

# Integrasi Teknologi UAV Multispektral dan BioBooster untuk meningkatkan Oil Content Kelapa Sawit secara Presisi

Oil Content



**Project Leader :**

**Hana Hanifa, S.P., M.Sc. (Ilmu Tanah – UNSOED)**

**Team Project :**

**Dina Istiqomah, S.P., M.sc., Ph.D. (Fitopatologi - UNSOED)**

**Amir Noviyanto, S.P., M.Sc. (Ilmu Tanah - INSTIPER)**

**Lutfi Zulkifli, S.P., M.Si. (Agribisnis - UNSOED)**



# TUJUAN RISET

Teknologi Unmanned Aerial Vehicle (UAV) berbasis multispektral menawarkan solusi presisi dalam monitoring kondisi fisiologis tanaman, memungkinkan identifikasi area dengan respons terbaik terhadap aplikasi mikroba endofit dan booster (BioBooster).



**Optimasi Aplikasi BioBooster  
Berbasis Data UAV**



**Pemantauan dan Evaluasi Real-Time  
terhadap Respons Tanaman**



**Peningkatan Produktivitas dan  
Efisiensi di Skala Perkebunan Besar**







# JUSTIFIKASI RISET

KINERJA INDUSTRI MINYAK SAWIT INDONESIA/PERFORMANCE OF THE INDONESIA PALM OIL INDUSTRIES  
SAMPAI DENGAN OKTOBER 2024/TO DATE OCTOBER 2024

| URAIAN/DESCRIPTION<br>(dalam 1000 ton/in 1000 ton) | 2023  |        |        | 2024  |       | TOTAL<br>2024 s.d/tid<br>Oct |
|----------------------------------------------------|-------|--------|--------|-------|-------|------------------------------|
|                                                    | OCT   | sd OCT | sd Dec | SEP*  | OCT   |                              |
| STOK AWAL/OPENING STOCK (1)                        | 2,677 | 5,003  | 5,003  | 2,452 | 2,622 | 5,148                        |
| TOTAL PRODUKSI/TOTAL PRODUCTION                    | 4,953 | 45,776 | 54,844 | 4,415 | 4,843 | 43,780                       |
| PRODUKSI CPO/CPO PRODUCTION (2)                    | 4,523 | 41,776 | 50,069 | 4,021 | 4,423 | 39,955                       |
| PRODUKSI PKO/PKO PRODUCTION (2)                    | 430   | 4,000  | 4,775  | 394   | 420   | 3,826                        |
| IMPOR/IMPORTS                                      | 5     | 106    | 117    | 4     | 8     | 49                           |
| TOTAL KONSUMSI LOKAL/TOTAL DOM. CONS.              | 2,083 | 19,276 | 23,213 | 1,989 | 2,083 | 19,642                       |
| PANGAN/FOOD (2)                                    | 845   | 8,680  | 10,298 | 865   | 845   | 8,375                        |
| OLEOKIMIA/OLEOCHEM(2)                              | 186   | 1,888  | 2,268  | 190   | 186   | 1,860                        |
| BIO DIESEL/BIO DIESEL (2)                          | 1,052 | 8,709  | 10,647 | 934   | 1,052 | 9,407                        |
| TOTAL EKSPOR/TOTAL EXPORTS                         | 3,001 | 27,599 | 32,215 | 2,260 | 2,888 | 24,837                       |
| CPO/CPO                                            | 264   | 2,652  | 3,262  | 128   | 345   | 2,614                        |
| OLAHAN PO/PROCESSED PO                             | 2,212 | 19,797 | 22,726 | 1,573 | 2,071 | 17,112                       |
| CPKO/CPKO                                          | 1     | 31     | 39     | 0     | 1     | 32                           |
| OLAHAN PKO/PROCESSED PKO                           | 113   | 1,038  | 1,242  | 146   | 117   | 1,064                        |
| BIO DIESEL/BIO DIESEL                              | 5     | 279    | 308    | 5     | 0     | 73                           |
| OLEOKIMIA/OLEOCHEM                                 | 406   | 3,802  | 4,638  | 408   | 354   | 3,942                        |
| STOK AKHIR/ENDING STOCKS (1)                       | 2,550 | 2,698  | 3,225  | 2,622 | 2,502 | 2,502                        |
| Nilai ekspor (juta USD)/Export value (MILL USD)    | 2,538 | 25,584 | 30,320 | 2,183 | 2,943 | 22,472                       |

Sumber/Sources: BPS, GAPKI, APROBI, GIMNI, APOLIN, AIMMI (1) perhitungan/calculated (2) estimasi/estimated

## Produksi CPO Indonesia 2024

Produksi CPO dan PKO Oktober 2024 mencapai 4.843 ribu ton, naik 9,69% dari September (4.415 ribu ton). Secara YoY hingga Oktober, produksi 2024 sebesar 43.780 ribu ton, turun 4,56% dari 2023 (45.776 ribu ton).

