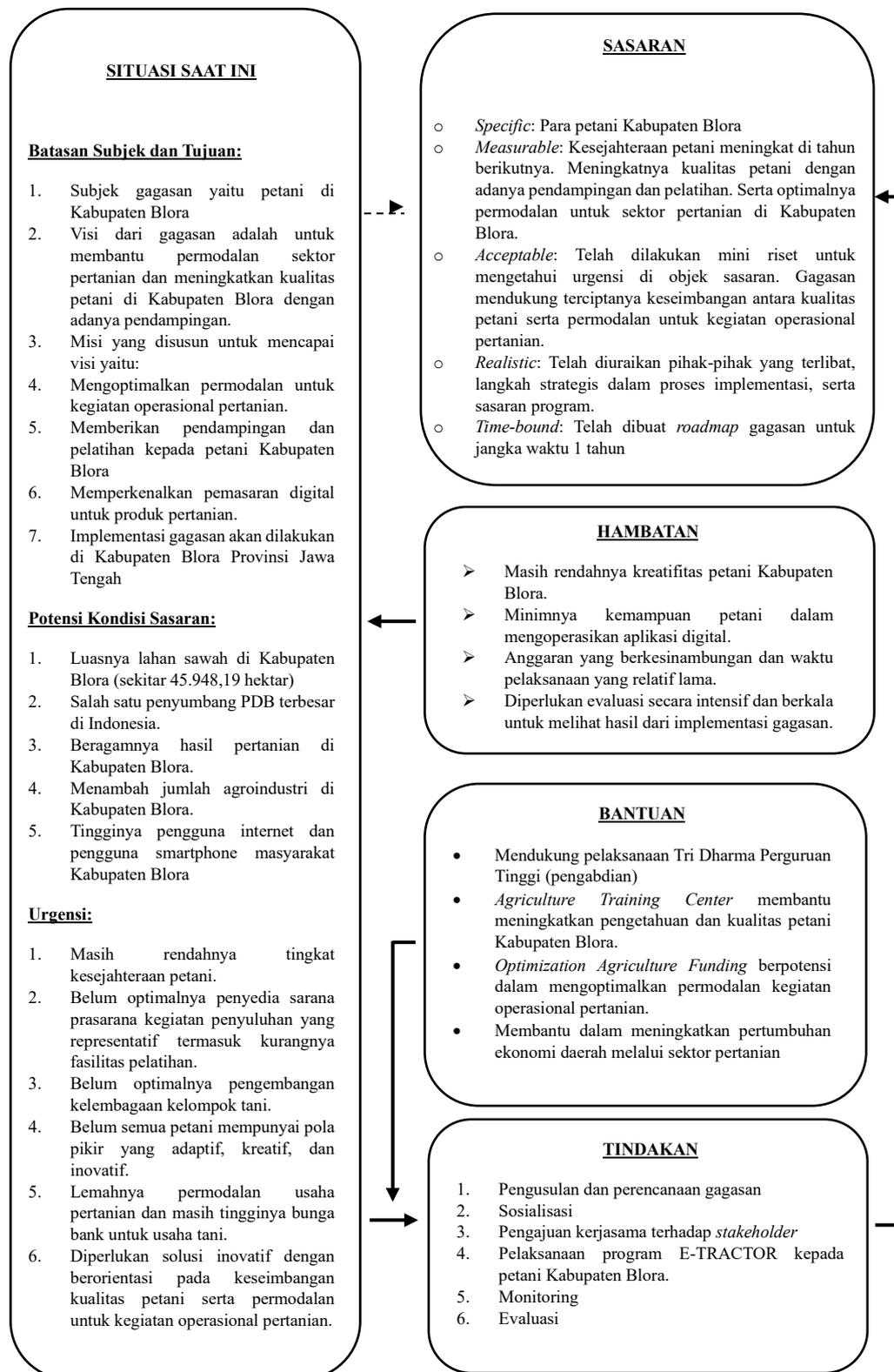
DAFTAR PUSTAKA

- BPS. 2023. Ekonomi Indonesia Triwulan IV-2023 Tumbuh 5,04 Persen (y-on-y). Diakses pada 7 Mei 2024, dari <https://www.bps.go.id/id/pressrelease/2024/02/05/2379/ekonomi-indonesia-triwulan-iv-2023-tumbuh-5-04-persen--y-on-y-.html>
- BPS. 2023. Keadaan Angkatan Kerja di Indonesia Agustus 2023. Diakses pada 7 Mei, dari BPS 2023 <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/12/08/f8c567805aa8a6977bd4594a/keadaan-angkatan-kerja-di-indonesia-agustus-2023.html>
- BPS Kabupaten Blora. 2023. *Data: Distribusi PDRB Menurut Lapangan Usaha ADHK (Persen), 2020-2022*.
- BPS Kabupaten Blora. 2022. *Luas Lahan Menurut Jenis Penggunaannya di Kabupaten Blora (Hektar), 2019-2022*. Diakses pada 7 Mei 2024, dari BPS 2023 <https://www.bps.go.id/id/publication/2023/12/08/f8c567805aa8a6977bd4594a/keadaan-angkatan-kerja-di-indonesia-agustus-2023.html>
- Farras, N. H., Rizki F, M., & Ramadhan, A. 2020. Optimalisasi Sektor Pertanian Di Provinsi Jawa Tengah Untuk Pemberdayaan Petani Melalui Aplikasi Halal Tani. *Dinar : Jurnal Ekonomi Dan Keuangan Islam*, 7(1), 18–30. <https://doi.org/10.21107/dinar.v7i1.6466>
- Fitriani, H. 2018. KONTRIBUSI FINTECH DALAM MENINGKATKAN KEUANGAN INKLUSIF PADA PERTANIAN (Studi Analisis Melalui Pendekatan Keuangan Syariah Dengan Situs Peer To Peer Lending Pada Pertanian Di Indonesia). *El-Barka: Journal of Islamic Economics and Business*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.21154/elbarka.v1i1.1392>
- Heri Susanto , Ramon Syahrial, A. B. 2022. JURNAL ILMIAH MANAJEMEN, EKONOMI BISNIS, KEWIRAUSAHAAN Halaman Jurnal: <https://univ45sby.ac.id/ejournal/index.php/ekonomika> Halaman UTAMA Jurnal : <https://univ45sby.ac.id/ejournal/index.php>. *JURNAL EKONOMIKA45 Vol 9 No. 2 (Juni 2022) – E-ISSN:2798-575X; P-ISSN:2354-6581*, 9(2).
- Kementrian Pertanian Republik Indonesia. 2024. Laporan Kinerja Kementrian

- Pertanian 2023. Diakses pada 7 Mei 2024, dari <https://ppid.pertanian.go.id/doc/1/LAKIN%20Kementan%202023.pdf>
- OJK.go.id. 2020. *Yuk Mengenal Fintech P2P Lending sebagai Alternatif Investasi sekaligus Pendanaan.* Melalui <https://sikapiuangmu.ojk.go.id/FrontEnd/CMS/Article/20566> diakses pada 10 Mei 2024.
- Widya, P. 2022. Laporan Kinerja Instansi Pemerintah. *Patra Widya: Seri Penerbitan Penelitian Sejarah Dan Budaya.*, 21(3), i–iii.

