



Bumitama Gunajaya Agro

RANCANG BANGUN MIKROBION TERENKAPSULASI UNTUK KESEHATAN TANAH DAN TANAMAN DALAM MENINGKATKAN PRODUKTIFITAS KELAPA SAWIT

Oleh:

- Prof. Pujawati Suryatmana (Mikrobiologi Tanah dan *Bioproses Engineering*, Prodi Magister Bioteknologi, Unpad)
- Prof. Suseno Amien (Pemuliaan dan Rekayas Genetika, Faperta Unpad)
- Prof. Betty Natalie Fitriatin (Mikrobiologi Pertanian, Faperta Unpad)
- Latifah Putri, Ph.D (Kimia Material, Prodi Magister Bioteknologi. Unpad)
- Dr. Mira Ariyanti (Budidayaa tanaman sawit, Faperta Unpad)





ABSTRAK

Kesehatan Tanah dan Tanaman berkaitan erat dengan produktifitas kelapa sawit. Kesehatan Tanah sangat dipengaruhi oleh jumlah dan jensi mikroba, interaksinya, dan interaksi dengan tanaman. Tujuan riset ini adalah (i) mendapatkan inokulan kompatibel, unggul dalam meningkatkan produktifitas sawit dan kesehatan tanah perkenunan sawit, (ii) Inovasi produk inokulan dengan teknologi encapsulasi-microbeads untuk meningkatkan viabilitas dan efektifitas inokulan dan mudah dalam aplikasi, lebih dapat bertahan dalam penyimpanan, (iii) Memperoleh paket “bibit sawit plus”, dan (iv) Memperoleh isolate berfungsi ganda sebagai “micorhyza helper bacteria” (MHB), biofertilizer, PGPR dan biostimulant untuk menyehatkan tanah. Rekayasa mikrobion fungsional unggul spesifik yang terenkapsulasi melalui tahapan seleksi isolat, uji kompatibilitas antar inokulan dan tanaman, formulasi enkapsulasi. Uji Interaksi dan efektifitas mikrobion terenkapsulasi tahap berikutnya yang perlu dianalisis pada stadia pertumbuhan kelapa sawit dari mulai pembibitan sampai panen.



TUJUAN PROJECT

1. Memperoleh Formula konsorsium mikrobion PGPR kompatibel, unggul untuk meningkatkan kesehatan tanah, dan produktifitas kelapa sawit
2. Memperoleh Formula konsorsium PGPR unggul terenkapsulasi spesifik untuk kelapa sawit.
3. Memperoleh mikrobion yang berfungsi sebagai *Micorhyza Helper Bacteria* (MHB)
4. Memperoleh bibit kelapa sawit sehat paket "bibit sawit plus"
5. Memperoleh waktu, stadia, respon genotip terbaik dalam menerapkan mikrobion terenkapsulasi melalui ekspresi karakter pertumbuhan, perkembangan, dan kandungan minyak