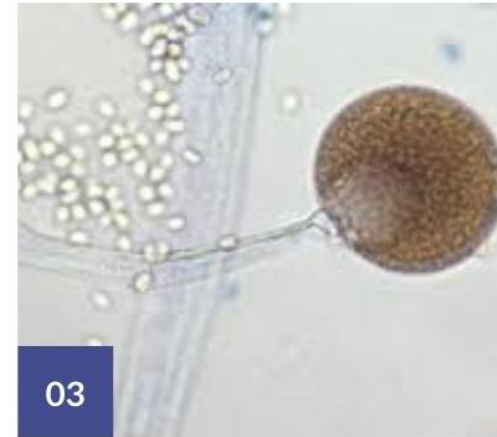
01



## Kebutuhan Peningkatan Efisiensi Aplikasi BioBooster untuk Meningkatkan Oil Content

Pemupukan dan aplikasi bio-booster di perkebunan kelapa sawit masih bersifat generalisasi tanpa pemantauan real-time, sementara penggunaan pupuk kimia berlebihan dapat merusak lingkungan, sehingga biofertilizer berbasis mikroba endofit menjadi alternatif ramah lingkungan yang meningkatkan efisiensi pemupukan dan kesehatan tanah.

02



03

## BioBooster

BioBooster berbasis mikroba endofit dan booster dapat meningkatkan produksi nektar dan daya tarik bunga sawit terhadap serangga polinator. Penggunaan BioBooster menghasilkan fitohormon dan berbagai jenis bioaktif yang diharapkan mampu meningkatkan kualitas pertumbuhan.



04

## Peran UAV & BioBooster sebagai Solusi Pertanian Presisi

Teknologi Unmanned Aerial Vehicle (UAV) multispektral memungkinkan pemetaan kondisi tanaman secara real-time, sehingga aplikasi bio-booster dapat lebih tepat sasaran. Dengan pendekatan berbasis data, penggunaan bio-booster berbasis mikroba dapat dioptimalkan untuk meningkatkan pertumbuhan, kesehatan tanaman, serta kualitas dan kuantitas minyak sawit yang dihasilkan.

- Walsh OS, Shafian S, Marshall JM, Jackson C. (PDF) Assessment of UAV Based Vegetation Indices for Nitrogen Concentration Estimation in Spring Wheat. ResearchGate [Internet]. 2024 Oct 22
- Manguntungi, Andi Baso & Asmawati, Rian & Tegar, Kurniawan. (2018). Endonesia (Endophyte for Indonesia): Biofertilizer Berbasis Mikroba Endofit guna Meningkatkan Kualitas Pembibitan Budidaya Kelapa Sawit (Elaeis guineensis) di Indonesia. Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati.
- Towers PC, Strever A, Poblete-Echeverría C. Comparison of Vegetation Indices for Leaf Area Index Estimation in Vertical Shoot Positioned Vine Canopies with and without Grenbiule Hail-Protection Netting. Remote Sensing. 2019 Jan;11(9):1073





# Urgensi Penelitian



Penelitian ini penting dilakukan karena dapat menjawab permasalahan mendasar dalam peningkatan Oil Content (OC) melalui integrasi teknologi UAV dan bio-booster berbasis mikroba endofit.



## Project Scope

UAV digunakan untuk mendeteksi zona tanaman dengan kondisi kurang sehat atau pertumbuhan tidak optimal.



## Objectives & Goals

Data UAV digunakan sebagai dasar untuk aplikasi bio-booster yang lebih presisi, memastikan bahwa mikroba endofit dan bio-stimulan hanya diaplikasikan pada area yang membutuhkan.



## Resource Allocation

BioBooster diaplikasikan untuk meningkatkan daya tarik bunga sawit terhadap polinator, sehingga fruit set meningkat.



## Project Plan

UAV multispektral digunakan untuk memantau respons tanaman terhadap aplikasi bio-booster, sehingga efektivitas perlakuan dapat dievaluasi secara real-time.



## Monitoring

Integrasi ini berkontribusi pada efisiensi biaya produksi, peningkatan hasil panen, dan keberlanjutan lingkungan.



# BIG PICTURE RISET

## TAHUN 1

### Pengembangan Konsep dan Validasi Awal

- Identifikasi mikroba endofit unggul sebagai bio-booster untuk meningkatkan pertumbuhan dan kandungan minyak.
- Pengembangan metode pemantauan tanaman berbasis UAV multispektral.
- Uji coba awal aplikasi bio-booster dan UAV di lahan percobaan.

#### Luaran Tahun ke-1:

- ✓ Karakterisasi mikroba endofit unggul.
- ✓ Model pemetaan vegetasi berbasis UAV untuk deteksi zona optimal pemupukan.
- ✓ Publikasi di jurnal nasional terakreditasi.

#### Perkiraan Biaya:

- 💰 Biaya riset laboratorium, uji mikroba, dan pengadaan UAV.

## TAHUN 2

### Uji Lapangan Skala Pilot & Optimasi Sistem

- Uji coba bio-booster dan pemupukan presisi berbasis UAV di perkebunan skala pilot (100–200 ha).
- Kalibrasi dan validasi efektivitas sistem UAV dalam memantau respons tanaman terhadap bio-booster.
- Pengembangan sistem otomasi & digitalisasi data UAV untuk rekomendasi pemupukan presisi.

#### Luaran Tahun ke-2:

- ✓ Prototipe sistem UAV untuk pemantauan pertumbuhan tanaman dan efisiensi bio-booster.
- ✓ Publikasi di jurnal internasional bereputasi.
- ✓ Hak paten bio-booster berbasis mikroba endofit.

#### Perkiraan Biaya:

- 💰 Biaya operasional lapangan, pengujian efektivitas bio-booster, dan pengembangan perangkat lunak pemantauan.

