

PROPOSAL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN BPDPKS

Revolusi Deteksi Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit Menggunakan UAV Multispektral dan Machine Learning (Geo AI)

Peneliti:

- Istika Nita, SP. MP (Universitas Brawijaya)
- Ir. Aditya Nugraha Putra, SP. MP (Universitas Brawijaya)
- Muhammad Akhid Syib'li, SP., MP., Ph.D (Universitas Brawijaya)*
- Novandi Rizky Prasetya, SP (Mahasiswa Pasca Sarjana UB)*
- Satriya Bagas Framula (Mahasiswa Sarjana UB)*
- Ni Putu Reka Sentana Dewi (Mahasiswa Sarjana UB)*

**anggota peneliti yang tidak dimasukkan dalam proposal namun tetap berkontribusi untuk pengembangan secara penta helix*



TUJUAN PROJECT



Mengidentifikasi indikator utama untuk analisis kinerja sistem, termasuk akurasi dalam mengidentifikasi penyakit, kecepatan deteksi, dan efektivitas rekomendasi tindakan pencegahan untuk mengembangkan sistem deteksi dini

Membangun model berdasarkan indikator-indikator yang telah disusun melalui pengumpulan dan pemrosesan data citra UAV menggunakan algoritma machine learning (deep learning) yang dapat meningkatkan efisiensi input

Menciptakan suatu sistem monitoring holistik dalam mengidentifikasi Ganoderma pada area lahan perkebunan kelapa sawit dengan tingkat kesiapan teknologi level 6-7 dengan akurasi yang tinggi serta aplikatif di skala luas

Mengembangkan sebuah sistem holistik yang dapat mengidentifikasi dan merekomendasikan pencegahan terhadap penyakit BPB pada kelapa sawit.

JUSTIFIKASI RISET/PROJEK

Justifikasi Riset	Rincian
Latar Belakang dan urgensi	Kelapa sawit, sebagai komoditas unggulan di Indonesia, memegang peran sentral dalam perekonomian global. Peningkatan permintaan pasar sebesar 52,85% pada tahun 2021 didorong oleh ekstensifikasi lahan perkebunan kelapa sawit yang mencapai 15,34 juta ha pada 2022. Namun, industri ini menghadapi ancaman serius dari penyakit busuk pangkal batang (BPB) yang disebabkan oleh jamur Ganoderma boninense. Diperkirakan, potensi kerugian akibat BPB mencapai 210 miliar per tahun. pendekatan seperti apa yang dibutuhkan agar dapat menyelesaikan masalah secara holistic
Permasalahan	Serangan dari penyakit busuk pangkal batang (BPB) oleh jamur Ganoderma boninense membawa dampak negatif besar pada industri kelapa sawit. Gejala pembusukan pada pangkal batang, mencakup perubahan warna menjadi coklat kehitaman, merugikan produksi dan ekonomi sektor, dengan potensi kerugian mencapai 210 miliar per tahun. Dampak negatif Ganoderma juga membahayakan stabilitas ekosistem pertanian secara keseluruhan, menimbulkan ketidakpastian dalam pasokan pangan dan mengancam kesejahteraan ekonomi sektor pertanian.
Rumusan Masalah	Rumusan Masalah 1. Bagaimana teknologi UAV dan machine learning dapat diintegrasikan untuk mengembangkan sistem monitoring yang efisien dan efektif dalam deteksi dini penyakit BPB pada tanaman kelapa sawit? 2. Bagaimana sistem monitoring yang dikembangkan dapat mengatasi keterbatasan teknologi pendeteksi penyakit yang ada saat ini, seperti isu presisi, biaya, waktu, dan tenaga dalam skala perkebunan kelapa sawit yang luas? 3. Bagaimana sistem monitoring holistik yang dikembangkan dapat diintegrasikan ke dalam praktik manajemen perkebunan kelapa sawit untuk mendukung keputusan pengendalian penyakit yang proaktif, sehingga meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan perkebunan?
Upaya Pemecahan Masalah (Pengembangan Penelitian Sebelumnya)	Upaya pemecahan masalah serangan penyakit busuk pangkal batang (BPB) pada kelapa sawit melibatkan pengembangan teknologi inovatif, yaitu SkyGuardian. Dalam menanggapi keterbatasan sensor Electronic Nose (E-nose), riset ini fokus pada penggunaan Unmanned Aerial Vehicles (UAV) yang dilengkapi sensor multispektral dan algoritma machine learning, seperti Convolutional Neural Networks (CNN). Penggunaan UAV memungkinkan deteksi dini BPB secara efisien dan luas, sedangkan algoritma machine learning memproses data untuk mengidentifikasi pola infeksi jamur G. boninense. SkyGuardian, dengan tingkat kesiapan teknologi (TKT) level 7, menjadi solusi terintegrasi untuk meningkatkan pengendalian penyakit dan mendukung pertanian kelapa sawit yang berkelanjutan.

