

PROPOSAL PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN BPDPKS

Meningkatkan Keberlanjutan Kelapa Sawit Melalui Sistem Pemantauan Tata Guna, Perubahan dan Dampak Multifaset Berbasis Geo AI

Peneliti:

- Ir. Aditya Nugraha Putra, SP, MP (Universitas Brawijaya)
- Irma Ardi Kusumawati, SP., M.Ling (PT Jejak Enviro Teknologi)
- Melati Julia Rahma, S.P., M.Ling (Universitas Negeri Malang)*
- Dandy Novresiandi, S.T., M.Agr., Ph.D (Badan Riset dan Inovasi Nasional Pusat Penelitian Penginderaan Jauh)*

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



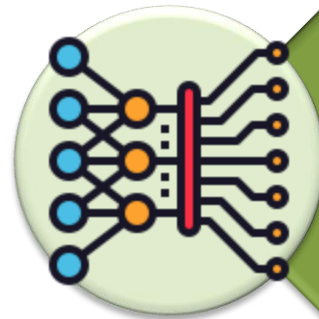
TUJUAN PROJEK



Menganalisis pola tata guna lahan pada penggunaan lahan di area kelapa sawit dan perubahannya menggunakan machine learning



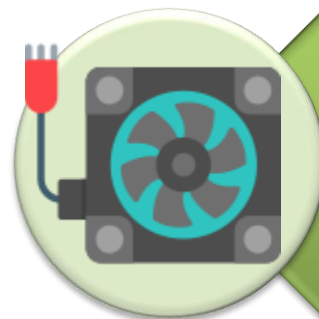
Menganalisis interaksi antar penggunaan lahan di area perkebunan kelapa sawit, serta membandingkan perubahan 2018 hingga 2023



Menganalisis resiliensi lahan terhadap bencana alam, karbon, keanekaragaman hayati, pengetahuan ekologi lokal, etnobotani, dan ekonomi



Menggabungkan hasil analisis sebagai baseline pemanfaatan berkelanjutan



Menyusun rekomendasi berdasarkan sistem pemantauan keberlanjutan



JUSTIFIKASI RISET/PROJEK

Justifikasi Riset	Rincian
Latar Belakang dan urgensi	Industri kelapa sawit memegang peranan strategis dalam perekonomian Indonesia, dengan prediksi produksi mencapai 46 juta ton pada periode 2023-2024 (US Department of Agriculture, 2023) atau meningkat 3% dari tahun sebelumnya (44,7 juta ton) (Sandi et al., 2023). Industri ini berkontribusi menyediakan lapangan kerja bagi +16 juta tenaga kerja (langsung maupun tidak langsung) untuk pembangunan ekonomi nasional (Jonathan et al., 2022). Di satu sisi, selain dampak positifnya, terdapat permasalahan serius tentang ekspansi perkebunan kelapa sawit (deforestasi) yang berdampak terhadap kerusakan lingkungan (Drewer et al., 2022; Beringer et al., 2023). Permasalahan ini mengancam keanekaragaman hayati, mempercepat degradasi lahan dan menghasilkan emisi gas rumah kaca (Maskun et al., 2021).
Permasalahan	Salah satu akar permasalahan yang belum tuntas diatasi adalah terkait keberadaan kajian holistik mengenai perubahan dan tata guna lahan serta dampak multifasetnya (ekologi, sosial-ekonomi dan produksi) dalam pemanfaatan berkelanjutan (Derta et al., 2022). Bagaimana cara untuk mendapatkan data presisi berbasis time series yang mencakup multifaset yang bisa digunakan sebagai acuan rekomendasi tata guna lahan berkelanjutan?. Pembangunan sektor kelapa sawit berkelanjutan, memerlukan komitmen kuat dari pemerintah, industri, dan masyarakat (Ayompe et al., 2021). Interaksi penggunaan lahan dalam perkebunan kelapa sawit, yang melibatkan Perkebunan Rakyat, Negara, Swasta, dan Hutan Tanaman Industri, berimplikasi terhadap pengelolaan, pengetahuan ekologi lokal, kapasitas penyimpanan karbon, dan produksi (Safitri et al., 2023).
Rumusan Masalah	1. Bagaimana ekspansi perkebunan kelapa sawit berdampak terhadap deforestasi, degradasi lahan, keanekaragaman hayati, dan emisi gas rumah kaca, serta apa upaya mitigasi yang dapat dilakukan untuk mengurangi dampak negatif tersebut? 2. Apa tantangan dalam mengumpulkan data presisi berbasis time series yang mencakup aspek ekologi, sosial-ekonomi, dan produksi untuk rekomendasi tata guna lahan yang baik dan berkelanjutan? 3. Bagaimana teknologi seperti machine learning dan artificial neural network dapat digunakan untuk analisis dan klasifikasi lahan yang lebih akurat, dan apa saja tantangan dalam implementasinya? 4. Bagaimana pendekatan etnobotani dan teknologi informasi dapat diintegrasikan untuk memperkuat pengetahuan ekologi lokal dan kontribusinya terhadap pelestarian lingkungan? 5. Sinergi antara Pembangunan Ekonomi dan Pelestarian Lingkungan: Bagaimana memastikan bahwa pembangunan sektor kelapa sawit dapat berlangsung secara berkelanjutan, dengan memperhatikan keseimbangan antara keuntungan ekonomi, pelestarian lingkungan, dan keadilan sosial?

