

**BIOREMEDIASI BERBASIS BIOCHAR
PELEPAH PISANG DAN *BACILLUS SP.*
UNTUK MENINGKATKAN *OIL CONTENT*
PADA KELAPA SAWIT MELALUI
PENINGKATAN KUALITAS TANAH DAN
EFEKTIVITAS MIKROBIA BENEFISIAL**

Project Leader : Ofin Hasrat Lase

Team Project : Khalisya Humairoh

Dwinta Nurul F Bintang

Asri Amanda Nurhasanah

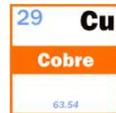
Putra Jernius Batee



LATAR BELAKANG RISET



Produksi kelapa sawit menghadapi tantangan serius akibat kontaminasi logam berat yang diperparah oleh praktik intensifikasi pertanian (Xiang et al., 2021). Kontaminasi ini mengganggu penyerapan nutrisi oleh tanaman dan aktivitas mikroorganisme tanah yang bermanfaat, yang berdampak negatif pada oil content kelapa sawit (Gupta et al., 2021). Logam berat ini dapat menghambat aktivitas mikrobia tanah yang berperan dalam dekomposisi bahan organik dan siklus hara, sehingga mengurangi ketersediaan nutrisi bagi tanaman.



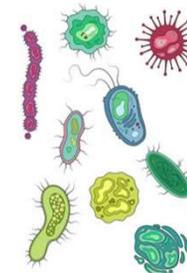
Logam berat yang terkontaminasi pada tanah yang mempengaruhi oil content pada kelapa sawit, diantaranya

- Kadmium (Cd) menghambat pertumbuhan akar dan daun kelapa sawit, mengganggu fotosintesis, dan menyebabkan klorosis serta nekrosis pada daun.
- Tembaga dalam jumlah berlebihan dapat merusak sistem perakaran dan mengganggu penyerapan hara penting seperti zat besi dan fosfor.

Bioremediasi Berbasis Biochar Pelelah Pisang Dan Bacillus sp. Serta Pemanfaatan Mikrobia Benefisial Untuk Meningkatkan Oil Content Pada Kelapa Sawit



Biochar dari pelepas pisang dan Bacillus sp. berkontribusi dalam meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah dan efektivitas penyerapan hara, menciptakan lingkungan yang optimal bagi pertumbuhan kelapa sawit. Biochar yang dihasilkan dari pirolisis pelepas pisang berfungsi sebagai pembenah tanah, meningkatkan kesuburan serta retensi air, sehingga mendukung penyerapan nutrisi oleh tanaman. Di sisi lain, Bacillus sp. dan mikrobia benefisial lainnya memiliki kemampuan detoksifikasi logam berat, yang dapat mengurangi toksisitas tanah. Hal ini membantu memperbaiki kondisi tanah dan meningkatkan kesehatan ekosistem, yang pada gilirannya mendukung pertumbuhan dan produksi minyak kelapa sawit. Dengan mengintegrasikan biochar dan mikrobia benefisial, riset ini bertujuan untuk menciptakan sinergi yang dapat meningkatkan hasil dan kualitas produksi kelapa sawit (Baharudin et al., 2022).



TUJUAN RISET



Mengembangkan sistem bioremediasi berbasis biochar pelepas pisang dan bakteri Bacillus sp. untuk meningkatkan kandungan minyak pada kelapa sawit dengan memperbaiki kualitas tanah dan efektivitas mikroba menguntungkan.