JUSTIFIKASI RISET/PROJEK

Justifikasi Riset	Rincian
Gambaran Teknologi	Penelitian ini memanfaatkan citra satelit Sentinel-2 sebagai produk penginderaan jauh yang memiliki tingkat akurasi tinggi. Data dari data tersebut selanjutnya dikembangkan model berdasarkan faktor pendorong penentu kesuburan tanah yang dikombinasikan dengan data hasil analisis laboratorium serta disebarakan menggunakan machine learning. Penelitian ini sangat penting untuk industri perkebunan kelapa sawit karena dapat membantu meningkatkan produktivitas dan keberlanjutan perkebunan melalui pengoptimalan penggunaan pupuk, pengurangan biaya produksi, serta pengurangan dampak negatif terhadap lingkungan. Cara kuratif diharapkan dapat segera diambil setelah mengetahui plot tanaman yang terinfeksi ini supaya tidak terjadi perluasan infeksi penyakit ke tanaman lain.
Novelty (Kebaruan Inovasi)	SkyGuardian ini merupakan teknologi terbaru dalam sistem deteksi penyakit Busuk Pangkal Batang Tanaman Kelapa Sawit berbasis UAV <i>multispectral</i> dan <i>Machine Learning</i> serta terintegrasi dengan rekomendasi cara pengendalian penyebaran infeksi
Luaran	Tingkat Technology Readiness Level (TRL) 5-7, Paten dan Artikel Internasional (Terindeks Scopus)
Impact Terhadap Penyelesaian Masalah Di BGA	Manfaat penelitian ini mencakup berbagai upaya dalam pencegahan dalam penyebaran infeksi penyakit Busuk Pangkal Batang sedini mungkin dengan memanfaatkan UAV dan <i>Machine Learning</i> sehingga infeksi dapat dicegah penularannya sedini mungkin dan disertai dengan rekomendasi penggunaan pengendalian secara preemtif maupun kuratif
Skalabilitas	Penelitian ini dapat digunakan di skala yang sangat luas (1 kali penerbangan hanya memerlukan 25 menit untuk 25 ha, sehingga cakupan wilayah bisa luas jika dilakukan dalam beberapa hari saja)