JUSTIFIKASI RISET/PROJEK

Justifikasi Riset	Rincian
Upaya Pemecahan Masalah (Pengembangan Penelitian Sebelumnya)	Integrasi teknologi seperti machine learning dan pemetaan menawarkan potensi untuk analisis komprehensif dampak multifaset dari perubahan penggunaan lahan, membantu dalam pembuatan prediksi dan rekomendasi untuk tata guna lahan yang berkelanjutan. Melalui integrasi data historis penggunaan lahan dengan prediksi masa depan, mengkaji faktor pendorong perubahan, dan menilai dampaknya terhadap produksi, penyimpanan karbon, biodiversitas, dan aspek sosial-ekonomi, menyediakan dasar bagi pengambilan keputusan yang berinformasi dan berkelanjutan. Hal ini akan mengatasi penelitian-penelitian terdahulu yang masih dijalankan secara parsial.
Gambaran Teknologi	Sistem yang akan dibangun adalah data historis penggunaan lahan dan prediksinya di masa yang akan datang. Prediksi ini mencakup faktor pendorong perubahan penggunaan lahan di masa yang akan datang melalui hubungan pengetahuan ekologi lokal, budaya, biodiversitas dan manusianya (R studio ethnobotany) (Galvao et al., 2024). Perubahan tersebut kemudian dikaitkan hubungannya dengan dampak multifaset yang ditimbulkan baik dari segi lahan, tanaman maupun manusianya. Dampak lingkungan yang diamati antara lain potensi produksi (Safitri et al., 2023), carbon storage (standar registrasi nasional MENLHK) (Nugroho et al., 2023), biodiversitas, degradasi lahan, sosial dan ekonomi.
Novelty (Kebaruan Inovasi)	Sistem ini dapat menganalisis secara empiris terkait aspek tata guna lahan saat ini terhadap keberlanjutan kelapa sawit secara produksi, lingkungan, sosial dan ekonomi
Luaran	Tingkat Technology Readiness Level (TRL) 5-7, Paten dan Artikel Internasional (Terindeks Scopus)
Impact Terhadap Penyelesaian Masalah Di BGA	Isu keberlanjutan selama ini sedikit terpinggirkan dengan upaya pemecahan masalah jangka pendek terutama untuk meningkatkan produks. Sistem ini akan memberikan dampak besar terutama dalam aspek tata guna lahan agar keberlanjutan pemanfaatan lahan untuk perkebunan sawit di BGA berjalan dengan baik.
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)

