

PROPOSAL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN BPDPKS

Meningkatkan Efisiensi Pemupukan Melalui Identifikasi Hara Presisi Berbasis Pendekatan Microbial dan Machine Learning

Peneliti:

- Dr. Reni Ustiatik, S.P., M.P. (Universitas Brawijaya)
- Ir. Aditya Nugraha Putra, SP, MP (Universitas Brawijaya)
- Istika Nita, S.P., M.P. (Universitas Brawijaya)*
- Anita Dwy Fitria, S.P., M.P. (Universitas Siliwangi)*
- Novandi Rizky Prasetya, S.P. (Mahasiswa Pasca Sarjana UB)

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



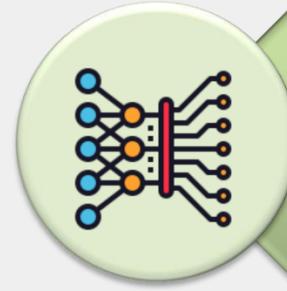
TUJUAN PROJEK



Mengidentifikasi pola spasial hubungan keberadaan MBC dan ketersediaan unsur hara makro, *nutrient pools* dalam tanah, serapan dan deteksi dini defisiensi di perkebunan kelapa sawit



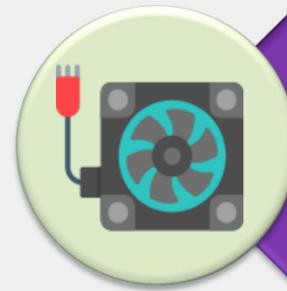
Menganalisis peran dan potensi teknologi *machine learning* dan penginderaan jauh dalam pengumpulan data tentang kondisi tanah secara efisien



Mengidentifikasi dan memahami tantangan yang terkait dengan penerapan teknologi penginderaan jauh dan *machine learning* dalam konteks pemupukan pada industri kelapa sawit.



Menyusun model persamaan terbaik, akurat dan mengembangkan model dalam mengidentifikasi unsur hara makro dalam tanah dan tanaman melalui kombinasi pendekatan hubungan MBC, penginderaan jauh, indeks vegetasi dan tanah, serta *machine learning* untuk efisiensi pemupukan.



Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dan *machine learning* untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan tanah dan pemupukan (rekomendasi)

JUSTIFIKASI RISET/PROJECT

Pertanian kelapa sawit yang berkelanjutan penting untuk melindungi lingkungan khususnya untuk memitigasi perubahan iklim, memberikan manfaat ekonomi, dan mendorong inovasi dalam sistem produksi (Suardi et al., 2022). Berdasarkan data Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia (GAPKI), produksi minyak sawit Indonesia mencapai 4,38 juta ton pada Desember 2023. Jumlahnya turun 6,75 dibandingkan sebulan sebelumnya yang sebanyak 4,69 juta ton (GAPKI, 2023).

Tingginya produksi kelapa sawit dan ancaman penurunan produksi perlu ditindak lanjuti agar tercapai produksi yang optimum dan efisien dalam biaya. Algoritme dari machine learning dapat menganalisis kumpulan data besar dari penginderaan jauh dan sumber lain untuk memperkirakan tingkat ketersediaan unsur hara makro di perkebunan kelapa sawit. Pendekatan ini lebih hemat biaya dan efisien dibandingkan metode pengambilan sampel tanah tradisional, yang dapat memakan waktu dan tenaga. Algoritma machine learning dapat dilatih berdasarkan data dari sampel tanah, pertumbuhan tanaman, dan faktor lainnya untuk memprediksi tingkat unsur hara dengan akurasi dan presisi tinggi. Hal ini dapat membantu mengoptimalkan penggunaan pupuk dan mengurangi penggunaan pupuk kimia (Kok et al., 2021).