## TAHUN 3

### Implementasi Skala Luas dan Evaluasi

- Implementasi skala luas BioBooster presisi berbasis integrasi UAV & bio-booster di perkebunan sawit ( $\geq 3.000$  ha).
- Evaluasi dampak terhadap peningkatan oil content dan efisiensi biaya.
- Kajian ekonomi dan analisis keberlanjutan untuk adopsi industri.

#### Luaran Tahun ke-3

- ✓ Model pertanian presisi berbasis UAV & bio-booster untuk kelapa sawit.
- ✓ Kebijakan rekomendasi penggunaan bio-booster untuk industri kelapa sawit.
- ✓ Publikasi di jurnal internasional Q1 & potensi komersialisasi inovasi.

#### Perkiraan Biaya:

- 💰 Biaya implementasi skala besar dan monitoring hasil

## INOVASI DAN DAMPAK

Penelitian ini berorientasi pada inovasi berkelanjutan, menghubungkan teknologi digital, bioteknologi, dan pertanian presisi untuk meningkatkan daya saing industri kelapa sawit secara global.



# METODOLOGI RISET



## Isolasi & Karakterisasi Mikroba Endofit

- Sampel jaringan tanaman kelapa sawit sehat diambil dari akar, batang, dan daun.
- Mikroba endofit diekstraksi, dikulturkan di laboratorium, dan diuji kemampuannya dalam:

- ✓ Sintesis senyawa pemacu GPG (Plant Growth Promoting)
- ✓ Aktivitas enzimatis untuk meningkatkan penyerapan nutrisi
- ✓ Efektivitas sebagai agen bioproteksi terhadap patogen tanah

## Formulasi & Produksi Biobooster

- Mikroba unggul dikembangkan dalam kultur cair atau padat.
- Formulasi biobooster dibuat dengan bahan pembawa seperti **kompos steril/zeolit**
- Biobooster diuji stabilitasnya sebelum diaplikasikan ke tanaman.

## Aplikasi Biobooster ke Perkebunan Kelapa Sawit

Metode Aplikasi:

- Melalui Tanah
- Melalui Daun
- Inokulasi ke Bibit

Frekuensi Aplikasi:

- Fase Pembibitan (setiap 2 minggu sekali)
- Fase Vegetatif (setiap 1 bulan sekali)
- Fase Generatif (menyesuaikan siklus pemupukan)

## Pemantauan Respons Tanaman dengan UAV Multispektral

UAV multispektral untuk memantau:

- kesehatan tanaman melalui indeks vegetasi
  - kandungan klorofil dan fotosintesis
  - efek BioBooster terhadap pertumbuhan dan produksi minyak sawit
- Data UAV digunakan untuk menentukan **zona yang membutuhkan perlakuan tambahan** dan menyesuaikan dosis biobooster secara **presisi**.

Formula Index Vegetasi yang digunakan .....(eqn 1)

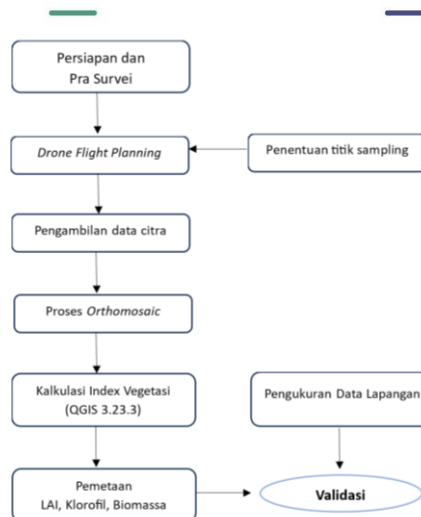
| Index                                                | Equation                                                   | Aplikasi                                                              |
|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|
| <b>Leaf Area Index (LAI)</b>                         |                                                            |                                                                       |
| Wide dynamic range vegetation index (WDRVI)          | $0.1 NIR - R$                                              | Aplikasi-N, LAI, serangan penyakit (13), (14)                         |
|                                                      | $0.1 NIR + R$                                              |                                                                       |
| Perpendicular vegetation index (PVI)                 | $\sqrt{(0.355 NIR - 0.149 R)^2 + (0.355 R + 0.852 NIR)^2}$ | Estimasi LAI (13)                                                     |
| <b>SPAD chlorophyll</b>                              |                                                            |                                                                       |
| Chlorophyll index (CI)                               | $\frac{NIR}{RE} - 1$                                       | Chlorophyll and N content (15)                                        |
| Chlorophyll vegetation index (CVI)                   | $\frac{NIR}{G} \times \frac{R}{G}$                         | Crop growth, chlorophyll content, crop yield (16)                     |
| <b>Biomass</b>                                       |                                                            |                                                                       |
| Normalized difference red edge index (NDRE)          | $\frac{NIR - RE}{NIR + R}$                                 | Crop health/vigour, Biomass estimation and N management in crops (17) |
| Modified Soil Adjusted Vegetation Index (MSAVI)      | $\frac{2NIR + 1 - \sqrt{(2NIR + 1)^2 - 8(NIR - R)}}{2}$    | Biomass, N-uptake, Chlorophyll content, Crop yield (18), (19)         |
| Green normalized difference vegetation index (GNDVI) | $\frac{NIR - G}{NIR + G}$                                  | Biomass, Nitrogen content, Water stress, disease yield (18)           |

$$R = \frac{n \sum xy - (\sum x)(\sum y)}{\sqrt{n \sum x^2 - (\sum x)^2} \sqrt{n \sum y^2 - (\sum y)^2}}$$