JUSTIFIKASI RISET/PROJECT

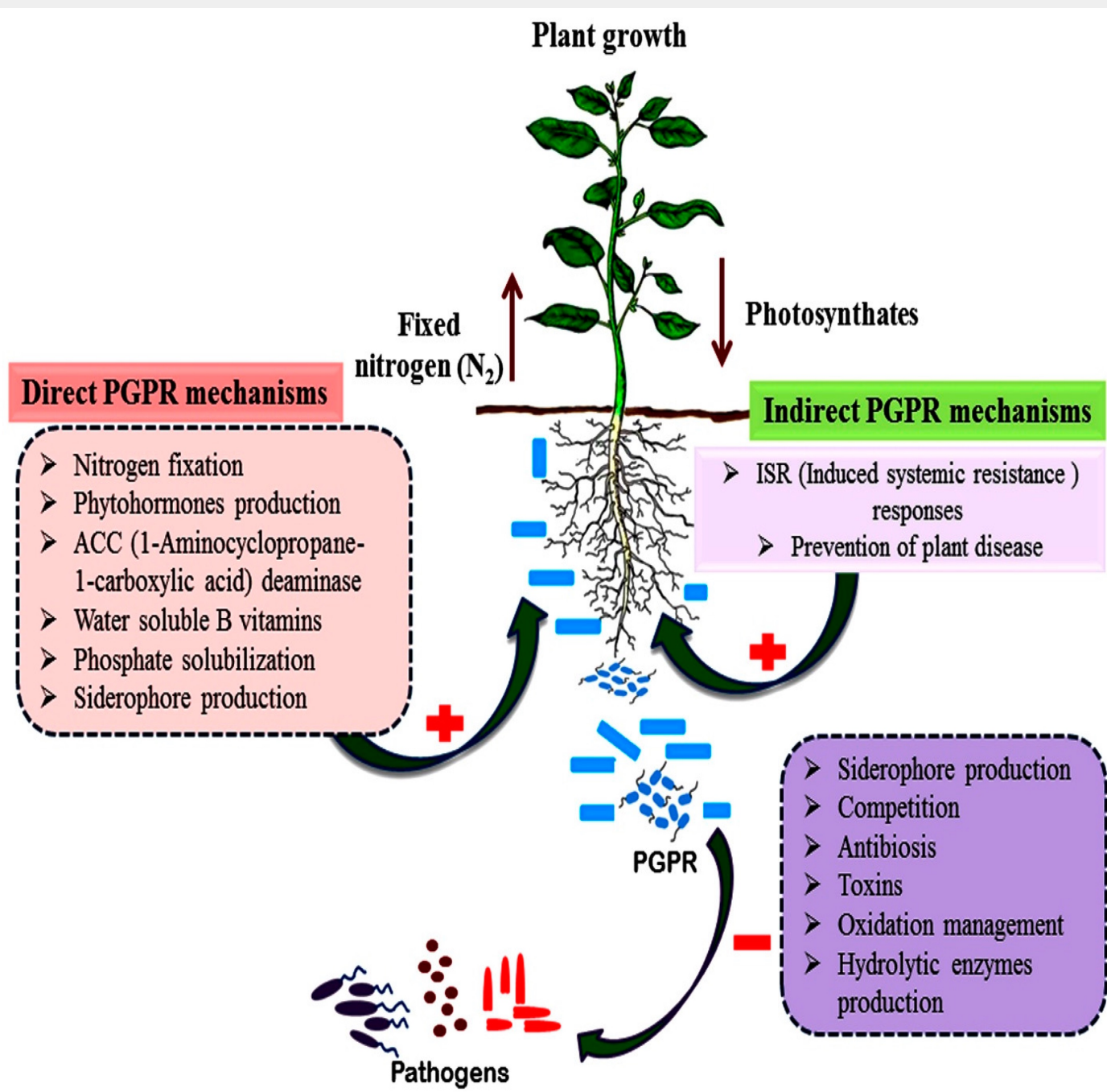


Figure 1. Schematic diagram represents the mechanism of PGPR (plant growth-promoting rhizobacteria). (Chandran et al., 2021)

Beberapa masalah utama dalam pertanian kelapa sawit, seperti pengelolaan lahan yang berkelanjutan, peningkatan kualitas tanah, kontrol penyakit dan hama, serta peningkatan produktivitas dan efisiensi. Upaya-upaya inovatif yang dapat dilakukan selain menggunakan bibit tanaman sawit yang unggul diperlukan menyiapkan kondisi media pertanaman sawit yang optimal.

Salah satu upaya optimalisasi kondisi media tanaman dapat dilakukan melalui teknologi aplikasi mikrobiom fungsional yang unggul.

