



“Meningkatkan Hasil TBS dan *Oil Content* Kelapa Sawit dengan Teknologi Hidrogel Polimer Lignin Diperkaya SiNPs dan K-Humat”

Project Leader:

Eka Tarwaca Susila Putra, S.P., M.P., Ph.D.

Team Project:

Prof. Himawan Tri Bayu Murti Petrus, ST., M.E., D.Eng.

Dr. Cahyo Wulandari, S.P., M.P.

Dr. Ir. Arman Wijonarko, M.Sc.

Sutan Tarmizi Lubis, S.P., M.Sc.

Anastasia Verdilla, S.P.

Joao Febriano W. Nua, S.P.



TUJUAN RISET

1

Kapasitas biokimia dan fisiologis tegakan kelapa sawit di tahapan pembentukan bunga betina, anthesis bunga betina, polinasi, pertumbuhan buah dan sintesis minyak.

2

Sex ratio, fertilitas dan viabilitas polen, *fruit set*, kejadian malformasi tandan, hasil tandan buah segar dan *oil content* kelapa sawit.

Mengkaji dampak positif penerapan teknologi hidrogel polimer lignin diperkaya SiNPs dan K-humat pada:

TARGET PENELITIAN

3

1. Kandungan bahan organik tanah meningkat 9%, total N 30%, P-tersedia 100%, dan K tersedia 50%.
2. Kapasitas retensi air tanah meningkat mencapai 70%, efisiensi penggunaan air meningkat mencapai 13% dan pencucian hara berkurang mencapai 85%.
3. Meningkatkan daya tahan tanaman terhadap cekaman kekeringan.
4. Klorofil a meningkat 17%, klorofil b 50% dan laju fotosintesis bersih 30%.

Produktivitas meningkat mencapai 20-30%.

JUSTIFIKASI RISET

SIGNIFIKANSI MASALAH



- Industri kelapa sawit merupakan sub-sektor penting bagi Indonesia (produsen terbesar CPO dengan kontribusi 58% dari total CPO dunia) (Sulaiman dkk., 2024)
- Industri kelapa sawit menghadapi tantangan serius berupa perubahan iklim dan degradasi lahan (penurunan tingkat kesehatan tanah) yang berdampak pada berkurangnya rerata hasil aktual TBS dan *oil content*.
- Kekeringan mempengaruhi proses fisiologi kelapa sawit (Neto *et al.*, 2021) dan mengurangi aktivitas fotosintesis sebanyak 60% (Darmosarkoro *et al.*, 2001).

KESENJANGAN PENELITIAN



- Kelapa sawit membutuhkan pemupukan anorganik untuk mempertahankan hasil, namun penggunaan pupuk berlebihan dapat merusak tanah yang sudah marginal, sehingga perlu ditambahkan pembenah. Teknologi hidrogel polimer lignin diperkaya SiNPs dan K-humat belum diterapkan untuk meningkatkan kesehatan tanah (*soil health improvement*) dan efisiensi penggunaan hara serta air.
- Teknologi ini mampu meningkatkan kandungan bahan organik tanah 9%, total N 30%, P-tersedia 100%, K tersedia 50% (Arjumend *et al.*, 2015), kapasitas retensi air tanah 70% (Teng *et al.*, 2024), efisiensi penggunaan air 13% (El-Asmar *et al.*, 2017), dan mengurangi pencucian hara mencapai 85% (Marques *et al.*, 2023). Klorofil a meningkat 17%, klorofil b 50% dan laju fotosintesis bersih 30% (Li *et al.*, 2023) yang akhirnya berkontribusi pada peningkatan produktivitas sebanyak 20-30% (Mutlu and Tas, 2022).