RENCANA PENGEMBANGAN

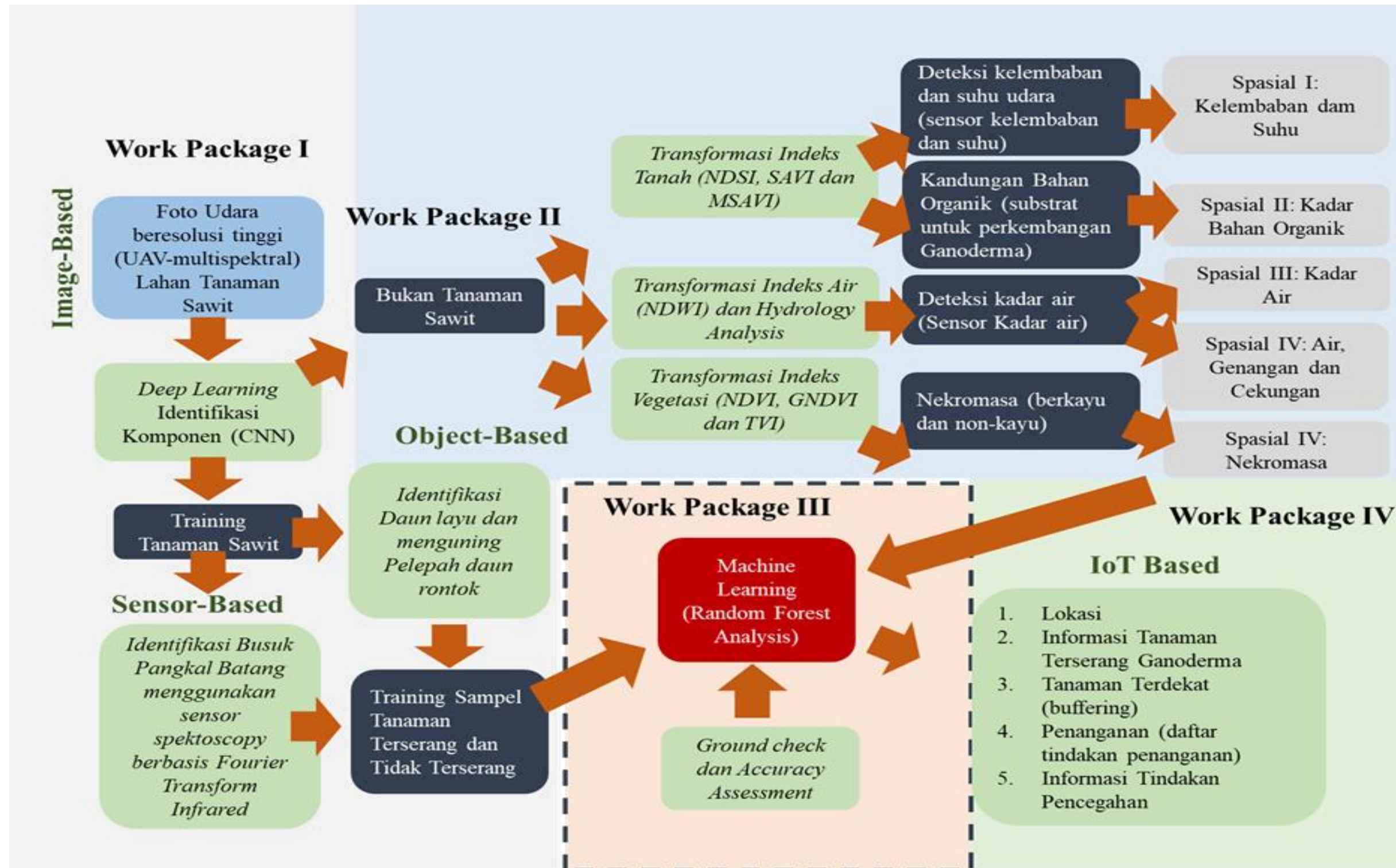
SkyGuardian: Revolusi Deteksi Penyakit Busuk Pangkal Batang Kelapa Sawit Menggunakan UAV *Multispektral* dan *Machine Learning*



Integrasi data identifikasi penyakit tanaman kelapa sawit dengan teknologi internet of things (IoT) berbasis web membuka peluang untuk mendapatkan informasi secara real-time yang sangat berharga bagi para petani dan pengelola perkebunan kelapa sawit

Data yang sensor lapang dan UAV yang saling terintegrasi secara *real-time* memungkinkan untuk direkomendasikan menjadi informasi yang dapat diakses melalui platform web yang *user-friendly*, memungkinkan mereka untuk mengambil tindakan preventif atau kuratif secara cepat dan efektif