BIG PICTURE RISET/PROJEK

SYSTEM

2024

MONITORING

Benchmark

1. Previous Reseach – Gap and Potency Innovation
2. Reference
3. Market Needs

1. Penggunaan penginderaan jauh dan klasifikasi supervised Google Earth Engine, untuk mengidentifikasi dan membedakan jenis penggunaan lahan di area kelapa sawit
2. Memetakan petak kelapa sawit, memahami interaksi antar penggunaan lahan, serta membandingkan perubahan 2018 hingga 2023
3. Evaluasi resiliensi lahan terhadap bencana alam, karbon, keanekaragaman hayati, pengetahuan ekologi lokal, etnobotani, dan ekonomi
4. Penggabungan hasil analisis dengan pemanfaatan berkelanjutan (Cellular Automata)

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

Biaya: Rp. 249.480.000,00

Pemantauan Keberlanjutan Perkebunan Kelapa Sawit di Tinjau dari Aspek Tata Guna, Perubahan dan Pemanfaatan serta Dampak Multifasetnya dengan Geo AI

1. Hidro-meteorology system monitoring
2. Decision Suppot System (DSS)
3. Stakeholders Engagement
4. Adaptive Management and Continuous Improvement
5. Environmental impact (soil, water quality, water infiltration, ecosystem, flora-fauna)
6. Social impact (economy and culture for local community)
7. **PRINSIP PENGELOLAAN LAHAN BERKELANJUTAN**
8. Production

RISK IDENTIFICATION & MITIGATION STRATEGIES

2025

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

Biaya: Rp. 300.000.000,00

POLICY

2026

1. Sustainable Development Goals (SDGs)
2. Carbon Offsetting Project (legalized by SRN-MENLHK on Oct 2023; prioritizing indigenous species, multi purposes tree species, fast growth tree)
3. Biodiversity conservation strategy for endemic species
4. Enrichment strategy
5. Oil Palm Production