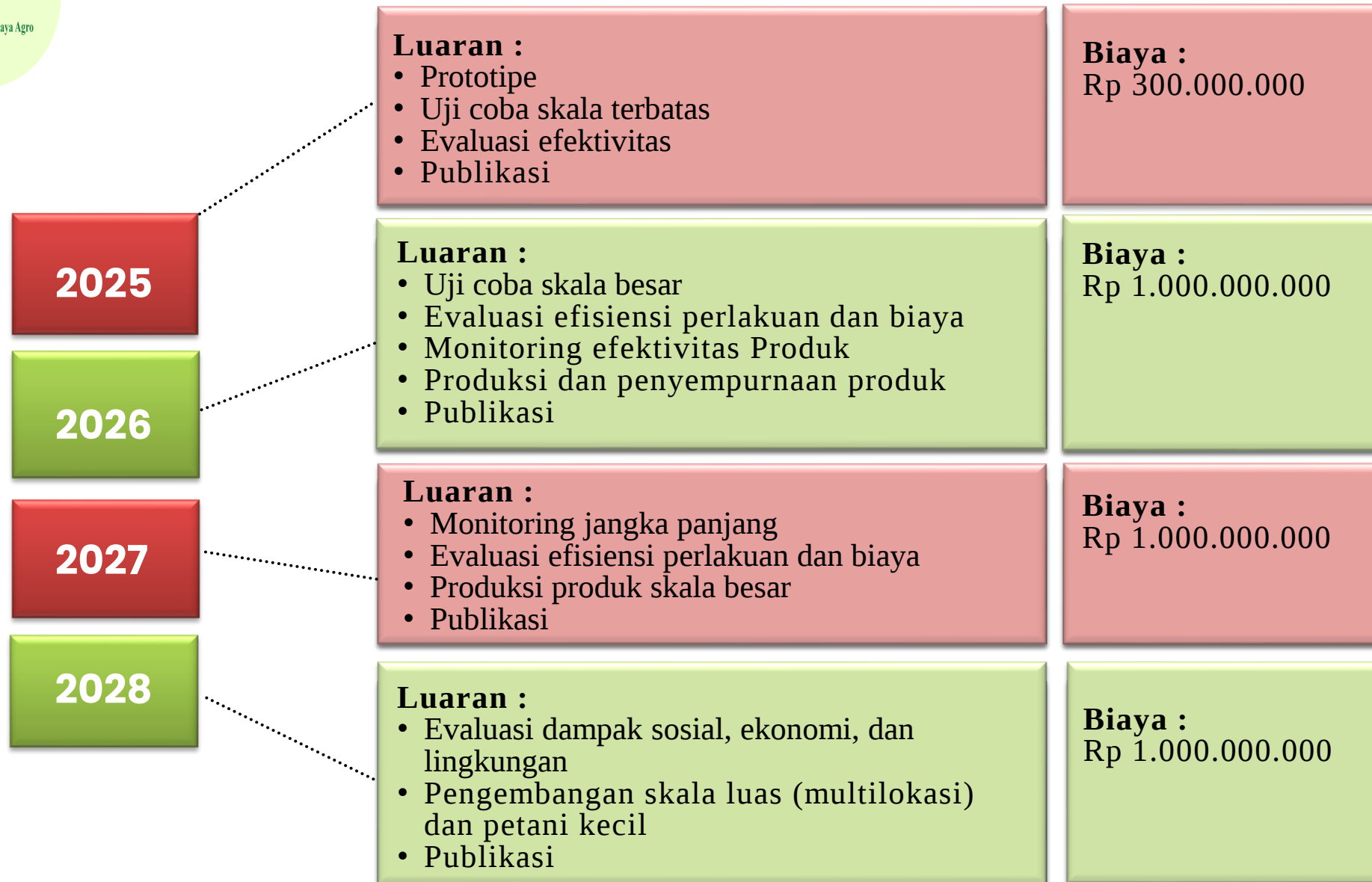
URGENSI DAN MANFAAT PENELITIAN



- Pengembangan teknologi ramah lingkungan untuk peningkatan kesehatan tanah dan budidaya kelapa sawit berkelanjutan,
- Strategi adaptasi perubahan iklim dengan mempertahankan ketersediaan air dan nutrisi guna memaksimalkan kapasitas fisiologi-biokimia, pertumbuhan, hasil TBS dan *oil content* kelapa sawit,
- Memberikan rekomendasi ilmiah yang lebih jelas dalam pengembangan kelapa sawit di lahan marjinal



