

Brief Proposal 3

Diajukan pada:

Kegiatan Riset Inovasi Kelapa Sawit PT Bumitama Gunajaya Agro 2025

Judul	:	Riset Siklus dan Kehilangan Hara untuk Dasar Penyusunan Strategi Peningkatan Efisiensi Pemupukan
PI	:	Diah Puspita Hati, M.P. (Pusat Riset Tanaman Perkebunan BRIN)
Anggota	:	Mira Media P, M.Si., Agung Prasetyo, Ph.D., Dr. Setiari Marwanto, S.P., M.Si., Prof. Dr. Fahmuddin Agus.
Target Keluaran Tahun 2025	:	Instalasi stasiun riset di lapangan, penyusunan buku petunjuk teknis pengukuran neraca hara, informasi kemajuan riset
Ringkasan Esekutif	:	Kelapa sawit adalah komoditas ekspor penting Indonesia penghasil devisa negara yang produktivitasnya sangat ditentukan oleh ketersediaan hara terutama dari pupuk. Namun demikian, tidak semua pupuk yang diberikan di tanah terserap oleh tanaman. Sebagian pupuk hilang akibat teremisi, ter volatilisasi, tercuci, dan terangkut aliran permukaan. Intensitas kehilangan pupuk sangat tergantung dari karakteristik tanah, bentuk lahan, pengelolaan lahan, iklim, dan tutupan lahan. Sebagian hara dari pupuk akan kembali ke tanah dalam bentuk sisa biomassa sehingga terjadi siklus. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari siklus dan kehilangan hara di perkebunan kelapa sawit PT. Bumitama Gunajaya Agro dan menyusun alternatif teknologi untuk meningkatkan efisiensi pupuk. Penelitian ini melibatkan dua orang calon mahasiswa S3 yang akan membangun stasiun riset lapangan untuk mempelajari siklus dan kehilangan hara di lokasi yang memiliki tekstur tanah berbeda serta mengkaji penerapan teknologi mitigasinya terhadap efisiensi pemupukan. Dana riset yang diajukan di tahun pertama (2025) digunakan untuk dana operasional periset, membangun stasiun riset lapangan, pengumpulan sampel satu periode pemupukan (tanaman, tanah, sedimen, air, pupuk, udara) secara spasiotemporal dari berbagai bentuk siklus dan kehilangan hara.
Durasi riset	:	3 tahun (2025-2027)
Dana Kegiatan Tahun 2025	:	Rp. 450.000.000,- (Enam ratus lima puluh juta rupiah)

PROPOSAL

Riset Siklus dan Kehilangan Hara untuk Dasar Penyusunan Strategi Peningkatan Efisiensi Pemupukan

KERJASAMA RISET



PT BUMITAMA GUNAJAYA AGRO

dan

**PUSAT RISET TANAMAN PERKEBUNAN
ORGANISASI RISET PERTANIAN DAN PANGAN
BADAN RISET DAN INOVASI NASIONAL**

TAHUN 2024

HALAMAN PENGESAHAN

1.	Judul Riset	:	Riset Siklus dan Kehilangan Hara untuk Dasar Penyusunan Strategi Peningkatan Efisiensi Pemupukan
2.	Ketua Periset	:	
	a. Nama Lengkap	:	Diah Puspita Hati, M.P.
	b. Jenis Kelamin	:	Perempuan
	c. NIP/NIK/KTP	:	198808102019022002
	d. Jabatan Struktural	:	-
	e. Jabatan Fungsional	:	Peneliti Ahli Pertama
	f. Institusi Periset	:	Pusat Riset Tanaman Perkebunan, Organisasi Riset Pertanian dan Pangan, Badan Riset dan Inovasi Nasional
	g. Alamat	:	Jl. Raya Jakarta-Bogor No.Km.46, Cibinong, Kec. Cibinong, Kabupaten Bogor, Jawa Barat
	h. Alamat Rumah	:	Bogor
	i. Telpon /Faks/Email	:	diah021@brin.go.id
3.	Mitra Riset	:	PT Bumitama Gunajaya Agro (PT BGA)
	Alamat Mitra Riset	:	Jl. Melawai Raya No.10 3, RT.3/RW.1, Melawai, Kec. Kebayoran. Baru, Kota Jakarta Selatan, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 12160
4.	Anggaran	:	
	Anggaran Th Ke-1	:	Rp 450.000.000,-
	Anggaran Th Ke-2	:	Rp 175.000.000,-
5.	Anggota Periset	:	

No	Nama	Jabatan
1	Diah Puspita Hati, SP., M.P	Koordinator, mahasiswa S-3
2	Dr. Setiari Marwanto	<i>Principal Investigator</i>
3	Prof. Dr. Fahmuddin Agus	Anggota Kegiatan
4	Mira Media Pratamaningsih, S.P	Anggota Kegiatan
5	PM	Anggota Kegiatan

Head of Corporate Development
PT. Bumitama Gunajaya Agro

Dr. Azis Natawijaya

Bogor 3 Februari 2025

Koordinator Riset



TT ELEKTRONIK

Diah Puspita Hati, M.P.

