



“Peningkatan Produktivitas Tanaman Kelapa Sawit melalui Efisiensi Penyerapan Fosfat pada Pupuk Menggunakan Adsorben Berbasis Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dengan Kombinasi Metode *Diffusive Gradients In Thin films* (DGT) dan Ekstraksi Bertahap ”

Project Leader : Asep Saefumillah, S.Si, M.Si, Ph.D.

Team Project :

Dewangga Oky Bagus Apriandanu, S.Si, M.Si, Ph.D.

Bayu Ardiansah, S.Si, M.Si, D.Sc.



RUMUSAN MASALAH

1. Pengembangan Adsorben MgO-bioschar berbasis TKKS:

Bagaimana karakteristik dan efektivitas adsorben MgO-biochar yang dihasilkan dari TKKS dalam meningkatkan penyerapan fosfat pada pupuk di tanah Perkebunan Kelapa Sawit?

2. Kombinasi Metode DGT dan Ekstraksi untuk Penentuan Spesies Fosfor:

Bagaimana kombinasi metode DGT dan ekstraksi dapat memberikan gambaran yang lebih akurat dan komprehensif tentang spesies fosfat yang tersedia di tanah perkebunan kelapa sawit?

3. Evaluasi Efektivitas Adsorben MgO-biochar terhadap Produktivitas Kelapa Sawit:

Bagaimana mekanisme penyerapan fosfat oleh tanaman kelapa sawit dipengaruhi oleh aplikasi adsorben MgO-biochar?

4. Pemodelan Efektivitas Pemupukan Fosfat:

Bagaimana model pemupukan fosfat yang efektif, dan efisien untuk meningkatkan produktivitas tanaman kelapa sawit?

TUJUAN RISET

- ❖ Mengembangkan adsorben MgO-biochar berbasis limbah TKKS untuk meningkatkan efisiensi penyerapan fosfat oleh tanaman kelapa sawit menggunakan teknik DGT.
- ❖ Mengkombinasikan metode DGT dan ekstraksi untuk menentukan spesies fosfat di tanah dan memahami dinamika ketersediaan fosfat.
- ❖ Mengevaluasi efektivitas adsorben MgO-biochar dalam meningkatkan produktivitas tanaman kelapa sawit.
- ❖ Membuat pemodelan efektifitas pemupukan fosfat di tanah.

1. Produktivitas Kelapa Sawit dan Ketersediaan Fosfat:

- Kelapa sawit merupakan komoditas strategis Indonesia, namun produktivitasnya seringkali terkendala oleh ketersediaan fosfat (P) yang rendah di tanah.
- Fosfat esensial untuk pertumbuhan dan perkembangan kelapa sawit, terutama dalam pembentukan akar, pembungaan, dan pembuahan.
- Tanah-tanah perkebunan kelapa sawit, terutama pada kondisi lingkungan lahan gambut dan tanah masam, seringkali memiliki kandungan fosfat yang rendah dan tidak tersedia bagi tanaman.

2. Permasalahan Pemupukan Fosfat Konvensional:

- Pemupukan fosfat konvensional seringkali tidak efisien, disamping itu fosfat mudah terfiksasi oleh unsur-unsur lain di tanah, seperti aluminium (Al) dan besi (Fe), sehingga tidak tersedia bagi tanaman.
- Pemupukan yang berlebihan menyebabkan pemborosan jumlah pupuk fosfat, ketiadaan informasi efektifitas jenis pupuk fosfat dan dampak negatif terhadap lingkungan.
- Pemupukan yang berlebihan khususnya jenis nutrient fosfat dapat menyebabkan permasalahan di lingkungan akuatik karena senyawa fosfat menyebabkan masalah ledakan eceng gondok dan alga yang sangat serius

JUSTIFIKASI RISET

3. Potensi Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS):

- TKKS merupakan limbah perkebunan kelapa sawit yang melimpah dan belum dimanfaatkan secara optimal.
- TKKS memiliki potensi sebagai bahan baku pembuatan bioschar, yang dapat digunakan sebagai adsorben untuk meningkatkan ketersediaan fosfat di tanah.