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}{n}}$$

.....(eqn 2)



Data akan dianalisis menggunakan metode statistik untuk melihat hubungan antara indeks vegetasi dan parameter agronomis. Validasi hasil dilakukan dengan uji korelasi dan regresi. Analisis korelasi *Pearson* (R) dilakukan untuk mengidentifikasi indeks vegetasi terbaik dengan mengkorelasikannya dengan data lapangan dan koefisien determinasi (R<sup>2</sup>) untuk memprediksi akurasi model. Nilai regresi (R<sup>2</sup>) dihitung untuk indeks vegetasi (variabel independen) dan data lapangan (variabel dependen) untuk menilai kecocokan terbaik. RMSE (Root mean square error) menentukan perbedaan rata-rata antara simulasi dan observasi.

## Analisis UAV Multispektral



# GANTT CHART RISET

| Kegiatan                                     | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
|----------------------------------------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|
| 1. Persiapan & Perencanaan                   | ✓ | ✓ |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| - Studi literatur & penyusunan proposal      | ✓ |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| - Persiapan alat & bahan                     | ✓ | ✓ |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 2. Karakterisasi Mikroba & Formulasi Booster |   | ✓ | ✓ | ✓ |   |   |   |   |   |    |    |    |
| - Isolasi & uji efektivitas mikroba          |   | ✓ | ✓ |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| - Optimasi formulasi booster                 |   | ✓ | ✓ |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 3. Persiapan Lahan & Aplikasi Perlakuan      |   |   | ✓ | ✓ |   |   |   |   |   |    |    |    |
| - Penentuan lokasi & plot penelitian         |   |   | ✓ |   |   |   |   |   |   |    |    |    |
| - Aplikasi mikroba dan booster (Tahap 1)     |   |   |   | ✓ |   |   |   |   |   |    |    |    |
| 4. Monitoring & Evaluasi dengan UAV          |   |   |   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |   |    |    |    |
| - Pengambilan data citra multispektral       |   |   |   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |   |    |    |    |
| - Analisis NDVI & zona aplikasi              |   |   |   |   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ |   |    |    |    |
| 5. Aplikasi Mikroba & Booster (Tahap 2 & 3)  |   |   |   |   |   | ✓ |   | ✓ |   |    |    |    |
| 6. Pengukuran Parameter & Analisis Data      |   |   |   |   |   | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | ✓  |    |    |
| - Analisis vegetatif & produktivitas         |   |   |   |   |   | ✓ | ✓ | ✓ |   |    |    |    |
| - Pengukuran oil content                     |   |   |   |   |   |   | ✓ | ✓ |   |    |    |    |
| - Evaluasi populasi mikroba                  |   |   |   |   |   |   | ✓ | ✓ |   |    |    |    |
| 7. Analisis Efisiensi, Cost & Benefit        |   |   |   |   |   |   |   |   | ✓ | ✓  |    |    |
| 8. Penyusunan Laporan & Publikasi            |   |   |   |   |   |   |   |   |   | ✓  | ✓  | ✓  |

Berikut adalah **timeline penelitian** dalam bentuk **Gantt Chart**, yang mencakup **durasi 12 bulan** dengan tahapan penelitian terhitung mulai ketika bulan dinyatakan lolos pendanaan

# LUARAN RISET



## Ilmiah dan Akademik

- Publikasi Ilmiah
- International Conference
- Hak Cipta model pemetaan integrasi UAV dan aplikasi BioBooster



## Teknologi dan Inovasi

- Formulasi BioBooster berbasis mikroba endofit
- Sistem Pemantauan berbasis UAV Multispektral
- Protokol Aplikasi Biobooster & UAV di Perkebunan



## Ekonomi dan Keuangan

- Peningkatan oil content hingga 5-10%, meningkatkan hasil produksi CPO & PKO.
- Pengurangan biaya pemupukan hingga 20% dengan optimasi aplikasi biobooster.
- ROI (Return on Investment) positif dalam 2-3 tahun pertama penerapan skala luas.
- Pengembangan produk bio-booster mikroba endofit sebagai produk siap jual untuk industri perkebunan kelapa sawit.



## Lingkungan dan Berkelanjutan

- Menekan penggunaan pupuk anorganik, mengurangi degradasi tanah & pencemaran lingkungan.
- Meningkatkan kesehatan tanah melalui aktivitas mikroba yang memperbaiki struktur tanah dan ketersediaan nutrisi.
- Teknologi UAV membantu mengurangi pemborosan input pertanian, sehingga lebih ramah lingkungan.
- Bio-booster berbasis mikroba lebih alami dan biodegradable, mendukung prinsip pertanian hijau.



## Sosial dan Kebijakan

- Dengan meningkatkan hasil panen dan efisiensi, keuntungan petani/perusahaan perkebunan meningkat.
- Transfer teknologi ke petani untuk penerapan pemupukan berbasis UAV & biobooster.
- Sejalan dengan program Sustainable Palm Oil (RSPO) dan ISPO (Indonesian Sustainable Palm Oil).
- Mendorong kebijakan penggunaan biofertilizer & teknologi pertanian presisi di perkebunan skala industri.