Review

Advancement of Remote Sensing for Soil Measurements and Applications: A Comprehensive Review

Mukhtar Iderawumi Abdulraheem ^{1,2,3}, Wei Zhang ^{1,2,3}, Shixin Li ¹, Ata Jahangir Moshayedi ⁴, Aitazaz A. Farooque ^{5,6} and Jiandong Hu ^{1,2,3,*}

1

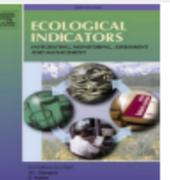
Review: Analisis kesuburan tanah, efisiensi pemupukan, deteksi dini defisiensi unsur hara pada tanaman di skala lahan yang besar memerlukan biaya dan tenaga yang tidak sedikit. Oleh sebab itu, **remote sensing** dapat menjadi pendekatan yang memudahkan untuk mengevaluasi kesuburan tanah dan berkesinambungan dengan pengukuran langsung, keduanya saling melengkapi untuk menganalisis kemungkinan defisiensi unsur hara



Contents lists available at ScienceDirect

Ecological Indicators

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ecolind



Review

Machine learning and remote sensing techniques applied to estimate soil indicators – Review

Freddy A. Diaz-Gonzalez ^{a,*}, Jose Vuelvas ^b, Carlos A. Correa ^b, Victoria E. Vallejo ^c, D. Patino ^b



2

Review: Pemanfaatan remote sensing dan penggabungan hasil analisis dinamika MBC dan MBN dengan Random Forest (RF) serta model persamaan struktural juga memungkinkan untuk memperoleh informasi faktor pendorong utama perubahan MBC dan MBN pada suatu penggunaan lahan yang berdampak pada produktivitas lahan dan keberlanjutan lingkungan sehingga hasil akhir yang diharapkan adalah praktik pertanian presisi dan ramah lingkungan

JUSTIFIKASI RISET/PROJEK

Justifikasi Riset	Rincian
Latar Belakang dan Urgensi	Lahan sawit di Indonesia mengalami peningkatan luasan dari tahun 2021 ke 2022 yaitu dari 14,62 juta ha ke 15,34 juta ha. Peningkatan ini tentunya diiringi dengan tingginya produksi sawit. Tahun 2022 sawit menghasilkan 46,82 juta ton meningkat 1,29% (Statistik Sawit, 2022). Namun, menurut GAPKI (2023) total ekspor minyak sawit Indonesia turun mencapai 30 juta ton pada tahun 2023. Sedangkan pada tahun 2024, GAPKI memperkirakan produksi akan cenderung stagnan atau paling tinggi meningkat sebesar 5 persen. Meskipun demikian potensi pengembangan sawit akan terus menjadi daya tarik lokal dan global. Indonesia memegang peran kunci dalam pasar global sebagai penghasil kelapa sawit terbesar dunia. Status ini terancam terus-menerus oleh isu degradasi lahan yang disebabkan oleh industri ini. Pertanyaannya adalah bagaimana cara menjaga kestabilan produksi tetap terjaga sementara aspek lingkungan tetap berkelanjutan?
Permasalahan	Akar masalah utama adalah aplikasi pemupukan yang tidak efisien dan tidak berkelanjutan karena kurangnya informasi spesifik kebutuhan hara tanaman. Masalah ini menyebabkan terjadinya pencucian dan ketidakseimbangan hara serta terhambatnya pertumbuhan fisiologis sehingga menurunkan produksi serta kapabilitas lingkungan untuk digunakan secara berkelanjutan. Perlu ada pendekatan holistik berbasis ilmiah berupa sistem mitigasi dan restorasi lahan terdegradasi ini agar pemanfaatan berkelanjutan bisa terjamin
Upaya Pemecahan Masalah (Pengembangan Penelitian Sebelumnya)	Penelitian ini bermaksud untuk mengintroduksi teknologi pendekatan hubungan keberadaan <i>Microbial Biomass Carbon</i> (MBC), <i>Microbial Biomass Carbon</i> (MBN), <i>machine learning</i> dan penginderaan jauh untuk menduga hara makro khusus untuk kelapa sawit. Teknologi ini banyak dikembangkan untuk tanaman semusim namun belum terlihat efektivitasnya untuk tanaman tahunan (Munir <i>et al.</i> , 2023).
Novelty (Kebaruan Inovasi)	Sistem ini menggabungkan teknologi deteksi hara dan faktor yang berpengaruh terhadap ketersediaannya (mikroba dan indeks vegetasi-tanah) yang diolah dengan <i>machine learning</i> sehingga didapatkan data yang sangat akurat.
Luaran	Tingkat <i>Technology Readiness Level</i> (TRL) 5-7, Paten dan Artikel Internasional (Terindeks Scopus)
Impact Terhadap Penyelesaian Masalah Di BGA	Manfaat penelitian ini mencakup peningkatan produktivitas pertanian, reduksi dampak lingkungan melalui penentuan dosis pupuk yang tepat, efisiensi dalam pengumpulan data kondisi tanah, serta percepatan proses analisis data dan pengambilan keputusan terkait pemupukan di BGA. Selain itu, penelitian ini juga mendorong praktik pertanian yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan dalam industri kelapa sawit, memberikan dampak positif jangka panjang di BGA.
Skalabilitas	Penelitian ini dapat digunakan di skala yang sangat luas (1 scene citra satelit bisa mencakup area seluas 290 km ² , sehingga dengan cakupan wilayah yang luas bisa dilakukan dalam beberapa hari saja)