BIG PICTURE RISET



METODOLOGI RISET

Waktu dan Tempat Penelitian

- Usulan penelitian : *multiyear* 4 tahun (2025-2028).
- Lokasi penelitian yaitu kebun produksi milik PT. Bumitama Gunajaya Agro yang berlokasi di Kebun Sungai Bengkuang Jaya Estate (SBJE), PT. Bumitama Gunajaya Agro, Desa Sungai Besar, Kec. Matan Hilir Selatan, Kab. Ketapang, Prov. Kalimantan Barat.

Rancangan Penelitian

- Rancangan Lingkungan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) satu faktor dengan 6 (enam) blok sebagai ulangan; 7 level perlakuan dengan 2 tanaman sampel/perlakuan/blok. Total tegakan sawit untuk tanaman sampel adalah 84 tegakan.
- Faktor yang diuji yaitu teknologi hidrogel polimer lignin diperkaya SiNPs dan K-humat dengan dosis hidrogel polimer lignin sebanyak 12kg/ha/semester atau 88g/tanaman/semester, SiNPs sebanyak 5kg/ha/semester atau 36g/tanaman/semester, dan K-humat sebanyak 15kg/ha/semester atau 110g/tanaman/semester.

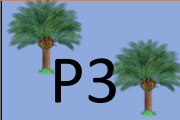
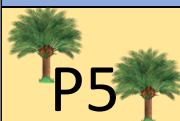
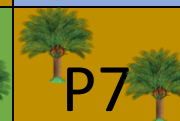
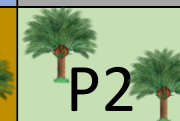
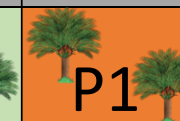
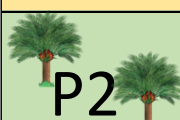
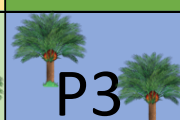
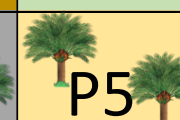
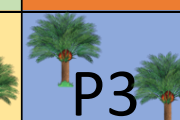
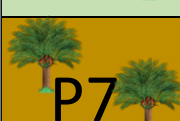
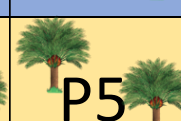
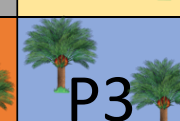
Variabel Pengamatan

- 1) **Karakter Iklim Mikro** (suhu udara, lama penyinaran, kelembaban udara, dan curah hujan)
- 2) **Karakter Tanah** (pH H₂O dan pH KCl, C-organik, N-total, P-tersedia, Kapasitas Tukar Kation, Kejenuhan basa (K, Ca, Mg)).
- 3) **Karakter Fisiologis Tanaman** (laju fotosintesis dan laju transpirasi, potensial air daun, kandungan air nisbi, kerapatan dan lebar bukaan stomata, aktivitas nitrat reduktase, *relative electrolyte leakage* (REL), kadar klorofil a, b dan total dan karotenoid).
- 4) **Karakter Biokimia Tanaman** (aktivitas superoksida dismutase (SOD), kandungan hidrogen peroksida (H₂O₂), kandungan prolin, kandungan auksin, sitokinin, giberelin dan ABA, kandungan glisin-betain, kandungan fenolik total, kandungan pektin total, konsentrasi malondialdehid, kandungan gula dan lemak total buah, serapan Si daun, dan serapan unsur hara makro dan mikro daun (N, P, K, Fe, Mn, Cu, Zn, Ca, Mg, S, B)).
- 5) **Reproduksi dan produktivitas** (jumlah tandan bunga betina dan jantan, *sex* rasio, fertilitas polen, viabilitas polen, tingkat kejadian aborsi bunga, dan tingkat kejadian malformasi tandan. Parameter produktivitas meliputi jumlah TBS/hektar/tahun, bobot janjangan rata-rata, bobot TBS/hektar/tahun, dan *oil extraction rate* (OER)).