Mengetahui

Kepala Pusat Riset Tanaman Perkebunan



TT ELEKTRONIK

Dr. Setiari Marwanto

PROPOSAL KERJASAMA RISET

Riset Siklus dan Kehilangan Hara untuk Dasar Penyusunan Strategi Peningkatan Efisiensi Pemupukan

1. LATAR BELAKANG

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan salah satu komoditas perkebunan utama di Indonesia yang memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian nasional melalui produksi minyak sawit mentah (CPO) dan produk turunannya (Kementan, 2022). Permintaan yang terus meningkat terhadap minyak sawit global mendorong perluasan areal perkebunan dan intensifikasi praktik agronomi untuk meningkatkan produktivitas kelapa sawit. Dengan semakin terbatasnya ketersediaan lahan untuk perluasan areal, usaha yang ditempuh terutama adalah intensifikasi yang berkelanjutan (*sustainable intensification*).

PT Bumitama Gunajaya Agro (PT BGA) telah melakukan berbagai penelitian dan penerapan teknologi pada empat tipe tanah utama, yaitu Haplohumods, Quartzipsamment, Dystrudepts, dan Sulfaquepts. Salah satu masalah yang perlu dicari solusi adalah tingginya kehilangan pupuk, terutama nitrogen (N) pada Quartzipsamment, dan struktur masif pada Dystrudepts.

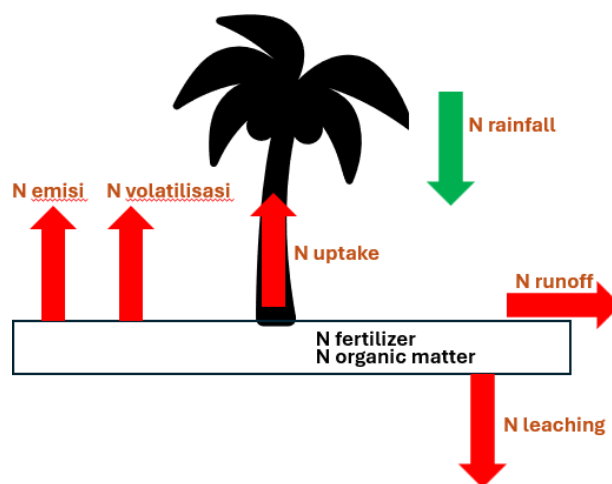
Kandungan pasir kuarsa yang tinggi pada Quartzipsamments menyebabkan hara yang diberikan, terutama nitrogen, mudah tercuci dan tanah cepat mengering. Kehilangan N juga terjadi karena volatilisasi dalam bentuk NH_3 , *run off*, dan denitrifikasi yang dapat menyumbang pada emisi gas rumah kaca berupa dinitrogen oksida (N_2O). Salah satu cara untuk mengatasi masalah kehilangan unsur N yaitu dengan pemberian biochar. Biochar dapat mengurangi kehilangan N melalui beberapa mekanisme seperti: meningkatkan retensi nitrogen, mengurangi denitrifikasi, menstimulasi aktivitas mikroba dan meningkatkan KTK (Halmi *et al.*, 2021; Kharel *et al.*, 2019; Li *et al.*, 2021)

Struktur masif pada Dystrudepts menyebabkan terhambatnya perkembangan perakaran ke lapisan tanah yang lebih dalam. Struktur masif juga menyebabkan drainase tanah terhambat dan aerasi buruk. Untuk mengatasi hal tersebut akan ditambahkan gypsum (CaSO_4). Calcium yang disumbangkan oleh gypsum berperan dalam meningkatkan flokulasi butir liat sehingga akan terjadi agregat dan pori tanah yang berukuran lebih besar. Hal ini akan dapat meningkatkan daya infiltrasi dan

perkolasi serta menambah ketebalan lapisan perakaran (Chaganti *et al.*, 2019).

Unsur hara nitrogen (N) adalah salah satu nutrisi esensial yang sangat diperlukan oleh tanaman kelapa sawit untuk pertumbuhannya baik pada masa vegetatif maupun pada masa produktivitas buah. Albari *et al.* (2018) menyatakan bahwa pupuk N dapat meningkatkan tinggi tanaman, panjang pelepah, luas daun, dan lingkaran batang pada kelapa sawit yang berumur tiga tahun. Namun demikian, N merupakan unsur yang sangat mobil sehingga memiliki risiko tidak terserap tanaman, berpindah tempat, dan berubah bentuk.

