

**Polimer bercetakan molekul
berbasis *carboxymethyl cellulose*
(CMC) sebagai sistem pelepasan
terkontrol Biotin untuk optimasi
aktivitas *Acetyl-CoA carboxylase*
dalam biosintesis minyak sawit**

Project Leader :

Prof. Ir. Muhammad Ali Zulfikar, Ph.D. IPP.

Team Project :

Prof. Dessy Natalia, Ph.D
Dr. Handajaya Rusli, M.Si.
Dr. Nurrahmi Handayani, M.Si.



TUJUAN RISET

- **Sintesis MIP berbasis CMC** sebagai sistem pelepasan terkontrol Biotin guna meningkatkan biosintesis minyak sawit.
- **Meneliti efektivitas MIP-CMC** dalam mengontrol pelepasan Biotin secara perlahan dan berkelanjutan.
- **Melakukan karakterisasi material MIP-CMC** untuk memastikan stabilitas, daya serap, dan efektivitas dalam mengikat serta melepaskan Biotin.
- **Menguji kinerja MIP-CMC di lapangan** dengan mengukur peningkatan kadar lipid menggunakan metode GC-MS atau HPLC.
- **Menganalisis ekspresi gen ACCase** menggunakan metode **qPCR**, untuk mengonfirmasi pengaruh Biotin terhadap regulasi enzim biosintesis minyak
- **Mengevaluasi dampak ekonomi dan lingkungan** dari penerapan teknologi MIP-CMC dalam industri sawit.

JUSTIFIKASI RISET

Latar belakang masalah

- **Produksi minyak sawit masih belum mencapai efisiensi maksimal**, terutama dalam proses biosintesis lipid di mesocarp buah sawit.
- **Acetyl-CoA Carboxylase (ACCase)** adalah enzim utama dalam biosintesis asam lemak, yang mengubah Acetyl-CoA menjadi Malonyl-CoA sebagai prekursor utama minyak.
- **Aktivitas ACCase sangat bergantung pada ketersediaan Biotin (Vitamin B7) sebagai kofaktor**, namun ketersediaannya dalam jaringan tanaman sering kali menjadi faktor pembatas.
- **Belum ada teknologi pelepasan terkontrol Biotin yang dapat meningkatkan aktivitas ACCase secara optimal**, sehingga produksi minyak masih di bawah potensi maksimal.

Biotin telah dikenal sebagai **kofaktor esensial untuk ACCase**, enzim kunci dalam biosintesis asam lemak. Penelitian menunjukkan bahwa suplementasi biotin dapat meningkatkan aktivitas ACCase, yang berkontribusi pada peningkatan sintesis asam lemak (Saldana et al., 2004).



MIP telah disintesis dan memiliki kemampuan yang efektif dalam mengisolasi dan mendeteksi Biotin serta biomolekul yang terbiotinilasi (Aissa et al., 2017)