Rincian Perlakuan

- 1) Tanaman kelapa sawit tidak dipupuk (P1),
- 2) Tanaman kelapa sawit dipupuk sesuai rekomendasi perusahaan dengan dosis 100% (P2),
- 3) Tanaman kelapa sawit dipupuk sesuai rekomendasi perusahaan dengan dosis 100% + hidrogel polimer lignin diperkaya SiNPs dan K-humat dengan rasio 88:36:110 (P3),
- 4) Tanaman kelapa sawit dipupuk sesuai rekomendasi perusahaan dengan dosis 75% + hidrogel polimer lignin diperkaya SiNPs dan K-humat dengan rasio 88:36:110 (P4),
- 5) Tanaman kelapa sawit dipupuk sesuai rekomendasi perusahaan dengan dosis 50% + hidrogel polimer lignin diperkaya SiNPs dan K-humat dengan rasio 88:36:110 (P5),
- 6) Tanaman kelapa sawit dipupuk sesuai rekomendasi perusahaan dengan dosis 25% + hidrogel polimer lignin diperkaya SiNPs dan K-humat dengan rasio rasio 88:36:110 (P6),
- 7) Tanaman kelapa sawit diaplikasi hidrogel polimer lignin diperkaya SiNPs dan K-humat dengan rasio 88:36:110 (P7).

LAYOUT PENELITIAN

 P1	 P7	 P2	 P2	 P6	 P2
 P3	 P1	 P7	 P3	 P4	 P4
 P5	 P6	 P6	 P7	 P2	 P1
 P2	 P3	 P3	 P4	 P5	 P3
 P7	 P5	 P5	 P1	 P3	 P7
 P4	 P4	 P1	 P6	 P7	 P5
 P6	 P2	 P4	 P5	 P1	 P6
BLOK 1	BLOK 2	BLOK 3	BLOK 4	BLOK 5	BLOK 6



GANTT CHART RISET

TIMELINE PENELITIAN																																																				
Rencana Kegiatan	2025												2026												2027												2028															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12				
Pembuatan Outline	■	■																																																		
Finalisasi Proposal	■	■																																																		
Persiapan Alat dan Bahan Penelitian			■																																																	
Survey dan Persiapan Lahan				■	■																																															
Penentuan dan Pemasangan Patok Blok dan Pokok Sampel				■	■																																															
Analisis Sampel Tanah Awal				■	■																																															
Aplikasi Pupuk Semester I	■	■	■	■	■								■	■	■	■	■	■								■	■	■	■	■	■						■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	
Aplikasi Perlakuan pada Pokok Sampel				■	■					■	■					■	■					■	■					■	■	■						■	■			■	■				■	■						
Aplikasi Pupuk Semester 2							■	■	■	■	■								■	■	■	■	■							■	■	■	■	■	■							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Analisis Fisiologi dan Biokimia								■	■					■						■							■								■	■						■	■									
Analisis Sampel Tanah Kedua													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Pengamatan Reproduksi dan Produktivitas													■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Analisis Data											■	■													■	■									■	■																
Penyusunan Laporan dan Penyampaian Hasil											■	■													■	■								■	■																	