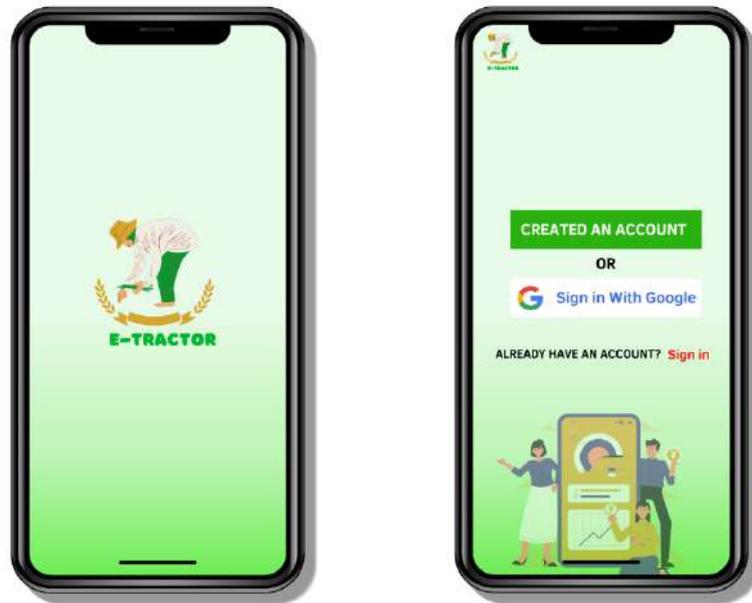
Lampiran

Lampiran 1. Visualisasi Gagasan



Sumber: ilustrasi penulis, 2024

Lampiran 2. Desain Aplikasi E-TRACTOR



Gambar 2. Tampilan Awal Aplikasi

Sumber: ilustrasi penulis, 2024



Gambar 3. Menu Dashboard dan Menu *Training*

Sumber: ilustrasi penulis, 2024



Gambar 4. Menu *Agrocare* dan Menu *Product*
 Sumber: ilustrasi penulis, 2024



Gambar 5. Menu *Funding*
 Sumber: ilustrasi penulis, 2024



Gambar 6. Menu *Report*

Sumber: ilustrasi penulis, 2024

Lampiran 3. Timeline pelaksanaan E-TRACTOR

No	Kegiatan	Waktu												Penanggung Jawab
		Bulan ke-												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Pencetusan gagasan													Akademisi
2	Diskusi dan sosialisasi dengan pihak terkait													Akademisi, Pemerintah, Masyarakat, Pihak Swasta, Media
3	Sosialisasi dan penyuluhan kepada masyarakat													Akademisi, Pemerintah, Masyarakat, Pihak Swasta, Media
4	Pembuatan dan pengembangan aplikasi													Akademisi, Pemerintah, Media
5	Sosialisasi terkait adanya aplikasi													Akademisi, Pemerintah, Masyarakat, Pihak Swasta, Media
6	Pelaksanaan gagasan													Pemerintah, Masyarakat, Pihak Swasta
7	Implementasi gagasan E-TRACTOR													Pemerintah
8	Pengawasan													Pemerintah
9	Evaluasi													Pemerintah, Akademisi, Media

Sumber: ilustrasi penulis, 2024

Lampiran 4. Analisis SWOT

Strenght	Weakness
<p>a) Program yang turut mensukseskan Rencana Strategis Kementrian Pertanian 2020-2024.</p> <p>b) Pemanfaatan potensi luas lahan sawah dan komoditas pertanian Kabupaten Blora secara optimal sehingga dapat meningkatkan perekonomian daerah.</p> <p>c) Sektor pertanian Kabupaten Blora menjadi penyumbang terbesar PDRB Kabupaten Blora.</p> <p>d) Trend penggunaan aplikasi digital yang kian meningkat sehingga mempermudah pengguna mendapatkan informasi yang cepat dan tepat sasaran.</p>	<p>a) Masih rendahnya kemampuan petani dalam mengoperasikan media digital. Namun, tim E-TRACTOR dapat mengadakan sosialisasi yang massif mengenai aplikasi digital sebagai sarana dalam mengoptimalkan potensi pertanian Kabupaten Blora.</p> <p>b) Membutuhkan partisipasi banyak pihak sehingga memerlukan perencanaan yang kompleks. Namun, tim E-TRACTOR dapat menjalin komunikasi yang masif dan berkesinambungan dengan pemerintah Kabupaten Blora dan pihak-pihak yang terlibat, terkait efektifitas peningkatan potensi pertanian menggunakan gagasan yang ada.</p>
Opportunity	Threat
<p>a) Potensi komoditas pertanian yang beragam di Kabupaten Blora dan sangat potensial untuk dikembangkan baik untuk agroindustri atau produk ekspor.</p> <p>b) Perantara produsen (petani) dengan konsumen dan para investor.</p> <p>c) Konsep kolaborasi beberapa pihak dapat memaksimalkan dalam</p>	<p>a) Munculnya gagasan lain dengan system yang lebih praktis dan memberikan keuntungan lebih besar kepada petani dan investor. Namun, tim E-TRACTOR dapat melakukan evaluasi secara berkala dan meningkatkan sistem dan fitur-fitur aplikasi yang lebih baik berdasarkan kritik dan saran dari pengguna aplikasi E-TRACTOR.</p>

<p>mencapai <i>sustainable farming</i> dalam SDG's 2030.</p>	<p>b) Kurang koordinasi antarpihak terkait sehingga dapat menghambat implementasi gagasan. Namun, tim E-TRACTOR dapat melakukan pengadaan rapat koordinasi dan evaluasi secara berkala Bersama pihak-pihak yang terlibat.</p>
--	---

Sumber: ilustrasi penulis, 2024

Lampiran 5. Lembar Osisinalitas

LOMBA ESAI NASIONAL 10th KIME ON IDEAS COMPETITION

1. Judul : E-TRACTOR: Inovasi Pertanian Produktif Kabupaten Blora sebagai Strategi Akselerasi *Sustainable Farming* Berbasis P2P *Lending* guna Mewujudkan SDG's 2030
2. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Semarang
3. Identitas Penulis
 - a. Nama Lengkap Ketua : Sonia Febrianti
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. Tempat, Tanggal Lahir: Pati, 31 Januari 2004
 - d. Prodi/ Angkatan : Manajemen/ 2021
 - e. NIM : 7311421040
 - f. Alamat : Pati, Jawa Tengah
 - g. Anggota : -

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan adalah benar/ dengan ini, saya menyatakan ikut serta dalam Lomba Esai Nasional 10th *KIME on Ideas Competition* (10th KOIN) dan menyetujui semua syarat dan ketentuan lomba yang ditetapkan oleh panitia.