# RENCANA ANGGARAN RISET

| No                                            | Komponen Biaya                                                | Volume | Satuan     | Harga Satuan (IDR) | Total Biaya (IDR) |
|-----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------|--------|------------|--------------------|-------------------|
| <b>1. Honorarium Tim Peneliti</b>             |                                                               |        |            |                    |                   |
| 1.1                                           | Ketua Peneliti                                                | 1      | orang      | 15000000           | 15000000          |
| 1.2                                           | Anggota Peneliti (3 orang)                                    | 3      | orang      | 12000000           | 36000000          |
| 1.3                                           | Asisten Peneliti (2 orang)                                    | 2      | orang      | 7500000            | 15000000          |
| <b>Subtotal Honorarium</b>                    |                                                               |        |            |                    | 66000000          |
| <b>2. Biaya Bahan &amp; Peralatan</b>         |                                                               |        |            |                    |                   |
| 2.1                                           | Bahan kultur mikroba (media, reagen, enzim)                   | 12     | Paket      | 4000000            | 48000000          |
| 2.2                                           | Biobooster (mikroba endofit formulasi cair/padat)             | 100    | Liter      | 200000             | 20000000          |
| 2.3                                           | Pupuk organik pendukung aplikasi biobooster                   | 10     | Ton        | 2500000            | 25000000          |
| 2.4                                           | Pengadaan UAV multispektral                                   | 1      | unit       | 125000000          | 125000000         |
| 2.5                                           | Sensor tanah dan tanaman                                      | 2      | Set        | 6000000            | 12000000          |
| <b>Subtotal Biaya Bahan &amp; Peralatan</b>   |                                                               |        |            |                    | 230000000         |
| <b>3. Biaya Jasa &amp; Analisis</b>           |                                                               |        |            |                    |                   |
| 3.1                                           | Analisis laboratorium mikroba (PCR, uji enzim, uji fiksasi N) | 10     | Sampel     | 3000000            | 30000000          |
| 3.2                                           | Analisis kandungan minyak sawit (GC-MS, HPLC)                 | 10     | Sampel     | 4500000            | 45000000          |
| 3.3                                           | Analisis data UAV (pengolahan citra multispektral)            | 6      | Bulan      | 5000000            | 30000000          |
| <b>Subtotal Biaya Jasa &amp; Analisis</b>     |                                                               |        |            |                    | 105000000         |
| <b>4. Biaya Transportasi &amp; Akomodasi</b>  |                                                               |        |            |                    |                   |
| 4.1                                           | Transportasi Jawa-Kalimantan (pesawat PP)                     | 4      | Kali       | 5000000            | 20000000          |
| 4.2                                           | Transportasi lokal & operasional lapangan                     | 12     | Bulan      | 500000             | 6000000           |
| 4.3                                           | Akomodasi tim penelitian di lokasi                            | 12     | Bulan      | 500000             | 6000000           |
| <b>Subtotal Transportasi &amp; Akomodasi</b>  |                                                               |        |            |                    | 32000000          |
| <b>5. Biaya Luaran &amp; Diseminasi</b>       |                                                               |        |            |                    |                   |
| 5.1                                           | Publikasi Jurnal Nasional Terakreditasi (SINTA 1/2)           | 1      | Artikel    | 10000000           | 10000000          |
| 5.2                                           | Konferensi Internasional                                      | 1      | Presentasi | 2500000            | 2500000           |
| 5.3                                           | Pendaftaran Hak Kekayaan Intelektual (Paten)                  | 1      | Paten      | 5000000            | 5000000           |
| 5.4                                           | Pendaftaran Hak Cipta (SOP & Model UAV)                       | 1      | Hak Cipta  | 1000000            | 1000000           |
| <b>Subtotal Biaya Luaran &amp; Diseminasi</b> |                                                               |        |            |                    | 18500000          |
| <b>TOTAL KESELURUHAN</b>                      |                                                               |        |            |                    | 451500000         |

# DAMPAK RISET (FINANCIAL & NON FINANCIAL)

## Asumsi Dasar Perhitungan

| Parameter                                   | Nilai           | Sumber / Catatan          |
|---------------------------------------------|-----------------|---------------------------|
| Luas perkebunan sawit yang diterapkan       | 3.000 Ha        | Data riset                |
| Produksi Tandan Buah Segar (TBS) per Ha     | 20 ton/Ha/tahun | Rata-rata nasional        |
| Harga TBS (Tandan Buah Segar)               | Rp 2.500/kg     | Harga pasar 2024          |
| Oil Extraction Rate (OER) sebelum riset     | 22%             | Rata-rata industri        |
| Oil Extraction Rate (OER) setelah riset     | 24%             | Target peningkatan 2%     |
| Peningkatan oil content                     | 2%              | Hasil optimasi biobooster |
| Harga CPO (Crude Palm Oil)                  | Rp 12.000/kg    | Harga pasar 2024          |
| Biaya riset tahun pertama (berdasarkan RAB) | Rp 451.500.000  | Anggaran penelitian       |

## Kesimpulan Feasibility Study

- ✓ Secara finansial, riset ini sangat layak dilakukan karena:
  - ✓ Return on Investment (ROI) sangat tinggi ( $>3.000\%$ )
  - ✓ Payback period sangat cepat ( $<1$  bulan setelah implementasi)
- ✓ Secara strategis, riset ini mendukung:
  - ✓ Efisiensi pemanfaatan bio-booster berbasis mikroba endofit
  - ✓ Pengurangan ketergantungan pada pupuk kimia sintetis
  - ✓ Keberlanjutan produksi kelapa sawit dengan pendekatan ramah lingkungan