Meningkatkan produktivitas kelapa sawit melalui peningkatan kualitas tanah yang terkontaminasi dan meningkatkan aktivitas mikroba, memungkinkan pertumbuhan tanaman yang lebih sehat dan hasil panen yang optimal, guna mengoptimalkan kandungan minyak dan keberlanjutan perkebunan kelapa sawit



JUSTIFIKASI PROPOSAL

Penelitian oleh **Wedayani et al. (2024)** membahas pengaruh pemberian **biochar dari limbah pisang** terhadap kesuburan tanah di Subak Kerdung, yang terindikasi mengalami pencemaran logam berat. Studi ini menggunakan metode eksperimen dengan **rancangan acak kelompok tersarung, menguji berbagai jenis dan dosis biochar**. Hasilnya menunjukkan bahwa **biochar kulit pisang pada dosis 5 t.ha-1 secara maksimal dapat meningkatkan nilai C-organik, sementara biochar batang pisang pada dosis 15 t.ha-1 meningkatkan nilai N-total dan kadar air**. Penelitian ini menyoroti potensi biochar sebagai agen pembenah tanah untuk meningkatkan kesuburan sambil mengurangi kontaminasi logam berat. Namun, penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengevaluasi efek jangka panjang dari penggunaan biochar ini.

Penelitian oleh **Ariyanti et al. (2023)** membahas pengaruh aplikasi *Bacillus* sp. dan kompos tandan kosong kelapa sawit (TKKS) terhadap pertumbuhan bibit kelapa sawit. Menggunakan rancangan acak kelompok, hasilnya menunjukkan bahwa dosis 25 ml *Bacillus* sp. dan 150 g TKKS meningkatkan kandungan klorofil daun. Penelitian ini menyoroti potensi mikroba benefisial dalam meningkatkan ketersediaan nutrisi tanah untuk pertumbuhan tanaman. Namun, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menilai efek jangka panjang penggunaan mikroba ini.

Penelitian oleh **Arifin et al. (2022)** membahas pengaruh aplikasi biochar terhadap aktivitas mikrobia tanah pada pertanaman jagung dengan pemupukan terpadu. Studi ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap dengan tujuh kombinasi perlakuan, termasuk biochar, pupuk organik, dan bakteri pelarut fosfat (BPF). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan biochar, pupuk organik, dan BPF secara signifikan mempengaruhi pH tanah, kandungan C-organik, serta populasi mikrobia. Kombinasi pupuk anorganik, organik, dan BPF menghasilkan populasi mikrobia tanah tertinggi dan laju respirasi terbaik. Penelitian ini menekankan pentingnya penggunaan biochar dalam meningkatkan kesuburan tanah dan aktivitas mikrobia.

Posisi Peneliti Dalam Melakukan Project

Inovasi Pemanfaatan Biochar dari pelepah pisang dan *Bacillus* sp. Untuk Meningkatkan Oil Content Pada Kelapa Sawit

Peneliti mengembangkan pendekatan bioremediasi menggunakan biochar dari pelepah pisang dan *Bacillus* sp. untuk meningkatkan kandungan minyak pada kelapa sawit. Teknologi ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas tanah dengan menambah bahan organik dan mikroba yang bermanfaat. Biochar berfungsi sebagai media stabil untuk mikroba, sementara *Bacillus* sp. berkontribusi pada aktivitas mikrobial yang meningkatkan kesuburan tanah. Dengan demikian, inovasi ini tidak hanya meningkatkan oil content pada kelapa sawit, tetapi juga memperbaiki kondisi tanah secara keseluruhan.

Optimasi Pemanfaatan Limbah Pelepah Pisang untuk diolah menjadi Biochar

Peneliti Mengolah limbah pelepah pisang menjadi biochar mengoptimalkan sumber daya yang ada sekaligus mengurangi pencemaran lingkungan. Inisiatif ini mendukung beberapa Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs), termasuk SDG 12 (Konsumsi dan Produksi yang Bertanggung Jawab) dan SDG 13 (Penanganan Perubahan Iklim), dengan meningkatkan kualitas tanah dan mendukung keberlanjutan lingkungan.