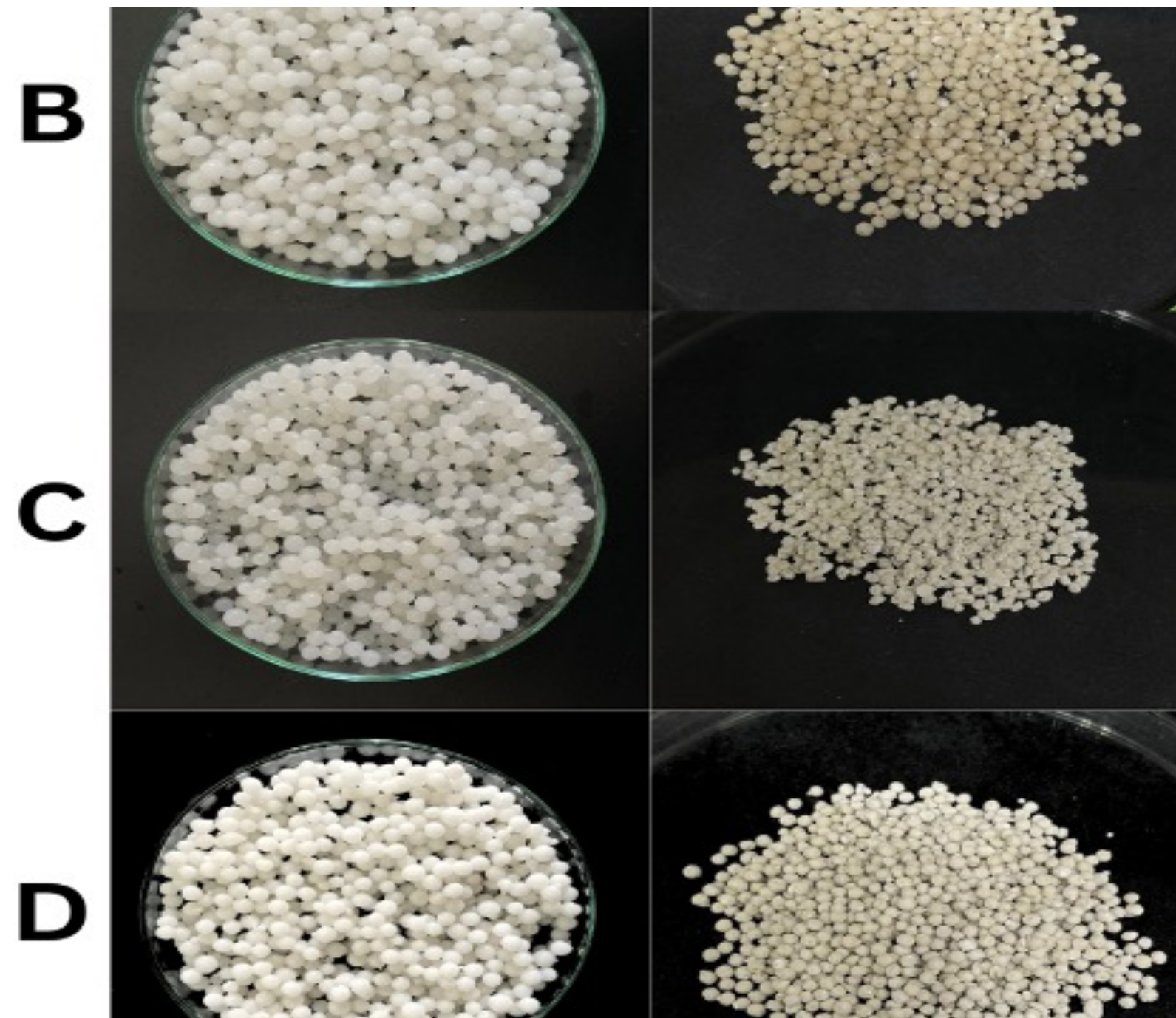
Telah banyak diemukan mikoba fungsioanl seperti kelompok Bakteri pemfiksasai N: *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Frankia*, *Gluconacetobacter*, *Bacillus*, *Rhizobium*, *Azotobacter*, *Azospirillum*, *Frankia*, *Gluconacetobacter*, *Burkholderia*, *Azorhizobium*, *Beijerinckia*, Cyanobacteria (Bhattacharyya & Jha, 2012; Saharan & Nehra, 2011; Zahran, 2001; Govindasamy et al., 2011; Suryatmana et al., 2022); Mikoba pelarut fosfat : *Arthrobacter*, *Burkholderia*, *Enterobacter*, *Microbacterium Pseudomonas*, *Bacillus*, *Erwinia*, *Rhizobium*, *Mesorhizobium*, *Flavobacterium*, *Rhodococcus*, *Serratia* (Podile & Kishore, 2006; Oteino et al., 2015; Suryatmana et al., 2022]; mikoba penghasil fitohormon : *Rhizobium*, *Bradyrhizobium*, *Mesorhizobium*, *Bacillus*, *Pantoea*, *Arthrobacter*, *Azospirillum*, *Pseudomonas*, *Enterobacter*, *Burkholderia*, *Agrobacterium*, *Xanthomonas*, *Azospirillum* (Egamberdieva et al., 2017; Tsukanova et al., 2017; Suryatmana et al., 2022).