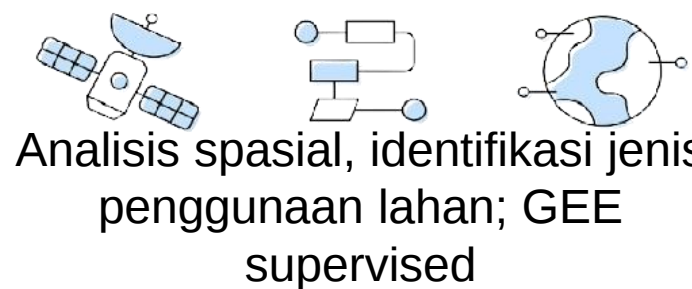
Luaran: Scalability Product

Biaya: Rp. 300.000.000,00

LUARAN PENELITIAN



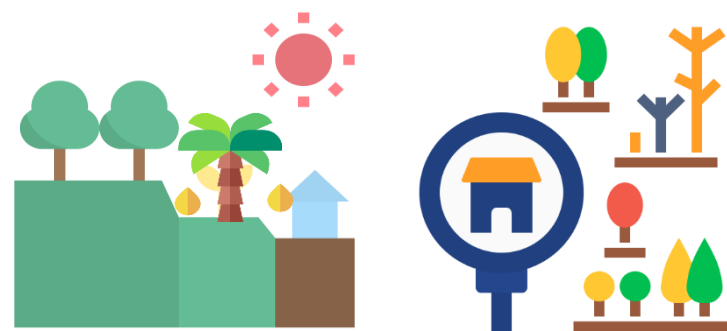
Google Earth Engine



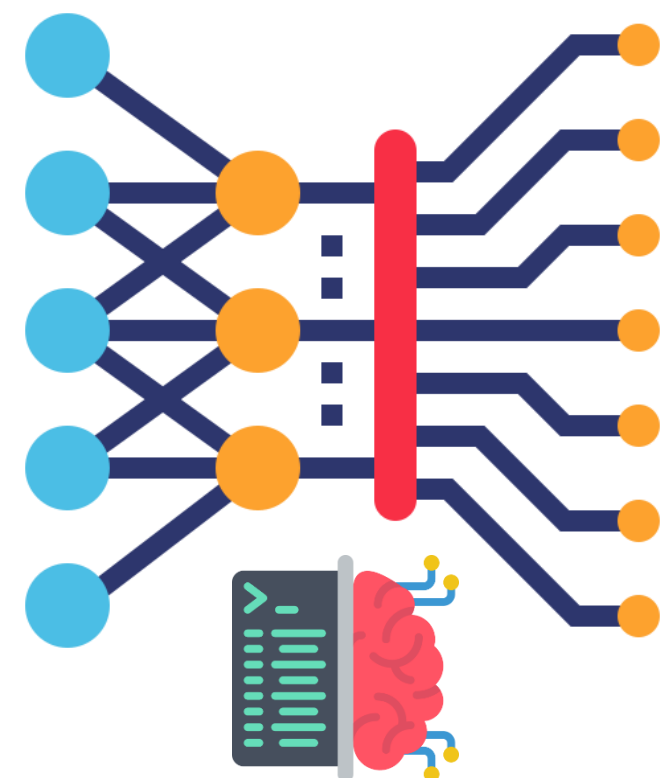
Analisis spasial, identifikasi jenis penggunaan lahan; GEE supervised



Evaluasi resiliensi lahan: bencana hidrometeorologi, biodiversitas, pengetahuan lokal



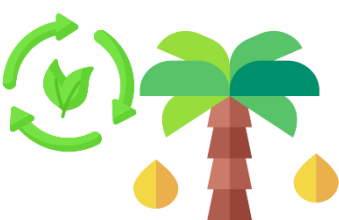
Pemetaan dan identifikasi lahan



Machine learning integration



Data dan informasi biofisik, sosial ekonomi dan dampak lingkungan (biodiversitas dan cadangan karbon) lahan kelapa sawit dan lanskap sekitarnya yang transparan dan aksesibel



Operasional pengelolaan lanskap dan perkebunan kelapa sawit berkelanjutan berbasis spasial dan teknologi machine learning



Efisiensi biaya pengelolaan perkebunan kelapa sawit berkelanjutan



HAKI (Hak Kekayaan Intelektual)