### Perhitungan Peningkatan Produksi CPO

#### Produksi CPO Sebelum dan Sesudah Riset

- **Produksi TBS sebelum riset**  
 $3.000 \text{ Ha} \times 20.000 \text{ kg/Ha} = 60.000.000 \text{ kg TBS}$
- **Produksi CPO sebelum riset**  
 $60.000.000 \text{ kg} \times 22\% = 13.200.000 \text{ kg}$
- **Produksi CPO setelah riset**  
 $60.000.000 \text{ kg} \times 24\% = 14.400.000 \text{ kg CPO}$
- **Peningkatan produksi CPO akibat riset**  
 $14.400.000 - 13.200.000 = 1.200.000 \text{ kg CPO}$

### Potensi Keuntungan Finansial

- **Pendapatan tambahan dari peningkatan CPO**  $1.200.000 \text{ kg} \times \text{Rp}12.000/\text{kg} = \text{Rp}14.400.000.000$
- **Biaya riset tahun pertama (sesuai RAB)**  $\text{Rp}451.500.000$
- **Keuntungan bersih akibat riset**  $\text{Rp}14.400.000.000 - \text{Rp}451.500.000 = \text{Rp}13.948.500.000$
- **Return on Investment (ROI)**  $(\text{Rp}13.948.500.000 / \text{Rp}451.500.000) \times 100\% = 3.090\%$

### Payback Period (Break-even Point)

- Dengan keuntungan bersih sebesar **Rp 13,95 Miliar/tahun**, maka modal riset sebesar **Rp 451,5 Juta** akan kembali dalam waktu:  $\text{Rp}451.500.000 / \text{Rp}13.948.500.000 \approx 0,4 \text{ bulan} \approx 12 \text{ hari}$   
**Artinya, investasi riset ini akan kembali dalam waktu kurang dari setengah bulan setelah implementasi.**

### Analisis Sensitivitas

- ✦ **Jika kenaikan oil content hanya 1% (OER menjadi 23%)**
  - Peningkatan produksi CPO: **600.000 kg**
  - Tambahan pendapatan:  $600.000 \times \text{Rp}12.000 = \text{Rp}7.200.000.000$
  - ROI: **1.495%** (masih sangat menguntungkan)
  - Payback period: **0,8 bulan (24 hari)**
- ✦ **Jika harga CPO turun menjadi Rp 10.000/kg**
  - Keuntungan dengan peningkatan 2%:  $1.200.000 \times \text{Rp}10.000 = \text{Rp}12.000.000.000$
  - ROI: **2.558%**
  - Payback period: **0,5 bulan (15 hari)**
- ✦ **Jika luas lahan hanya 1.500 Ha (bukan 3.000 Ha)**
  - Keuntungan dengan peningkatan 2%:  $\text{Rp}7.200.000.000$
  - ROI: **1.495%**
  - Payback period: **0,8 bulan (24 hari)**



# HAK CIPTA YANG DIMILIKI

REPUBLIK INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

## SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan: EC0002023102215, 31 Oktober 2023

**Pencipta**  
Nama: Widayat Munifid, Fandi Akbar dkk.  
Alamat: Kp. Babakan Panijahan RT. 002/003 Desa Panijahan Kecamatan Panijahan Kabupaten Bogor Jawa Barat 16810, Panijahan, Bogor, Jawa Barat, 16812, Indonesia

**Kewarganegaraan**  
Indonesi

**Pemegang Hak Cipta**  
Nama: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Alamat: Jl. Dr. Soeparto Utara No. 47, Purwokerto - Jawa Tengah, Indonesia (51123), Purwokerto Utara, Banyumas, Jawa Tengah 51122, Indonesia

**Jenis Ciptaan**  
Alat Peta

**Judul Ciptaan**  
OTOMATISASI KERAN AIR BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) DENGAN MODUL REAL-TIME CLOCK (RTC) SEBAGAI PENGENDALI KEBUTUHAN AIR BELAHAN PERTANIAN

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia: 31 Oktober 2023, di Banyuwangi

Jangka waktu perlindungan: Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali diumumkan Pengumuman: 000555170

Nomor pencatatan: 000555170

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pencipta.  
Surat Pencatatan Hak Cipta atas produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Anggoro Dasananto  
NIP. 196412081991031002

LAMPIRAN PENCIPITA

| No | Nama                      | Alamat                                                                                                                  |
|----|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Widayat Munifid           | Kp. Babakan Panijahan RT. 002/003 Desa Panijahan Kecamatan Panijahan Kabupaten Bogor Jawa Barat 16810, Panijahan, Bogor |
| 2  | Fandi Akbar               | Sekarya Kelan RT. 001/001 Sekarya Banyumas Jawa Tengah 51181, Sekarya, Banyumas                                         |
| 3  | Rizal Khairul Ihsan       | Semakran RT 004/001 Semagde Banyumas Jawa Tengah 51193, Semagde, Banyumas                                               |
| 4  | Essa Ashar Amalia Usmi    | Pondok Aji 2 Blok B7 RT. 027/008 Kadang Pengawas Babelan Bekasi Utara Jawa Barat 17610, Babelan, Bekasi                 |
| 5  | Adilla Luthia, S.Si, M.Si | Jl. Senopati RT. 003/005 Arcawinangun Purwokerto Timur, Banyumas 51113, Purwokerto Timur, Banyumas                      |
| 6  | Umi Pratiwi, S.Si, M.Sc   | Demangan RT. 005/006 Condangan Banyuwangi Purworejo Jawa Tengah 5417, Banyuwangi, Purworejo                             |