Efisiensi penggunaan pupuk N seringkali menjadi tantangan, terutama di berbagai jenis tanah dengan karakteristik fisik dan kimia yang berbeda. Dalam praktik pertanian, penggunaan pupuk N yang efisien sangat penting untuk mengurangi dampak lingkungan yang merugikan (Liu *et al.*, 2022; Kong *et al.*, 2022). Masalah yang umum dihadapi yaitu kehilangan N melalui berbagai jalur seperti emisi gas nitrogen oksida (N_2O), volatilisasi amonia (NH_3), leaching, dan runoff (Kong *et al.*, 2022; Rohman *et al.*, 2022; Tisserant *et al.*, 2023). Emisi N_2O , misalnya, berkontribusi terhadap pemanasan global karena gas ini memiliki efek rumah kaca yang sangat kuat. Sementara itu, volatilisasi NH_3 dan leaching N dapat mengurangi ketersediaan nitrogen bagi tanaman dan mencemari lingkungan airtanah serta badan air permukaan. Ilustrasi proses kehilangan N dari pupuk, bahan organik, dan air hujan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi proses kehilangan N dari pupuk, bahan organik, dan air hujan

Area kebun kelapa sawit milik PT BGA yang memiliki produktivitas rendah memiliki jenis Tanah Quartzipsamments, Tanah Podsolik, dan tanah Sulfat Masam. Masing-masing jenis tanah memiliki karakteristik yang mempengaruhi dinamika nitrogen, seperti tekstur, kandungan bahan organik (BO), dan aktivitas mikroba. Tanah Quartzipsamments umumnya memiliki tekstur kasar dan kapasitas tukar kation

rendah, sehingga berpotensi tinggi untuk kehilangan N melalui pencucian (*leaching*), Tanah Quartzsammments merupakan salah satu jenis tanah yang memiliki keterbatasan dalam hal produktivitas, namun masih dapat dikelola dan dimanfaatkan untuk bidang pertanian (Kaya *et al.*, 2022).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan sifat fisika dan kimia tanah serta dinamika unsur N dan K pada Quartzsammments dan Dystrudepts. Efisiensi N dan K akan diukur berdasarkan nutrient balance mulai dari input dari pupuk dan bahan organik, serta output berupa serapan hara, pengangkutan bersama panen, serta kehilangan N melalui emisi N_2O , volatilisasi NH_3 , pencucian, dan aliran permukaan.

2. TUJUAN PENELITIAN

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menghitung distribusi dan leaching N di tanah
2. Menghitung serapan N, P, K, Ca, Mg dan B dari pupuk dan bahan organik oleh tanaman kelapa sawit pada tanah Quartzsammments dan Dystrudepts.
3. Menghitung besaran kehilangan nitrogen melalui emisi N_2O , volatilisasi NH_3 , dan leaching, pada tanah Quartzsammments dan Dystrudepts di perkebunan kelapa sawit.
4. Menyusun alternatif teknik pemupukan yang lebih efisien untuk tanaman.

3. RUANG LINGKUP PEKERJAAN

Penelitian ini akan mengkaji efisiensi pupuk yang akan diukur berdasarkan *nutrient balance* yang berasal dari pupuk NPK dan bahan organik yang diberikan pada Quartzsammments dan Dystrudepts. Studi ini akan mencakup identifikasi residu N dan K di dalam tanah, serapan hara oleh tanaman, pencucian N, emisi N berupa N_2O , kehilangan N melalui volatilisasi NH_3 , konfirmasi kandungan hara dalam pupuk, dan karakteristik fisik dan kimia tanah sebelum dan sesudah perlakuan. Pengamatan akan dilakukan secara serentak dalam interval pengambilan sampel tertentu selama satu tahun.

4. METODE PENELITIAN

a. Waktu dan Tempat

Kegiatan penelitian ini akan dilakukan pada tahun 2024 sampai tahun 2026 pada area perkebunan kelapa sawit milik PT Bumitama Gunajaya Agro (PT BGA) di Cempaga Hulu, Provinsi Kalimantan Tengah.

b. Metode

Rancangan Perlakuan

Penelitian ini dilakukan dengan perlakuan perbedaan jenis pupuk, dosis pupuk, dan jenis tanah. Pada tanah Quartzipsamments akan ada 2 perlakuan dengan 10 ulangan, sedangkan pada tanah Dystrudepts akan ada 4 perlakuan dengan 5 ulangan menggunakan Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL).