Ketua Tim



Sonia Febrianti

Subtema : Pariwisata

10th KIME on Ideas Competition

**VISTING SULBAR: APLIKASI PEDULI DESTINASI WISATA BERBASIS
AR SEBAGAI SOLUSI PENGEMBANGAN WISATA DI PROVINSI
SULAWESI BARAT**



Oleh :

Muh Akmal Ashari Anafarma 2022

**Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Malang
Malang
2024**

VISTING SULBAR: APLIKASI PEDULI DESTINASI WISATA BERBASIS AR SEBAGAI SOLUSI PENGEMBANGAN WISATA DI PROVINSI SULAWESI BARAT

Muh Akmal Ashari

Poltekkes Kemenkes Malang

Pendahuluan

Provinsi Sulawesi Barat merupakan pulau yang terletak di sebelah barat pulau Sulawesi, provinsi Sulawesi Barat mempunyai 6 buah kabupaten diantaranya kabupaten Pasangkayu, Mamuju, Polewali Mandar, Mamasa, Mamuju Tengah, dan Majene. Ke enam kabupaten tersebut mempunyai beragam bahasa lokal yang berasal dari Sulawesi Barat. Di antaranya bahasa Bares, Benggaulu, Bundong-Bundong, Kone-Kone, Mamuju, Mamasa, Pannei, Mandar, dan Topoiyo. Secara topografi bentuk permukimannya terdiri atas pegunungan, dataran tinggi dan dataran rendah, dataran tingginya mencapai 1.103,76 mdpl sementara dataran rendahnya 6,26 mdpl (Prinada, 2022). Gubernur Sulawesi Barat, Ali Baal Masdar saat menemui Menteri Pariwisata Sandiaga Uno, menyampaikan bahwa “Sulawesi Barat merupakan salah satu provinsi destinasi pariwisata di Indonesia, yang dimana Sulbar memiliki kekayaan alam, keanekaragaman flora, fauna, bahasa dan suku, keunikan dan kekhasan budaya, adat istiadat yang hidup dalam masyarakatnya, serta peninggalan sejarah dan purbakala menjadi daya tarik tersendiri bagi Sulbar.” (Humassulbar, 2021).

Sekretaris Provinsi Sulawesi Barat, Muhammad Idris menyatakan salah satu kendala yang dihadapi dalam pembangunan pariwisata di daerah itu yakni adanya kesenjangan infrastruktur menuju ke tempat wisata masih kurangnya informasi dan juga promosi wisata terhadap para wisatawan baik domestik maupun wisatawan mancanegara (Kini, 2020). Akomodasi wisata di Sulawesi Barat sangat penting untuk memenuhi kebutuhan wisatawan. Untuk keperluan pariwisata, keberadaan akomodasi wisata dapat dibedakan menjadi akomodasi umum dan akomodasi khusus, tergantung pada tujuannya. Akomodasi khusus adalah fasilitas akomodasi yang dihususkan untuk tujuan wisata di kawasan wisata, termasuk

hotel dan fasilitas ekomodasi lainnya seperti losmen, goest house, villa, dan sebagainya (farid said, muhammad Rakib, 2023). Kepala Badan Pusat Statistika (BPS) Provinsi sulawesi barat, Tina Wahyufitri, menyampaikan bahwa “tingkat penghuni kamar (TPK) Hotel klasifikasi bintang di provinsi sulawesi barat pada bulan desember 2023 mencapai 48,14%, mengalami kenaikan signifikan sebesar 5,01 poin dibandingkan dengan bualan november 2023.” Sementara TPK Hotel non Bintang atau Akomodasi lainnya mengalami penurunan sebesar 1,32 point menjadi 19,92% Sehingga perekonomian yang ada di Sulawesi Barat dapat meningkat dengan adanya wisatawan (Sulbar.bps.go.id, 2024).

Upaya pemerintah provinsi Sulawesi Barat dalam meningkatkan minat wisatawan untuk melakukan wisata ke provinsi sulawesi barat antara lain, pengembangan wisata bawah laut, pengembangan sarana dan prasarana olahraga bahari, pengembangan taman budaya, serta promosi festival Sandeq Balap yang dilaksanakan setiap tahunnya. Akan tetapi hal tersebut masih kurang efektif karena tidak adanya data yang tersimpan sebagai bentuk untuk melihat apakah wisata provinsi sulawesi barat dapat meningkat dengan adanya kegiatan-kegiatan tersebut. Sehingga penulis memberikan solusi terbaik untuk kemajuan pariwisata di provinsi sulawesi barat yaitu dengan menggunakan aplikasi VISTING SULBAR dengan berbagai fitur unggulan.

Hal inilah yang menarik untuk dikaji lebih lanjut oleh penulis, yaitu dengan membuat kajian essay tentang aplikasi VISTING SULBAR untuk meningkatkan dan mengembangkan wisata yang ada di Provinsi Sulawesi Barat. Tujuan dalam penulisan kajian essay ini yaitu untuk membantu memasarkan destinasi wisata melalui aplikasi maupun media sosial. Manfaat yang dapat di ambil dalam penulisan kajian essay ini yaitu bagi pemerintah dapat digunakan untuk meningkatkan daya tarik wisatawan untuk berwisata di provinsi Sulawesi Barat sehingga Sulawesi Barat dapat mencapai salah satu point SDGs yaitu mempromosikan pariwisata yang bermanfaat dan berkelanjutan dan bagi masyarakat dapat menjadi solusi untuk mendukung penciptaan lapangan kerja dan pertumbuhan perusahaan.

ISI

Kondisi wisata saat ini

Kepala Dinas Pariwisata Provinsi Sulawesi Barat, Farid Wajdi menyatakan bahwa sejumlah destinasi pariwisata di Sulawesi Barat terus diperkenalkan ke publik harapannya untuk, bagaimana angka kunjungan wisatawan ke Sulawesi Barat dapat di dongkrak. Dengan melakukan pembangunan infrastruktur untuk mendukung kenyamanan wisatawan yang berkunjung. Sebagaimana yang di katakan (Sasongko & Brahmantya, 2020) bahwa “produk suatu wisata adalah atraksi, fasilitas, dan akses wisata, produk pariwisata merupakan segala sesuatu yang didasari dan diperoleh oleh wisatawan mulai saat meninggalkan tempat tinggal sampai ke destinasi wisata hingga kembali ke tempat tinggal.” Sehingga saat ini pemerintah Provinsi Sulawesi Barat terus berupaya untuk melakukan pembangunan infrastruktur para wisatawan seperti pembangunan Hotel berbintang, restoran, serta akomodasi lainnya. Tingkat Penghunian Kamar (TPK) Hotel Klasifikasi Bintang di Provinsi Sulawesi Barat pada bulan Desember 2023 mencapai 48,14 persen, mengalami kenaikan signifikan sebesar 5,01 poin dibandingkan dengan bulan November 2023.

Solusi yang pernah di tawarkan

Pemerintah Provinsi Sulawesi Barat untuk meningkatkan wisatawan ke provinsi Sulawesi Barat melakukan beberapa cara salah satunya yaitu promosi festival Sandeq Balap sebagai icon tersendiri yang ada di provinsi tersebut. Untuk meningkatkan minat wisatawan berkunjung ke Sulawesi Barat namun hal tersebut masih kurang efektif dan promosi yang di lakukan masih minim, pada umumnya masyarakat belum tahu apa destinasi wisata Sulawesi Barat. Ironisnya warga setempat ketika di tanyakan terkait destinasi wisata yang ada di daerah mereka, umumnya mereka kebingungan untuk menjawabnya. Sehingga diperlukan solusi digitalisasi dengan penyediaan suatu wadah dan bantuan promosi yang gencer untuk menjaga Destinasi Wisata yaitu melalui VISTING SULBAR.

