

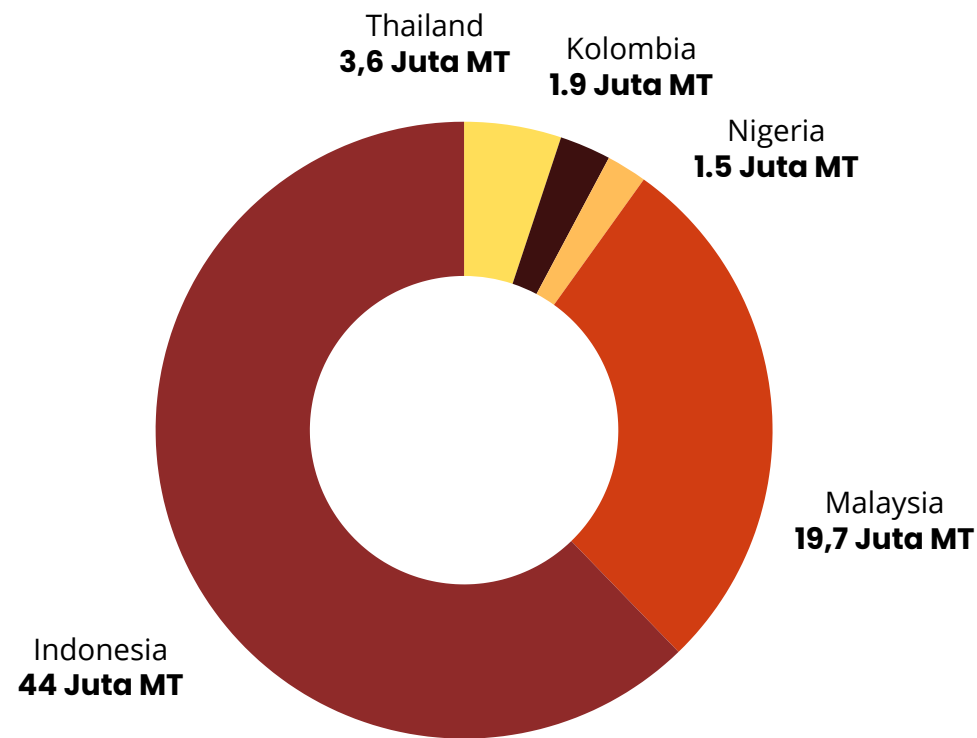


Eskalasi Kandungan Minyak Kelapa Sawit dengan Pendekatan Bioprospektif Mikroba Endofit

Ketua Peneliti :
Irwanto Sucipto S.P., M.Si.

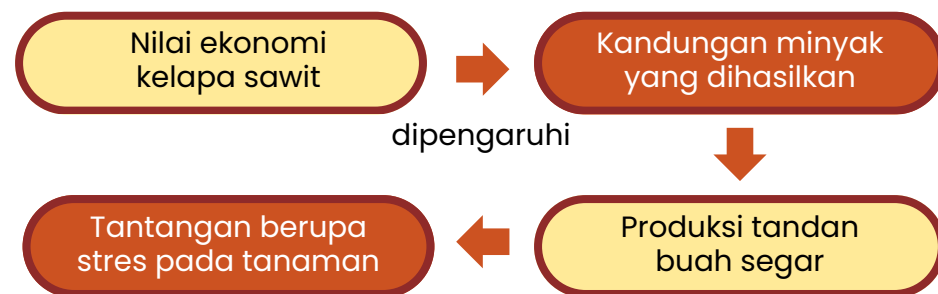
Anggota Peneliti :
Wildan Muhlison, S.P., M.Si.
Wahyu Nurkholis Hadi Syahputra, S.T., M.P., M.Eng., Ph.D. (Cand).
Resa Dwi Arianti
Alma Maynaura Wahyudini
Erin Indriana Rosidah

JUSTIFIKASI PENELITIAN



Data dari **U.S. Departement of Agriculture (USDA)** menunjukkan bahwa per Oktober 2024, **Indonesia menduduki posisi teratas sebagai negara penghasil Crude Palm Oil (CPO) terbesar di dunia** mengalahkan Malaysia dan Thailand, dengan produksi mencapai **44 juta MT (metrik ton)**.

Menurut data **Badan Pusat Statistik**, **luas lahan perkebunan kelapa sawit di Indonesia mencapai 15.345,70 ribu hektar** pada tahun 2023, wilayah paling luas yaitu **Provinsi Riau mencapai 2.869,30 ribu hektar**.



Stres abiotik

- *Water deficit stress*
- Cekaman salinitas
- Curah hujan tinggi

Stres pada tanaman kelapa sawit

Permasalahan

Stres biotik

Serangan Organisme Pengganggu Tanaman (OPT)

Water deficit stress (WDS) memicu penurunan sex ratio karena terbentuknya bunga jantan > bunga betina → jumlah tandan buah menurun → penurunan produksi (Darlan *et al.*, 2016).

Curah hujan tinggi dan cekaman salinitas menyebabkan kematian akar, penutupan stomata, gangguan aktivitas kumbang penyerbuk → mengganggu laju fotosintesis → pembentukan buah menurun → penurunan produktivitas (Muguresan *et al.*, 2017).

Serangan patogen → **basal stem rot (BSR)** yang disebabkan oleh cendawan patogen **Ganoderma boninense** dan **bud rot (BR)** yang disebabkan oleh **Phytophthora palmivora** (Wei *et al.*, 2021). BSR mampu **mengurangi hasil panen hingga 50-80%** (Murphy *et al.*, 2021). Serangan hama → **defoliator** didominasi larva lepidoptera dan **penggerek** didominasi Curculionidae dan Scarabidae (Egonyu *et al.*, 2022)

Mekanisme Mikroba Endofit dalam Meningkatkan Stress Tolerance

Ramli *et al.*, 2016

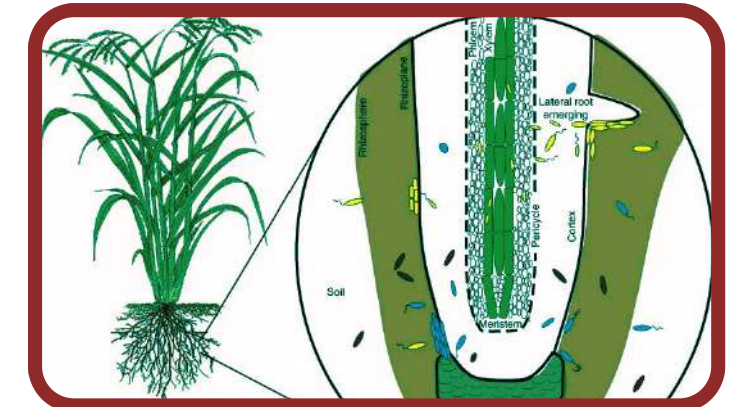
meningkatkan penyerapan nutrisi tanaman dengan memodulasi fitohormon

mengkolonisasi sistem perakaran guna menghambat patogen memperoleh nutrisi

menstimulasi pembentukan akar yang kuat guna serapan nutrisi yang efisien

Pembentukan tandan buah segar (TBS) bertambah sehingga **oil content meningkat**

Gagasan



Pemanfaatan **Endophytic Microbes** sebagai **pupuk hayati** untuk **meningkatkan kandungan minyak (oil content)** pada **kelapa sawit** melalui mekanisme ketahanan terhadap stres tanaman (*stress tolerance*).