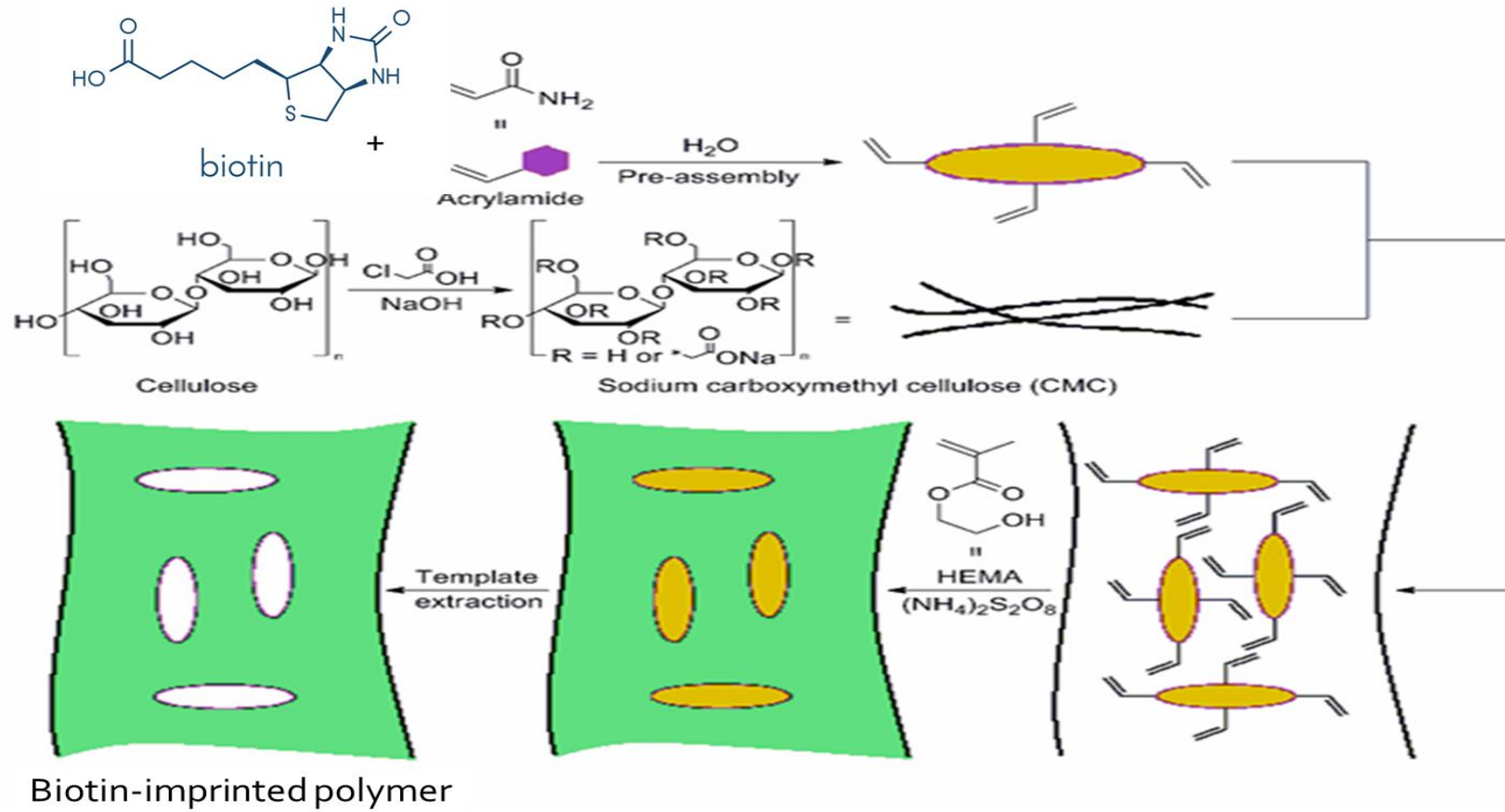
Ekspresi gen ACCase dapat dilakukan untuk mengonfirmasi efektivitas Biotin dalam meningkatkan biosintesis minyak sawit (Budiani A, 2024).

“MIP memiliki kemampuan mengikat dan melepaskan biotin sebagai target molekul secara spesifik, namun aplikasi spesifik untuk pelepasan Biotin dalam konteks peningkatan biosintesis minyak sawit belum banyak diteliti”