JUSTIFIKASI RISET/PROJECT: RENCANA PENGEMBANGAN

Pengembangan sistem dan model pendugaan unsur hara makro di perkebunan kelapa sawit secara presisi, berbasis, pendekatan *Microbial Biomass Carbon and Nitrogen (MBC-MBN)*, penginderaan jauh dan *machine learning*

01 Penentuan Titik Observasi

Pembuatan peta survei dan Titik Observasi

03 Pengiriman Data secara *Realtime*

NodeMCU menggunakan protokol MQTT

05 Pengolahan Data Citra Satelit

- Citra sentinel-2 diolah menggunakan metode megacomposite
- Kemudian hasilnya digunakan untuk analisis plot kelapa sawit menggunakan algoritma deep learning berupa U-Model

07 Uji Akurasi Model

- Uji validasi data sampel tanah dan data sensor
 - Uji t berpasangan (*paired t-test*)

02 Penggunaan sensor JXBS-3001

Pengambilan data kadar hara tanah dan tanaman

04 Analisis *Microbial Biomass Carbon (MBC)*

- Biomassa mikroba tanah dianalisis dengan menggunakan metode ekstraksi fumigasi kloroform (CFE)
- Estimasi kandungan C-organik diukur menggunakan metode *Walkley and Black*

06 Analisis Data *Random Forest*

Pengolahan data hasil sensor kandungan unsur hara NPK tanah dan tanaman, data klimatologi, data tanah, data topografi, dan data hasil transformasi indeks.

08 Analisis Perhitungan Pupuk

$$FR = (NP - (BD \times PD \times LA \times NL)) \times \left(\frac{100}{NF}\right)$$

Mengidentifikasi pola spasial hubungan keberadaan MBC dan ketersediaan unsur hara makro, *nutrient pools* dalam tanah, serapan dan deteksi dini defisiensi di Perkebunan Kelapa Sawit

Menyusun model persamaan terbaik, akurat dan mengembangkan model dalam mengidentifikasi unsur hara makro dalam tanah dan tanaman melalui kombinasi pendekatan hubungan MBC, penginderaan jauh, indeks vegetasi dan tanah, serta *machine learning* untuk efisiensi pemupukan.

LUARAN PENELITIAN

Data deteksi dini defisiensi unsur hara dengan integrasi *machine learning* dan penginderaan jauh



Model persamaan terbaik, akurat untuk di kembangkan sebagai model dalam mengidentifikasi unsur hara makro dalam tanah dan tanaman melalui kombinasi pendekatan hubungan MBC, penginderaan jauh, indeks vegetasi dan tanah, serta *machine learning* untuk efisiensi pemupukan.