Mikroba endofit adalah mikroba yang hidup di dalam tanaman dan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dalam kondisi cekaman dan normal (Afzal *et al.*, 2019)

Urgensi penelitian :

- Mengurangi penggunaan pupuk kimia
- Mengoptimalkan pemanfaatan sumber daya pada tanaman kelapa sawit
- Meningkatkan produktivitas kelapa sawit

TUJUAN PENELITIAN



Mengetahui **potensi mikroba endofit** pada tanaman kelapa sawit sebagai **alternatif produk pupuk hayati**



Untuk **meningkatkan stress tolerance** tanaman

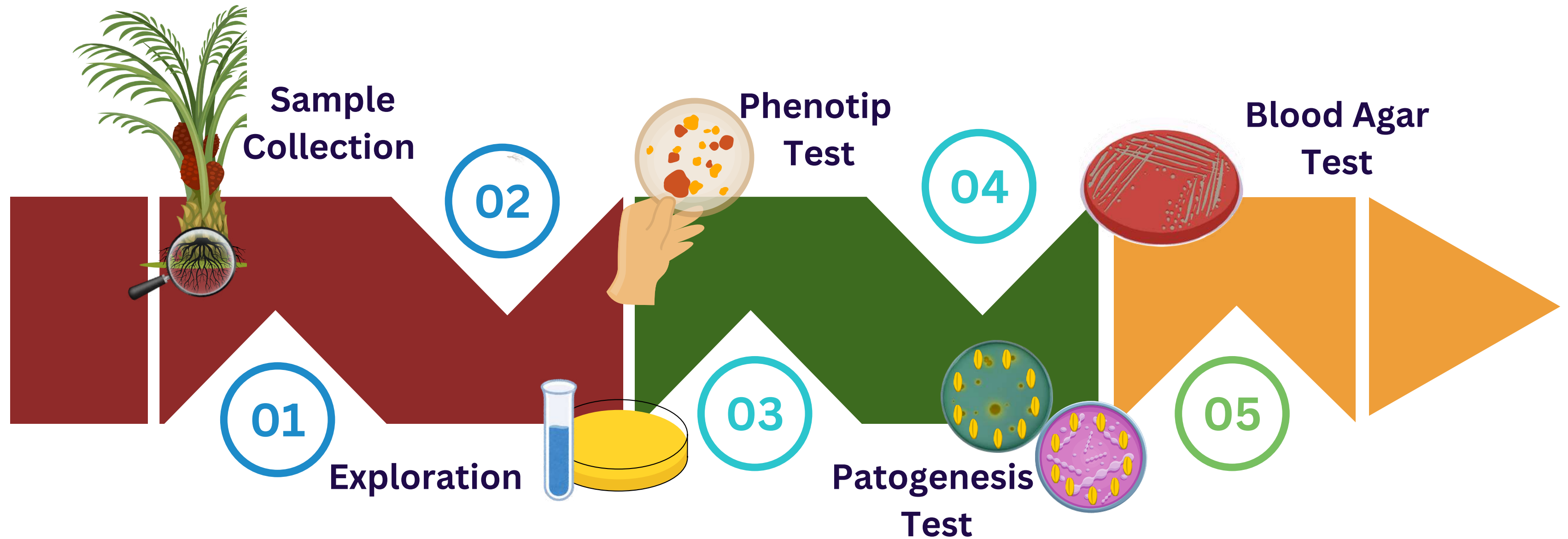


Meningkatkan kandungan minyak (oil content) pada kelapa sawit

Dengan adanya strategi yang berkelanjutan, diharapkan penelitian ini mampu memberikan kontribusi yang nyata dalam mendukung **Good Agricultural Practices** dalam budidaya kelapa sawit.



METODOLOGI PENELITIAN LABORATORIUM



METODOLOGI PENELITIAN LAPANG



Ripe Bunch



Kontrol



Penyemprotan satu x 1 minggu



Penyemprotan satu x 2 minggu

Non Ripe Bunch



Penyemprotan satu x 1 minggu



Penyemprotan satu x 2 minggu

Bunch from Disease Trees



Penyemprotan satu x 1 minggu



Penyemprotan satu x 2 minggu



Unripe



Under ripe



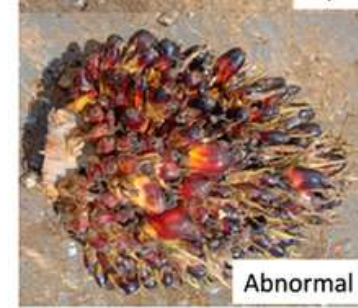
Ripe



Over ripe



Empty



Abnormal

Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali untuk memastikan hasil yang representatif. Proses penyemprotan dilakukan secara rutin hingga masa panen.

pengujian terhadap hasil buah kelapa sawit untuk menilai kualitas dan kuantitas buah. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas konsorsium bakteri endofit dalam meningkatkan produktivitas dan mutu buah kelapa sawit di lapangan.