GASASAN PENULIS

VISTING SULBAR merupakan sebuah aplikasi yang bertujuan untuk meningkatkan dan mengembangkan wisata yang ada di Provinsi Sulawesi Barat yang berbasis AR. Tujuan utama VISTING SULBAR adalah untuk membantu

memasarkan destinasi wisata melalui aplikasi maupun media sosial yang berbasis AR. VISTING SULBAR ini dalam bentuk aplikasi sebagai bentuk digitalisasi yang bertugas untuk memfasilitasi pariwisata yang ada di provinsi sulawesi barat agar dapat mempromosikan destinasi wisata dengan skala Regional, Nasional dan Internasional. Dewanto, (2022) menyatakan bahwa “di era digitalisasi pariwisata saat ini, tren masyarakat berubah dengan sangat cepat diakarenakan mudahnya akses untuk mencari informasi.” Bidang pariwisata sebagai salah astu industri yang perkembangannya pesat tentulah terus berubah mengikuti tren yang sedang berlangsung. VISTING SULBAR adalah ekosistem terbaru yang dapat memfasilitasi pariwisata dalam melakukan perjalanannya.

Tampilan Dan Fitur Aplikasi VISTING SULBAR





Fitur AR

Sumber : Penulis 2024

Pihak-Pihak Yang Terlibat Dalam Implementasi

Dalam penerapan, VISTING SULBAR tidak dapat untuk berjalan sendiri. Perlu adanya dukungan dari pihak-pihak yang terkait dalam penerapannya sehingga dapat mempermudah implementasi. Pihak-pihak yang mampu mendukung dan memiliki wewenang dalam upaya merealisasikan VISTING SULBAR disajikan pada **Tabel 1**.

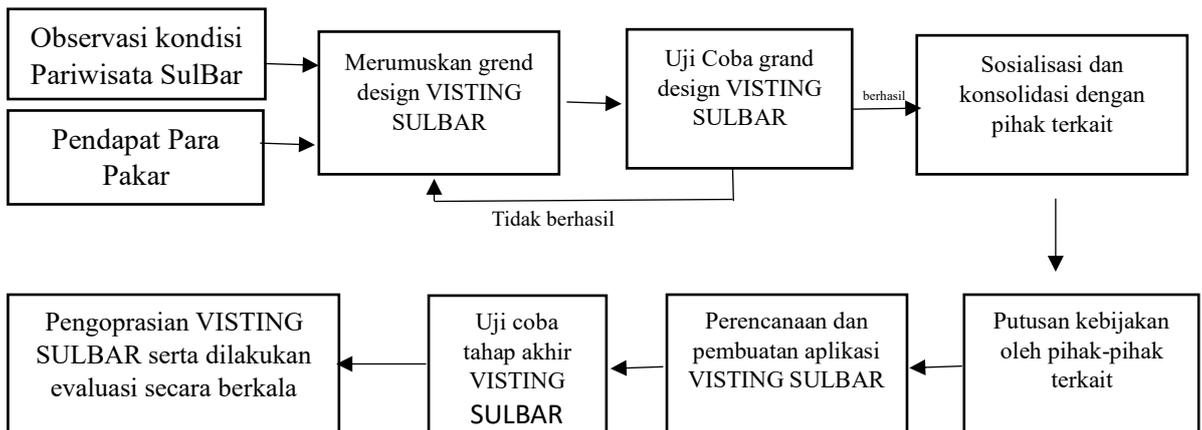
Tabel 1. Pihak Yang Terlibat Dalam Implementasi

Pihak yang Terlibat	Upaya yang Dilakukan
Pemerintah Pusat	Dukungan dalam bentuk kebijakan untuk pengembangan VISTING SULBAR
Pemerintah kabupaten/kota	Merumuskan dan menerapkan otonomi daerah agar VISTING SULBAR lebih merata dan optimal dalam membantu promosi Destinasi Wisata Sulawesi Barat
Kementrian Komunikasi dan Informasi	Melakukan kajian terkait konsep aplikasi VISTING SULBAR
Kementrian Pariwisata	Merumuskan dan menjalankan kebijakan berkaitan dengan VISTING SULBAR

Langkah – langkah Starategis implementasi VISTING SULBAR

VISTING SULBAR merupakan terobosan baru dalam rangka mengatasi masalah pariwisata, langkah-langkah strategis dalam implementasinya dijabarkan pada **Gambar 1**.

Gambar 1. Langkah – langkah Starategis implementasi VISTING SULBAR



Penutup

Provinsi Sulawesi Barat merupakan salah satu provinsi yang memiliki Destinasi Wisata yang pariwisata di Indonesia yang dimana Sulawesi Barat memiliki kekayaan alam, keanekaragaman flora, fauna, bahasa dan suku, keunikan dan kekhasan budaya, adat istiadat yang hidup dalam masyarakatnya, namun provinsi Sulawesi Barat belum bisa memperkenalkan destinasi wisata tersebut karena kurangnya beberapa faktor yang menjadi kendalanya. Sehingga di era digitalisasi, VISTING SULBAR menjadi salah satu teknologi alternatif untuk melakukan promosi Destinasi wisata di Sulawesi Barat. VISTING SULBAR berbasis AR yang mampu melakukan pratinjau secara virtual Destinasi Wisata sehingga dapat memberikan daya tarik para wisatawan menemukan tempat-tempat menarik dan mendapatkan wawasan budaya baru. Tentunya, VISTING SULBAR telah berkontribusi dalam menghadapi tantangan khususnya dalam memajukan Pariwisata yang berkelanjutan untuk memajukan Sulawesi Barat yang berkelanjutan. VISTING SULBAR juga dapat menjadi teladan bagi daerah-daerah yang lain sehingga turut serta dalam mengimplementasikannya. Sehingga salah satu point SDGs yang ke 9 dapat direalisasikan khususnya di bidang pariwisata.

DAFTAR PUSTAKA

- Dewanto, R. F. (2022). PENGARUH DIGITALISASI DAN CITRA DESTINASI PARIWISATA TERHADAP TINGKAT KEPUASAN PENGUNJUNG DI MALANG. *Jurnal Ilmu Ekonomi (JIE)*, 6(4), 537–552.
- farid said, muhammad Rakib, R. safitri F. (2023). *TATA KELOLA DESTINASI PARIWISATA BAHARI SULAWESI BARAT* (S. R. Wicaksono (ed.); Pertama). CV.Seribu Bintang.
- Humassulbar. (2021). *Bahas Pengembangan Pariwisata Sulbar, Gubernur Sulbar Temui Sandiaga Uno*. Www.Sulbarprov.Go.Id.
<https://berita.sulbarprov.go.id/index.php/kegiatan/item/2694-bahas-pengembangan-pariwisata-sulbar-ali-baal-temui-sandiaga-uno>
- Kini, S. (2020). *Pengembangan Pariwisata di Sulbar Butuh Dukungan Infrastruktur yang Memadai*. Sulbar Kini.
<https://kumparan.com/sulbarkini/pengembangan-pariwisata-di-sulbar-butuh-dukungan-infrastruktur-yang-memadai-1uqKsIKhuQf>
- Prinada, Y. (2022). *Profil Provinsi Sulawesi Barat: Sejarah, Geografi & Peta Wilayah*. Tirto.Id. <https://tirto.id/profil-provinsi-sulawesi-barat-sejarah-geografi-peta-wilayah-gzt4>
- Sasongko, S., & Brahmantya, H. (2020). *Jurnal Nasional Pariwisata*. 12.
- Sulbar.bps.go.id. (2024). *Perkembangan Pariwisata Sulawesi Barat Mencatat Peningkatan Signifikan*. Sulbar.Bps.Go.Id.
<https://sulbar.bps.go.id/news/2024/02/01/254/perkembangan-pariwisata-sulawesi-barat-mencatat-peningkatan-signifikan.html>