Publikasi ilmiah, nasional dan internasional bereputasi

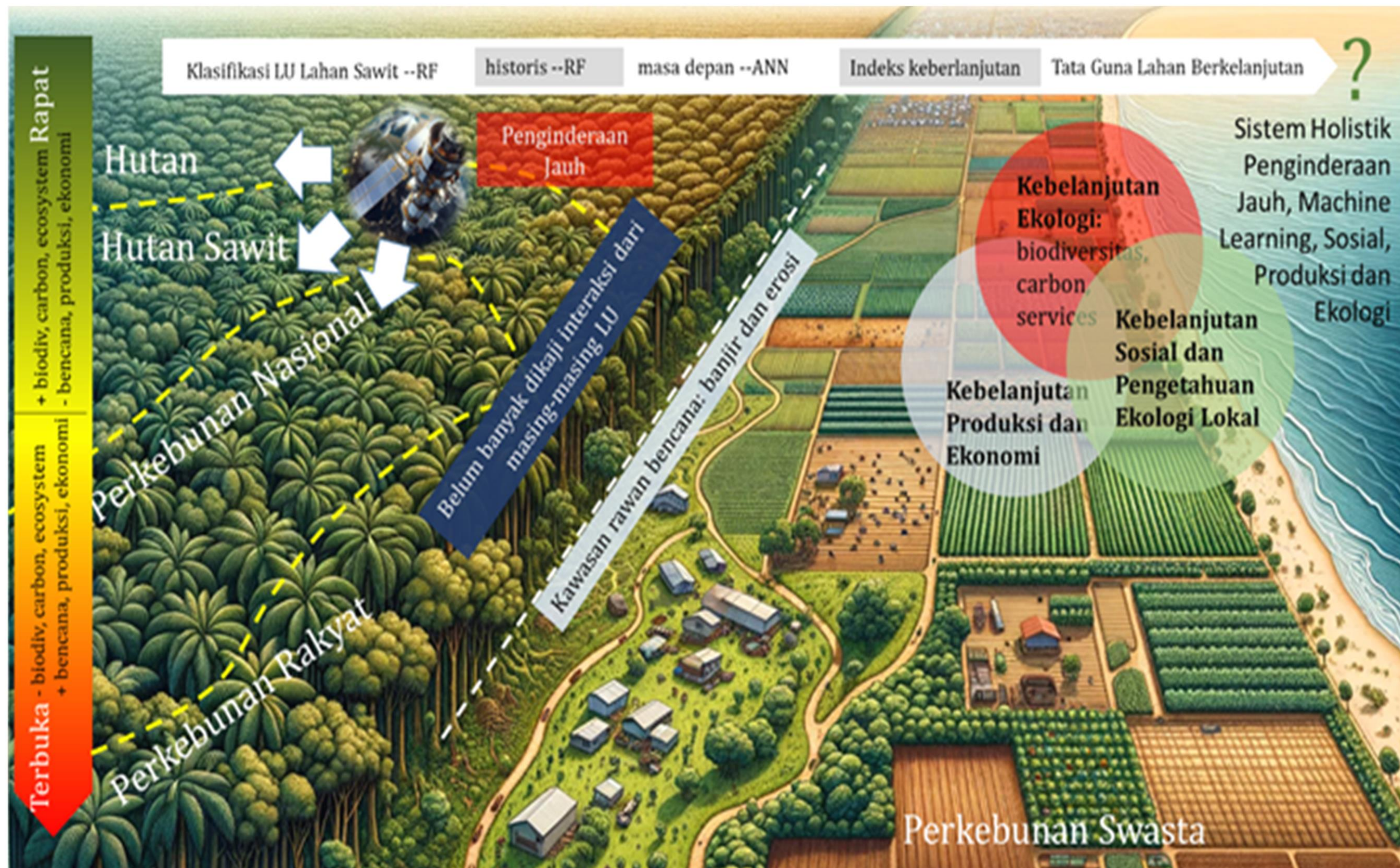


Paten sederhana TKT 5-7

LOKASI PENELITIAN



ALUR PELAKSANAAN RISET



01

Penggunaan penginderaan jauh dan klasifikasi supervised Google Earth Engine, untuk mengidentifikasi dan membedakan jenis penggunaan lahan di area kelapa sawit

02

Memetakan petak kelapa sawit, memahami interaksi antar penggunaan lahan, serta membandingkan perubahan 2018 hingga 2023

03

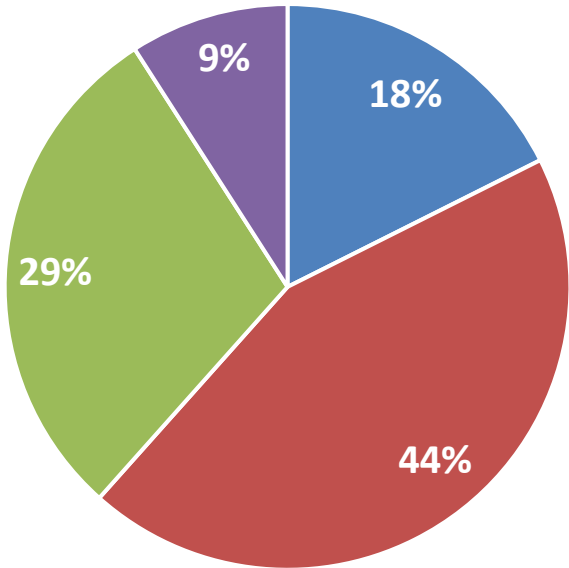
Evaluasi resiliensi lahan terhadap bencana alam, karbon, keanekaragaman hayati, pengetahuan ekologi lokal, etnobotani, dan ekonomi

04

Penggabungan hasil analisis dengan pemanfaatan berkelanjutan (Cellular Automata)

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

Kegiatan	Biaya (Rp)
Honorarium	45,750,000
Biaya pembelian bahan dan/atau peralatan	114,350,000
Biaya perjalanan dalam negeri/ FGD/ publikasi	76,200,000
Biaya operasional institusi	23,630,000
TOTAL	259,930,000