GHANCART KEGIATAN



Kegiatan	Kuartal 1			Kuartal 2			Kuartal 3			Kuartal 4		
	APR	MEI	JUN	JUL	AGS	SEP	OKT	NOV	DES	JAN	FEB	MAR
Pengambilan sampel												
Eksplorasi endophyte												
Karakterisasi endophyte												
Uji patogenitas												
Uji Blood Agar												
Uji Lapang												
Pengujian minyak												

DETAIL OUTPUT



Mikroba Endophytes



Pemacu pertumbuhan



Meningkatkan Kuantitas Minyak

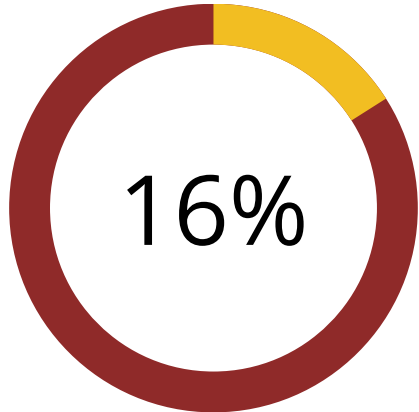


Meningkatkan Kualitas Minyak

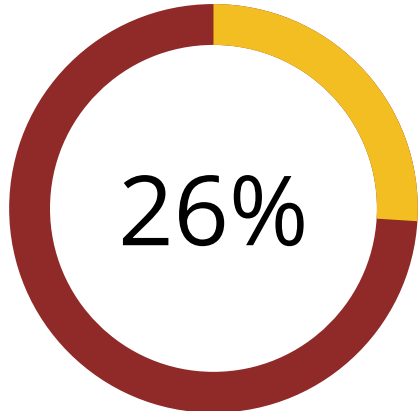
RANCANGAN ANGGARAN BELANJA



1. Honorarium : khusus pembantu peneliti, pembantu lapangan, dll (bukan untuk peneliti)				
Keterangan	Honor	Waktu (jam/minggu)	Unit	Honor
Asisten Peneliti 1	2.000.000	12	OB	24.000.000
Asisten Peneliti 2	2.000.000	12	OB	24.000.000
				-
				-
SUB TOTAL (Rp)				48.000.000
2. Bahan habis pakai				
Keterangan	Volume	Harga satuan	Satuan	Harga Bahan Habis Pakai
Alat				
LAF	1	25.000.000	Unit	25.000.000
Orbital Shaker	1	15.000.000	Unit	15.000.000
Petridish disposable	10	800.000	Box	8.000.000
Botol Selai Kaca	100	5.000	Pcs	500.000
Media				
MEA	2	3.500.000	Botol	7.000.000
TSA	3	2.500.000	Botol	7.500.000
PDA	2	2.500.000	Botol	5.000.000
NA	2	2.500.000	Botol	5.000.000
Plastik tahan panas 2 kg	15	50.000	pak	750.000
Alkohol 96%	10	150.000	Botol	1.500.000
Aquadest	50	40.000	Liter	2.000.000
				-
SUB TOTAL (Rp)				77.250.000



