

**“Bioremediasi Berbasis Biochar  
Pelepah Pisang dan Bacillus sp.  
untuk Meningkatkan Oil Content  
pada Kelapa Sawit melalui  
Peningkatan Kualitas Tanah  
dan Efektivitas Mikroba  
Benefisial”**

Oleh: 1. Quizksan Therevia Siregar  
2. Luke Gilbert Buysang



# LATAR BELAKANG RISET

Pelepah pisang menjadi salah satu bagian dari tanaman pisang yang dianggap limbah dan belum dimanfaatkan secara optimal. Pisang menjadi salah satu tanaman berserat dalam jumlah besar sebagai limbah dari daun dan batang (pelepah).

Setiap 60 kg pisang yang ditanam, terdapat 200 limbah pelepah yang dihasilkan (Adli et al., 2023). Jarang sekali masyarakat memanfaatkan pelepah pisang, sehingga pelepah ini akan menjadi limbah dan jika dibiarkan akan membusuk

## LUARAN RISET

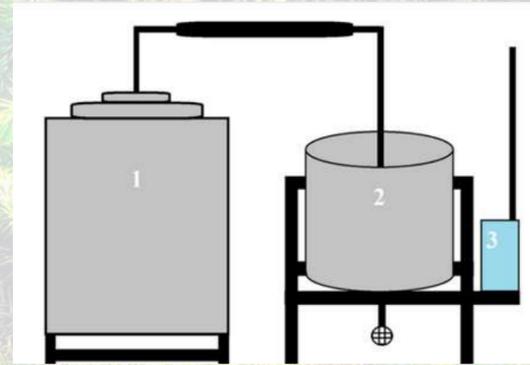
- HAKI
- PRODUK BIOCHAR



## TUJUAN RISET

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas tanah melalui pemanfaatan biochar pelepah pisang dan *Bacillus sp.*, yang berpotensi memperbaiki sifat kimia, fisika, dan biologi tanah DAN meningkatkan ketersediaan unsur hara dan mendukung pertumbuhan mikroba yang bermanfaat bagi tanaman

Riset ini dilakukan untuk melihat pengaruh bioremediasi berbasis biochar pelepah pisang dan *Bacillus sp.* terhadap peningkatan kandungan minyak atau kandungan minyak pada kelapa sawit. Peningkatan ini diharapkan terjadi melalui peningkatan kualitas tanah dan efektivitas mikroba yang bermanfaat



Metode pirolisis adalah suatu proses kimia di mana bahan organik diuraikan menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana melalui pemanasan tinggi, tanpa adanya oksigen. Pelepah pisang dianggap sebagai biomassa yang dapat diolah menggunakan metode pirolisis. Penggunaan pelepah pisang sebagai sumber biomassa untuk pirolisis dapat memberikan manfaat ekonomi dan lingkungan dengan mengubah limbah pertanian menjadi produk bernilai atau sumber energi terbarukan. Potensial aplikasi dari proses pirolisis termasuk produksi biochar, minyak pirolisis, dan gas (Fanany et al., 2023).

Permasalahan peningkatan kandungan minyak pada kelapa sawit dapat diselesaikan melalui pendekatan bioremediasi menggunakan kombinasi biochar berbasis pelepah pisang dan mikroorganisme *Bacillus sp.* Biochar yang dihasilkan dari pirolisis pelepah pisang berfungsi sebagai pembenah tanah untuk meningkatkan kualitas fisik, kimia, dan biologi tanah, sehingga mendukung pertumbuhan tanaman secara optimal. Selain itu, *Bacillus sp.* memiliki peran penting dalam meningkatkan efektivitas mikroba menguntungkan di tanah, yang dapat memperbaiki efisiensi penyerapan nutrisi oleh tanaman. Kombinasi ini tidak hanya meningkatkan kesuburan tanah tetapi juga mendukung peningkatan produktivitas kelapa sawit melalui optimalisasi kandungan minyak pada buah sawit.