REPUBLIK INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

## SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan: EC0002023115002, 28 Desember 2022

**Pencipta**  
Nama: Dr. Eri Sumarni, S.T.P., M.Si, Priwanto, S.T., M.Eng dkk.  
Alamat: Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto, JAWA TENGAH, 53122, Indonesia

**Kewarganegaraan**  
Indonesi

**Pemegang Hak Cipta**  
Nama: LEMBAHA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT (LPPM), UNIBOED  
Alamat: Jalan Dr. Soeparno, Grendeng - Purwokerto, JAWA TENGAH, 53122, Indonesia

**Jenis Ciptaan**  
Desain Sistem Embedded Modern Alat Otomasi Hidroponik Greenhouse Untuk Melon Premium Dan Sayur

**Judul Ciptaan**  
Program Komputer

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia: 12 Desember 2022, di Purwokerto

Jangka waktu perlindungan: Berlaku selama 50 (lima puluh) tahun sejak Ciptaan tersebut pertama kali diumumkan Pengumuman: 000430746

Nomor pencatatan: 000430746

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pencipta.  
Surat Pencatatan Hak Cipta atas produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual  
a.b.  
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Anggoro Dasananto  
NIP. 196412081991031002

LAMPIRAN PENCIPITA

| No | Nama                                   | Alamat                                            |
|----|----------------------------------------|---------------------------------------------------|
| 1  | Dr. Eri Sumarni, S.T.P., M.Si          | Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman |
| 2  | Priwanto, S.T., M.Eng                  | Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman    |
| 3  | Widiatmoko Hery P. S.T., M.T           | Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman    |
| 4  | Prof. Ir. Loekas Soesanto, M.S., Ph.D. | Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman |
| 5  | Oldi Herlana, S.P., M.P.               | Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman |
| 6  | Ni Wiyanik Anik Leana, S.P., M.P.      | Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman |
| 7  | Lutfi Zukhrif, S.P., M.Si              | Fakultas Pertanian Universitas Jenderal Soedirman |
| 8  | Ridky Sept Nugroho                     | Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman    |
| 9  | Danang Tri Wibowo                      | Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman    |
| 10 | Febriansyah Dwi Putra                  | Fakultas Teknik Universitas Jenderal Soedirman    |

REPUBLIK INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

## SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan: EC0002023118797, 3 Maret 2023

**Pencipta**  
Nama: Kharisun, Muhammad Rifan dkk.  
Alamat: Jl. Kenanga Gg VII No 1 Sumampir Purwokerto Utara, Banyumas, Jawa Tengah, Banyumas, JAWA TENGAH, 51125, Indonesia

**Kewarganegaraan**  
Indonesi

**Pemegang Hak Cipta**  
Nama: Kharisun, Muhammad Rifan dkk.  
Alamat: Jl. Kenanga Gg VII No 1 Sumampir Purwokerto Utara, Banyumas, Jawa Tengah, Banyumas, JAWA TENGAH, 51125, Indonesia

**Jenis Ciptaan**  
Karya Ilmiah

**Judul Ciptaan**  
Standar Operasional Prosedur Pembuatan Popok NZ

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia: 3 Maret 2023, di Banyuwangi

Jangka waktu perlindungan: Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan: 000430720

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pencipta.  
Surat Pencatatan Hak Cipta atas produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual  
a.b.  
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

Anggoro Dasananto  
NIP. 196412081991031002

LAMPIRAN PENCIPITA

| No | Nama             | Alamat                                                                                                   |
|----|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Kharisun         | Jl. Kenanga Gg VII No 1 Sumampir Purwokerto Utara, Banyumas, Jawa Tengah                                 |
| 2  | Muhammad Rifan   | Jl. Lorjen Pol Semarang, RT 007/003, Desa Purwasengan, Kecamatan Purwokerto Utara, Banyumas, Jawa Tengah |
| 3  | Budi Prako       | Karang Bangsal, RT 003 RW 002, Desa Sekarya Tengah, Sekarya, Banyumas, Jawa Tengah                       |
| 4  | Rani Noorhidayah | Jl. Sunan Ampel RT 04 RW 01 Tambakagung, Sunbag, Banyumas                                                |
| 5  | Hana Hanifi      | Kalidoren III, RT 05 RW 026, Sunbagung, Moydan, Sleman, D.I Yogyakarta                                   |

LAMPIRAN PEMEGANG

| No | Nama             | Alamat                                                                                                   |
|----|------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Kharisun         | Jl. Kenanga Gg VII No 1 Sumampir Purwokerto Utara, Banyumas, Jawa Tengah                                 |
| 2  | Muhammad Rifan   | Jl. Lorjen Pol Semarang, RT 007/003, Desa Purwasengan, Kecamatan Purwokerto Utara, Banyumas, Jawa Tengah |
| 3  | Budi Prako       | Karang Bangsal, RT 003 RW 002, Desa Sekarya Tengah, Sekarya, Banyumas, Jawa Tengah                       |
| 4  | Rani Noorhidayah | Jl. Sunan Ampel RT 04 RW 01 Tambakagung, Sunbag, Banyumas                                                |
| 5  | Hana Hanifi      | Kalidoren III, RT 05 RW 026, Sunbagung, Moydan, Sleman, D.I Yogyakarta                                   |