Publikasi di jurnal internasional



Efisiensi biaya pemupukan kelapa sawit



HAKI (Hak Kekayaan Intelektual)



Paten sederhana TKT 5-7



BIG PICTURE RISET/PROJECT



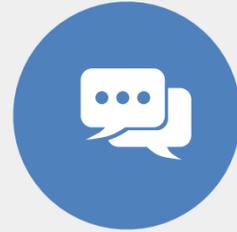
MONITORING INPUT SYSTEM

1. Penggunaan machine learning dan penginderaan jauh untuk pengumpulan data tentang kondisi tanah secara efisien
2. Menyusun model persamaan terbaik, akurat dan mengembangkan model dalam mengidentifikasi unsur hara makro dalam tanah dan tanaman melalui kombinasi pendekatan hubungan MBC, penginderaan jauh, indeks vegetasi dan tanah, serta *machine learning* untuk efisiensi pemupukan.
3. Mengukur kebutuhan pupuk secara spesifik lokasi sehingga tidak ada pupuk yang terbuang
4. Meningkatkan efisiensi pemupukan sehingga mengurangi pembiayaan yang tidak efisien
5. Rekomendasi pemupukan

2024

Luaran: (1) Publikasi di jurnal internasional bereputasi, (2) HAKI dan (3) submit PATEN

Biaya: Rp. 300.000.000,00



DECREASE ENVIRONMENTAL RISK AND MITIGATION

1. Mengurangi pencemaran lingkungan (air, tanah, dan udara)
2. Meningkatkan kualitas tanah (sifat fisik, kimia, dan biologi tanah)
3. Mengurangi tanah terdegradasi/meningkatkan umur pakai lahan
4. Penerapan prinsip pengelolaan lahan yang berkelanjutan
5. Adaptif terhadap perubahan zaman

2025

Luaran: (1) Implementasi Produk di Lapangan dan (2) Evaluasi Model



POLICY

1. Sustainable Development Goals (SDGs)
2. Enrichment strategy
3. Expert Systems in Oil Palm Precision Agriculture
4. Peningkatan produksi kelapa sawit
5. Pengambilan Keputusan lebih cepat