Azospirillum sp, *Pseudomonas* sp, *Bacillus subtilis* sebagai mikoba pemfiksasai N, pelarut fosfat dan PGPR yang resisten terhadap cekaman polutan minyak bumi (Suryatmana et al., 2022). Beberapa mikoba pemfiksasai N resisten terhadap Mercury (Hg), mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman Sorgum pada cekaman Hg (Suryatmana et al., 2024) . Namun demikian kunci utama untuk mendapatkan isolate-isolat yang efektif untuk suatu komoditas spesifik seperti kelapa sawit maka beberapa aspek penting perlu diperhatikan.

JUSTIFIKASI RISET/PROJECT

Beberapa aspek yang harus diperhatikan untuk memanfaatkan mikrobiom fungsional adalah (1) mengisolasi isolat-isolat unggul yang memiliki kapasitas fungsional tinggi, seperti kemampuan nitrogenase, produksi fitohormon, kapasitas pelarutan fosfat dan produksi EPS; (2) memilih isolat-isolat yang kompatibel satu sama lain untuk mencegah hambatan pertumbuhan antar isolat, (3). Memilih isolat-isolat yang kompatibel dengan tanaman inang, dalam hal ini tanaman sawit sehingga menghasilkan efektifitas tinggi; (4) menjamin adaptasi isolat-isolat terhadap kondisi lingkungan yang bervariasi; dan (4) mengevaluasi efektivitas isolat-isolat mikrobiom sebagai agensia pupuk hayati yang efektif. Oleh karena itu untuk mendapatkan kriteria dan kinerja isolate yang optimal tersebut perlu melakukan isolasi, seleksi, uji karakteristik fungsional dan produksi metabolit sekunder dan fitohormon, uji kompatibilitas, dan uji efektifitas. Sedangkan untuk meningkatkan viabilitas, dan menjaga viabilitas selama penyimpanan inoculum, serta meningkatkan efektifitasnya diperlukan teknologi yang tepat. Salah satu teknologi yang dapat meningkatkan viabilitas dan efektifitas inokulan adalah teknologi Enkapulasi

Teknologi enkapulasi merupakan teknologi pembuatan inokulan yang paling mudah dilakukan dan efektif dalam meningkatkan viabilitas isolate. Metode yang akan digunakan adalah metode *Encapsulation-Microbeads*. Formula enkapulasi yang akan dipilih adalah bahan enkapsul berbasis organik dan bahan baku yang mengandung fosfat dan kaolinit. Oleh karena itu akan dipilih bahan baku enkapsul yang tersedia melimpah, murah dan efektif sebagai penyangga viabilitas sel. Hal ini dipertimbangkan untuk menekan *cost* selama proses produksi, namun tetap dengan hasil yang maksimal. Beberapa hasil studi formulasi bahan enkapsul yang efektif dan murah telah diuji di laboratorium Biologi Tanah Faperta Unpad.