Lampiran 2. LEMBAR ORISINALITAS

LOMBA ESAI NASIONAL 10th KIME ON IDEAS COMPETITION

1. Judul : VISTING SULBAR: APLIKASI PEDULIS
DESTINASI WISATA BERBASIS AR SEBAGAI SOLUSI
PENGEMBANGAN WISATA DI PROVINSI SULAWESI BARAT
2. Perguruan Tinggi : Poltekkes Kemenkes Malang
3. Identitas Penulis
 - a. Nama Lengkap Ketua : Muh Akmal Ashari
 - b. Jenis Kelamin : Laki-laki
 - c. Tempat, Tanggal Lahir: Mosso, 21 Maret 2004
 - d. Prodi/Angkatan : Analisis Farmasi dan Makanan/ 2022
 - e. NIM : P17120223024
 - f. Alamat : Jl.kendalsari Barat 1B NO.29B
 - g. E mail : Akmal.vlog9@gmail.com
 - h. Anggota
 - Nama Lengkap Anggota 1: -
 - Nama Lengkap Anggota 2: -

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan adalah benar/ Dengan ini, saya menyatakan ikut serta dalam Lomba Esai Nasional 10th *KIME on Ideas Competition* (10th KOIN) dan menyetujui semua syarat dan ketentuan lomba yang ditetapkan oleh panitia.

Ketua Tim



(Muh Akmal Ashari)

Subtema: Lingkungan

10th KIME on Ideas Competition

***THE ALGAE ISLAND: PULAU FOTOBIOREAKTOR TERAPUNG
BERKONSEP MULTI HYBRID POWER PLANT DAN FITOREMEDIASI
ALAMI GUNA MENDUKUNG PEMBANGUNAN IBU KOTA BARU***



Oleh:

Siti Fadilatul Rahmadani 220341604288 / 2022
Samil Labib Burhani 220341602307 / 2022

**UNIVERSITAS NEGERI MALANG
MALANG
2024**

PENDAHULUAN

Pemindahan Ibu Kota Negara ke Penajam Paser Utara memiliki dampak negatif terhadap kelangsungan hidup di bumi (Pandit, 2019). Aktivitas deforestasi untuk pembukaan kawasan terbuka tentu akan menelan banyak pemusnahan pohon dan pengalihan fungsi hutan. Hutan yang semula berperan sebagai habitat hewan, penampung karbon dioksida, dan modulator arus hidrologika akan beralih menjadi gedung industri, jalan raya dan infrastruktur. Hal ini berpengaruh terhadap ketidakstabilan iklim, kurangnya suplai oksigen, dan rendahnya daerah resapan karbon dioksida. Peningkatan emisi karbon dari berbagai aktivitas manusia seperti penggunaan bakar fosil, perubahan fungsi lahan, dan boiler industri yang tidak diimbangi dengan resapan karbon sangat berpotensi besar menyebabkan pemanasan global.

Menurut Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), suhu bumi meningkat $0,6^{\circ}\text{C}$ sejak tahun 1750, yaitu saat awal proses industrialisasi. Meskipun angka $0,6^{\circ}\text{C}$ terkesan kecil, kenaikan suhu ini telah memicu dampak merugikan bagi kehidupan manusia dan planet Bumi. Kalimantan Timur sebagai calon Ibu Kota Negara (IKN) memiliki tanggung jawab besar untuk membangun infrastruktur ramah lingkungan sekaligus menjadi solusi permasalahan lingkungan di Indonesia. Pemindahan Ibu Kota akan berdampak pada kehidupan sosial masyarakat di wilayah pembangunan IKN dan sekitarnya. Selain itu, Di tengah krisis energi dan lingkungan, Penajam Paser Utara dituntut untuk menciptakan *smart and green city* dengan terus mengembangkan sustainabilitas energi terbarukan.

Oleh karena itu, diperlukan strategi yang kompatibel untuk menangani permasalahan di atas. Salah satu aplikasi teknologi yang dapat digunakan adalah *photobioreactor*. *Photobioreactor* merupakan teknologi untuk budidaya mikroalga yang dibantu oleh sinar matahari (Agustina et al., 2018). Teknologi tersebut dapat membantu fotosintesisnya mikroalga dapat menjadi mitigasi biologis penyerapan emisi karbon secara efektif dan memiliki kemampuan sebagai fitoremediator yang dapat menjadi solusi penyediaan air bersih. Selain itu, mikroalga memiliki potensi yang besar sebagai sumber bahan bakar terbarukan karena memiliki kandungan minyak yang dapat dijadikan sebagai bahan bakar biodiesel (Gultom, 2018).

Berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan, penulis mengajukan sebuah gagasan inovatif berupa *The Algae Island: Pulau Fotobioreaktor Terapung Berkonsep Multi Hybrid Power Plant Dan Fitoremediasi Alami* guna Mendukung Pembangunan Ibu Kota Baru. Tujuan utama dari gagasan ini adalah sebagai kajian strategis dalam pembangunan ruang terbuka hijau mandiri pada Ibu Kota Negara baru, sehingga dapat mengurangi emisi karbon, menekan penggunaan bahan bakar minyak serta sebagai penyedia air bersih pasca eksploitasi sumber daya alam. Selain itu, gagasan ini juga dapat mendukung program pemerintah dalam mewujudkan kemandirian dan ketahanan energi di Indonesia.

ISI

Pemicu Timbulnya Gagasan

a. Dampak Eksploitasi Sumber Daya Alam Akibat Pindahan Ibu Kota Negara

Pengembangan Ibu kota baru harus dipastikan tidak menggunakan kawasan lindung atau cagar alam, karena akan menyebabkan deforestasi tambahan dan ancaman terhadap hewan langka Kalimantan. seperti orang utan serta satwa lautnya, yaitu pesut. Kasus tumpahan minyak di Teluk Balikpapan tahun 2018 akibat pipa bocor menjadi pengingat akan bahaya eksploitasi berlebihan dan potensi kerusakan terumbu karang (Fatmawaty, 2020).Kegiatan eksploitasi oleh korporasi adalah salah satu yang menjadi sumber utama dari permasalahan yang muncul di kawasan Teluk Balikpapan.