Persentase dari keseluruhan anggaran



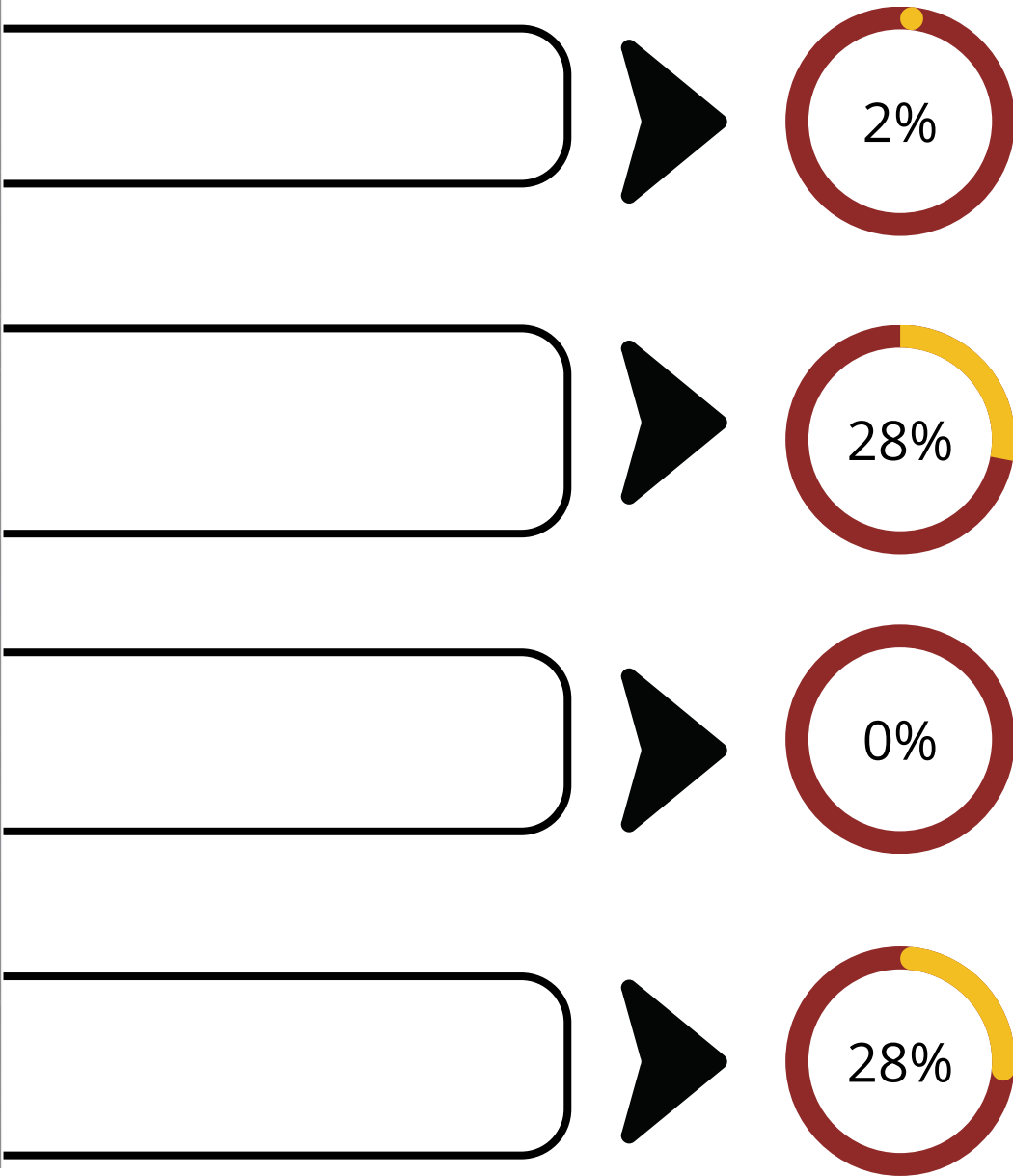
Persentase dari keseluruhan anggaran

RANCANGAN ANGGARAN BELANJA



3. Sewa/ Alat/ Lumpsum				
Keterangan	Volume	Satuan	Harga satuan	Harga Peralatan Lain
Lumpsum (Jember Kalimantan)	21	OK	250.000	5.250.000
SUB TOTAL (Rp)				5.250.000
4. Perjalanan				
Keterangan	Volume	Satuan	Harga satuan	Harga Perjalanan
Tiket Pengambilan Sampel (3 Orang-PP) 3x	9	Pesawat	4.000.000	36.000.000
Tiket Monitoring Riset Lapang (2 Orang-PP) 6 bulan	12	Pesawat	4.000.000	48.000.000
SUB TOTAL (Rp)				84.000.000
5. Biaya operasional lainnya				
Keterangan	Volume	Satuan	Harga satuan	Harga Sewa
				0
SUB TOTAL (Rp)				0
6. Biaya Pengujian				
Keterangan	Volume	Satuan	Harga satuan	Harga Sewa
Lab Analisis (Pengujian LENGKAP Kandungan di Sawit)	30	pcs	2.850.000	85.500.000
				-
				-
SUB TOTAL (Rp)				85.500.000

Persentase dari keseluruhan anggaran



TOTAL ANGGARAN YANG DIUSULKAN

Rp 300.000.000

ANALISIS COST DAN BENEFIT



Kondisi Tanaman	Produktivitas TBS (ton/ha/thn)	Penurunan Produktivitas (%)
Sehat	22	-
Stress ringan	18	18%
Stress sedang	15	32%
Stress berat	12	45%

Asumsi Dasar

Satu hektar diasumsikan 130 pohon

1. Harga Pupuk

Urea : 8.000/kg
SP-36 : 9.000/kg
MOP : 10.000/kg

Kieserite : 7.000/kg
Boron : 25.000/kg
Treatment : 800.000/ha

2. Biaya Tenaga Kerja

150.000/hari/orang (i ha – 1 hari kerja)

3. Transportasi

50.000/hektare/aplikasi



Sawit Sehat

Biaya Pupuk : 6.695.000
Treatment tambahan : –
Biaya Tenaga kerja : 300.000
Biaya Transportasi : 100.000

Sawit Stress

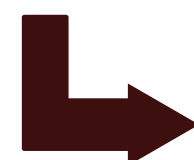
Biaya Pupuk : 9.230.000
Treatment tambahan : 800.000
Biaya Tenaga kerja : 450.000
Biaya Transportasi : 150.000



Perbedaan

On dian et al., 2023); (Cameron et al., 2023)

- 1.penambahan pemupukan 3 x /tahun
- 2.penambahan dosis pupuk
- 3.penambahan treatment seperti Boron, penambahan pestisida, dan perbaikan drainase



kerugian

3,5 juta/ha



Endophytes

ANALISIS COST DAN BENEFIT



Disease plant

TO

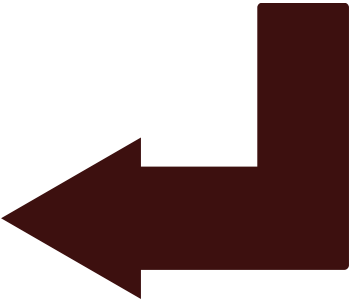


Stressed plant

keuntungan endophytes mampu mengurangi biaya kebutuhan pupuk dan treatment tambahan (sawit stress) karena dapat meningkatkan efisiensi penggunaan hara dan dapat mengurangi stress tanaman

pengurangan pupuk bisa mencapai 25%, peningkatan produktivitas 10 – 20%, mengurangi kebutuhan treatment stress 50% (Hidayat et al., 2018)

Kondisi	Keuntungan tanpa endophytes	Keuntungan dengan endophytes	Penghematan	Peningkatan Keuntungan
Pohon Sehat	47.905.000	55.580.000	175.000	7.675.000
Pohon Stress	28.870.000	38.071.000	1.201.000	11.201.000





DAFTAR PUSTAKA

- Darlan, N. H., Pradiko, I., & Siregar, H. H. (2016). Dampak el nino 2015 terhadap performa tanaman kelapa sawit di bagian selatan sumatera (effect of el nino 2015 on oil palm performance in southeastern part of sumatera). *Jurnal tanah dan iklim*, 40(2), 113-120.
- Egonyu, J. P., Baguma, J., Martínez, L. C., Priwiratama, H., Subramanian, S., Tanga, C. M., ... & Niassy, S. (2022). Global advances on insect pest management research in oil palm. *Sustainability*, 14(23), 16288.
- Afzal, I., Shinwari, Z. K., Sikandar, S., & Shahzad, S. (2019). Plant beneficial endophytic bacteria: Mechanisms, diversity, host range and genetic determinants. *Microbiological research*, 221, 36-49.
- Wei, L., John Martin, J. J., Zhang, H., Zhang, R., & Cao, H. (2021). Problems and prospects of improving abiotic stress tolerance and pathogen resistance of oil palm. *Plants*, 10(12), 2622.
- Murugesan, P., Aswathy, G. M., Kumar, K. S., Masilamani, P., Kumar, V., & Ravi, V. (2017). Oil palm (*Elaeis guineensis*) genetic resources for abiotic stress tolerance: A review. *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 87(5), 571-579.
- Murphy, D. J., Goggin, K., & Paterson, R. R. M. (2021). Oil palm in the 2020s and beyond: challenges and solutions. *CABI agriculture and bioscience*, 2, 1-22.
- Ramli, N. R., Mohamed, M. S., Seman, I. A., Zairun, M. A., & Mohamad, N. (2016). The potential of endophytic bacteria as a biological control agent for Ganoderma disease in oil palm. *Sains Malaysiana*, 45(3), 401-409.
- U.S. Departement of Agriculture (USDA). Diakses dari <https://www.fas.usda.gov/data/production/commodity>, diakses pada tanggal 24 Februari 2025 pada pukul 08.20.
- Cameron et al. (2024). Insidensi dan Keparahan Penyakit Bercak Daun Disebabkan oleh *Curvularia* sp.. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 12(1).
- Ondian Manurung et al. (2023). Aplikasi Pupuk Organik Limbah Kelapa Sawit terhadap Karakteristik Agronomi dan Produksi Tanaman Menghasilkan. *AGROFORETECH*, 1(2).
- Hidayat, F., Rahutomo, S., Farrasati, R., Pradiko, I., Syarovy, M., Sutarta, E. S., & Widayati, W. E. (2018). PEMANFAATAN bakteri endofit untuk meningkatkan keragaan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 26(2), 71-78.