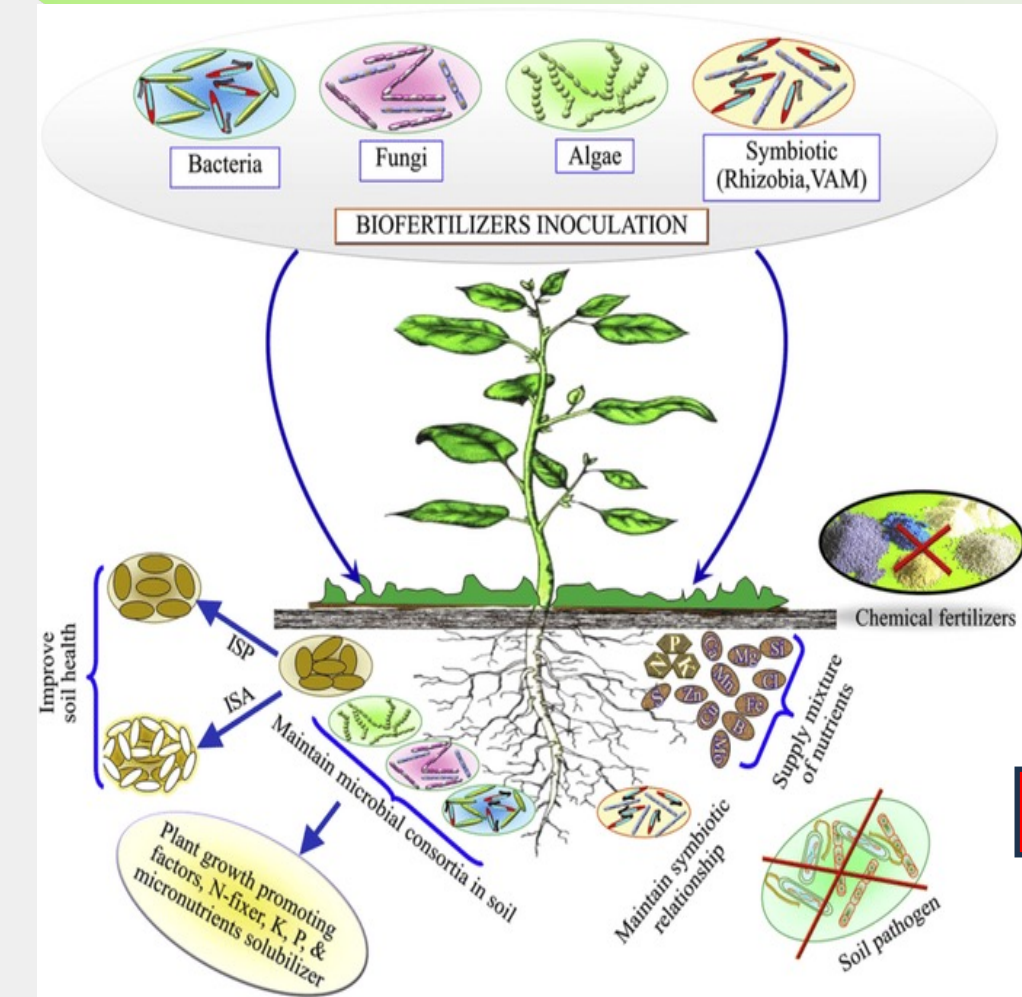
RANCANG BANGUN INOKULAN PGPR BERKUALITAS

Mengenkapsulasi mikroba PGPR dengan menggunakan bahan alami yang mudah terdegradasi (*biodegradable*) dikenal sebagai “Microbeads”

Melalui enkapsulasi dapat meningkatkan stabilisasi seluler PGPR , membantu meningkatkan viabilitas dan daya tahan mikroba (Pandey et al., 2023), karena pada saat aplikasi inokulan di lapangan memiliki proteksi saat fase adaptasi dan inokulan akan lepas dan berkembang secara maksimal ke dalam rizosfir

Material *microbeads* dapat berkontribusi pada perbaikan biodiversitas mikroba fungsional tanah karena menyumbang sumber karbon yang terkandung dalam formula *microbeads*, serta dapat menciptakan lingkungan yang kondusif bagi penyerapan unsur hara oleh akar sawit.

BIG PICTURE RISET/PROJECT



Tahun I (2024)
Isolasi, Screening isolate fungsional, Uji kompatibilitas antar isolates → Isolasi konsorsium Fungsional unggul dan kompatibel

Tahun II (2025)

Rancang bangun Peningkatan mutu Isolat PGPR unggul

1. Rancang bangun Teknologi Enkapsulasi-Microbeads
2. Uji aplikasi pada bibit sawit, menghasilkan “bibit sawit plus “
3. Formula terbaik inokulan PGPR microbeads