Pembangunan Ibu Kota Negara juga memberi tantangan yang cukup besar terhadap jumlah manusia yang terkena dampak rencana tersebut, di antaranya besarnya jumlah manusia yang terkena dampak, luasnya wilayah penyebaran dampak, intensitas dan lamanya dampak berlangsung, sifat kumulatif dampak dan berbalik atau tidak berbaliknya dampak. Upaya pencegahan pencemaran dilakukan melalui Amdal yang harus dilakukan secara penuh, yaitu setiap tahap yang ada di dalam Amdal harus disusun secara cermat sesuai dengan situasi dan kondisi yang sebenarnya di lapangan. Perlindungan keragaman hayati juga terkait dengan masalah pencegahan kepunahan jenis dari keragaman hayati diperlukan pencegahan dini.

b. Peningkatan Konsumsi Bahan Bakar Fosil di Indonesia

Tahun 2019, konsumsi bahan bakar di Indonesia mencapai 1.471 juta *Barrel of Oil Equivalent* (BOE) dan mengalami peningkatan rata-rata 3,71% per tahun (Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM, 2020). Sektor yang paling banyak mengonsumsi bahan bakar adalah industri produsen energi dengan pangsa sebesar 43,83%, diikuti transportasi, industri manufaktur dan konstruksi. Kategori industri produsen energi (1A1) membutuhkan banyak bahan bakar untuk menghasilkan energi, terutama untuk pembangkit listrik yang mencapai 539 juta BOE. Jumlah tersebut merupakan volume konsumsi bahan bakar di pembangkit listrik, baik pembangkit listrik milik Perusahaan Listrik Negara (PLN) maupun *Independent Power Producer* (IPP). Konsumsi bahan bakar didominasi oleh batu bara sejak Tahun 2010 hingga 2019, dengan pangsa sebesar 55,12% menjadi 76,22%. Hal ini menunjukkan bahwa pemerintah masih mengandalkan Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) di dalam kebijakan sektor ketenagalistrikan bagi masyarakat.

c. Konsumsi Listrik Indonesia Berbanding Terbalik dengan Produktivitasnya

Permintaan listrik yang tidak diimbangi oleh suplai listrik yang memadai akan berdampak pada kurangnya pasokan listrik. Fakta menunjukkan bahwa Indonesia merupakan negara paling boros energi di kawasan ASEAN (Mulyani & Hartono, 2018). Minyak bumi masih menjadi tumpuan utama masyarakat Indonesia dengan persentase sebesar 43%. Disusul kemudian batu bara dan gas bumi masing-masing telah dimanfaatkan 28,7% dan 22%. Sisanya, yaitu hanya sebanyak 6,2% yang berasal dari sumbangsih energi terbarukan dalam bauran pemanfaatan energi nasional (Gultom, 2018). Disisi lain, bahan bakar fosil, batu bara dan gas bumi merupakan sumber energi tidak terbarukan dan tahun ke tahun ketersediaannya terus berkurang dan akan habis (Asmiyati, 2019). Data menunjukkan bahwa konsumsi listrik Indonesia pada 2040 mencapai 468.066,37 GWh, angka tersebut lebih dari dua kali lipat konsumsi listrik nasional pada tahun 2014 sebesar 221.296 GWh (Kementerian ESDM, 2022). Selain dihadapkan dengan kondisi peningkatan daya listrik setiap rumah, pendistribusian listrik pada rumah tangga masyarakat.

Tawaran Solusi



Gambar 1. Konsep Gagasan *The Algae Island*

Sistem kerja *The Algae Island* dirancang untuk memanfaatkan potensi mikroalga secara maksimal dan optimal agar bisa mengatasi masalah besar di seluruh dunia, yaitu polusi udara, pengurangan sumber daya tak terbarukan secara terus-menerus, dan pencemaran air oleh limbah. *The Algae Island* dibangun di kawasan Ibu Kota Negara (IKN) baru sehingga bisa menyerap karbon dioksida lebih banyak untuk mengurangi polusi yang diakibatkan oleh kegiatan manusia yang padat di perkotaan. *Photobioreactor* juga harus diletakkan di tempat yang mendapatkan sinar matahari yang cukup dan memiliki permukaan transparan sehingga proses fotosintesis alga berjalan dengan lancar. Mikroalga yang dipilih untuk di kultur pada setiap *photobioreactor* harus merupakan mikroalga yang memiliki masa hidup yang relatif lama dibandingkan mikroalga lainnya. *The Algae Island* dirancang membentuk sistem terintegrasi yang terdiri dari tiga kawasan di antaranya *Eco-Park Area*, *Energy Area*, dan *Water Supply Area*.

Eco-Park Area adalah sebuah area di *The Algae Island* yang di dalamnya ada *Carbon Capture Storage (CCS)* dan *photobioreactor* yang memanfaatkan karbon dari CCS tersebut. Rangkaian pelaksanaan proses CCS terikat satu sama lain, mulai dari pemisahan dan penangkapan CO₂ dari sumber emisi gas buang (*capture*), pengangkutan CO₂ yang tertangkap ke tempat penyimpanan (*transportation*) dan penyimpanan ke tempat yang aman

(*storage*). CCS akan menangkap dan menyimpan CO₂ kemudian dialirkan ke tempat pengkulturan mikroalga di dalam *photobioreactor* sebagai bahan fotosintesis. *Photobioreactor* memanfaatkan karbon dioksida dari CCS untuk diubah menjadi oksigen melalui hasil fotosintesis. Oksigen ini tidak langsung dikeluarkan di Ruang Terbuka Hijau (RTH). Oksigen akan dimanfaatkan secara efektif dan efisien dengan disimpan pada *large oxygen storage* untuk mengetahui seberapa besar oksigen yang dapat dihasilkan oleh *photobioreactor* ini. Setelah penyimpanan oksigen penuh, oksigen diolah dan didistribusikan ke pabrik oksigen sebagai suplai oksigen rumah sakit. Alga yang sudah dewasa diekstraksi lipidnya dan disalurkan ke area selanjutnya.



Gambar 2. Bagian dalam Pabrik Biodiesel pada *Energy Area*

Area kedua dinamakan sebagai *Energy Area* karena menjadi pusat produksi sumber energi terbarukan yang dihasilkan dari alga. *Energy Area* terdiri atas pabrik-pabrik yang mengolah ekstraksi lipid alga dewasa dari *photobioreactor* area pertama untuk dikonversi menjadi biodiesel. Alga dewasa dipilih karena dianggap telah mencapai pertumbuhan optimalnya sehingga bisa menghasilkan lipid yang banyak. Salah satu komponen biomassa mikroalga yang dapat dikonversi lebih lanjut menjadi biodiesel adalah lipid. Banyak spesies mikroalga yang mengandung lipid dengan kadar tinggi, bahkan mencapai 90% (Jumiarni, 2018). Mikroalga memiliki efisiensi fotosintetik yang tinggi, produktivitas biomassa tinggi, laju pertumbuhan lebih tinggi daripada tumbuhan, fiksasi CO₂, dan produksi O₂ yang tinggi, dapat ditumbuhkan dalam iklim yang bervariasi dan di lahan yang tidak dapat ditanami sehingga bisa meminimalisir penggunaan lahan yang produktif.