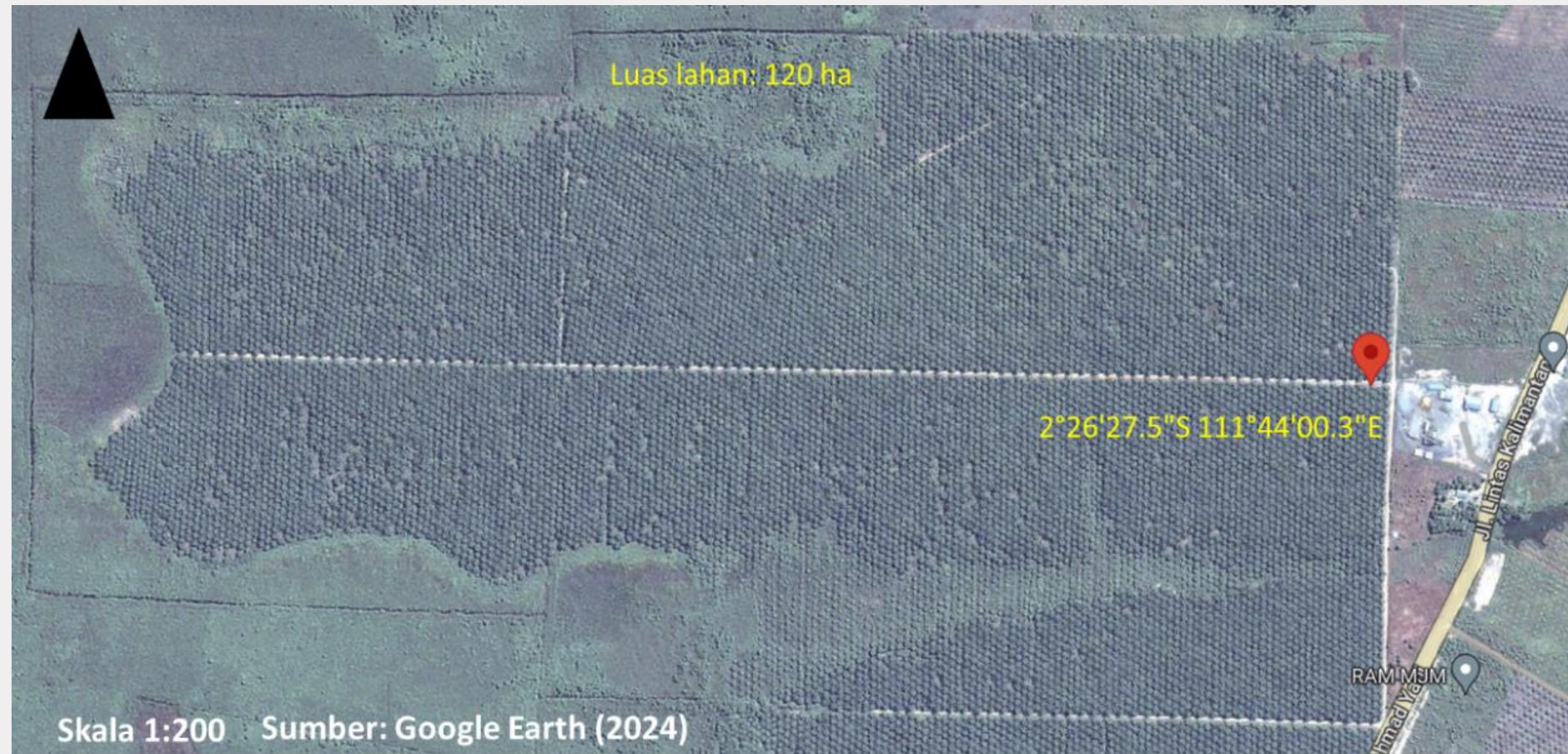
BIG PICTURE RISET/PROJECT



- Skala riset: pengaplikasian teknologi TKT 5-7
- Kompilasi data dari kegiatan tahun I dapat digunakan untuk pengambilan keputusan tahun berikutnya
- Pengaplikasian model dapat dilakukan selama multi tahun

Tahun I

LOKASI PENELITIAN



Area ini menawarkan lahan yang luas, mencakup sekitar 120 ha yang merupakan representasi ideal dari ekosistem lokal.



Kondisi geografis dan klimatologis di area ini menyediakan kesempatan unik untuk memahami dinamika unsur hara dalam konteks agrikultur tropis



Lokasi penelitian yang dipilih untuk rencana kegiatan berada di Desa Runtu, Kecamatan Arut Selatan, Kabupaten Kotawaringin Barat, Provinsi Kalimantan Tengah, dengan koordinat geografis 2°26'27.5"S 111°44'00.3"E

GANTT CHART PELAKSANAAN

[illegible]

RAB RISET/PROJECT (BIAYA, MPP, ALAT DAN BAHAN)

No.	Komponen Biaya	Jumlah	
		Rp	%
A	Gaji/upah (termasuk honor narasumber)	74.100.000	30%
B	Biaya pembelian bahan dan/atau peralatan penelitian termasuk sewa laboratorium dan uji pasar	111.150.000	45%
C	Biaya perjalanan dalam negeri/ FGD/ publikasi	49.400.000	20%
D	Biaya operasional institusi (<i>management fee</i> institusi)	12.350.000	5%
Total		247.000.000	100%