Thank You

PROPOSAL PENELITIAN

Eskalasi Kandungan Minyak Kelapa Sawit dengan Pendekatan Bioprospektif Mikroba Endofit



Peneliti

Irwanto Sucipto S.P., M.Si.

Wildan Muhlison, S.P., M.Si.

Wahyu Nurkholis Hadi Syahputra, S.T., M.P., M.Eng., Ph.D. (Cand).

Resa Dwi Arianti

Alma Maynaura Wahyudini

Erin Indriana Rosidah

Universitas Jember

Februari, 2025

1. JUSTIFIKASI DAN TUJUAN PENELITIAN

1.1 Justifikasi Penelitian

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan tanaman komoditas perkebunan terbesar dengan potensi yang tinggi untuk dibudidayakan di Indonesia. Tanaman ini menjadi penghasil minyak nabati dengan potensi hasil tertinggi per satuan luasnya dibandingkan tanaman penghasil minyak lain seperti jagung dan legum. Proses pengolahan buah kelapa sawit akan menghasilkan produk utama berupa *CPO* (*Crude Palm Oil*), *PK* (*Palm Kernel*), hingga produk sampingan lain seperti tandang kosong, cangkang, dan ampas kelapa sawit. Kandungan minyak yang dihasilkan sangat mempengaruhi nilai ekonomi dari kelapa sawit. Data dari U.S. Departement of Agriculture (USDA) menunjukkan bahwa per Oktober 2024, Indonesia menduduki posisi teratas sebagai negara penghasil *Crude Palm Oil* (CPO) terbesar di dunia mengalahkan Malaysia dan Thailand, dengan produksi mencapai 44 juta MT (metrik ton) [1]. Menurut data Badan Pusat Statistik, luas lahan perkebunan kelapa sawit di Indonesia mencapai 15.345,70 ribu hektar pada tahun 2023, wilayah paling luas yaitu Provinsi Riau mencapai 2.869,30 ribu hektar [2]. Nilai ekonomi kelapa sawit sangat dipengaruhi kandungan minyak yang dihasilkan, dimana tingkat produktivitas tanaman akan mempengaruhi banyaknya kandungan minyak dalam tandan buah segar (TBS). Proses budidaya kelapa sawit sering dihadapkan pada berbagai tantangan yang dapat mempengaruhi produktivitasnya. Tantangan tersebut dapat berupa stres pada tanaman. Stres tanaman merujuk pada kondisi tanaman yang mengalami gangguan, sehingga mempengaruhi kemampuan tanaman untuk tumbuh dan berkembang dalam kondisi normal serta memproduksi secara optimal.

Kondisi stres tanaman yang dapat mengganggu pertumbuhan kelapa sawit yaitu stres biotik dan stres abiotik. Stres biotik merupakan gangguan pada tanaman yang disebabkan oleh serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Serangan OPT pada tanaman kelapa sawit di antaranya adalah *basal stem rot* (BSR) yang disebabkan oleh cendawan patogen *Ganoderma boninense* dan *bud rot* (BR) yang disebabkan oleh *Phytophthora palmivora* [3]. *Basal stem rot* (BSR) atau busuk batang dasar menjadi penyakit serius pada budidaya kelapa sawit dikarenakan mampu mengurangi hasil panen hingga 50-80% [4]. Selain terserang cendawan patogen, beberapa spesies serangga juga menyerang kelapa sawit seperti defoliator yang didominasi oleh larva lepidoptera serta penggerek yang didominasi oleh larva Curculionidae dari genus *Rhynchophorus* dan *Scarabidae* [5]. Serangan OPT secara berkelanjutan dapat menyebabkan stres pada tanaman sehingga mengurangi hasil serta kualitas hasil panen secara signifikan.

Stres abiotik merupakan gangguan pertumbuhan pada tanaman yang disebabkan oleh faktor lingkungan. Beberapa stres abiotik yang dapat terjadi pada tanaman kelapa sawit di antaranya yaitu *water deficit stress* (WDS), cekaman salinitas, serta curah hujan tinggi. *Water deficit stress* (WDS) dapat memicu penurunan *sex ratio* akibat terbentuknya bunga jantan lebih banyak dari bunga betina sehingga jumlah tandan buah berkurang yang berdampak pada penurunan produksi buah [6]. WDS pada tanaman muda akan mengakibatkan keterlambatan panen, sementara itu pada tanaman tua akan berdampak pada penurunan produksi buah hingga 41%, sehingga CPO yang dihasilkan juga akan menurun. Adanya genangan akibat curah hujan yang tinggi juga menyebabkan kerugian, sebab mampu menyebabkan kematian akar dan penutupan stomata sehingga laju fotosintesis pun menurun. Selain itu, curah hujan yang tinggi akan mengganggu aktivitas kumbang penyerbuk *Elaeidobius kamerunicus* sehingga

mengakibatkan berkurangnya proses pembentukan buah. Pembentukan buah pada kelapa sawit yang kurang dari 40% dapat menurunkan rasio ekstraksi minyak, karena berat rata-rata tandan buah serta kandungan minyak di dalamnya rendah [7].

Salah satu pendekatan yang dapat dikembangkan untuk meningkatkan produksi minyak pada kelapa sawit yaitu dengan pemanfaatan mikroorganisme yaitu mikroba endofit. Mikroba endofit merupakan bakteri bermanfaat bagi tanaman yang hidup di dalam tanaman dan mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dalam kondisi cekaman dan normal [8]. Mikroba tersebut memberikan manfaat langsung bagi tanaman inang dengan meningkatkan penyerapan nutrisi tanaman dengan memodulasi fitohormon yang terkait dengan pertumbuhan dan stres tanaman. Kemampuan kolonisasi internal pada sistem perakaran menjadikan mikroba endofit mampu bersaing dengan sistem vaskular untuk menghambat patogen dalam mendapatkan nutrisi dan ruang guna perkembangbiakannya [9]. Dalam menghadapi stres abiotik, mikroba endofit mampu menstimulasi pembentukan akar yang lebih kuat serta serapan nutrisi yang lebih efisien yang berdampak pada peningkatan produksi pada tanaman.