4. Inovasi Metode Pengukuran Fosfat:

- Metode pengukuran fosfat konvensional memiliki keterbatasan dalam menggambarkan ketersediaan fosfat yang sebenarnya bagi tanaman.
- Metode ***Diffusive Gradients in thin Films (DGT)*** dan ekstraksi bertahap menawarkan pendekatan yang lebih akurat dan informatif dalam menentukan spesies fosfat di tanah.

BIG PICTURE RISET

2025: Pengembangan dan Validasi Teknologi di Skala Laboratorium

Luaran = Prototipe adsorben MgO-biochar dan aplikasi pada perangkat DGT untuk deteksi efisiensi pemupukan dengan karakteristik dan kinerja yang optimal; Publikasi

Biaya = Rp. 300.000.000

2026: Uji Coba Lapangan dan Pengembangan Model Pemupukan

Luaran = Model pemupukan fosfat yang terkalibrasi dan teruji validitasnya; Draf HAKI atau Paten

Biaya = Rp. 500.000.000

2027: Pengembangan Skala Industri

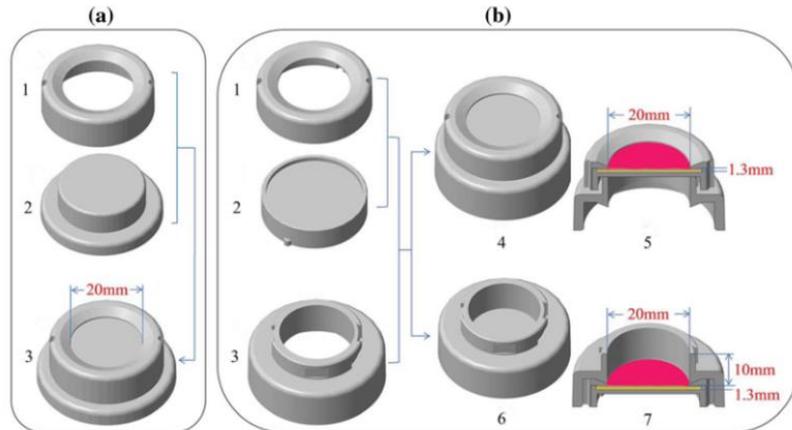
Luaran: Implementasi teknologi di perkebunan kelapa sawit.

Biaya = Rp. 1.000.000.000



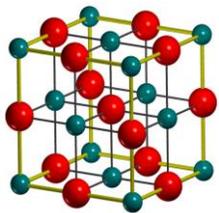
METODOLOGI RISET

Desain Metode *Diffusive Gradients In Thin films* (DGT)



Binding gel Diffusive gel Filter membrane

Pengukuran Fosfat secara konvensional ex-situ dapat berubah dan tidak akurat (Kesalahan analisis) (Pichette et al., 2009)



MgO



Biochar

Pengukuran secara semi in-situ tanah menggunakan Teknik dan perangkat DGT (O. Duboc et al., 2017)



Biochar dari TKKS

Bioavailabilitas Fosfat

Eksperimen Ekstraksi Bertahap Untuk Fraksionasi Bioavailabilitas Senyawa Fosfat Media tanah (A. Hernandez-Mora et al., 2025)

Eksperimen Penyerapan Senyawa Fosfat yang paling bioavailable pada benih tanaman kelapa sawit pada Media tanah (Rebecca L. Hall, et all., 2020)

Adsorpsi Fosfat

0,05 g MgO-Biochar dari TKKS teraktivasi KOH 1:5 sebagai Binding Agent pada DGT pada Media tanah

250 ml 10, 50, 100 mg P/L KH-₂PO₄, Polifosfat, Organik Fosfat

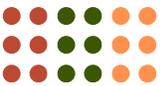
Diaduk selama waktu optimum dengan variasi pH