- Perlakuan pada tanah Quartzipsamments
 - i. Kontrol (Perlakuan sesuai rekomendasi dari BGA)
 - ii. Biochar 3 ton/ha; 15kg/batang
- Perlakuan pada tanah Dystrudepts
 - i. Kontrol (Perlakuan sesuai rekomendasi dari BGA)
 - ii. Gypsum : 3 ton/ha; 20 kg/batang
 - iii. Biochar : 3 ton/ha; 15kg/batang
 - iv. Gypsum + Biochar

Rancangan Respon

Variabel respon yang diamati pada setiap satuan percobaan adalah:

1. Distribusi dan leaching N di tanah: Mengukur kandungan nitrogen dalam tanah setelah selesai satu siklus pemupukan (4 bulan) selama satu tahun, dengan rencana pengambilan sampel yaitu untuk pengambilan sampel pada siklus pertama sebanyak tiga kali H-1 sebelum pemupukan, 2 bulan setelah pemupukan, dan 4 bulan akhir pemupukan). Sampel tanah diambil dari berbagai kedalaman (0-20 cm dan 20-40 cm, 40-60 cm, 60-100 cm) dan dianalisis kandungan N total, NO_3^- dan NH_4^+ .
2. N, P, K, Ca, Mg, dan B *uptake* (pada tanaman): Pengukuran dilakukan pada TBS dan pohon perwakilan yang dijadikan reference, yaitu melalui daun ke 17 di pelepah ke 17 (Foster & Prabowo, 2002; Fairhurst & Mutert, 1999). Pengambilan dilakukan sebanyak 3 kali pada awal siklus yaitu H-1 setelah sebelum pemupukan, 2 bulan setelah, dan 4 bulan akhir pemupukan).
3. N emission (N_2O): Mengukur emisi gas *nitrous oxyde* setelah pemupukan setiap satu minggu sekali selama 4 bulan dengan frekuensi yang teratur menggunakan chamber dan analisis gas chromatography.
4. N volatilization (NH_3): Mengukur pelepasan gas amoniak setelah pemupukan setiap satu minggu sekali selama 4 bulan dengan frekuensi yang teratur menggunakan metode jebakan gas amoniak pada chamber menggunakan asam kuat (Asam Fosfat 1 M). Pengambilan sampel alternatif 1 yaitu sampel diambil setiap 3 jam (pagi-sore) sesaat setelah aplikasi pupuk selama seminggu

pertama. Alternatif 2 yaitu sampel diambil 1 atau 2 hari sekali selama seminggu pertama. Pada alternatif 1 dan 2, setelah seminggu pertama pengambilan sampel dilakukan 3 atau 4 hari sekali selama 4 bulan.

5. N pupuk (konfirmasi kandungan): Analisis N untuk memastikan kandungan nitrogen dalam pupuk yang digunakan melalui analisis laboratorium.
6. Analisis K total tanah, K tukar, P tersedia, dan P total setelah pemberian pemupukan pada berbagai kedalaman (0-20 cm dan 20-40 cm, 40-60 cm, 60-100 cm)
7. Analisa tanah rutin dilakukan sebelum penelitian dilakukan. Analisa berupa pH, tekstur tanah dengan metode pipet, BD dan BJ dengan metode gravimetri, kandungan bahan organik dengan metode Walkley-Black, analisis KTK dan kejenuhan basa dengan amonium asetat 1 M. Pengambilan sampel tanah untuk analisa rutin dilakukan pada berbagai kedalaman (0-20 cm dan 20-40 cm, 40-60 cm).

5. KELUARAN PENELITIAN YANG DIHARAPKAN

Adapun keluaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Informasi kehilangan N pada berbagai bentuk pada tanah Quartzipsamments dan Dystrudepts.
2. Pengaruh pembenah tanah dalam menghambat laju kehilangan N dan meningkatkan serapan N tanaman
3. Publikasi Ilmiah di jurnal bereputasi.
4. Dua orang lulusan S3.

6. RENCANA DAN JADWAL KEGIATAN KERJA SAMA PENELITIAN

No	Kegiatan	Tahun				
		2024	2025			
		TW1	TW1	TW2	TW3	TW4
1	Penyusunan Proposal					
2	Survey Pendahuluan					
3	Pekerjaan Persiapan (plotting & instalasi alat)					
4	Perlakuan pemupukan					
5	Sampling dan analisa pendahuluan					
6	Sampling dan analisa tanaman					
7	Sampling dan analisa tanah					
8	Sampling dan analisa air lindi					
9	Sampling dan analisa gas					
10	Pembuatan Laporan					

7. RENCANA ANGGARAN BELANJA

Komponen Biaya Riset/ Aktivitas Riset/ Justifikasi Kebutuhan	Tahun 2024	Tahun 2025
Perjalanan dan akomodasi	175.000.000	90.000.000
Bahan modal (PT BGA)	-	-
Bahan habis pakai	95.000.000	5.000.000
Tenaga kerja	45.000.000	45.000.000
Analisa sampel (sebagian PT BGA)	135.000.000	35.000.000
Jumlah	450.000.000	175.000.000