1.2 Tujuan Penelitian

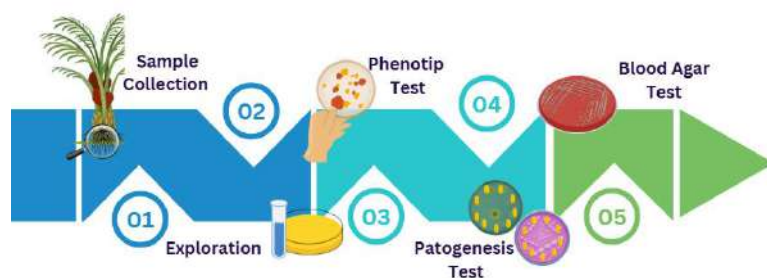
Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan potensi mikroba endofit pada tanaman kelapa sawit sebagai alternatif produk pupuk hayati untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas kandungan minyak (*oil content*) pada kelapa sawit melalui mekanisme peningkatan ketahanan kelapa sawit terhadap stres biotik dan abiotik. Dengan adanya strategi yang berkelanjutan, diharapkan penelitian ini mampu memberikan kontribusi yang nyata dalam mendukung *Good Agricultural Practices* dalam budidaya kelapa sawit.

Urgensi penelitian ini mengangkat permasalahan mengenai stres biotik dan abiotik pada tanaman yang dapat mengganggu pertumbuhan dan produktivitas kelapa sawit yang berdampak pada penurunan *Crude Palm Oil* (CPO) yang dihasilkan. Dengan pemanfaatan mikroba endofit sebagai pupuk hayati tanaman kelapa sawit, proses penyerapan nutrisi tanaman, mekanisme ketahanan tanaman terhadap patogen dan stres dapat ditingkatkan, serta biaya pemupukan dapat ditekan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan melalui beberapa tahapan utama, dimulai dari uji laboratorium yang meliputi pengambilan sampel (*sample collection*), isolasi bakteri endofit (*exploration*), uji fenotip (*phenotype test*), uji patogenitas (*pathogenesis test*), dan uji hemolisis (*blood agar test*) dan uji lapang yaitu penyemprotan serta pengujian minyak.

2.1 Uji Laboratorium



Gambar 1. Tahapan Uji Laboratorium

2.1.1 Pengambilan Sampel (*Sampel Collection*)

Pengambilan sampel akar dilakukan pada pohon kelapa sawit berumur 5-10 tahun di lahan perkebunan kelapa sawit, dengan memilih pohon yang paling produktif dan sehat. Akar yang diambil dipotong menggunakan gunting steril, kemudian dimasukkan ke dalam wadah steril untuk diuji lebih lanjut di laboratorium.

2.1.2 Isolasi Bakteri Endofit (*Exploration*)

Tahap isolasi bakteri endofit diawali dengan pencucian akar menggunakan air mengalir untuk menghilangkan tanah dan sisa kotoran. Akar kemudian ditimbang dan disterilkan menggunakan teknik sterilisasi bertingkat menggunakan alkohol 70% dan larutan NaOCl 3%,. Akar yang telah steril, dikeringkan dengan tisu steril kemudian dilakukan uji sterilisasi menggunakan media bakteri dan cendawan. Jika tidak ada pertumbuhan bakteri dan cendawan, proses dapat dilanjutkan dengan memotong akar menjadi bagian kecil dan diinokulasikan ke dalam media khusus untuk bakteri dan cendawan. Selanjutnya, inokulum dipindahkan ke media khusus bakteri dan cendawan endofit dan diinkubasi selama 24 jam.

2.1.3 Uji Fenotip (*Phenotype Test*)

Karakterisasi bakteri dilakukan secara makroskopis setelah 3-5 hari inkubasi pada media. Parameter yang diamati meliputi bentuk koloni (bulat, tidak beraturan), warna (putih, kekuningan, transparan), elevasi (datar, cembung, berbukit), dan tepi koloni (rata, berombak, tidak beraturan). Selain pengamatan makroskopis, dilakukan pula uji Gram untuk menentukan apakah bakteri tergolong Gram-positif atau Gram-negatif, yang berguna dalam mengidentifikasi jenis bakteri

2.1.4 Patogenitas (*Pathogenesis Test*)

Uji patogenitas dilakukan dengan memurnikan setiap genus bakteri yang terisolasi pada petridish dan diinkubasi selama 24 jam. Setelah pemurnian, benih padi steril ditempatkan pada media yang mengandung bakteri untuk mengamati pertumbuhan benih.

2.1.5 Uji Hemolisis (*Blood Agar Test*)

Selanjutnya, dilakukan uji hemolisis menggunakan media *Blood Agar Plate* (BAP) yang mengandung 5-10% darah domba steril.. Hasil hemolisis diklasifikasikan menjadi tiga jenis: hemolisis beta (zona bening di sekitar koloni akibat lisis total sel darah merah), hemolisis alfa (zona kehijauan karena reduksi hemoglobin menjadi methemoglobin), dan hemolisis gamma (tidak ada perubahan warna atau zona hemolisis karena tidak adanya aktivitas hemolitik). Seluruh tahapan ini bertujuan untuk memperoleh karakterisasi dan identifikasi bakteri endofit secara menyeluruh serta mengevaluasi potensi patogenitasnya terhadap tanaman.

2.2 Uji Lapang



Gambar 2. Tahapan Penyemprotan Mikroba Endofit

Uji lapangan dilakukan di lahan kelapa sawit yang produktif untuk mengamati pengaruh aplikasi konsorsium bakteri endofit terhadap kualitas dan kuantitas hasil buah kelapa sawit. Konsorsium bakteri endofit yang digunakan diperoleh dari hasil isolasi dan pemurnian pada uji laboratorium sebelumnya. Penyemprotan dilakukan secara langsung pada tandan buah kelapa sawit sebagai media utama untuk aplikasi.

Frekuensi perlakuan terdiri dari 7 kelompok perlakuan, yaitu kontrol (tanpa penyemprotan), penyemprotan satu minggu sekali pada tandan matang, tandan mentah, dan tandan pada pohon terserang dan penyemprotan dua minggu sekali pada tandan matang, tandan mentah, dan tandan pada pohon terserang. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali untuk memastikan hasil yang representatif. Proses penyemprotan dilakukan secara rutin selama tiga bulan untuk memberikan waktu yang cukup bagi bakteri endofit berinteraksi dengan tanaman dan menunjukkan pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan produksi buah kelapa sawit.

Setelah periode aplikasi tiga bulan selesai, tandan buah didiamkan atau diinkubasi selama dua minggu tanpa perlakuan tambahan. Setelah masa inkubasi ini berakhir, dilakukan pengujian terhadap hasil buah kelapa sawit untuk menilai kualitas dan kuantitas buah. Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas konsorsium bakteri endofit dalam meningkatkan produktivitas dan mutu buah kelapa sawit di lapangan.