Dianalisis menggunakan Spektrofotometer UV-VIS



GANTT CHART RISET

No	Kegiatan	Bulan									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Persiapan dan Pengumpulan Bahan	■	■								
2	Pembuatan dan Karakterisasi Adsorben MgO-biochar		■	■							
3	Uji Adsorpsi Fosfat secara bulk dan DGT di Laboratorium			■	■						
4	Pengukuran Fosfat dengan DGT dan Ekstraksi Bertahap				■	■					
5	Uji Coba Lapangan dan Evaluasi Produktivitas					■	■	■	■		
6	Pemodelan Pemupukan Fosfat							■	■	■	■
7	Analisis Data dan Penulisan Laporan		■	■	■	■	■	■	■	■	
8	Diseminasi Hasil Penelitian										■



LUARAN RISET

Model Pemupukan

Produk adsorben MgO-bioschar berbasis TKKS

Publikasi Ilmiah

Paten atau Hak Kekayaan Intelektual (HKI)

Diseminasi dan Sosialisasi

RENCANA ANGGARAN RISET

No	Deskripsi	Volume	Harga (Rp)	Total Harga (Rp)
1	Ketua Peneliti	1	25,000,000	25,000,000
2	Anggota Peneliti	2	20,000,000	40,000,000
3	Pembantu Peneliti	2	12,500,000	25,000,000
SUB TOTAL (A) HONORARIUM				90,000,000
11	Paket Pengujian dan Karakterisasi	15	7,500,000	112,500,000
12	Biaya Habis Pakai	1	82,500,000	82,500,000
SUB TOTAL (B) BIAYA BAHAN				195,000,000
13	Site View (transportation)	1	10,000,000	10,000,000
13	Laporan	1	5,000,000	5,000,000
SUB TOTAL (C) BIAYA LAIN-LAIN				15,000,000
TOTAL (A+B+C)				300,000,000



DAMPAK RISET (FINANCIAL & NON FINANCIAL)

Finansial:

Peningkatan Produktivitas Kelapa Sawit:

- ❖ Peningkatan hasil panen kelapa sawit akan meningkatkan pendapatan petani dan perusahaan perkebunan.
- ❖ Peningkatan efisiensi pemupukan fosfat akan mengurangi biaya produksi.

Pengurangan Biaya Pupuk:

- ❖ Penggunaan adsorben MgO-biochar yang lebih efisien pada DGT dapat mengurangi pemborosan biaya jika mengandalkan produk komersial
- ❖ Pemodelan pemupukan yang efektif dapat menghindari pemborosan pupuk dan mencegah pencemaran limbah nutrin ke sistem akuatik.

Nilai Tambah Limbah TKKS:

- ❖ Pemanfaatan TKKS sebagai bahan baku biochar akan menciptakan produk bernilai tambah, meningkatkan pendapatan dari limbah perkebunan.
- ❖ Menciptakan peluang usaha baru dibidang pengolahan limbah sawit.

Pengurangan biaya pemulihan lahan:

- ❖ Dengan pemodelan yang baik dan penggunaan adsorben yang tepat, maka biaya pemulihan lahan akibat pemupukan yang berlebihan dapat dihindari.

Non Finansial:

Keberlanjutan Lingkungan:

- ❖ Pengurangan penggunaan pupuk fosfat konvensional akan mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan, seperti eutrofikasi perairan.
- ❖ Pemanfaatan limbah TKKS akan mengurangi pencemaran lingkungan dan mendukung ekonomi sirkular.
- ❖ Meningkatkan kualitas tanah.

Peningkatan Kesejahteraan Petani:

- ❖ Peningkatan produktivitas kelapa sawit akan meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan petani.
- ❖ Teknologi pemupukan yang lebih mudah dan efisien akan mengurangi beban kerja petani.

Pengembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi:

- ❖ Penelitian ini akan menghasilkan pengetahuan baru tentang informasi fosfat di tanah dan teknologi pemupukan yang inovatif.
- ❖ Pengembangan metode pengukuran fosfat yang lebih akurat akan bermanfaat bagi penelitian lain di bidang pertanian dan lingkungan.

Citra Positif Industri Kelapa Sawit:

- ❖ Praktik perkebunan kelapa sawit yang lebih berkelanjutan akan meningkatkan citra positif industri kelapa sawit di mata masyarakat global.
- ❖ Mendukung pencapaian target pembangunan berkelanjutan (SDGs).



Terimakasih

Open Innovation BGA Tahun 2025