BIG PICTURE RISET

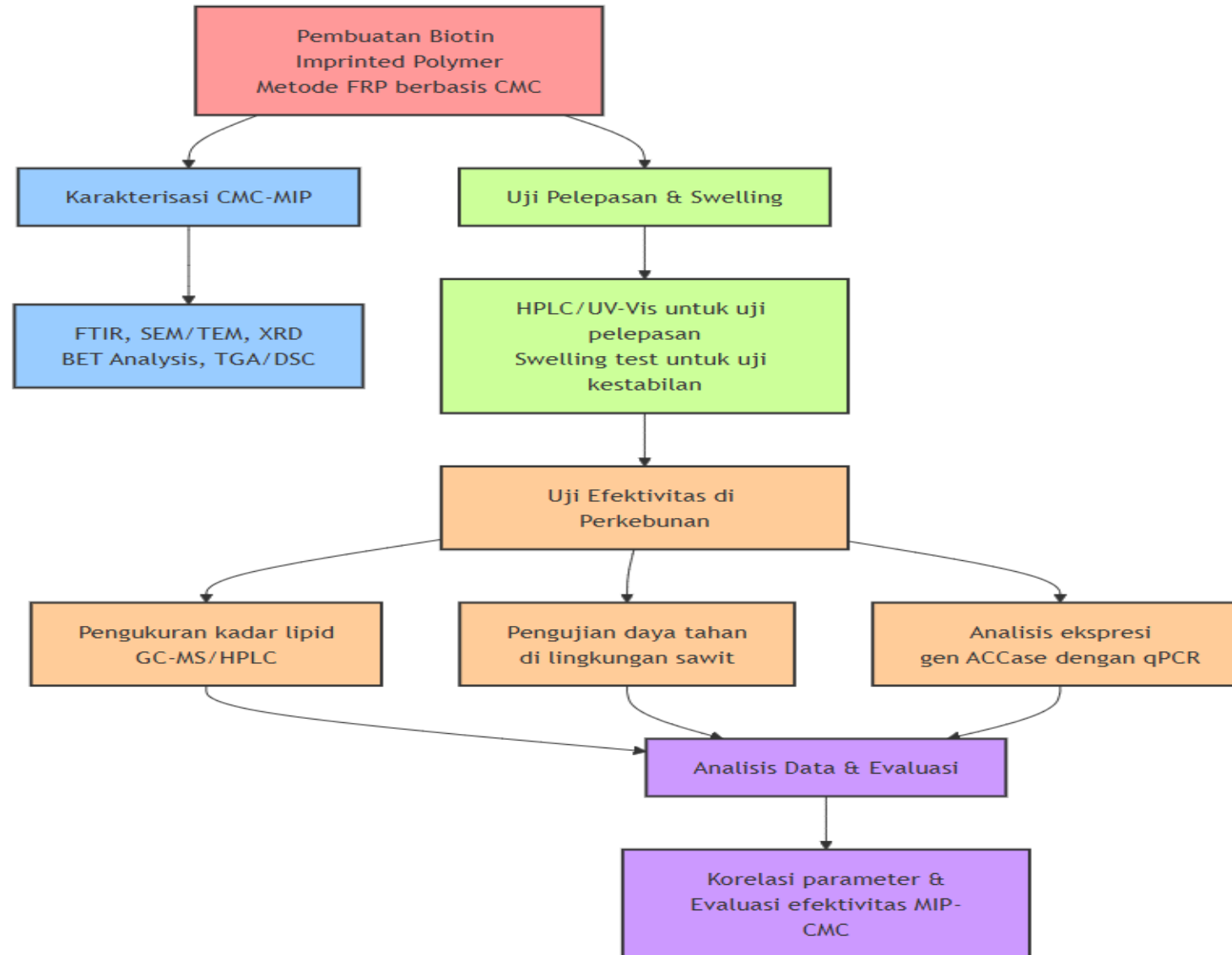
	2025	2026	2027
Luaran	Publikasi Formulasi Prototipe	Implementasi hasil Optimasi hasil	Scalability produk
Biaya	300 juta	450 juta	1 M

METODOLOGI RISET



- Biotin: senyawa *template*
- Hydroxyethyl Methacrylate (HEMA): Monomer fungsional dalam sintesis polimer.
- Ammonium Peroxodisulfate (APS): Inisiator radikal bebas dalam polimerisasi.
- Acrylamide (AAm): Monomer pembentuk polimer dalam sintesis MIP.
- Glutaraldehyde: *cross-linker*

METODOLOGI RISET



GANTT CHART RISET

Kegiatan	Bulan 1	Bulan 2	Bulan 3	Bulan 4	Bulan 5	Bulan 6	Bulan 7	Bulan 8	Bulan 9
Sintesis MIP-CMC	✓	✓							
Karakterisasi Material		✓	✓						
Uji Swelling & Pelepasan		✓	✓	✓					
Optimasi Formulasi			✓	✓	✓				
Uji Efektivitas Sawit				✓	✓	✓			
Analisis Kadar Lipid (GC-MS/HPLC) dan uji ekspresi gen					✓	✓	✓		
Evaluasi Stabilitas MIP						✓	✓	✓	
Analisis Data & Interpretasi							✓	✓	✓
Penyusunan Laporan & Publikasi							✓	✓	✓

1. Output Ilmiah

- Penelitian ini akan menghasilkan publikasi di jurnal bereputasi internasional dengan fokus pada kimia analitik, material fungsional, dan teknologi biopolimer.
- Target jurnal: Journal of Analytical Chemistry, Polymer International, atau Industrial Crops and Products.

2. Output Teknologi & Aplikasi

- Formulasi MIP-CMC sebagai carrier biotin untuk optimasi ACCase
- Prototipe MIP-CMC untuk skala laboratorium

3. Output Industri & Hilirisasi

- Potensi penerapan di industri sawit dengan menggunakan MIP-CMC sebagai teknologi biodegradable dan berbasis material alami untuk meningkatkan efisiensi produksi minyak sawit.
- Potensi paten & produk inovatif yang berpotensi untuk komersialisasi sebagai carrier senyawa bioaktif untuk aplikasi agrikultur lain.
- Rekomendasi implementasi untuk industri perkebunan dengan menyediakan bukti ilmiah dan rekomendasi teknis untuk implementasi teknologi MIP-CMC di industri sawit.
- Menawarkan solusi alternatif berbasis nanoteknologi dan biopolimer untuk meningkatkan efisiensi agrikultur.