3. RINCIAN KEBUTUHAN BIAYA

1. Honorarium : khusus pembantu peneliti, pembantu lapangan, dll (bukan untuk peneliti)				
Keterangan	Honor	Waktu (jam/minggu)	Unit	Honor
Asisten Peneliti 1	2.000.000	12	OB	24.000.000
Asisten Peneliti 2	2.000.000	12	OB	24.000.000
				-
				-
SUB TOTAL (Rp)				48.000.000
2. Bahan habis pakai				
Keterangan	Volume	Harga satuan	Satuan	Harga Bahan Habis Pakai
Alat				

LAF	1	25.000.000	Unit	25.000.000
Orbital Shaker	1	15.000.000	Unit	15.000.000
Petridish disposable	10	800.000	Box	8.000.000
Botol Selai Kaca	100	5.000	Pcs	500.000
Media				
MEA	2	3.500.000	Botol	7.000.000
TSA	3	2.500.000	Botol	7.500.000
PDA	2	2.500.000	Botol	5.000.000
NA	2	2.500.000	Botol	5.000.000
Plastik tahan panas 2 kg	15	50.000	pak	750.000
Alkohol 96%	10	150.000	Botol	1.500.000
Aquadest	50	40.000	Liter	2.000.000
				-
<i>SUB TOTAL (Rp)</i>				77.250.000
3. Sewa/ Alat/ Lumpsum				
Keterangan	Volume	Satuan	Harga satuan	Harga Peralatan Lain
Lumpsum (Jember Kalimantan)	21	OK	250.000	5.250.000
<i>SUB TOTAL (Rp)</i>				5.250.000
4. Perjalanan				
Keterangan	Volume	Satuan	Harga satuan	Harga Perjalanan
Tiket Pengambilan Sampel (3 Orang-PP) 3x	9	Pesawat	4.000.000	36.000.000
Tiket Monitoring Riset Lapang (2 Orang-PP) 6 bulan	12	Pesawat	4.000.000	48.000.000
<i>SUB TOTAL (Rp)</i>				84.000.000
5. Biaya operasional lainnya				

Keterangan	Volume	Satuan	Harga satuan	Harga Sewa
-	-	-	-	
-	-	-	-	0
SUB TOTAL (Rp)				0
6. Biaya Pengujian				
Keterangan	Volume	Satuan	Harga satuan	Harga Sewa
Lab Analisis (Pengujian LENGKAP Kandungan di Sawit)	30	pcs	2.850.000	85.500.000
				-
				-
SUB TOTAL (Rp)				85.500.000
Total anggaran yang diusulkan (Rp)				300.000.000

4. GANCHART DETAIL KEGIATAN PENELITIAN DAN TARGET OUTPUT

4.1 Ganchart Detail Kegiatan

Kegiatan	Kuartal 1			Kuartal 2			Kuartal 3			Kuartal 4		
	Apr	Mei	Jun	Jul	Ags	Sep	Okt	Nov	Des	Jan	Feb	Mar
Pengambilan sampel												
Eksplorasi endophyte												
Karakterisasi endophyte												
Uji patogenitas												
Uji blood agar												
Uji Lapang												
Pengujian minyak												

4.2 Target dan Output Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan pupuk hayati berbasis mikroba endofit yang berpotensi dalam mendukung pertumbuhan tanaman kelapa sawit. Melalui pemanfaatan mikroba endofit, penelitian ini diharapkan mampu meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman, sehingga menghasilkan tandan buah dengan kuantitas dan kualitas yang lebih baik. Target akhir dari penelitian ini adalah menghadirkan produk pupuk hayati yang dapat digunakan secara efektif untuk meningkatkan kualitas dan kuantitan panen kelapa sawit secara berkelanjutan.

5. ANALISIS COST DAN BENEFIT

5.1 Produksi dan analisis kerugian sawit sehat dan kelapa sawit stress

Asumsi Dasar

Luas Lahan	:	1 ha terdapat 150 pohon
Umur tanaman	:	4 – 8 tahun (fase produktif)
Produktivitas Kelapa Sawit	:	20 – 25 ton
Produktivitas Kelapa sawit	:	Penurunan 20 – 50%

Kondisi Tanaman	Produksi TBS (ton/ha/tahun)	Penurunan Produksi (%)
Sawit Sehat	22	-
Sawit Stress Ringan	18	18%
Sawit Stress Sedang	15	32%
Sawit Stress Berat	12	45%

Jika harga TBS di tingkat rata – rata (asumsi **Rp. 2.500/kg = Rp.2.500.000/ton**), maka:

1. sawit sehat: 22 ton x Rp. 2.500.000 = Rp.55.000.000/ha/tahun
2. sawit stress ringan: 18 ton x Rp. 2.500.000 = Rp. 45.000.000/ha/tahun

Jadi, pada sawit stress sedang kerugian bisa mencapai Rp. 10.000.000 (minimal)

5.2 Analisis keuntungan penggunaan endophytes

Treatment Umum

Komponen	Sawit Sehat (Rp.)	Sawit Stress (Rp.)
Biaya pupuk	6.695.000	9.230.000
Treatment tambahan	-	800.000
Tenaga kerja	300.000	450.000
Biaya transportasi	100.000	150.000
Total Biaya	7.095.00	10.630.000

Uraian

Informasi umum

Urea	Rp. 8.000/kg
SP-36	Rp. 9.000/kg
MOP	Rp. 10.000/kg
Kieserite	Rp. 7.000/kg
Boron	Rp. 25.000/kg
Tenaga Kerja	Rp. 150.000/hari/orang
Transportasi	Rp. 50.000/ha/aplikasi

Sawit sehat (pemupukan 2 x dalam setahun)

1. Kebutuhan pupuk/ha		Tanpa Endophytes	Dengan Endophytes
Urea : 2kg x 130 = 260kg	X 8.000	Rp. 2.080.000	Rp. 1.560.000
Sp-36 : 1,5 x 130 = 195kg	X 9.000	Rp. 1.755.000	Rp. 1.314.000
MOP : 1,5kg x 130 = 195kg	X 10.000	Rp. 1.950.000	Rp. 1.460.000
Kieserite : 1kg x 130 = 130kg	X 7.000	Rp. 910.000	Rp. 686.000
Total biaya pupuk		Rp. 6.695.000	Rp. 5.020.000
2. Biaya tenaga kerja dan transpor			
Tenaga kerja 2 hari	X 150.000	Rp. 300.000	Rp. 300.000
Transport 2 hari	X 50.000	Rp. 100.000	Rp. 100.000
Total biaya tambahan		Rp. 400.000	Rp. 400.000
Total		Rp. 7.095.000	Rp. 6.920.000