LUARAN RISET

Kategori	Target Output	Indikator Keberhasilan
Produk	Prototipe	Pengembangan teknologi hidrogel polimer lignin diperkaya SiNPs dan K-humat skala terbatas yang dapat diaplikasikan skala luas.
Evaluasi peran pembenah tanah	Perbaikan sifat tanah	Bahan organik meningkat 9%, N-total 30%, P-tersedia 100%, K-tersedia 50%, KTK, kejenuhan basa, serta kapasitas tanah menahan air 70%.
Kemampuan fisiologis	Perbaikan performa fisiologis	Meningkatnya kandungan klorofil a 17%, klorofil b 50%, dan karotenoid, lebar bukaan dan kerapatan stomata, meningkatkan laju fotosintesis 30% dan aktivitas nitrat reduktase meningkatkan, efisiensi penggunaan air tanaman meningkat 13%.
Kemampuan biokimia	Perbaikan performa biokimia	Meningkatnya produksi prolin, glisin-betain, fenolik total, aktivitas superoksida dismutase (SOD) dan peroksidase (POD), serta serapan unsur hara makro dan mikro jaringan tanaman dan berkurangnya H ₂ O ₂ dan MDA.
Dosis pupuk anorganik	Penurunan dosis pupuk anorganik	Penurunan dosis pupuk anorganik yang diaplikasikan dengan adanya pembenah tanah, analisis <i>cost-benefit</i> terhadap dosis yang diaplikasikan.
Water management	Efisiensi penggunaan air tanaman	Meningkatkan efektivitas penyerapan air tanaman dan meningkatkan ketersediaan air tanah.
Sustainable practice	Pertanian <i>eco-friendly</i>	Berkurangnya <i>leaching</i> dan <i>run off</i> pupuk mencapai 85%.
Publikasi	Artikel ilmiah	Penerbitan artikel di jurnal bereputasi.

RENCANA ANGGARAN RISET

Rincian	Alat/ Bahan	Harga	Total Kebutuhan	Satuan	Total
Bahan aplikasi	Pupuk Kiserite (50kg @karung)	Rp 142,000	83.14	kg	Rp 236,118
	Pupuk Muriate of Potash (50kg @karung)	Rp 276,900	420	kg	Rp 2,325,960
	Pupuk Rock Phospat (50kg @karung)	Rp 103,950	168	kg	Rp 349,272
	Pupuk Urea (50kg @karung)	Rp 249,750	252.40	kg	Rp 1,260,738
	Pupuk Dolomite (50kg @karung)	Rp 262,700	16.94	kg	Rp 88,998
	Pupuk HGFB (20kg @karung)	Rp 193,600	8.40	kg	Rp 81,312
	Pupuk TSP (50kg @karung)	Rp 262,700	100.80	kg	Rp 529,603
	Hidrogel Polimer Lignin (12:5:15)	Rp 271,000	56	kg	Rp 15,176,000
Analisis Tanah	pH H2O	Rp 40,000	84	sampel	Rp 3,360,000
	pH KCl	Rp 65,000	84	sampel	Rp 5,460,000
	C-organik, P-tersedia, K-tersedia, N-total, P-total, K-total	Rp 85,000	504	sampel	Rp 42,840,000
	N-tersedia	Rp 130,000	84	sampel	Rp 10,920,000
	KPK & Kejenuhan Basa	Rp 350,000	84	sampel	Rp 29,400,000
Fisiologi Tanaman		Rp 20,000	44	pax	Rp 880,000
	Plastik bening	Rp 8,000	1	pax	Rp 8,000
	Karet Gelang	Rp 50,000	9	botal	Rp 450,000
	Cat Kuku Bening	Rp 2,000	36	roll	Rp 72,000
	Isolasi bening	Rp 50,000	30	box	Rp 1,500,000
	Pisau	Rp 40,000	4	buah	Rp 160,000
	Gunting	Rp 15,000	4	buah	Rp 60,000
	Coolerbox	Rp 400,000	1	buah	Rp 400,000
	Aktivitas Nitrat Reduktase	Rp 50,000	84	sampel	Rp 4,200,000
	Relative electrolyte leakage	Rp 50,000	84	sampel	Rp 4,200,000
	Kadar Klorofil a,b, total	Rp 105,000	84	sampel	Rp 8,820,000
	Kadar Karotenoid	Rp 102,000	84	sampel	Rp 8,568,000
	Aktivitas SOD	Rp 175,000	4	sampel	Rp 700,000
	Aktivitas POD	Rp 225,000	4	sampel	Rp 900,000
	Aktivitas H2O2	Rp 125,000	4	sampel	Rp 500,000