- Honorarium
- Biaya pembelian bahan dan/atau peralatan
- Biaya perjalanan dalam negeri/ FGD/ publikasi
- Biaya operasional institusi

No.	Kebutuhan	Justifikasi	Volume	Satuan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Jumlah (Volume x Satuan)	%	Pajak (Rp)	Jenis Pajak
A.	Honorarium										
1	Asisten laboratorium	Upah harian asisten laboratorium dalam penanganan contoh tanah dari lapangan dan melakukan analisis lengkap.	1	Orang / hari	75	Hari	100,000.00	7,500,000.00		375,000.00	PPh 21
2	Asisten pemetaan	Upah harian asisten pemetaan dari awal pengolahan peta dan data lapangan mentah hingga berbentuk informasi berupa peta.	2	Orang / hari	75	Hari	125,000.00	18,750,000.00		937,500.00	PPh 21
3	Tenaga administrasi dan keuangan	Upah harian SDM untuk mengelola dana penelitian dan administrasi.	1	Orang / hari	75	Hari	100,000.00	7,500,000.00		375,000.00	PPh 21
4	Tenaga surveyor	Upah harian SDM untuk melakukan pengambilan data biofisik dan wawancara sosial, penanganan contoh tanah dan tanaman di lapangan.	3	Orang / hari	20	Hari	200,000.00	12,000,000.00		600,000.00	PPh 21
								45,750,000.00	18		
B.	Pembelian dan Sewa										
1	Upah petani narasumber	Upah perwujudan rasa terima kasih atas kesediaan petani menjadi narasumber dalam penelitian dalam bentuk sembako maupun kebutuhan pokok yang bernilai setara.	50	Orang / hari	1	Hari	100,000.00	5,000,000.00			
2	Uji lengkap sifat kimia tanah	Biaya analisis tanah untuk mengetahui sifat kimia tanah secara lengkap meliputi: pH tanah, kandungan N, P, K, Ca, Mg, KTK tanah.	60	Contoh tanah	1	Kali	340,000.00	20,400,000.00			
3	Uji lengkap sifat fisika tanah	Biaya analisis tanah untuk mengetahui sifat fisika tanah secara lengkap meliputi berat isi, berat jenis, permeabilitas, struktur dan tekstur tanah.	60	Contoh tanah	1	Kali	370,000.00	22,200,000.00			
4	Sewa drone		1	Unit	15	Kali	1,500,000.00	22,500,000.00		450,000.00	PPh 23
5	Upah pilot drone		1	Orang / hari	15	Hari	1,000,000.00	15,000,000.00		300,000.00	PPh 23
6	Sewa komputer	Biaya sewa komputer untuk menunjang proses editing dan pengolahan data dan bahan peta.	2	Unit	75	Hari	185,000.00	27,750,000.00		555,000.00	PPh 23
7	Alat tulis kantor	Biaya pembelian alat tulis kantor untuk menunjang penelitian.	1	Paket	1	Kali	1,500,000.00	1,500,000.00		30,000.00	PPh 23
								114,350,000.00	44		
C.	Perjalanan dan Publikasi										
3	Akomodasi supervisi	Biaya untuk fasilitas penginapan (akomodasi) selama pelaksanaan supervisi.	4	Orang / hari	2	Hari	500,000.00	4,000,000.00			
4	Uang pengganti transportasi supervisi	Harga yang tercantum merupakan harga kisaran pembelian tiket pesawat dari masing-masing asal anggota peneliti menuju ke lokasi penelitian (at cost) untuk melaksanakan supervisi lapangan di tahun ke-1, selama pulang-pergi.	4	Orang / hari	2	Hari	1,500,000.00	12,000,000.00			
5	Sewa kendaraan lokal	Penyewaan kendaraan dilakukan selama 6 hari dengan rincian: 2 hari pada saat pra-survei, 2 hari pada saat supervisi), dan 2 hari pada saat FGD.	1	Unit	6	Kali	1,500,000.00	9,000,000.00		180,000.00	PPh 23
6	Konsumsi	Biaya konsumsi dihitung selama 6 hari dengan rincian: 2 hari pada saat supervisi), dan 2 hari pada saat FGD. Setiap hari mendapat 3x konsumsi.	3	Orang	12	Kali	75,000.00	2,700,000.00			
7	Pelaksanaan FGD	Pelaksanaan FDG melibatkan petani, pemerintah desa/wilayah setempat, ketua peneliti dan anggota, asisten peneliti serta beberapa stakeholder yang terkait. Biaya telah meliputi konsumsi dan 'uang rumput' petani.	60	Orang / hari	1	Hari	75,000.00	4,500,000.00			
8	Submit artikel	Biaya submit artikel dalam jurnal Q1.	1	Eksemplar	1	Kali	30,000,000.00	30,000,000.00			
9	Submit artikel	Biaya submit artikel dalam jurnal Q3.	1	Eksemplar	1	Kali	8,000,000.00	8,000,000.00			
10	Proof reading	Biaya proof reading meliputi pemeriksaan teks draft artikel berdasarkan penulisan dan tata bahasa dalam bahasa inggris maupun bahasa indonesia.	1	Eksemplar	2	Kali	3,000,000.00	6,000,000.00			
								76,200,000.00	22		
D.	Institutional Fee	Biaya potongan universitas yang bernilai 10% dari total biaya yang diajukan (A+B+C)	1	Kali	1	Kali	23,630,000.00	23,630,000.00			
									10 100		
								259,930,000.00		3,802,500.00	