2026

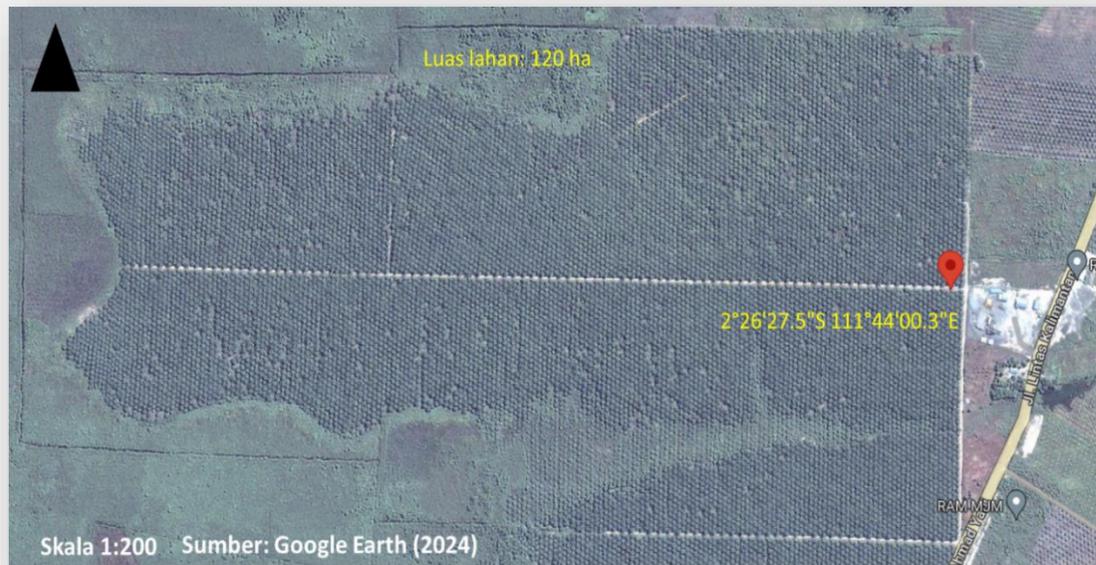
Luaran: Scalability Product



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

LOKASI DAN ALUR PENELITIAN

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



Dengan luasan sebesar 120 ha area ini menyediakan kondisi geografis dan klimatologis unik untuk memahami dinamika unsur hara dalam konteks agrikultur tropis

Pengiriman data secara *realtime* NodeMCU menggunakan protokol MQTT



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

No.	Komponen Biaya	Jumlah	
		Rp	%
A	Gaji/upah (termasuk honor narasumber)	75.000.000	30%
B	Biaya pembelian bahan dan/atau peralatan penelitian termasuk sewa laboratorium dan uji pasar	112.500.000	45%
C	Biaya perjalanan dalam negeri/ FGD/ publikasi	50.000.000	20%
D	Biaya operasional institusi (<i>management fee</i> institusi)	12.500.000	5%
Total		250.000.000	100%

No.	Uraian	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Volume x Satuan)
A.	Gaji atau Upah				75.000.000
1	Asisten administrasi dan keuangan	150	OJ	60.000	9.000.000
2	Asisten lapangan	240	OH	100.000	24.000.000
3	Asisten pemetaan	6	OK	1.500.000	9.000.000
4	Asisten pengolah data	6	OK	1.500.000	9.000.000
	Honorarium				
1	Narasumber	24	OJ	1.000.000	24.000.000

No.	Uraian	Spesifikasi	Volume	Satuan (Rp)	Jumlah (Volume x Satuan)
D.	Biaya Operasional Institusi				12.500.000
1	Biaya institusi	PPN + PPh	1	12.500.000	12.500.000

No.	Uraian	Spesifikasi	Volume	Satuan (Rp)	Jumlah (Volume x Satuan)
C.	Biaya Perjalanan dan Luaran				50.000.000
1	Publikasi	Jurnal Sustainability terindeks Q1 Scopus	1	20.000.000	20.000.000
2	Diseminasi	HAKI dan Paten	1	350.000	350.000
3	Seminar Internasional	IOP Conference Series: Earth and Environmental Science	1	2.120.000	2.120.000
4	Sewa kendaraan pengambilan sampel tanah	Pengambilan sampel tanah	3	560.000	1.680.000
5	Biaya perjalanan	Surabaya-Palangkaraya	5	370.000	1.850.000
6	Biaya perjalanan Tiket Pesawat Surabaya-Palangkaraya PP	PP Surabaya-Palangkaraya PP	5	3.000.000	15.000.000
7	Biaya Taksi Perjalanan ke Bandara	Menuju ke Palangkaraya	5	150.000	750.000
8	Biaya Taksi Perjalanan dari Bandara ke Penginapan	Menuju Penginapan di Palangkaraya	5	150.000	750.000
9	Biaya Taksi Perjalanan dari Penginapan ke Bandara	Menuju ke Surabaya	5	150.000	750.000
10	Biaya Taksi Perjalanan dari Bandara ke Tempat Kedudukan	Menuju ke Surabaya	5	150.000	750.000
11	Biaya Penginapan	Penginapan di Palangkaraya	10	600.000	6.000.000