Gambar 3. Photobioreactor Terapung sebagai Energy Area

Energy Area juga dilengkapi dengan Pembangkit Listrik Tenaga Surya dengan memanfaatkan prinsip dasar pengoperasian panel surya. Pembangkit listrik tenaga surya bekerja dengan prinsip cahaya matahari mengenai panel surya, maka elektron-elektron yang ada pada sel surya akan bergerak dari N ke P, sehingga pada terminal keluaran dari panel surya akan menghasilkan energi listrik. Sumber Energi Baru Terbarukan (EBT) seperti energi surya yang berasal dari matahari yang ramah lingkungan merupakan potensi beberapa daerah di Indonesia, karena Indonesia masuk dalam kawasan iklim tropis sehingga suhu di daerah Indonesia berkisar antara $27^{\circ}\text{C} - 45^{\circ}\text{C}$. Jika melihat dari potensi rata-rata suhu di Indonesia yang dapat mencapai $27,62^{\circ}\text{C}$, maka potensi energi surya Indonesia dapat dioptimalkan yang mencapai 207,8 Gigawatt. Maka, Indonesia merupakan daerah dengan radiasi sinar matahari yang merata sepanjang kawasan. Dengan begitu, Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dengan *Energy Production* dapat membantu dalam solusi permasalahan energi surya di kawasan IKN.

Pada sub produksi budidaya biomassa mikroalga, variabel *input* dan *output* yang dominan adalah penggunaan pupuk dan listrik. Pupuk yang digunakan adalah jenis KNO_3 dan P_2O_5 dengan konsentrasi sebanyak 20-50 ppm. Sedangkan listrik pada subproduksi ini digunakan untuk menghidupkan pompa air selama proses budidaya dan untuk keperluan pemanenan biomassa. Selama masa pertumbuhan, secara berkala pompa air dihidupkan untuk menjaga agar mikroalga tidak mengendap dan menjaga kondisi media tumbuh alga selalu homogen. Dengan kondisi ini maka distribusi nutrisi, cahaya dan gas-gas yang diperlukan untuk pertumbuhan alga menjadi merata. Biodiesel

yang dihasilkan oleh pabrik dikonversi menjadi listrik yang akan menghidupkan lampu-lampu di sekitar taman. Seperti halnya pabrik pada umumnya, pabrik-pabrik di area dua tidak hanya menghasilkan hasil keluaran berupa biodiesel, namun juga menghasilkan limbah cair. Air limbah ini berpotensi menimbulkan pencemaran tanah karena mengandung sisa-sisa pupuk dan biomassa yang tidak tersaring. Limbah cair ini tidak akan menjadi polusi sebab akan diolah pada *photobioreactor* di area ketiga.



Gambar 4. *Water Supply Area*

Area ketiga dinamakan *water supply area*, area ini akan dibangun *photobioreactor* yang bisa mengolah limbah pabrik *biofuel* menjadi air jernih sehingga dapat menyuplai air bersih ke fasilitas yang berada di dalam taman tersebut, misalnya: untuk kamar mandi umum atau alat penyiram tanaman. *Photobioreactor* yang akan dibangun di area ini adalah *photobioreactor* berbasis fikoremediasi. Banyak penelitian telah dikembangkan dalam fikoremediasi, baik dalam skala laboratorium maupun aplikasi di alam. Secara prinsip, dalam fikoremediasi CO₂, Nitrogen dan Fosfor yang ada dalam limbah cair dimanfaatkan oleh mikroalga sehingga dihasilkan biomassa dan oksigen. Seterusnya oksigen dimanfaatkan oleh bakteri untuk merombak bahan organik yang ada dalam limbah tersebut. Hal tersebut dapat terjadi pada temperatur dan pH yang optimal.

Keunggulan *The Algae Island*

Seiring dengan meningkatnya emisi CO₂ hasil pembakaran bahan bakar fosil, boiler di industri, rumah tangga, dan mode transportasi. Berbagai upaya dilakukan untuk menurunkan emisi karbon dari sektor tersebut,

mengingat dampaknya yang sangat krusial terhadap lingkungan dan kesehatan. Teknologi sistem *The Algae Island* bisa menjadi solusi dari berbagai masalah tersebut. *The Algae Island* adalah sebuah taman di pusat kota yang berisi macam-macam *Photobioreactor* dengan fungsi yang berbeda di setiap lapisan area. Organisme mikroalga dinilai akan menghasilkan manfaat yang lebih daripada tanaman bila digunakan dengan tepat. Keunggulan mikroalga adalah dapat tumbuh di air tawar maupun air asin (laut) dan memiliki pertumbuhan yang lebih cepat.

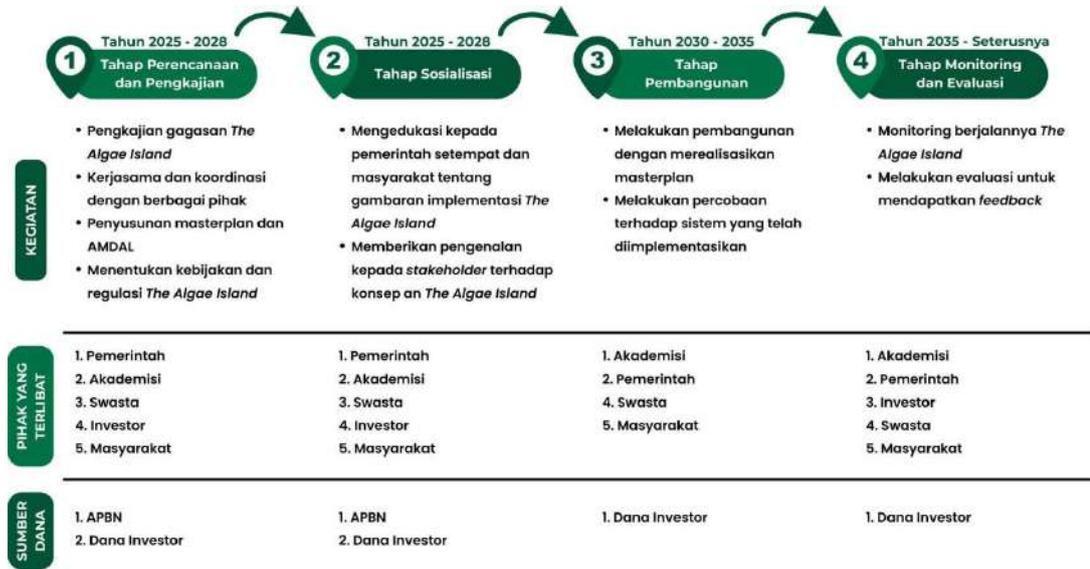
Selain itu, produksi mikroalga dalam bentuk biomassa hasil dari proses penyerapan emisi karbon dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan seperti suplemen pangan dan pakan, kosmetik, obat-obatan, biofuel dan biodiesel. Mikroalga yang mampu berfotosintesis juga bisa menyerap karbon dioksida dan menghasilkan oksigen sehingga *photobioreactor* tidak hanya mengatasi masalah *global warming* melainkan juga mengatasi masalah krisis energi yang tak terbarukan melalui lipid dari mikroalga itu sendiri. Dengan memadukan kemampuan alga dalam menyerap emisi karbon dan menghasilkan oksigen, *renewable energy* berupa *biofuel* dan biodiesel serta kemampuan sebagai fitoremediator dalam satu sistem teknologi *The Algae Island* tentu dapat menjadi solusi kawasan mandiri energi, air bersih, dan *zero pollution*.