# JUSTIFIKASI RISET

## PELEPAH PISANG

Pelepah pisang (*Musa paradisiaca*) merupakan salah satu bagian tanaman yang kurang optimal dalam pemanfaatannya. Pelepah pisang memiliki dua lapisan dengan karakteristik yang berbeda. Lapisan luar memiliki tekstur kasar, kekuatan basah yang tinggi, dan tidak mudah terbakar, sedangkan lapisan dalamnya memiliki sifat yang sama tetapi dengan tekstur serat yang lebih halus. Pelepah pisang memiliki kandungan selulosa 63-64%, hemiselulosa 20%, lignin 5%, dan kadar air 9-11%. Pelepah pisang juga diketahui mengandung antrakuinon, saponin, dan flavonoid. Batang pisang memiliki kandungan senyawa kimia yang berpotensi sebagai pupuk, antara lain protein 47,77%; bahan kering 30,85%; bahan organik 76,76%; pencernaan bahan kering 46,53%; pencernaan bahan organik 43,91%; pH cair 6,74%; bau 1,40%; warna 150%, jamur 1,00%; tekstur 1,0%; dan abu batang pisang mencapai 25,12% (Lapa dan Srihidayati, 2023).

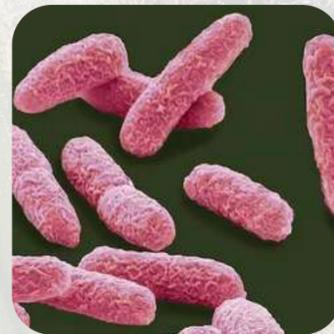


**Biochar Pelepah Pisang melalui Metode Pirolisis**  
Seperti kayu, dedaunan, atau kotoran hewan, dengan cara dipanaskan di lingkungan rendah oksigen. Proses pembuatan ini disebut sebagai pirolisis. Pirolisis dapat mengubah karbon dalam limbah menjadi bentuk stabil yang tahan terhadap pembusukan. Pirolisis terjadi dalam tungku dengan suhu tinggi, biasanya antara 300°C hingga 600°C dan harus dilakukan tanpa udara atau dengan sedikit udara untuk mencegah pembakaran penuh (Evizal dan Prasmatiwi, 2023). Sekitar 330 gram biochar dapat dihasilkan dari setiap kilogram biomassa kering pelepah pisang, yang artinya mencapai 33% berat pelepah pisang kering asli. Biochar memiliki gugus fungsi yang mengandung oksigen yang membantu kompleksasi atau pertukaran ion dengan ion logam berat. Biochar juga memiliki permukaan yang luas dan porous sehingga berkontribusi pada proses adsorpsi. Dalam beberapa tahun terakhir, penelitian mengenai biochar sebagai bahan perbaikan tanah telah meningkat karena memiliki kemampuan untuk meningkatkan kesuburan tanah, kapasitas menahan air, pH, nutrisi, penyerapan karbon, aktivitas mikroba, dan remediasi kontaminasi logam berat (Ghosh dan Maiti, 2021).



## Bacillus sp.

**Bacillus sp.** adalah bakteri berbentuk batang gram-positif dari filum Firmicutes. Enzim monooksigenase dan enzim dioksigenase adalah dua enzim yang diproduksi oleh bakteri *Bacillus sp.* yang dapat digunakan dalam proses bioremediasi. Enzim monooksigenase mengurangi polutan dan memproduksi areneoksida, sementara enzim dioksigenase membuka ikatan karbon pada cincin aromatik, menghasilkan alkohol primer. Bakteri *Bacillus sp.* memiliki enzim hidrokarbon, yang dapat menguraikan zat kimia berbahaya dalam polutan menjadi 4 senyawa yang lebih sederhana yang dapat digunakan sebagai sumber energi, yang memungkinkan bakteri ini untuk mengatasi berbagai jenis bahan pencemar (Oktavia dan Sumardi, 2022).



## Bioremediasi terhadap Peningkatan Kualita Minyak Kelapa Sawit

Bioremediasi hadir sebagai solusi ramah lingkungan untuk memulihkan kualitas tanah. Pemanfaatan biochar dari pelepah pisang sebagai adsorben dan media tumbuh mikroorganisme, serta aplikasi *Bacillus sp.* sebagai agen bioremediasi yang potensial, diharapkan dapat meningkatkan kualitas tanah secara signifikan. Peningkatan kualitas tanah ini mencakup perbaikan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, yang pada akhirnya akan meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman kelapa sawit. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk meningkatkan efektivitas mikroba yang bermanfaat di dalam tanah. Mikroba bermanfaat berperan penting dalam siklus nutrisi dan perlindungan tanaman terhadap patogen. Dengan peningkatan populasi dan aktivitas mikroba yang bermanfaat, diharapkan kesehatan dan produktivitas tanaman kelapa sawit dapat ditingkatkan, yang pada akhirnya akan berdampak positif pada peningkatan kandungan minyak. Oleh karena itu, penelitian ini menjadi penting dan relevan dalam upaya meningkatkan produktivitas kelapa sawit secara berkelanjutan melalui pendekatan bioremediasi yang inovatif dan ramah lingkungan.