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

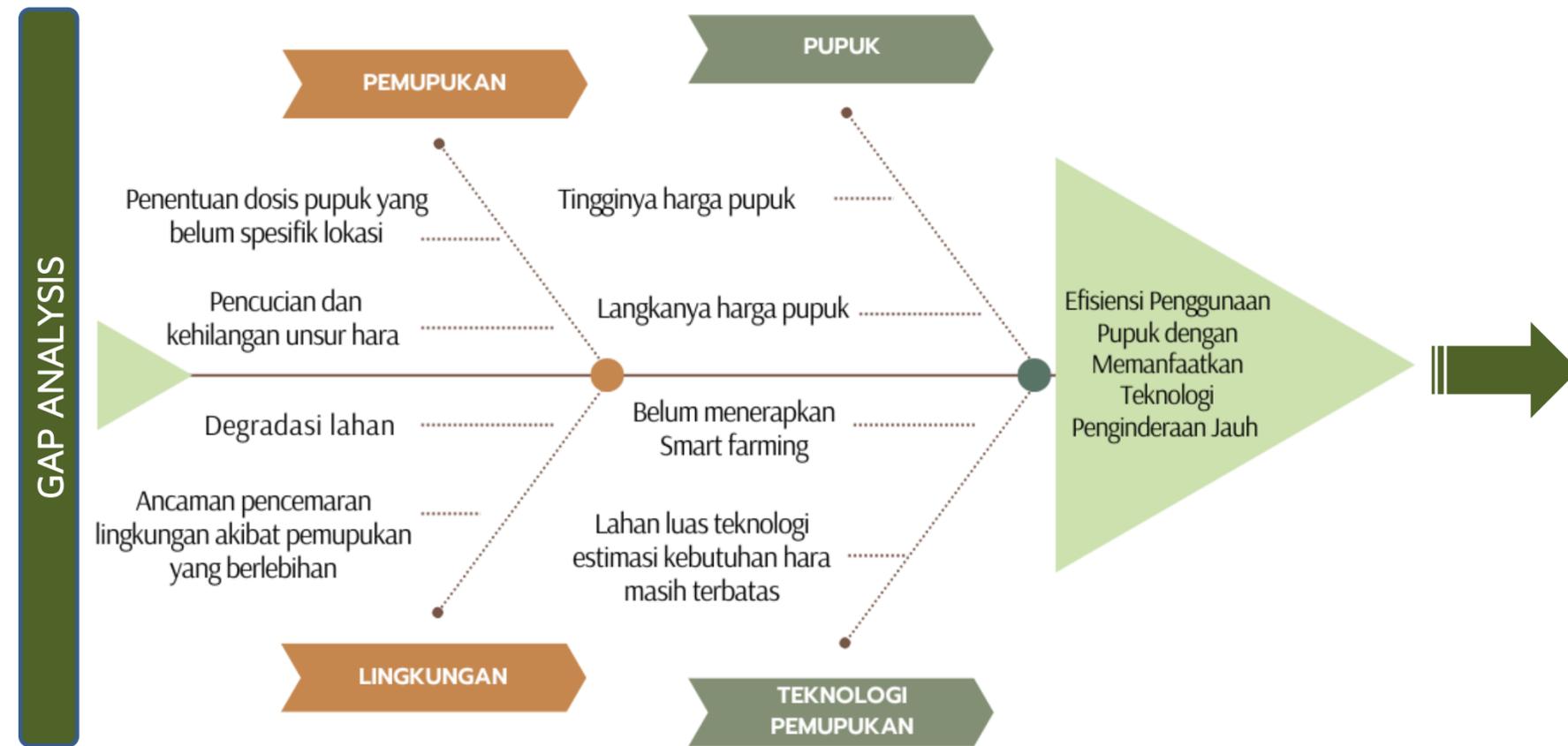
No.	Uraian	Spesifikasi	Volume	Satuan (Rp)	Jumlah (Volume x Satuan)
B.	Bahan Habis Pakai dan Peralatan				112.500.000
1	Aquades	Aquades jerigen isi 25 L	200	15.000	3.000.000
2	Kertas label	No. 103	100	5000	500.000
3	Tinta printer Cyan	Canon/Epson L3210 series	5	55.000	275.000
4	Tinta printer Black	Canon/Epson L3210 series	5	55.000	275.000
5	Tinta printer Yellow	Canon/Epson L3210 series	5	55.000	275.000
6	Tinta printer Magenta	Canon/Epson L3210 series	5	55.000	275.000
7	Kantong plastik	Jenis PE Ukuran 1 Kg	15	15.000	225.000
8	Karung plastik	Size 56 X 80 Ukuran 50 kg	55	11.000	605.000
9	Spidol permanen	Snowman	5	50.000	250.000
10	Timbangan saku	SOJIKYO Small Digital Scale 2000g	5	90.500	452.500
11	Amplop coklat	Ukuran 30 x 20 cm	15	20.000	300.000
12	Map plastik A4	Map kancing bening	5	20.000	100.000
13	Kertas HVS	A4 Tebal 70 gram	5	60.000	300.000
14	Kertas plano	A2 Tebal 70 gram	45	15.000	675.000
15	Papan poster	Ukuran A2	5	200.000	1.000.000
16	Cetak poster	Ukuran A0	10	165.000	1.650.000
17	Hard disk	1 Tera	1	805.000	805.000
18	Cetak peta kerja	Ukuran A2	10	150.000	1.500.000
19	Kertas <i>whatman</i>	No. 42 Diameter 9	250	7000	1.750.000
20	Selotip	Nachi Stationery Tape	6	10.000	60.000
21	Ring sampel	Ukuran T = 5 cm d = 7 cm	50	40.000	2.000.000
22	Reagen C organik Tanah dan Serapan	H3PO4 85%	2	1.760.000	3.520.000
23	Reagen C organik Tanah dan Serapan	K2Cr2O7 500 gram	1	2.677.000	2.677.000