Rincian	Alat/ Bahan	Harga	Total Kebutuhan	Satuan	Total
Biokimia Tanaman	Kandungan Prolin				
	- Asam Sulfosalisilat (100 ml)	Rp 380,000	2	botal (100ml)	Rp 760,000
	- Ninhidrin (1gr)	Rp 148,000	2	gr (1gr)	Rp 296,000
	- Asam Asetat Glasial	Rp 100,000	2	botal (50 ml)	Rp 200,000
	- Asam phosphorat	Rp 30,000	2	botal (500gr)	Rp 60,000
	- Aquades (5 l)	Rp 65,000	2	botal (5ltr)	Rp 130,000
	- Methanol	Rp 50,000	2	botal (1ltr)	Rp 100,000
	Kandungan Asam Giberelin dan Asam Absisat				
	- Asam H3PO4	Rp 50,000	2	gr (1gr)	Rp 100,000
	- Larutan NaHCO3 (500 gr)	Rp 140,000	2	gr (500gr)	Rp 280,000
	Kandungan Glisin Betain				
	- Larutan H2SO4	Rp 25,000	2	botal (1kg)	Rp 50,000
	- Larutan KI-I2 (100 gr)	Rp 600,000	2	botal (100gr)	Rp 1,200,000
	- Larutan Dikloroethane(500ml)	Rp 480,000	2	botal (500ml)	Rp 960,000
	Kandungan Fenolik Total	Rp 93,000	84	sampel	Rp 7,812,000
	Kandungan Pektin Total	Rp 93,000	84	sampel	Rp 7,812,000
Jasa	Konsentrasi MDA	Rp 225,000	4	sampel	Rp 900,000
	Konsentrasi dan kandungan Si Jaringan	Rp 142,500	84	sampel	Rp 11,970,000
	Serapan jaringan (unsur hara makro dan mikro)				
	- Persiapan contoh	Rp 18,000	84	sampel	Rp 1,512,000
	- Ekstraksi/destruksi	Rp 30,000	84	sampel	Rp 2,520,000
	- P, K, Na, Fe, Mn, Cu, Zn	Rp 12,000	588	sampel	Rp 7,056,000
	- Ca, Mg, S	Rp 18,000	252	sampel	Rp 4,536,000
	- Al, Pb, Cd, Co, B	Rp 24,000	420	sampel	Rp 10,080,000
	- N	Rp 30,000	84	sampel	Rp 2,520,000
	Tenaga kerja (0.25hk/ha)	Rp 150,000	2	orang	Rp 300,000
	Project Leader	Rp 42,000,000	1	orang	Rp 42,000,000
	Team Project	Rp 8,900,000	6	orang	Rp 53,400,000
	Total				Rp 300,000,000

DAMPAK RISET (FINANCIAL)