No.	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Volume x Satuan)
A.	Gaji atau Upah				74.100.000
1	Asisten administrasi dan keuangan	320	OJ	30.000	9.600.000
2	Asisten lapangan	300	OH	60.000	18.000.000
3	Asisten pemetaan	11	OK	1.500.000	16.500.000
4	Asisten pengolah data	10	OK	1.500.000	15.000.000
5	Pembantu Lapangan	45	OH	80.000	3.000.000
	Honorarium				
1	Narasumber	24	OJ	1.000.000	12.000.000

No.	Uraian	Spesifikasi	Volume	Satuan (Rp)	Jumlah (Volume x Satuan)
D.	Biaya Operasional Institusi				12.350.000
1	Biaya institusi	PPN + PPh	1	12.350.000	12.350.000

No.	Uraian	Spesifikasi	Volume	Satuan (Rp)	Jumlah (Volume x Satuan)
C.	Biaya Perjalanan dan Luaran				49.400.000
1	Publikasi	Jurnal Sustainability terindeks Q1 Scopus	1	30.000.000	30.000.000
2	Diseminasi	HAKI dan Paten	1	200.000	200.000
3	Seminar Internasional	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	1	800.000	800.000
4	Sewa kendaraan pengambilan sampel tanah	Pengambilan sampel tanah	3	500.000	1.500.000
5	Biaya perjalanan Tiket Pesawat Surabaya-Palangkaraya PP	PP Surabaya-Palangkaraya	5	2.500.000	12.500.000
6	Biaya Taksi Perjalanan ke Bandara	Menuju ke Palangkaraya	5	100.000	500.000
7	Biaya Taksi Perjalanan dari Bandara ke Penginapan	Menuju Penginapan di Palangkaraya	5	100.000	500.000
8	Biaya Konsumsi	Makan dan Minum	5	380.000	1.900.000
9	Biaya taksi dari penginapan ke bandara	Menuju ke Surabaya	5	100.000	500.000
10	Biaya Taksi Perjalanan dari Bandara ke Tempat Kedudukan	Menuju ke Surabaya	5	100.000	500.000
11	Biaya Penginapan	Penginapan di Palangkaraya	5	100.000	6.000.000

No.	Uraian	Spesifikasi	Volume	Satuan (Rp)	Jumlah (Volume x Satuan)
B.	Bahan Habis Pakai dan Peralatan				
1	Aquades	Aquades jerigen isi 25 L	100	15.500	1.550.000
2	Kertas label	No. 103	12	5000	60.000
3	Tinta printer Cyan	Canon/Epson L3210 series	5	62.500	312.500
4	Tinta printer Black	Canon/Epson L3210 series	5	62.500	312.500
5	Tinta printer Yellow	Canon/Epson L3210 series	5	62.500	312.500
6	Tinta printer Magenta	Canon/Epson L3210 series	5	62.500	312.500
7	Amplop coklat	Ukuran 30 x 20 cm	10	20.000	200.000
8	Map plastik A4	Map kancing bening	6	25.000	125.000
9	Kertas HVS	A4 Tebal 70 gram	5	60.000	300.000
10	Kertas plano	A2 Tebal 70 gram	50	10.000	500.000
11	Papan poster	Ukuran A2	5	400.000	2.000.000
12	Cetak poster	Ukuran A0	5	200.000	1.000.000
13	Petridisc	10 Buah	50	70.000	3.500.000
14	PDA Instan	10 gram	50	10.000	500.000
B.	Bahan Habis Pakai dan Peralatan				
15	Sewa UAV	UAV Multispektral	1	37.600.000	37.600.000
16	Mikroskop Digital Binokuler	Binokuler	2	5.350.000	10.700.000
17	Cover Glass	1 Pak	5	50.000	250.000
18	Objek Glass	1 Pak	2	360.000	720.000
19	Jasa Transmission Electron Microscopy	1 Kali scan	10	1.750.000	17.500.000
20	Jasa Scanning Electron Microscopy	1 Kali scan	10	600.000	6.000.000
21	Sewa GPS	6 Unit	10	100.000	6.000.00
22	Lisensi Aplikasi ArcGIS	1 Tahun sewa	3	3.000.000	9.000.000
23	Termometer	1 Unit	3	1.500.000	4.500.000
24	Hygrometer	1 Unit	3	400.000	1.200.000
25	pH Meter	1 Unit	3	1.600.000	4.800.000