Sawit stress (pemupukan 3 x dalam setahun [10]; [11])

1. Kebutuhan pupuk/ha		Tanpa Endophytes	Dengan Endophytes
Urea : 2,5kg x 130 = 325kg	X 8.000	Rp. 2.600.000	Rp. 1.952.000
Sp-36 : 2 x 130 = 260kg	X 9.000	Rp. 2.340.000	Rp. 1.755.000
MOP : 2kg x 130 = 260kg	X 10.000	Rp. 2.600.000	Rp. 1.950.000
Kieserite : 1,5kg x 130 = 195kg	X 7.000	Rp. 1.365.000	Rp. 1.022.000
Boron : 0,1 x 130 = 13kg	X 25.000	Rp. 325.000	Rp. 250.000
Total biaya pupuk		Rp. 9.230.000	Rp. 6.929.000
2. Treatment			
Pengendalian hama	X 500.000	Rp. 500.000	Rp. 250.000
Perbaikan drainase	X 300.000	Rp. 300.000	Rp. 150.000
Total biaya treatment		Rp. 800.000	Rp. 400.000
3. Biaya tambahan			
Tenaga kerja 3 hari	X 150.000	Rp. 450.000	Rp. 450.000
Transport 3 hari	X 50.000	Rp. 150.000	Rp. 150.000
Total biaya tambahan		Rp. 600.000	Rp. 600.000
Total		Rp. 10.630.000	Rp. 9.429.000

Note untuk Treatment Endophytes

Penggunaan bakteri endophytes dapat [12]:

1. mengurangi penggunaan pupuk sebanyak **25%**
2. mengurangi kebutuhan treatment **50%**
3. meningkatkan produksi TBS **25%**

Anggap biaya pembuatan konsorsium endophytes 1.500.000

Sawit sehat

Komponen	Tanpa endophytes	Dengan endophytes	Penghematan/ Tambahan Laba
Biaya pemupukan dan tambahan	Rp. 7.095.000	Rp. 6.920.000	Rp.175.000
Produksi	22 ton/ha/tahun	25 ton/ha/tahun	3 ton
Hasil jual	Rp. 55.000.000	Rp. 62.500.00	Rp. 7.500.000
Laba	Rp. 47.905.000	Rp. 55.580.000	Rp. 7.675.000

Sawit stres

Komponen	Tanpa endophytes	Dengan endophytes	Penghematan/ Tambahan Laba
Biaya pemupukan dan tambahan	Rp. 10.630.000	Rp. 9.429.000	Rp.1.201.000
Produksi	15 ton/ha/tahun	19 ton/ha/tahun	4 ton
Hasil jual	Rp. 38.071.000	Rp. 47.500.000	Rp. 9.429.000
Laba	Rp. 26.870.000	Rp. 38.071.000	Rp. 11.201.000

Perbandingan

Kondisi	Laba tanpa endophytes (Rp.)	Laba dengan endophytes (Rp.)	Peningkatan keuntungan (Rp.)	Penghematan biaya (Rp.)
Sawit Sehat	Rp. 47.905.000	Rp. 55.580.000	Rp. 7.675.000	Rp.175.000
Sawit Stres	Rp. 26.870.000	Rp. 38.071.000	Rp. 11.201.000	Rp.1.201.000

Referensi

- [1] U.S. Departement of Agriculture (USDA). Diakses dari <https://www.fas.usda.gov/data/production/commodity>, diakses pada tanggal 24 Februari 2025 pada pukul 08.20.
- [2] Badan Pusat Statistik. 2023. Luas Tanaman Perkebunan Menurut Provinsi (Ribu Hektar) Tahun 2023. Diunduh 25 Mei 2025 dari bps.go.id.
- [3] Wei, L., John Martin, J. J., Zhang, H., Zhang, R., & Cao, H. 2021. Problems and prospects of improving abiotic stress tolerance and pathogen resistance of oil palm. *Plants*, 10(12), 2622.

- [4] Murphy, D. J., Goggin, K., & Paterson, R. R. M. 2021. Oil palm in the 2020s and beyond: challenges and solutions. *CABI agriculture and bioscience*, 2, 1-22.
- [5] Egonyu, J. P., Baguma, J., Martínez, L. C., Priwiratama, H., Subramanian, S., Tanga, C. M., ... & Niassy, S. 2022. Global advances on insect pest management research in oil palm. *Sustainability*, 14(23), 16288.
- [6] Darlan, N. H., Pradiko, I., & Siregar, H. H. 2016. Dampak el nino 2015 terhadap performa tanaman kelapa sawit di bagian selatan sumatera (effect of el nino 2015 on oil palm performance in southeastern part of sumatera). *Jurnal tanah dan iklim*, 40(2), 113-120.
- [7] Murugesan, P., Aswathy, G. M., Kumar, K. S., Masilamani, P., Kumar, V., & Ravi, V. 2017. Oil palm (*Elaeis guineensis*) genetic resources for abiotic stress tolerance: A review. *The Indian Journal of Agricultural Sciences*, 87(5), 571-579.
- [8] Afzal, I., Shinwari, Z. K., Sikandar, S., & Shahzad, S. 2019. Plant beneficial endophytic bacteria: Mechanisms, diversity, host range and genetic determinants. *Microbiological research*, 221, 36-49.
- [9] Ramli, N. R., Mohamed, M. S., Seman, I. A., Zairun, M. A., & Mohamad, N. 2016. The potential of endophytic bacteria as a biological control agent for Ganoderma disease in oil palm. *Sains Malaysiana*, 45(3), 401-409.
- [10] Ondian Manurung et al. (2023). Aplikasi Pupuk Organik Limbah Kelapa Sawit terhadap Karakteristik Agronomi dan Produksi Tanaman Menghasilkan. *AGROFORETECH*, 1(2).
- [11] Cameron et al. (2024). Insidensi dan Keparahan Penyakit Bercak Daun Disebabkan oleh *Curvularia* sp.. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*, 12(1).
- [12] Hidayat, F., Rahutomo, S., Farrasati, R., Pradiko, I., Syarovy, M., Sutarta, E. S., & Widayati, W. E. (2018). PEMANFAATAN bakteri endofit untuk meningkatkan keragaan bibit kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *Jurnal Penelitian Kelapa Sawit*, 26(2), 71-78.