Variabel Biaya	Kebutuhan kg/ ha	Kebutuhan kg/ 3000ha	Harga	Total Biaya/ 3000ha/ semester
Pengeluaran pupuk				
Pupuk Kiserite @50kg	68	204,000	Rp 142,000	Rp 579,360,000
Pupuk Muriate of Potash @50kg	340	1,020,000	Rp 276,900	Rp 5,648,760,000
Pupuk Rock Phospat @50kg	136	408,000	Rp 103,950	Rp 848,232,000
Pupuk Urea @50kg	204	612,000	Rp 249,750	Rp 3,056,940,000
Pupuk Dolomite @50kg	13.6	40,800	Rp 262,700	Rp 214,363,200
Pupuk HGFB @20kg	6.8	20,400	Rp 193,600	Rp 197,472,000
Pupuk TSP @50kg	81.6	244,800	Rp 262,700	Rp 1,286,179,200
			Total	Rp 11,831,306,400
Hidrogel Polimer Lignin 100%	32.00	96,000	Rp 271,000	Rp 26,016,000,000
			Total	Rp 26,016,000,000
Pengeluaran Lain				
Tenaga Pemuat	200 ton/hari : 15 ton	84	Rp 150,000	Rp 12,600,000
Tenaga Pemanen	120 orang x 150 hari kerja	18000	Rp 150,000	Rp 2,700,000,000
Tenaga Pemupuk	15 orang x 50 hari kerja	750	Rp 150,000	Rp 112,500,000
Transportasi		50	Rp 1,800,000	Rp 90,000,000
Alat (ember, penakar pupuk, alat tugal, APD, alat panen)		149	Rp 200,000	Rp 29,800,000
			Total	Rp 2,944,900,000
Kenaikan Biaya dengan Adanya Tambahan Aplikasi Hidrogel				
Tenaga Pemuat		88	Rp 150,000	Rp 13,200,000
Tenaga Pemanen	120 orang x 150 hari kerja + 5%	18900	Rp 150,000	Rp 2,835,000,000
			Total	Rp 2,848,200,000
Pengeluaran pupuk berdasarkan perlakuan dan biaya lain				
		per semester	per tahun	
P0		Rp -	Rp -	
P1		Rp 14,776,206,400	Rp 29,552,412,800	
100%P1 + HPL		Rp 40,927,806,400	Rp 81,855,612,800	
75%P1 + HPL		Rp 37,098,154,800	Rp 74,196,309,600	
50%P1 + HPL		Rp 33,404,103,200	Rp 66,808,206,400	
25%P1 + HPL		Rp 29,710,051,600	Rp 59,420,103,200	
0%P1 + HPL		Rp 28,804,450,000	Rp 57,608,900,000	

Manfaat yang Diperoleh	Perlakuan	Jumlah	Satuan
Total produksi	P0	0	ton/ha/tahun
	P1	18	ton/ha/tahun
	100%P1 + HPL	21.6	ton/ha/tahun
	75%P1 + HPL	19.8	ton/ha/tahun
	50%P1 + HPL	18	ton/ha/tahun
	25%P1 + HPL	13	ton/ha/tahun
	0%P1 + HPL	9	ton/ha/tahun
Harga TBS		Rp 3,000	/kg
Pendapatan	P0	Rp -	/ha
	P1	Rp 54,000,000	/ha
	100%P1 + HPL	Rp 64,800,000	/ha
	75%P1 + HPL	Rp 59,400,000	/ha
	50%P1 + HPL	Rp 54,000,000	/ha
	25%P1 + HPL	Rp 39,000,000	/ha
	0%P1 + HPL	Rp 27,000,000	/ha
Total pendapatan	P0	Rp -	/3000ha
	P1	Rp 162,000,000,000	/3000ha
	100%P1 + HPL	Rp 194,400,000,000	/3000ha
	75%P1 + HPL	Rp 178,200,000,000	/3000ha
	50%P1 + HPL	Rp 162,000,000,000	/3000ha
	25%P1 + HPL	Rp 117,000,000,000	/3000ha
	0%P1 + HPL	Rp 81,000,000,000	/3000ha

Perhitungan CBR (total manfaat/total biaya)	Hasil
P0	0.00
P1	5.48
100%P1 + HPL	2.37
75%P1 + HPL	2.40
50%P1 + HPL	2.42
25%P1 + HPL	1.97
0%P1 + HPL	1.41

DAMPAK RISET (NON FINANCIAL)

01

Dampak secara Agronomi

Teknologi ini mampu meningkatkan agregasi tanah, mendukung pertumbuhan akar dan mikroorganisme tanah, dan menjaga ketersediaan air untuk tanaman.

02

Dampak kepada Lingkungan

Optimalisasi pemanfaatan nutrisi oleh tanaman dengan pelepasan unsur hara secara perlahan >> mengurangi defisiensi unsur hara >> mengurangi penggunaan pupuk anorganik.

03

Dampak kepada Sosial

Mendukung prinsip RSPO dan meningkatkan kesejahteraan pekerja di bidang perkebunan.

04

Adaptasi Perubahan Iklim

Membantu perusahaan menghadapi perubahan iklim, menjaga keberlanjutan dan meningkatkan produktivitas serta memastikan budidaya berkelanjutan yang ramah lingkungan.



Terimakasih

Open Innovation BGA Tahun 2025