# BIG PICTURE RISET

## Tahun 2025

**Optimasi Produksi Biochar dan Isolasi Bacillus sp.**

- Melakukan penelitian untuk mengoptimalkan proses produksi biochar dari pelepah pisang, termasuk suhu, waktu pembakaran, dan jenis alat pirolisis, untuk menghasilkan biochar dengan kualitas terbaik1.
- Isolasi dan Karakterisasi Bacillus sp.: Mengisolasi bakteri Bacillus sp. dari berbagai sumber (misalnya, rizosfer kelapa sawit) dan
- melakukan karakterisasi untuk memilih strain terbaik yang memiliki kemampuan bioremediasi dan meningkatkan pertumbuhan tanaman

## Tahun 2026

**Uji Skala Laboratorium dan Rumah Kaca Uji Efektivitas Biochar dan Bacillus sp.:**

- Melakukan serangkaian percobaan di laboratorium dan rumah kaca untuk menguji efektivitas biochar pelepah pisang dan Bacillus sp.
- Analisis Kandungan Minyak: Menganalisis kandungan minyak pada tanaman kelapa sawit yang diberi perlakuan biochar dan Bacillus sp. dibandingkan dengan kontrol.
- Evaluasi Efektivitas Mikroba: Menguji kemampuan bakteri dalam menghasilkan biosurfaktan2.

## Tahun 2027

**Uji Lapangan Skala Kecil**

- Implementasi di Lapangan: Melakukan uji lapangan skala kecil di lahan kelapa sawit yang memiliki masalah kualitas tanah. Parameter yang diukur meliputi pertumbuhan tanaman, kesehatan tanaman, kualitas tanah, dan kandungan minyak.
- Monitoring Mikroba: Mengamati dan menganalisis aktivitas mikroorganisme dalam tanah setelah aplikasi biochar dan Bacillus sp.8.

## Tahun 2028

**Uji Lapangan Skala Luas dan Analisis Ekonomi**

- Uji Lapangan Skala Luas: Melakukan uji lapangan skala luas melibatkan beberapa lokasi perkebunan kelapa sawit untuk menguji efektivitas dan konsistensi aplikasi biochar dan Bacillus sp. dalam kondisi lapangan yang berbeda.
- Analisis Ekonomi: Melakukan analisis ekonomi untuk mengevaluasi biaya produksi biochar dan Bacillus sp., biaya aplikasi, dan potensi peningkatan pendapatan dari peningkatan hasil panen kelapa sawit

## Tahun 2030

**Komersialisasi**

- Melakukan peluncuran produk biochar dan Bacillus sp. secara resmi ke pasar3
- Penjualan dan Distribusi: Membangun jaringan penjualan dan distribusi yang luas untuk memastikan produk tersedia bagi petani kelapa sawit di berbagai daerah
- Evaluasi dan Pengembangan: Melakukan evaluasi terhadap penjualan dan umpan balik dari pelanggan untuk terus mengembangkan dan meningkatkan kualitas produk

## Tahun 2029

**Persiapan Komersialisasi, Hak paten**

- Pendaftaran Produk: Mempersiapkan semua dokumen dan persyaratan untuk pendaftaran produk biochar dan Bacillus sp. sebagai pupuk organik atau agen bioremediasi3.
- Pengembangan Produk: Mengembangkan produk biochar dan Bacillus sp. yang mudah digunakan dan diaplikasikan oleh petani kelapa sawit
- Menyusun strategi pemasaran yang efektif untuk mempromosikan produk biochar dan Bacillus sp. kepada petani kelapa sawit





