

**“Aplikasi Teknologi Precise Editing
Genome (PGE) CRISPR untuk
Menghasilkan Tanaman Kelapa
Sawit Non-GMO dengan
Kandungan Asam Linoleat Tinggi”**

**Project Leader : Dr. Ir. TEUKU TAJUDDIN, M.Sc
(PR Botani Terapan, ORHL, BRIN)**

**Team Project : 1. Devit Purwoko, M.Si (PRBT ORHL BRIN);
2. Gemilang Rahmadara, S.Si (PRBT ORHL BRIN);
3. Dr. Sri Koerniati (PRRG ORHL BRIN);
4. Karyanti, M.Si (PR Perkebunan ORPP BRIN);
5. Syahnada Jaya Syaifullah, Ph.D (Postdoc BRIN)**





TUJUAN RISET

- 1. Meningkatkan Kandungan Asam Linoleat dalam Minyak Sawit:** Menggunakan teknologi CRISPR-aktivator untuk mengedit gen FAD2 dalam protoplas sawit dan atau menggunakan CRISPR-Cas9 untuk menghambat kerja gen penyandi Oleyl-ACP Thioesterase sehingga meningkatkan konversi asam oleat menjadi asam linoleat.
- 2. Mengembangkan Protokol Editing Genom yang Efisien:** Menyempurnakan metode penyuntingan genom langsung pada protoplas sawit, dan dengan mediasi *Agrobacterium*.
- 3. Menganalisis Dampak Nutrisi dan Ekonomi:** Menilai peningkatan nilai gizi minyak sawit hasil editing genom serta potensi dampak ekonominya terhadap industri minyak sawit.





JUSTIFIKASI RISET

Minyak sawit merupakan salah satu minyak nabati yang paling banyak digunakan di dunia, memberikan kontribusi signifikan terhadap perekonomian negara-negara produsen, termasuk Indonesia. Namun, profil nutrisi minyak sawit sering menjadi perhatian karena tingginya kandungan asam lemak jenuh, khususnya asam palmitat, yang dikaitkan dengan risiko penyakit kardiovaskular. Di sisi lain, asam linoleat (LA), yang merupakan asam lemak tak jenuh ganda (PUFA) omega-6 esensial, dikenal memiliki manfaat kesehatan, seperti menurunkan kolesterol LDL dan meningkatkan kesehatan jantung. Perbaikan kandungan asam linoleat dalam minyak sawit melalui penyuntingan genom dapat meningkatkan nilai nutrisinya, membuatnya lebih kompetitif di pasar global dan menjawab kekhawatiran kesehatan masyarakat.

Teknik pemuliaan dan modifikasi genetik yang ada sebelumnya memiliki keterbatasan dalam menargetkan gen-gen spesifik yang bertanggung jawab atas biosintesis asam lemak. Teknologi *precise gene editing* (PGE) seperti CRISPR-Cas9 menawarkan pendekatan revolusioner untuk penyuntingan genom, memungkinkan modifikasi yang tepat tanpa melibatkan DNA asing. Teknik editing ini memungkinkan peneliti menghindari kendala dalam pengurusan regulasi tanaman jenis baru yakni terkait dengan organisme hasil rekayasa genetika (GMO). Adapun skenario editingnya dapat menargetkan gen-gen kunci dalam jalur biosintesis asam lemak, seperti gen *FAD2* (fatty acid desaturase 2), yang mengubah asam oleat menjadi asam linoleat. Peningkatan ekspresi gen *FAD2* diharapkan akan meningkatkan produksi asam linoleat. Dan atau menekan ekspresi gen penyandi *Oleyl-ACP Thioesterase* sehingga produksi asam oleat terhambat dengan hasil akhir yang sama yakni produksi asam linoleat meningkat.





JUSTIFIKASI RISET

Penggunaan protoplas untuk penyampaian CRISPR sebagai alternatif transformasi yang dimediasi oleh *Agrobacterium*. Transformasi via protoplas menyederhanakan proses dan mengurangi risiko perubahan genom yang tidak diinginkan. Pendekatan ini sejalan dengan permintaan yang semakin meningkat terhadap teknik perbaikan genetik presisi dan berkelanjutan dalam pertanian.

Penelitian ini memiliki potensi untuk:

- Meningkatkan nilai gizi minyak sawit, sehingga dapat bersaing dengan minyak nabati lain yang lebih sehat seperti minyak zaitun atau minyak bunga matahari.
- Memberikan solusi berkelanjutan untuk meningkatkan kualitas minyak sawit tanpa perlu perluasan lahan pertanian.
- Mengurangi ketergantungan pada impor minyak nabati tinggi PUFA, sehingga mendukung ketahanan pangan nasional.
- Memperkuat posisi Indonesia sebagai produsen minyak sawit terbesar dunia dengan produk bernilai tambah tinggi.





BIG PICTURE RISET

	2025	2026	2027
LUARAN	<ol style="list-style-type: none">1. Konstruksi Plasmid2. Kalus Embriogenik dengan Gen Diduga Teredit	<ol style="list-style-type: none">1. Prototipe Kalus Embriogenik Transforman	<ol style="list-style-type: none">1. Plantlet mutan2. Hasil perbanyakan plantlet mutan
BIAYA	Rp. 270.000.000,-	Rp. 300.000.000,-	Rp. 100.000.000,-





METODOLOGI RISET

Penelitian ini akan dilakukan dalam tiga tahap utama:

1. Identifikasi dan Desain Guide RNA (gRNA):

- Mengidentifikasi urutan dan informasi detil gen FAD2 dan Oleoyl-ACP Thioesterase pada genom kelapa sawit menggunakan database genom (NCBI, PalmXplore).
- Merancang gRNA yang spesifik untuk target gen FAD2 dan Oleoyl-ACP Thioesterase menggunakan alat in silico seperti CRISPRdirect atau CHOPCHOP.