BIG PICTURE RISET

Penelitian dan Pengembangan Awal

- Analisis teori tentang biochar, Bacillus sp., dan kontaminasi logam berat
- Pengembangan metode pirolisis untuk menghasilkan biochar
- Implementasi aplikasi biochar dan Bacillus sp. pada tanah terkontaminasi pada tanah perkebunan kelapa sawit
- Pengujian efektivitas dalam mengurangi kontaminasi logam berat
- Melakukan uji logam berat pada tanah dan tanaman menggunakan metode AAS setelah perlakuan.
- Analisis data pertumbuhan tanaman dan kandungan logam berat

**Luaran:
Publikasi dan HAKI**

2025



Optimalisasi Formulasi dan Pengujian Lapangan Awal

- Mengembangkan teknik pirolisis untuk menghasilkan biochar dengan kualitas optimal bagi peningkatan kesuburan tanah.
- Melakukan serangkaian uji laboratorium dan lapangan untuk mengevaluasi kemampuan Bacillus sp. dalam detoksifikasi logam berat dan peningkatan ketersediaan nutrisi.
- Memodelkan pengaruh kombinasi biochar dan Bacillus sp. terhadap sifat fisik, kimia, dan biologi tanah untuk mendukung pertumbuhan kelapa sawit.
- Menganalisis pengaruh perlakuan biochar dan mikroba terhadap hasil dan kualitas minyak kelapa sawit.

**Luaran:
Publikasi dan HAKI**

2026



Pengembangan dan Validasi Skala Besar

- Optimasi formulasi biochar dan Bacillus sp.: Mengembangkan dan menguji kombinasi biochar pelepah pisang dan Bacillus sp. untuk meningkatkan efektivitas dalam remediasi logam berat dan peningkatan kualitas tanah.
- Penerapan bioremediasi pada skala kebun kelapa sawit: Implementasi teknologi bioremediasi di berbagai lokasi perkebunan kelapa sawit dengan pemantauan kualitas tanah dan peningkatan oil content secara berkala.
- Evaluasi dampak ekonomi dan sosial: Menilai manfaat ekonomi dan sosial dari penerapan teknologi ini bagi petani kelapa sawit, termasuk peningkatan hasil panen dan keberlanjutan produksi.

**Luaran:
Publikasi dan HAKI**

2027



Skala Penerapan Komersial

- Kerjasama industri: Bekerja sama dengan perusahaan untuk produksi massal biochar dan Bacillus sp., serta distribusi dan pemasaran produk bioremediasi.
- Peluncuran dan implementasi: Menerapkan teknologi bioremediasi di perkebunan kelapa sawit untuk meningkatkan kualitas tanah dan oil content.
- Monitoring dan evaluasi: Memantau kinerja dan mengevaluasi dampak inovasi terhadap oil content, produktivitas tanaman, serta manfaat lingkungan dan ekonomi.

**Luaran:
Komersial Produk**

2028



METODOLOGI RISET



Preparasi Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam riset ini meliputi termometer tembak (infrared), tong pembakar, pisau, gunting, saringan, timbangan, ember, polybag, gelas takar, alat tulis, shaker/mesin penggojog, petridish, erlenmeyer 250 ml, vortex, chip, tabung reaksi, mikropipet 1 ml, drigalski, autoklaf, jarum ose, bunsen, botol kaca, plastik wrap, korek api, sarung tangan lateks, botol plastik 100 ml, baki/nampan plastik, serta Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS).

Bahan yang digunakan dalam riset ini terdiri dari pelepah pisang, air, tanah dari perakaran tanaman pertanian (tanah netral), larutan garam fisiologis, media Tryptone Soya Agar (TSA), molase, aquades, spirtus, kapas, alkohol, kertas reject, dan karet gelang.



Uji Logam Berat Sampel Tanah

Sampel tanah diperoleh dari tanah di sekitar Sungai Bengawan Solo. Pengujian logam berat dilakukan menggunakan metode AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) untuk mengetahui kandungan tembaga (Cu) dan kadmium (Cd). Pengujian kandungan logam dalam sampel tanah melibatkan proses pengumpulan, persiapan, penghancuran, ekstraksi, dan analisis menggunakan instrumen khusus. Hasil divalidasi untuk keakuratan dan interpretasi dilakukan dengan membandingkan dengan standar yang berlaku.