Bumitama Gunajaya Agro

# GANTT CHART RISET

No	Kegiatan Riset	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Studi literatur untuk memahami konsep bioremediasi, biochar pelepah pisang, dan <i>Bacillus sp.</i>	█											
2	Pengumpulan bahan penelitian (pelepah pisang, isolat <i>Bacillus sp.</i> , dan sampel tanah)		█										
3	Pembuatan dan karakterisasi biochar dari pelepah pisang		█	█									
4	Isolasi, identifikasi, dan perbanyak kultur <i>Bacillus sp.</i>			█	█								
5	Persiapan media tanam dan pengaturan perlakuan awal untuk uji bioremediasi				█	█							
6	Aplikasi biochar dan <i>Bacillus sp.</i> pada tanah tercemar; pengamatan awal kualitas tanah					█	█						
7	Pemantauan aktivitas mikroba bermanfaat di tanah (populasi mikroba, enzimatik, dll.)						█	█					
8	Analisis perubahan sifat fisik, kimia, dan biologi tanah akibat perlakuan							█	█				
9	Penanaman kelapa sawit pada media yang telah diberi perlakuan								█	█			
10	Pemantauan pertumbuhan kelapa sawit dan pengukuran parameter agronomi									█	█		
11	Pengukuran kandungan minyak (oil content) pada kelapa sawit										█	█	
12	Analisis data hasil penelitian dan penyusunan laporan akhir											█	█



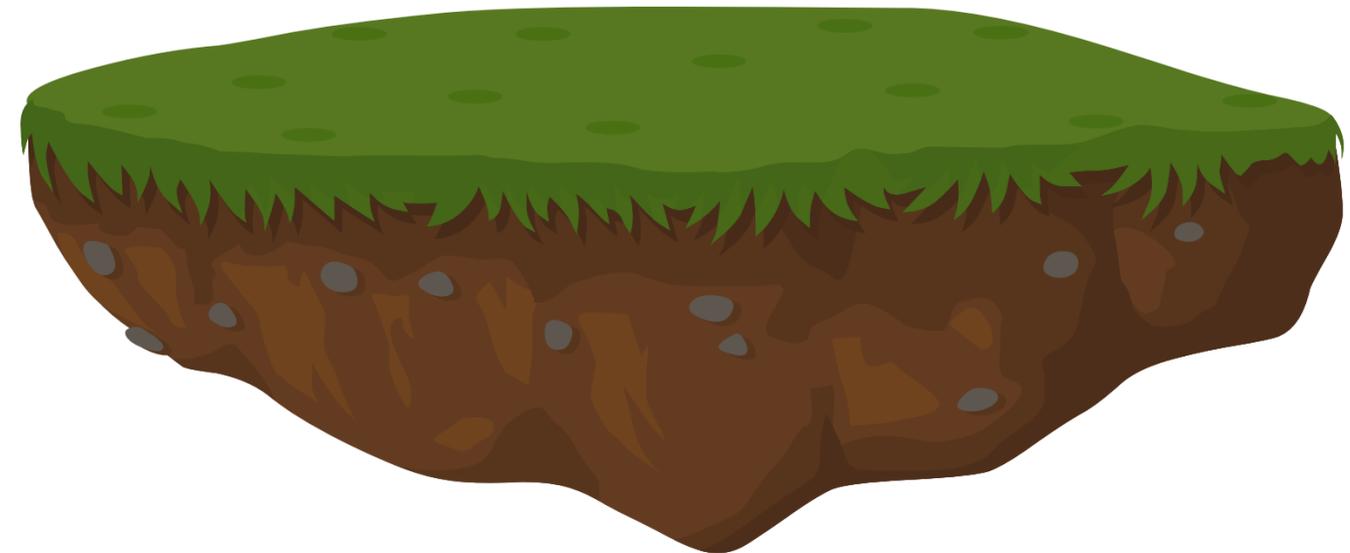
# METODOLOGI RISET



# LUARAN INDIKATOR CAPAIAN

No	Tahapan Riset	Luaran	Indikator Capaian
1	Uji logam berat pada sampel tanah	Diperoleh sampel tanah yang diuji logam berat dengan metode AAS	Diketahui kandungan logam berat tembaga (Cu) dan kadmium (Cd) pada tanah sampel
2	Isolasi <i>Bacillus</i> sp.	Produk isolat	Diperoleh isolat murni
3	Pirolisis pelepah pisang	Produksi biochar	Diperoleh biochar dengan kandungan karbon tinggi
4	Pengomposisian media tanam	Pemberian komposisi biochar	Diperoleh perlakuan terbaik dosis biochar
5	Penanaman kacang tanah	Tanaman tumbuh dan berkembang	Tanaman berhasil melalui fase vegetatif dan generatif
6	Inokulasi <i>Bacillus</i> sp.	<i>Bacillus</i> sp. meremediasi tanah dari kontaminasi logam berat	Diperoleh media dan tanaman dengan kandungan logam berat rendah
7	Pengamatan pertumbuhan	Diketahui karakteristik tinggi tanaman, jumlah	Diperoleh kacang tanah dengan variabel-variabel