No.	Uraian	Spesifikasi	Volume	Satuan (Rp)	Jumlah (Volume x Satuan)
B.	Bahan Habis Pakai dan Peralatan				112.500.000
24	Reagen C organik Tanah dan Serapan	H2SO4 Pekat 98% Kemasan 2,5 L SMART Lab	2	850.000	1.700.000
25	Reagen C organik Tanah dan Serapan	FeSO4.7H2O 100 gram	1	550.000	550.000
26	Reagen pH Tanah KCl Tanah	KCl 1 N 500 gram	2	555.000	1.110.000
27	Reagen pH Tanah KCl Tanah	Buffer Ph 7 kemasan 1L	1	523.500	523.500
28	Reagen pH Tanah KCl Tanah	Buffer ph 4 kemasan 1L	2	538.500	1.077.000
29	Reagen N Total dan N Tersedia	CuSO4 kemasan 500 gram	1	793.000	793.000
30	Reagen N Total dan N Tersedia	Selenium 500 gram	2	2.190.000	4.380.000
31	Reagen N Total dan N Tersedia	NaOH (teknis) 500 gram	1	695.000	695.000
32	Reagen N Total dan N Tersedia	Brom kresol hijau 100 ml	2	194.000	388.000
33	Reagen N Total dan N Tersedia	Metil merah 100 gram	1	116.000	116.000
34	Reagen N Total dan N Tersedia	Etanol 96% kemasan 1 L (P.A)	2	850.000	1.700.000
35	Reagen N Total dan N Tersedia	Etanol 70% kemasan 2 L (P.A)	1	218.000	218.000
36	Reagen N Total dan N Tersedia	H3BO3 (P.A) 1 kg	2	1.950.000	3.900.000
37	Reagen P Tersedia dan Serapan	NaHCO3(P.A) 100 gram	1	2.000.000	2.000.000
38	Reagen P Tersedia dan Serapan	H2PO4(P.A) 1000 gram	2	1.030.000	2.060.000
39	Reagen P Tersedia dan Serapan	KCN 100 gram	1	720.000	720.000
40	Reagen K tersedia dan Serapan	Asam Hidro Klorida/HCl 37% 2,5 L	2	1.375.000	2.750.000
41	Reagen K tersedia dan Serapan	Amonium asetat/NH4Oac 500 gram	1	800.000	800.000
42	Reagen Analisis Tekstur Tanah	H2O2 Peroksida 30 % SMART LAB Kemasan 500 ml	2	1.300.000	2.600.000
43	Reagen Analisis Tekstur Tanah	Na4P2O7 500 gram	1	700.000	700.000
44	Analisis <i>Microbial Biomass Carbon</i> (MBC)	Ekstraksi Fumigasi Kloroform (CFE)	25	150.000	3.750.000
45	Analisis <i>Microbial Biomass Nitrogen</i> (MBN)	Ekstraksi Fumigasi Kloroform (CFE)	25	200.000	5.000.000
46	Sensor unsur hara	JXBS-3001	15	3.500.000	52.500.000