Pihak yang Berperan untuk Mengimplementasikan Gagasan



Gambar 5. Pihak Implentasi Gagasan The Algae Island

Timeline



Gambar 6. *Timeline Implementasi Gagasan*

PENUTUP

Dengan diterapkan *The Algae Island: Pulau Fotobioreaktor Terapung Berkonsep Multi Hybrid Power Plant* dan Fitoremediasi Alami Guna Mendukung Pembangunan Ibu Kota Baru diharapkan gagasan tersebut dapat menjadi strategi baru non-konvensional dalam diversifikasi mitigasi penurunan emisi karbon serta penghasil energi terbarukan yang dapat memenuhi kebutuhan masyarakat secara menyeluruh. Prediksi hasil yang akan diperoleh adalah meningkatnya kualitas udara di Kawasan Ibu Kota Negara (IKN) baru akibat berkurangnya emisi gas karbon dan meningkatnya kandungan oksigen di udara. Selain itu, bertambahnya pasokan air bersih dan energi terbarukan yang ramah lingkungan serta dapat diperbarui secara berkelanjutan sehingga dapat mewujudkan Indonesia *Zero Pollution* pada tahun 2050.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, D., Purba, E. & Supriyadi, D. 2018. Kemampuan Penyerapan CO₂ Menggunakan *Tetraselmis Chuii* terhadap Intensitas Cahaya. *Techno (Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto)*, 19(1), 45-50.
- Asmiyati, R. 2019. Di Balik Teluk Balikpapan (Analisis Framing mengenai Eksploitasi Korporasi terhadap Kehidupan Nelayan dan Kerusakan Alam di Teluk Balikpapan pada Film Dokumenter *Gone with The Tide dan Into The Shadow*) mengenai Eksploitasi Korporasi terhadap Kehidupan Nelayan dan Kerusakan Alam di Teluk Balikpapan pada Film Dokumenter *Gone with The Tide dan Into The Shadow*. *Skripsi*. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta. Available at: <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/16236>.
- Fatmawaty, D. 2020. Analisis Pertanggungjawaban Pencemaran Lingkungan Akibat Tumpahan Minyak (Studi Kasus: Kebocoran Pipa Minyak di Teluk Balikpapan). *Bumi Lestari Journal Of Environment*, 20(1), 14-21. doi: <http://dx.doi.org/10.24843/blje.2020.v20.i01.p03>.
- Gultom, S.O. 2018. Mikroalga: Sumber Energi Terbarukan Masa Depan. *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 11(1), pp.95-103. doi: <https://doi.org/10.21107/jk.v11i1.3802>.
- International Energy Agency. 2021. *World Energy Outlook 2021*. Directorate of Sustainability, Technology and Outlooks (STO).
- Jumiarni, D. 2018. Kultur Mikroalga dari Rawa Gambut: Studi Pendahuluan Potensi Mikroalga sebagai Bahan Baku Biodiesel. *Biodidaktika: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 13(1), 47-54. doi: <http://dx.doi.org/10.30870/biodidaktika.v13i1.2786>.
- Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral. 2022. Siaran Pers: Kementerian ESDM Libatkan Stakeholder Tingkatkan Konsumsi Listrik Per Kapita.
- Mulyani, D. dan Hartono, D. (2018). Pengaruh efisiensi energi listrik pada sektor industri dan komersial terhadap permintaan listrik di Indonesia. *Jurnal Ekonomi Kuantitatif Terapan*, 11(1), 1-17. doi: <https://doi.org/10.24843/JEKT.2018.v11.i01.p01>.
- Pandit, I. 2019. Dampak Pengelolaan Lingkungan Hidup Bagi Kalimantan Timur Sebagai Ibu Kota Negara Serta Penyelesaian Sengketa Hukumnya. *Jurnal Ilmu Sosial dan Humaniora*, 2(2).
- Pusat Data dan Teknologi Informasi ESDM. 2020. Inventarisasi Emisi GRK Bidang Energi. Jakarta: Pusat Data dan Teknologi Informasi Energi dan Sumber Daya Mineral, Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral.

LAMPIRAN 1. Spesifikasi Gagasan *The Algae Island*



Pulau Fotobioreaktor Terapung sebagai *Energy Area*



Algae Photobioreactor Canopy



Eco-Park Area

LAMPIRAN 2. LEMBAR ORISINALITAS

LEMBAR ESAI NASIONAL 10th KIME ON IDEAS COMPETITION

1. Judul : *The Algae Island: Pulau Fotobioreaktor Terapung*
Berkonsep *Multi Hybrid Power Plant* dan
Fitoremediasi Alami guna Mendukung
Pembangunan Ibu Kota Baru
2. Perguruan Tinggi : Universitas Negeri Malang
3. Identitas Penulis
 - a. Nama Ketua : Siti Fadilatul Rahmadani
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. Tempat Lahir : Malang, 05 November 2003
 - d. Prodi/Angkatan : Pendidikan Biologi / 2022
 - e. NIM : 2203416004288
 - f. Alamat : Jl. Semarang No.5 Sumbersari Kecamatan
Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur, 65145.
 - g. E mail : sitifadilatul26@gmail.com
 - h. Anggota
 - Nama Lengkap Anggota 1: Samil Labib Burhani
 - Nama Lengkap Anggota 2: -

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan bahwa data yang saya sampaikan adalah benar. Dengan ini, saya menyatakan ikut serta dalam Lomba Esai Nasional 10th *KIME on Ideas Competition* (10th KOIN) dan menyetujui semua syarat dan ketentuan lomba yang ditetapkan oleh panitia.

Ketua Tim



Siti Fadilatul Rahmadani

LAMPIRAN 3. BIODATA

BIODATA KETUA TIM

Nama Lengkap/NIM : Siti Fadilatul Rahmadani / 220341604288
Prodi/Angkatan : Pendidikan Biologi / 2022
Tempat, Tanggal Lahir : Malang, 05 November 2023
Alamat : Jl. Semarang No.5 Sumbersari, Kecamatan Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur.
Email : sitifadilatul26@gmail.com
No.WA/HP : 085853484701
Karya Tulis yang Pernah Dibuat: Implementasi Miselium Jamur Berbasis Batu Bata Termodifikasi Efek Relaksasi, Ramah Lingkungan, dan Berdaya Serap Rendah
Penghargaan di bidang Ilmiah: Penerima Pendanaan Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) tingkat Nasional



BIODATA ANGGOTA KELOMPOK

Nama Lengkap/NIM : Samil Labib Burhani / 22034160
Prodi/Angkatan : Pendidikan Biologi / 2022
Tempat, Tanggal Lahir : OKU Timur, 29 Mei 2004
Alamat : Jl. Jagalan No.26 RT.01 RW.14 Martapura OKU Timur, Sumatera Selatan.
Email : samil.labib.2203416@students.um.ac.id
No.WA/HP : 085384815170
Karya Tulis yang Pernah Dibuat : EcoTech Digitalisasi Budidaya Cacing Berbasis Iot Guna Mendukung SDGs 2030
Penghargaan di bidang Ilmiah : Best Presentation of Pekan Riset Ilmiah