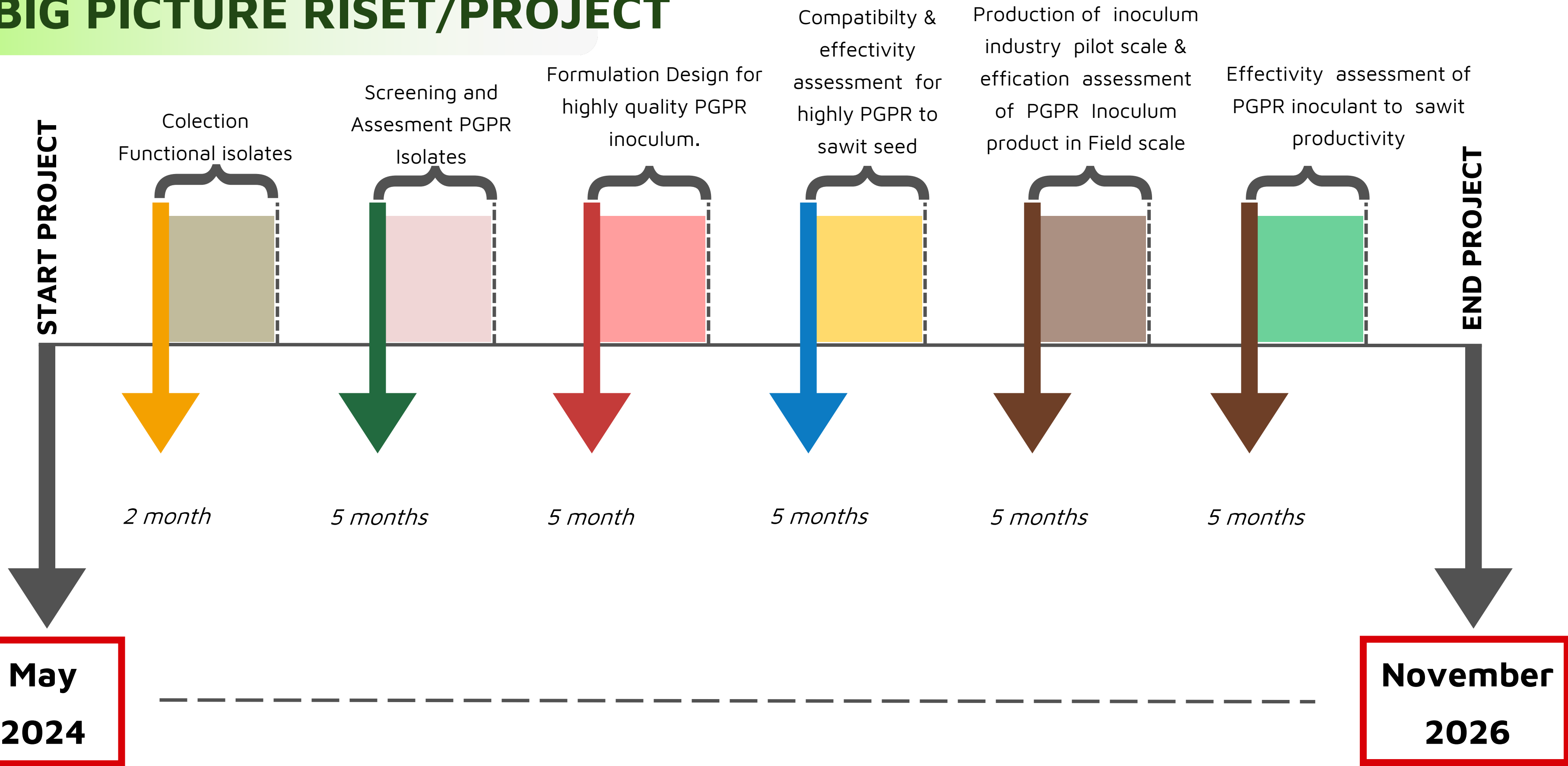
Tahun III (2026)

Implementasi skala industri

1. Produk inokulan microbeads enkapsul: mudah diaplikasikan, efektif, viabilitas tinggi, bertahan lebih lama selama penyimpanan.
2. Diaplikasikan pada sawit skala lapangan
3. Produk Inokulan berperan ganda: biofertilizer, PGPR, biostimulan dan MHB

Gambar 1. Representasi skematik; Pengaruh pupuk hayati terhadap kinerja pertumbuhan tanaman dan kesehatan tanah. [VAM = Mikoriza vesikular-arbuskular, ISP=Meningkatkan porositas tanah, ISA = Meningkatkan agregasi tanah] representation; Influence of biofertilizers on plant growth-performance and soil health. [VAM = Vesicular-arbuscular mycorrhiza, ISP=Increases soil porosity, ISA = Increase soil aggregation]. Peran dan mekanisme mikroba fungsional sebagai pupuk hayati dan PGPR dalam meningkatkan kesuburan dan produktifitas tanaman (Mahmud et al., 2021).