Pencampuran dengan Bahan Pembawa (Carrier)

Pencampuran bahan pembawa dilakukan dengan mencampur inokulum pada carrier menggunakan larutan molase dan aquades. Aquades berfungsi sebagai pelarut untuk inokulum, sementara molase menyediakan nutrisi tambahan. Pencampuran ini memastikan distribusi nutrisi dan agen biokontrol secara merata..

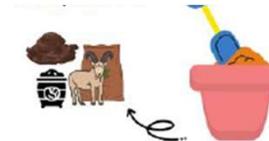
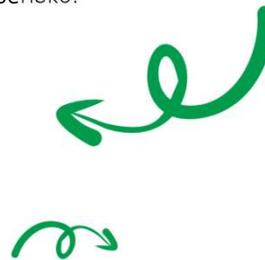


Pirolisis Pelepah Pisang dan Isolasi Bacillus sp.

Proses pirolisis pelepah pisang menghasilkan biochar, sejenis arang yang dibuat dari sampah organik dengan cara memanaskannya di lingkungan rendah oksigen.

Isolasi mikroba Bacillus sp. dilakukan dengan mengambil sampel tanah yaitu tanah yang ada di kebun menggunakan alat steril.

Pengenceran dibuat dalam seri 10^{-3} dan 10^{-5} dengan perbandingan 9:1 pada 100 ml. Homogenasi dilakukan dengan memindahkan 1 ml dari tabung reaksi 10^{-1} ke tabung 10^{-2} menggunakan mikropipet. Media yang digunakan untuk inokulasi adalah Tryptone Soya Agar (TSA) dengan metode spread plate. Setelah inokulasi, cawan petri diinkubasi pada suhu 30-37°C untuk mendukung pertumbuhan Bacillus sp.



Persiapan Media tanam

Media tanam terdiri dari campuran tanah, pupuk kandang, dan biochar dengan dosis 0, 5, 10, dan 15 ton ha⁻¹. Pupuk kandang menyediakan nutrisi penting seperti nitrogen, fosfor, dan kalium, yang meningkatkan kesuburan tanah. Aplikasi biochar dicampur merata untuk memastikan ketersediaan nutrisi bagi tanaman. Setelah siap, media tanam segera dimasukkan ke dalam polybag.

Open Innovation BGA Tahun 2025



METODOLOGI RISET



Penanaman

Penanaman kelapa sawit dilakukan dalam polybag dengan media tanam yang sesuai. Perawatan rutin seperti penyiraman dan pengendalian gulma penting dilakukan. Monitoring hama dan penyakit serta tindakan pencegahan juga diperlukan. Penggunaan biochar dapat meningkatkan pertumbuhan kelapa sawit.



Aplikasi Bacillus sp.

Bacillus sp. diaplikasikan pada kelapa sawit usia 7 hari setelah tanam. Inokulum dari media TSA dipindahkan ke larutan garam fisiologis, kemudian disemprotkan dan dicampurkan di sekitar akar tanaman. Penyemprotan dilakukan secara merata untuk memastikan Bacillus sp. dapat berkolonisasi dengan baik.