Total Estimasi Anggaran
Rp 247.000.000,-

DAMPAK RISET/PROJECT: ANALISIS B/C RATIO

Jenis Pengeluaran	P
Biaya pengendalian Ganoderma pada kelapa sawit konvensional selama satu tahun, asumsi luasan lahan tanam PT. Bumitama Gunajaya Agro (120 ha)	$= (\text{Jumlah tenaga kerja} \times \text{Biaya tenaga kerja}) + \text{Pengaplikasian Fungisida}$ $= (120 \times 24 \times 100.000) + (45.000 \times 120 \times 36)$ $= 288.000.000 + 194.400.000$ $= \text{Rp. } 482.400.000$
Potensi penurunan hasil produksi kelapa sawit konvensional yang disebabkan Ganoderma	$= 28.27\% \times \text{Rp. } 24.307.978.552$ $= 6.871.865.536$
Biaya pengendalian Ganoderma pada kelapa sawit setelah diterapkan SkyGuardian	$= \text{Rp. } 247.000.0000$
Potensi Peningkatan Hasil Produksi Kelapa Sawit setelah diterapkannya Sky Guardian	$= \text{luas lahan penelitian} \times \text{hasil pohon kelapa sawit/ha} \times \text{harga jual kelapa sawit/kg}$ $= \text{Rp. } (120 \times 3.662,66 \times 2 \times 12 \times 2.304,41)$ $= \text{Rp. } 24.307.978.552$
Keuntungan penerapan SkyGuardian pada lahan Kelapa Sawit	$= \text{Rp. } (24.307.978.552 - 6.871.865.536)$ $= \text{Rp. } 17.436.113.016$

DAMPAK RISET/PROJECT: ANALISIS B/C RASIO

Jenis Pengeluaran	Perhitungan Pengeluaran
- Pembelian pestisida tiap ha jika kebutuhan pestisida 2 liter/tanaman (244 liter/ha) → asumsi 1 ha = 122 tanaman kelapa sawit (Efisiensi pestisida rendah antara 35-50%) - Asumsi luasan lahan tanam PT. Bumitama Gunajaya Agro (185.000 ha)	=Rp. 92.000/liter (Pestisida) =Rp. 22.448.000/ha
- Pembelian pestisida tiap ha jika kebutuhan pestisida 0,75 kg/tanaman (91,5 liter/ha) → asumsi 1 ha = 122 tanaman kelapa sawit (Efisiensi pestisida ± 70%) - Asumsi luasan lahan tanam PT. Bumitama Gunajaya Agro (185.000 ha)	=Rp. 92.000/liter (Pestisida) =Rp. 8.418.000/ha
Efisiensi penggunaan anggaran 1 ha lahan kelapa sawit	= Rp. 22.448.000/ha - Rp. 8.418.000/ha = Rp. 14.030.000
Efisiensi penggunaan anggaran 185.000 ha lahan kelapa sawit	= Rp. 4.152.880.000.000 – Rp. 1.557.330.000.000 = Rp. 2.595.550.000.000
Pembiayaan project	= Rp. 247.000.000
Penghematan Biaya Produksi	= Rp. 2.595.550.000.000 - Rp. 247.000.000 = Rp. 2.595.303.000.000

DAMPAK RISET/PROJECT: MANFAAT DAN LUARAN

MANFAAT

1

Pemanfaatan *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) multispektral bersama algoritma *machine learning* mampu mendeteksi penyakit busuk pangkal batang secara dini dan akurat, sehingga dapat mengurangi kerugian ekonomi yang signifikan akibat penyebaran penyakit ini.

2

Penelitian ini mencapai tingkat kesiapan teknologi (TKT) 7, teknologi ini telah menunjukkan prototipe dalam lingkungan operasional yang sesungguhnya, menandakan kesiapannya untuk diimplementasikan secara lebih luas dan memberikan dampak positif dalam upaya pengelolaan dan pencegahan penyakit pada tanaman kelapa sawit secara efisien dan efektif

LUARAN PENELITIAN

Tahun	Jenis Luaran	Jenis		Keterangan
		W	T	
1	Jurnal terindeks Scopus Q1	v		<i>Journal of Sustainability</i>
	Jurnal terindeks Scopus Q3		v	<i>Journal of Degraded and Mining Lands Management</i>
	Paten sederhana	v		Hak Kekayaan Intelektual (HKI)

*W= Wajib, T= Tambahan