2. Isolasi dan Transformasi dengan protoplas dan mediasi Agrobacterium:

- Produksi kalus embriogenik kelapa sawit (Kami usul menggunakan bahan kalus milik PT BGA).
- Menggunakan metode protoplas dan Agrobacterium-mediated transfection untuk mengirimkan kompleks CRISPR ke dalam kalus embriogenik.

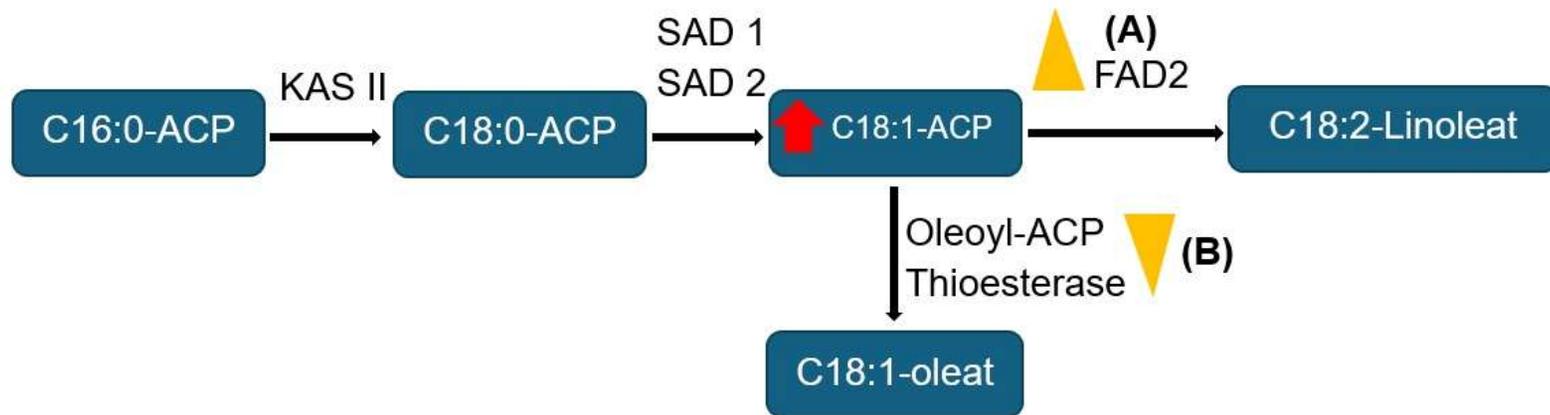
3. Seleksi dan Analisis Mutan:

- Menyeleksi sel yang berhasil diubah menggunakan penanda seleksi seperti GFP (Green Fluorescent Protein).
- Monitoring ekspresi gen FAD2 dan Oleoyl-ACP Thioesterase dan profil asam lemak menggunakan teknik qPCR dan GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry).





METODOLOGI RISET



Biosintesis asam oleat dan linoleat dan strategi penyuntingan genetik untuk: (B) menurunkan ekspresi gen penyandi oleoyl-ACP thioesterase agar C18: 1-ACP menumpuk karena tidak diubah menjadi C18: 1-oleat dan (A) meningkatkan ekspresi gen *FAD2*. Tujuan akhir dari editing ini agar produksi C18:2-linoleat meningkat





GANTT CHART RISET

No.	Kegiatan	Tahun 1											
		Bulan ke-											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Desain gRNA					■	■	■	■				
2.	Konstruksi & verifikasi plasmid							■	■	■			
3.	Transformasi Agrobacterium									■	■	■	■
4.	Transformasi Protoplas									■	■	■	■
5.	Laporan Akhir												■

No	Kegiatan	Tahun 2											
		Bulan ke-											
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1.	Transformasi Agrobacterium	■	■										
2.	Transformasi Protoplas	■	■										
3.	Seleksi dan kultur sel		■	■	■	■	■						
4.	Analisis deletion					■	■	■	■	■			
5.	Analisis hasil sekuensing genomik									■	■	■	■
6.	Laporan Akhir & Publikasi hasil											■	■





LUARAN RISET

Tahun 1

1. Konstruksi Plasmid
2. Kalus Embriogenik dengan Gen Diduga Teredit

Tahun 2

1. Prototipe Kalus Embriogenik Transforman
2. Tunas in vitro mutan





RENCANA ANGGARAN RISET

No.	Uraian	Jumlah (Rp.)
1.	Bahan Genome Editing	150.000.000,-
2.	Bahan Kultur Jaringan	70.000.000,-
3.	Bahan Transformasi Protoplas & Agrobacterium	50.000.000,-
	TOTAL	270.000.000,-





DAMPAK RISET (FINANCIAL & NON FINANCIAL)

1 Dampak Ekonomi

- Peningkatan nilai jual minyak sawit dengan kandungan LA tinggi dapat meningkatkan pendapatan ekspor sebesar 10-15%.
- Mengurangi biaya impor minyak nabati tinggi PUFA seperti minyak bunga matahari.

2 Dampak Sosial dan Kesehatan

- Minyak sawit yang lebih sehat dapat mengurangi prevalensi penyakit kardiovaskular di masyarakat.
- Meningkatkan kesadaran akan pentingnya nutrisi berbasis minyak nabati.

3 Dampak Lingkungan

- Mengurangi tekanan pada lahan pertanian dengan meningkatkan nilai gizi minyak sawit tanpa perlu ekspansi lahan.





Terimakasih

Open Innovation BGA Tahun 2025