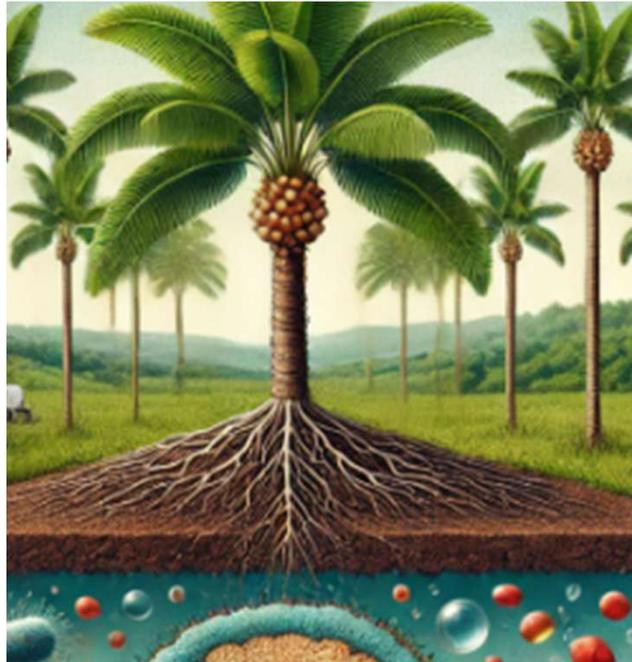
Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada tinggi tanaman, sistem akar, dan kondisi fisiologis kelapa sawit. Perkembangan buah mengindikasikan kesehatan tanaman dan kualitas tanah. Selain itu, kondisi fisik tanah, seperti struktur, tekstur, dan kelembaban, juga diamati, termasuk perubahan warna atau tekstur setelah aplikasi Bacillus sp.

Uji Logam Berat Tanah dan Tanaman
Tanah dan kelapa sawit yang sudah dipanen akan diuji menggunakan AAS untuk mengetahui kandungan tembaga (Cu) dan kadmium (Cd). Pengujian dilakukan dengan mengumpulkan sampel tanah representatif, menghancurkan, dan mengekstraksi logam berat menggunakan larutan asam nitrat. Instrumen AAS dikalibrasi dengan standar logam yang diketahui konsentrasinya. Konsentrasi yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan batas baku yang berlaku.



GANTT CHART RISET



No	Jadwal Kegiatan	Bulan												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1	Studi Literatur	█												
2	Persiapan alat dan bahan, administrasi dan pencarian lahan perkebunan kelapa sawit	█	█											
3	Pirolisis biochar pelepah pisang		█	█	█									
4	Isolasi <i>Bacillus</i> sp. dan Pencampuran isolat dengan carrier				█	█	█	█						
5	Penanaman Kelapa sawit dan Inokulasi <i>Bacillus</i> sp.							█	█					
6	Pengamatan pertumbuhan Kelapa Sawit								█	█				
7	Uji logam berat tembaga (Cu) dan kadmium (Cd)									█	█			
8	Laporan Money											█		
9	Laporan Akhir, Publikasi, Paten, MoU dan Desimisasi												█	