	kacang tanah	daun, jumlah polong isi, dan jumlah polong kopong kacang tanah	penelitian yang optimum
8	Uji logam berat tanaman dan media tanam	Diperoleh media tanam dan tanaman kacang tanah yang diuji logam berat dengan metode AAS	Diketahui kandungan logam berat tembaga (Cu) dan kadmium (Cd) yang berkurang dari pengamatan sebelumnya pada media tanam dan tanaman





# RENCANA ANGGARAN RISET

## Biaya Sewa

## 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 <sub>3</sub>	4 kg	100.000	400.000
Polybag	1 kg	50.000	50.000
Molase	5 L	95.000	475.000
Aquades	8 L	95.000	760.000
Spiritus	2 L	180.000	320.000
Alkohol	5 L	150.000	750.000
Pupuk kandang	35 kg	25.000	875.000
Benih kacang tanah	2 kg	100.000	200.000
Kapas	1 pack	27.000	27.000
Kertas reject	1 pack	45.000	45.000
Plastik wrap	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			6.700.000

## Biaya Perjalanan

Ongkos kirim pembelian bahan secara <i>online</i>	28 kali	35.000	980.000
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

UPT Laboratorium UNS	2 hari	300.000	600.000
Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)	2 hari	300.000	600.000
Laboratorium Biologi Tanah FP UNS	2 hari	250.000	500.000
SUB TOTAL			1.700.000

## Lain Lain

Promosi sosial media	4 bulan	100.000	400.000
Kuota internet	4 orang	100.000	400.000
Hand sanitizer	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			1.600.000

**TOTAL Rp 11.640.00**





# DAMPAK RISET (FINANCIAL & NON FINANCIAL)

## FINANCIAL

Pendapatan Penjualan 100 kg biochar perhari dengan harga biochar per kilogram 15.000. Jika Target perusahaan menggunakan Sebanyak 50 kg biochar perhari nya maka  $Rp\ 50\ kg \times 15.000 = Rp\ 1,5\ juta$  dengan penjualan 1 hari dan selama 1 bulan adalah  $Rp\ 1,5\ juta \times 30 = Rp\ 450\ juta$ .

Biaya Operasional kita asumsikan 20% dari pendapatan sewa, yaitu sebesar  $20\% \times Rp.\ 450\ juta = Rp.\ 90\ juta$ . Sehingga Profitnya menjadi  $Rp\ 450\ juta - Rp\ 90\ juta = 360\ juta$

Arus Kas Bersih per Tahun:  $(Rp\ 360\ juta/bulan) \times 12\ bulan = Rp\ 4,32\ miliar$  Periode Pengembalian:  $(Investasi\ Awal) / (Arus\ Kas\ Bersih\ per\ Tahun) = Rp\ 1\ miliar / Rp\ 4,32\ miliar = 0,23\ tahun$  (atau sekitar 2,8 bulan)

Open Innovation BGA Tahun 2025



## NON FINANCIAL

### Lingkungan

1. Penggunaan biochar dari limbah pisang dapat meningkatkan kesuburan tanah. Aplikasi biochar batang pisang dengan dosis 5 ton/ha dapat meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK) tanah secara maksimal
2. Biochar kulit buah pisang dengan dosis 5 ton/ha dapat meningkatkan nilai C-organik tanah secara maksimal karena kandungan potasium, magnesium, sodium, dan fosfor 1. Peningkatan C-organik mempercepat ketersediaan unsur hara
3. Mikroorganisme seperti Bacillus sp. berpotensi dalam bioremediasi limbah cair industri kelapa sawit 2. Proses biodegradasi oleh mikroorganisme dapat merombak senyawa organik menjadi bentuk yang tidak beracun

### Mitigasi Resiko dan Teknologi

- mengidentifikasi strain Bacillus sp. yang tepat dan memastikan bahwa tanaman tersebut bermanfaat dan tidak bersifat patogen terhadap tanaman atau manusia
- Pengujian tanah secara berkala diperlukan untuk membandingkan efektivitas bioremediasi dan memastikan tidak adanya dampak negatif terhadap lingkungan



# Terimakasih

*Open Innovation BGA Tahun 2025*