BIG PICTURE RISET/PROJECT



GANTT CHART PELAKSANAAN

Years	2024		2025		2026	
Mount	2	5	5	5	6	4
Activity						
Collection Functional isolates						
Screening and assesment Funktional-PGPR Isolates						
Design & formulation for highly quality PGPR inoculum.						
Compatibility& effectivity Assesment of PGPR inoculum for sawit seed						
Production of inoculum industry pilot scale & efication assesment of PGPR Inoculum product in Field scale						
Effectivity assesment of PGPR inoculant to Sawit productivity						

RAB RISET/PROJECT (BIAYA, MPP, ALAT DAN BAHAN)

Jenis Pengeluaran (2024)	Biaya (Rp.)
Pengadaan Bahan	100.000.000
Jasa Analisis dan peminjaman alat	55.000.000
Honorarium peneliti dan Teknisi lapangan	63.750.000
Perjalanan - Transportasi	30.000.000
Total Biaya	248.750.000

RAB RISET/PROJECT (BIAYA, MPP, ALAT DAN BAHAN)

Jenis Pengeluaran (2025)	Biaya (Rp.)
Pengadaan Bahan	55.000.000
Biaya Rancang bangun alat <i>microbeads pilot scale</i> dan formulasi <i>microbeads</i>	65.000.000
Biaya Uji kompatibilitas dan efektifitas inokulan pada bibit sawit pada beberapa perlakuan.	60.000.000
Honorarium peneliti dan Teknisi lapangan	63.750.000
Perjalanan - Transportasi	35.000.000

RAB RISET/PROJECT (BIAYA, MPP, ALAT DAN BAHAN)

Jenis Pengeluaran (2026)	Biaya (Rp.)
Pengadaan Bahan Produksi inokulan PGPR- microbeads <i>up scaling</i> (peningkatan skala)	65.000.000
Biaya Aplikasi inokulan skala lapangan pada tanaman sawit fase produksi	115.000.000
Honorarium peneliti dan Teknisi lapangan	63.750.000
Perjalanan - Transportasi	55.000.000
Total Biaya	298.750.000

DAMPAK RISET/PROJECT

1. Diperoleh formula konsorsium mikrobiom PGPR yang memiliki karakteristik unggul, kompatibel dengan tanaman sawit, efektif meningkatkan produktifitas sawit.
2. Produksi “bibit sawit plus” yaitu bibit sawit yang telah terinfeksi mikoriza, berasosiasi dengan mikrobiom kompatibel dan efektif, sehingga dalam budidaya selanjutnya pada skala lapang tidak diperlukan pemberian inokulasi pupuk hayati ulang, sehingga akan mengurangi biaya sekitar 25% pada tahapan waktu penanaman.
3. Produksi “bibit sawit plus” dapat dikembangkan secara komersial dan dapat dipasarkan menjadi satu produk “bibit unggul-plus”
4. Produk inokulan unggul ini dapat berperan sebagai MHB (*Mikoriza helper bacteria*) yaitu dapat memacu infeksi dan perkecambahan hifa mikoriza pada akar sawit.
5. Secara ekonomi produk inokulan ini dapat diproduksi secara komersial sebagai produk samping industri sawit dengan keuntungan minimal 50% dari *cost production*
6. Produk Inokulan dengan teknologi *encapsulation-microbeads* ini sangat praktis untuk diaplikasikan dan dapat bertahan lebih panjang selama penyimpanan dengan jumlah populasi yang tetap tinggi.
7. Penggunaan formula inokulan terencapsulasi dapat mengurangi kebutuhan NPK 25-50% kebutuhan secara konvensional, dengan peningkatan hasil panen 20-30%.



Bumitama Gunajaya Agro

**THANK
YOU**
—