RENCANA ANGGARAN RISET

Komponen Anggaran	Detail	Volume/Frekuensi	Estimasi Biaya (Rp)
Bahan Kimia & Reagen	Carboxymethyl Cellulose (CMC) (bahan utama MIP), Biotin (template molekul), crosslinker (Epichlorohydrin), buffer PBS, pelarut organik (Methanol, Acetonitrile, Chloroform), zat tambahan untuk sintesis	CMC 500 g, Biotin 50 g, Epichlorohydrin 200 mL, Buffer PBS 5 L, Pelarut 10 L	90.000.000
Karakterisasi & Analisis Material	FTIR, SEM, TEM, BET Analysis untuk karakterisasi MIP-CMC	4 sampel utama, tiap sampel diuji 2-3 kali	40.000.000
Analisis GC-MS & HPLC	Analisis kadar lipid dan pelepasan Biotin dari MIP-CMC dalam lingkungan sawit	10 sampel diuji 2x ulangan	20.000.000
Uji Swelling & Pelepasan Biotin	Uji pelepasan Biotin dari MIP-CMC dalam berbagai pH dan kondisi lingkungan	5 kondisi, 3x ulangan	15.000.000
Uji Efektivitas di Lapangan (Perkebunan Sawit)	Pengaplikasian MIP-CMC pada tanaman sawit dan analisis minyak mesocarp	3 lokasi, 2x pengulangan	35.000.000
Transportasi & Akomodasi	Perjalanan ke lokasi perkebunan untuk pengambilan sampel	3 kali perjalanan (Tim 3 orang)	15.000.000
Honor Peneliti & Asisten	Gaji tim peneliti dan asisten laboratorium	3 peneliti utama, 2 asisten laboratorium (9 bulan)	50.000.000
Lain-lain	Publikasi di jurnal Q1/Q2, seminar, bahan tambahan (alat lab kecil, safety lab)	1 publikasi & 2 seminar	35.000.000
Total Estimasi Biaya	Keseluruhan biaya penelitian	-	300.000.000

DAMPAK RISET (FINANCIAL & NON FINANCIAL)

Dampak Ilmiah & Teknologi

- Pengembangan teknologi MIP-CMC sebagai sistem pelepasan terkontrol Biotin untuk optimasi biosintesis minyak sawit.
- Potensi publikasi di jurnal Q1/Q2 dan kontribusi dalam bidang kimia analitik serta material fungsional.
- Inovasi berpotensi dipatenkan, membuka peluang aplikasi lebih luas di agrikultur dan industri bioteknologi.

Dampak Industri & Ekonomi

- Meningkatkan efisiensi produksi minyak sawit melalui pelepasan Biotin yang lebih terkendali
- Mengurangi biaya produksi, dibandingkan aplikasi Biotin konvensional atau pupuk sintetis.
- Teknologi biodegradable & ramah lingkungan, mengurangi limbah pupuk berlebih.
Potensi implementasi di perkebunan sawit skala industri, dengan keuntungan jangka panjang.

DAMPAK RISET (FINANCIAL & NON FINANCIAL) DAN REFERENSI

Potensi Hilirisasi & Implementasi Teknologi

- Produk berbasis MIP-CMC untuk sektor agrikultur, dapat dikomersialisasikan sebagai carrier bioaktif.
- Peluang kerja sama dengan industri sawit, pupuk organik, dan bioteknologi untuk uji coba skala besar.
- Dapat diterapkan dengan cara yang mudah dan sederhana di perkebunan sawit

Referensi

- Aissa, A. B., Herrera-Chacon, A., Pupin, R. R., Sotomayor, M. D. P. T., & Pividori, M. I. (2017), *Biosensors and Bioelectronics*, 88, 101-108.
- Báez-Saldana, A., Zendejas-Ruiz, I., Revilla-Monsalve, C., Islas-Andrade, S., Cárdenas, A., Rojas-Ochoa, A., ... & Fernandez-Mejia, C. (2004), *The American journal of clinical nutrition*, 79(2), 238-243.
- BUDIANI, A. (2014), *Menara Perkebunan*, 82(1).



Terimakasih

Open Innovation BGA Tahun 2025