LUARAN RISET

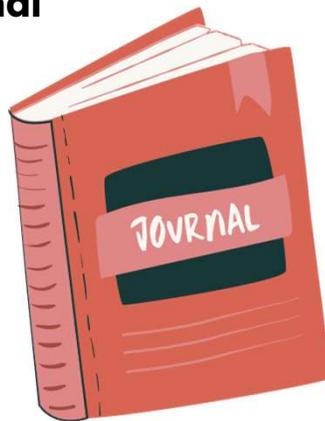
01 Laporan Kemajuan



02 Laporan Akhir



03 Publikasi Jurnal



04 Hak Paten



1. Laporan Kemajuan dan laporan Akhir
2. Jurnal Ilmiah
3. HAKI/HAK CIPTA/PATEN





RENCANA ANGGARAN RISET

Peralatan dan Bahan Habis Pakai

No	Jenis Pengeluaran	Volume	Harga Satuan (Rp)	Total (Rp)
1	Belanja Bahan			
	Pelepah pisang	50 kg	20.000	1.000.000
	Larutan garam fisiologis	5 L	10.000	500.000
	Media TAS	30 gr	30.000	900.000
	Sarung tangan lateks	1 pack	200.000	200.000
	Larutan HNO ₃	4 kg	100.000	400.000
	<i>Polybag</i>	1 kg	50.000	50.000
	Molase	5 L	95.000	475.000
	Aquades	8 L	25.000	200.000
	Spirtus	2 L	180.000	320.000
	Alkohol	5 L	25.000	125.000
	Pupuk kandang	35 kg	25.000	875.000
	Benih Kelapa Sawit	1 Kotak	350.000	350.000
	Kapas	1 pack	27.000	27.000
	Kertas <i>reject</i>	1 pack	45.000	45.000
	Plastik <i>wrap</i>	1 pcs	45.000	45.000
	Korek	1 pcs	5.000	5.000
	Tissue	2 pack	19.000	38.000
	Karet gelang	1 pack	10.000	10.000
	Alat tulis kantor	1 set	100.000	100.000
	SUB TOTAL			5.665.000

2	Biaya Sewa			
	UPT Laboratorium LIDA USU	2 hari	300.000	600.000
	<i>Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)</i>	2 hari	300.000	600.000
	Laboratorium Biologi Tanah FP USU	2 hari	250.000	500.000
	SUB TOTAL			1.700.000
3	Perjalanan Lokal			
	Ongkos kirim pembelian bahan secara <i>online</i>	20 kali	30.000	600.000
	Ongkos perjalanan pembelian bahan secara <i>offline</i>	15 kali	20.000	300.000
	Biaya transportasi pengambilan bahan tanah dan pelepah pisang	2 kali	120.000	240.000
	Ongkos perjalanan ke laboratorium	6 kali	20.000	120.000
	SUB TOTAL			1.260.000





RENCANA ANGGARAN RISET

Lain-lain dan Grand Total

4	Lain-lain			
	Kuota internet	4 orang	100.000	400.000
	<i>Hand sanitizer</i>	5 botol	20.000	100.000
	Masker	3 box	50.000	150.000
	Tong minyak besi	1 buah	250.000	250.000
	Termometer tembak (<i>infrared</i>)	1 buah	300.000	300.000
SUBTOTAL				1.200.000
GRAND TOTAL				9.825.000
GRAND TOTAL (Sembilan Juta Delapan Ratus Dua Puluh Lima Ribu Rupiah)				





DAMPAK RISET (FINANCIAL & NON FINANCIAL)

1. Dampak Financial

- a. Efisiensi Biaya Produksi: Penggunaan biochar mengurangi kebutuhan pupuk kimia, menurunkan biaya produksi dan meningkatkan profitabilitas.
- b. Peningkatan Produktivitas: Meningkatkan *oil content* melalui *Bacillus* sp. dan mikrobia benenfisial dalam perbaikan kualitas tanah dapat meningkatkan hasil panen yang berdampak langsung pada pendapatan petani.
- c. Pengurangan Kebutuhan Sumber Daya: Mengoptimalkan penggunaan air dan input pertanian lainnya, mengurangi biaya operasional.
- d. Potensi Komersialisasi: Teknologi ini dapat dipasarkan ke industri perkebunan lain, menciptakan peluang bisnis baru.
- e. Peningkatan Nilai Jual Produk: Produk yang lebih berkualitas memiliki nilai jual lebih tinggi, meningkatkan keuntungan petani.

2. Dampak Non-Financial:

- a. Keberlanjutan Lingkungan: Memperbaiki kualitas tanah dan mengurangi pencemaran, mendukung ekosistem pertanian yang berkelanjutan.
- b. Peningkatan Kualitas Tanah: Meningkatkan struktur dan kesuburan tanah, mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih baik.
- c. Pendidikan Petani: Menjadi sarana pendidikan tentang praktik pertanian berkelanjutan dan pentingnya menjaga lingkungan.
- d. Inovasi Teknologi: Mendorong pengembangan teknologi baru dalam bioremediasi dan pengelolaan sumber daya pertanian.
- e. Dampak Sosial Positif: Meningkatkan kualitas hidup petani dan berdampak positif pada komunitas lokal.





Terimakasih

Open Innovation BGA Tahun 2025