DAMPAK RISET/PROJECT: ANALISIS B/C RATIO

Jenis Pengeluaran	Perhitungan Pengeluaran
<ul style="list-style-type: none"> Pembelian Pupuk urea tiap ha jika kebutuhan pupuk 0,75 kg/tanaman (105 kg/ha) → asumsi 1 ha = 140 tanaman kelapa sawit (Efisiensi Pemupukan rendah antara 35-50%) Asumsi luasan lahan tanam PT. Bumitama Gunajaya Agro (185.000 ha) 	=Rp. 12.000/kg (Pupuk Urea) =Rp. 1.260.000/ha (Pemupukan urea efektif 100%) =Rp. 504.000/ha (Pemupukan urea efektif 40%) =Rp. 756.000/ha (Pemupukan urea hilang)
<ul style="list-style-type: none"> Pembelian Pupuk urea tiap ha jika kebutuhan pupuk 0,75 kg/tanaman (105 kg/ha) → asumsi 1 ha = 140 tanaman kelapa sawit (Efisiensi Pemupukan ± 70%) Asumsi luasan lahan tanam PT. Bumitama Gunajaya Agro (185.000 ha) 	=Rp. 12.000/kg (Pupuk Urea) =Rp. 1.260.000/ha (Pemupukan urea efektif 100%) =Rp. 882.000/ha (Pemupukan urea efektif 70%) =Rp. 378.000/ha (Pemupukan urea hilang)
Efisiensi penggunaan anggaran 1 ha lahan kelapa sawit	= Rp. 1.260.000/ha - Rp. 882.000/ha = Rp. 378.000/ha
Efisiensi penggunaan anggaran 185.000 ha lahan kelapa sawit	= 378.000/ha x 185.000 ha = Rp. 69.930.000.000
Cost sebelum project	= Rp. 233.100.000.000
Pembiayaan project	= Rp. 300.000.000 + 69.930.000.000 = 70.230.000.000
B/C	= 233.100.000.000/70.230.000.000 = 3,31 (B/C > 1 = Layak untuk dilanjutkan)
Payback periode	= 70.230.000.000/69.930.000.000 x 1 tahun = 1 tahun

DAMPAK RISET/PROJECT: MANFAAT DAN LUARAN



MANFAAT

Pemanfaatan teknologi penginderaan jauh dan *machine learning* menjanjikan untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan tanah dan pemupukan. Prediksi kebutuhan unsur hara yang akurat dapat meningkatkan produktivitas, mengurangi biaya produksi, dan meminimalkan dampak negatif pada lingkungan, menjamin keberlanjutan industri kelapa sawit. **1**

Reduksi dampak lingkungan melalui penentuan dosis pupuk yang tepat, efisiensi dalam pengumpulan data kondisi tanah, serta percepatan proses analisis data dan pengambilan keputusan terkait pemupukan **2**

Penelitian ini juga mendorong praktik pertanian yang lebih berkelanjutan dan ramah lingkungan dalam industri kelapa sawit, memberikan dampak positif jangka panjang **3**

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



Bumitama Gunajaya Agro

**THANK
YOU**
—