REPUBLIK INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

## SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan: EC000202318118, 21 Desember 2024

**Pencipta**  
Nama: Zuhri Mulyawan, Amir Novyanto dkk.  
Alamat: Rt. Saliak, RT09, RW05, Desa Lingga Kuning, Pelipat III, Bango, Jember, 71221, Indonesia

**Kewarganegaraan**  
Indonesi

**Pemegang Hak Cipta**  
Nama: Zuhri Mulyawan, Amir Novyanto dkk.  
Alamat: Rt. Saliak, RT09, RW05, Desa Lingga Kuning, Pelipat III, Bango, Jember, 71221, Indonesia

**Jenis Ciptaan**  
Buku

**Judul Ciptaan**  
PENGELOAAN SUMBER DAYA LAHAN

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia: 21 Desember 2024, di Padang

Jangka waktu perlindungan: Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan: 000830742

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pencipta.  
Surat Pencatatan Hak Cipta atas produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual  
a.b.  
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

LAMPIRAN PENCIPITA

| No | Nama                          | Alamat                                                                                                                              |
|----|-------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | Zuhri Mulyawan                | Rt. Saliak, RT09, RW05, Desa Lingga Kuning, Pelipat III, Bango                                                                      |
| 2  | Amir Novyanto                 | RT RW 008/029, Kelurahan Widodarmatani, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, Ngemplak, Sleman |
| 3  | Siti Mulyani                  | Jl. Kepan No. 4, RT RW 004/004, Kel. Cina Raja, Kali Pakeluhara                                                                     |
| 4  | Khadisa Aji                   | Jl. Mekar Utama, No. 67 RT 001, RW 012, Kelurahan Cipinang Kibul, Kecamatan Panyileukan, Bandung                                    |
| 5  | Maringga Yan Naulis Sunwarang | Jl. Prof. Soeparno No. 94, Tegal, Jakarta Selatan                                                                                   |
| 6  | Usma H. A                     | Jl. Cile Palar No. 10 Sukamanti, Batubandem, Bando Aceh                                                                             |
| 7  | Enis Ayu Waspadi Putri        | Jalan Petani Gang Bansa, Villa Iqon No. 1, Sungai Jati, Kota Pontianak, Pontianak Barat, Pontianak                                  |
| 8  | HADIZA                        | Ilirwasa Raya III, Biring Kariya, Makassar                                                                                          |
| 9  | Roney Mulyawan                | R. A. Yani, Kuchin Banjarbaru Selatan, Banjar Baru Selatan, Banjarbaru                                                              |
| 10 | SARIF ROBO                    | Jl. Bura Angas, Kel. Kalibata, RT. 002, RW. 001, Paluar Taroni, Ternate                                                             |
| 11 | Vasentika Martalia            | Jl. Yos Sudarso I Gang Mahana RT. 08 No. 38, Desa Sanggita Utara, Sanggita Utara, Kota Timur                                        |

REPUBLIK INDONESIA  
KEMENTERIAN HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA

## SURAT PENCATATAN CIPTAAN

Dalam rangka perlindungan ciptaan di bidang ilmu pengetahuan, seni dan sastra berdasarkan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta, dengan ini menerangkan:

Nomor dan tanggal permohonan: EC000202491466, 26 Agustus 2024

**Pencipta**  
Nama: Amir Novyanto, S.P., M.Sc.  
Alamat: RT RW 008/029, Kelurahan Widodarmatani, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, Ngemplak, Sleman, DI Yogyakarta, 55584, Indonesia

**Kewarganegaraan**  
Indonesi

**Pemegang Hak Cipta**  
Nama: Amir Novyanto, S.P., M.Sc.  
Alamat: RT RW 008/029, Kelurahan Widodarmatani, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman, Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, Ngemplak, Sleman, DI Yogyakarta 55584, Indonesia

**Jenis Ciptaan**  
Peta

**Judul Ciptaan**  
Pemetaan Stabilitas Lahan Dan Safety Factor Dengan Berbasis Unmanned Aerial Vehicle Untuk Revegetasi Tanah Longsor Dengan Komoditas Perkebunan

Tanggal dan tempat diumumkan untuk pertama kali di wilayah Indonesia atau di luar wilayah Indonesia: 10 Januari 2025, di Yogyakarta

Jangka waktu perlindungan: Berlaku selama hidup Pencipta dan terus berlangsung selama 70 (tujuh puluh) tahun setelah Pencipta meninggal dunia, terhitung mulai tanggal 1 Januari tahun berikutnya.

Nomor pencatatan: 000666784

adalah benar berdasarkan keterangan yang diberikan oleh Pencipta.  
Surat Pencatatan Hak Cipta atas produk Hak terkait ini sesuai dengan Pasal 72 Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2014 tentang Hak Cipta.

a.n. MENTERI HUKUM DAN HAK ASASI MANUSIA  
Direktur Jenderal Kekayaan Intelektual  
a.b.  
Direktur Hak Cipta dan Desain Industri

IGNATIUS M.T. SILALAH  
NIP. 196812301996031001

Disahkan:  
Dalam hal permohonan memberikan keterangan tidak sesuai dengan surat pernyataan, Menteri berwenang untuk mencabut surat pencatatan permohonan.



# Terimakasih

***Open Innovation BGA Tahun 2025***