DAMPAK RISET/PROJEK

Rekomendasi untuk sistem tata guna lahan yang mendukung perkembangan berkelanjutan industri kelapa sawit di Indonesia; melalui integrasi analisis:

- 1. Dampak lingkungan,
- 2. Inovasi teknologi, dan
- 3. Pengetahuan lokal

Untuk meningkatkan hubungan yang sinergis antara pertumbuhan ekonomi, pelestarian lingkungan, dan kesejahteraan sosial.

Tahun	Jenis Luaran	Jenis*		Keterangan	Biaya (Rp)
		W	T		
2025	Jurnal terindeks Scopus Q1	√		Journal of Sustainability	85,500,000
	Jurnal terindeks Scopus Q3		√	Biodiversitas	64,430,000
	Paten sederhana	√		Hak Kekayaan Intelektual (HAKI)	110,000,000

*W = Wajib, T = Tambahan

DAMPAK RISET/PROJEK

Analisis Ekonomi

Perhitungan biaya **tanpa** adanya pemanfaatan teknologi *machine learning* yaitu dengan metode konvensional. Asumsi analisis contoh tanah dan kebutuhan SDM untuk **1850 sampel** dari pengambilan sampel **metode grid** yang mewakili **185.000 ha**; **1 sampel mewakili 100 ha**.

Analisis Lingkungan

1. Resiliensi lahan terhadap bencana alam
2. Mempertahankan cadangan karbon
3. Konservasi keanekaragaman hayati

No.	Kebutuhan	Volume	Satuan	Volume	Satuan	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Asisten laboratorium	5	Orang / hari	120	Hari	100,000	60,000,000
2	Asisten pemetaan	10	Orang / hari	120	Hari	125,000	150,000,000
3	Tenaga surveyor	3	Orang / hari	60	Hari	200,000	36,000,000
4	Uji lengkap sifat kimia tanah	1850	Contoh tanah	1	Kali	340,000	629,000,000
5	Uji lengkap sifat fisika tanah	1850	Contoh tanah	1	Kali	370,000	684,500,000
TOTAL COST TANPA PROJEK							1,559,500,000
EFISIENSI DENGAN PROJEK (TOTAL COST TANPA PROJEK - COST PROJEK = BENEFIT)							1,263,325,000
COST PROJEK							259,930,000
B/C							4.86
Payback Period (Cost/Manfaat Tahunan) (tahun)							0.2
Saving (Manfaat – Cost) (Rp)							1,003,395,000





Bumitama Gunajaya Agro

**THANK
YOU**

—