

“Pengembangan Carboxymethyl Cellulose (CMC) Berbasis Tandan Kosong Sawit sebagai Biopolimer Inovatif untuk Recovery Minyak Sawit pada *Sludge Clarifier* dalam Ekstraksi CPO”

Project Leader :
EKA NUR'AZMI YUNIRA, S.T.P., M.Si.
(INSTITUT TEKNOLOGI SUMATERA)

Team Project :

1. Dr. Okta Amelia, S.TP., M.Si. (ITERA)
2. Deni Subara, S.Si., M.T., Ph.D. (ITERA)
3. Yanuar Sigit Pramana (BRIN-PR Agroindustri)
4. Derina Paramitasari (BRIN-PR Agroindustri)

5. Karjawan Pudjianto (BRIN-PR Agroindustri)
6. Okta Nama Putra (BRIN-PR Agroindustri)
7. Banon Rustiaty (BRIN-PR Agroindustri)
8. Auliana Afandi (BRIN-PR Perkebunan)



TUJUAN RISET

Tujuan Umum:

Mengembangkan dan Mengkarakterisasi CMC Berbasis Tandan Kosong Sawit atau *Empty Fruit Bunch (EFB)* sebagai Biopolimer Inovatif untuk Recovery Minyak Sawit pada Sludge Clarifier dalam ekstraksi CPO

Tujuan Spesifik:

- Menentukan metode dan kondisi optimum proses produksi CMC dari EFB yang paling efektif
- Menganalisis efektivitas CMC dalam meningkatkan yield recovery CPO pada residu *sludge clarifier*
- Mempelajari sifat fisikokimia dan mekanisme interaksi antara CMC berbasis EFB dan sludge pada clarifier
- Membandingkan kinerja CMC berbasis EFB dengan bahan kimia recovery lainnya yang umum digunakan di industri kelapa sawit
- Mengevaluasi aspek ekonomi dan keberlanjutan dari penggunaan CMC berbasis EFB dalam proses ekstraksi minyak sawit

JUSTIFIKASI RISET

1. Pemanfaatan Limbah Industri Kelapa Sawit yang Melimpah
(EFB → CMC: menghasilkan nilai tambah, mengurangi pencemaran lingkungan)
2. Efisiensi Recovery CPO yang Masih Menjadi Tantangan
(Saat ini banyak minyak sawit yang terbuang bersama sludge karena proses recovery konvensional kurang optimal)
3. Kebutuhan akan Bahan Recovery yang Ramah Lingkungan
(Penggunaan CMC berbasis biomassa menawarkan alternatif bahan yang ramah lingkungan, biodegradable, dan aman untuk proses industri besar)
4. Keunggulan Teknologi CMC Berbasis EFB
(Dibandingkan bahan konvensional, CMC berbasis EFB lebih ekonomis karena memanfaatkan limbah lokal yang melimpah di Indonesia)
5. Meningkatkan Keberlanjutan Industri Kelapa Sawit
(kontribusi: Mengurangi limbah padat EFB; Mengurangi pencemaran lingkungan akibat pembuangan sludge clarifier yang masih mengandung minyak; Meningkatkan efisiensi sumber daya)
6. Potensi Dampak Ekonomi yang Signifikan
(meningkatkan pendapatan dari hasil recovery minyak yang lebih tinggi; Mengurangi biaya pengolahan limbah padat dan cair)

BIG PICTURE RISET

1. PERMASALAHAN UTAMA

- Limbah tandan kosong sawit (EFB) melimpah
 - Minyak sawit hilang dalam sludge clarifier
 - Ketergantungan bahan kimia recovery



3. DAMPAK MULTI DIMENSI

- Ekonomi: meningkatkan yield minyak
- Lingkungan: Mengurangi limbah dan emisi
- Sosial: memberdayakan petani dan industri lokal.

2. SOLUSI YANG DIAJUKAN

- Transformasi EFB menjadi CMC
- Aplikasi CMC berbasis EFB pada sludge clarifier
- Bahan ramah lingkungan dan biodegradable



4. ROAD MAP IMPLEMENTASI

- Tahap 1: Riset Laboratorium
- Tahap 2: Uji coba skala pilot

METODOLOGI RISET

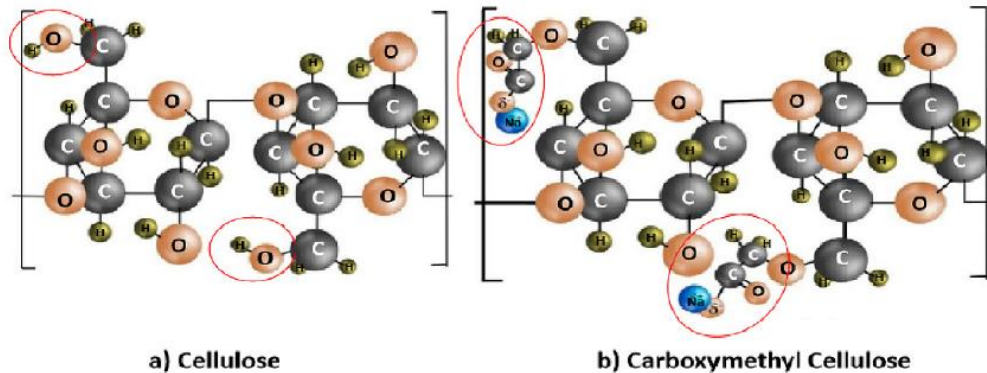
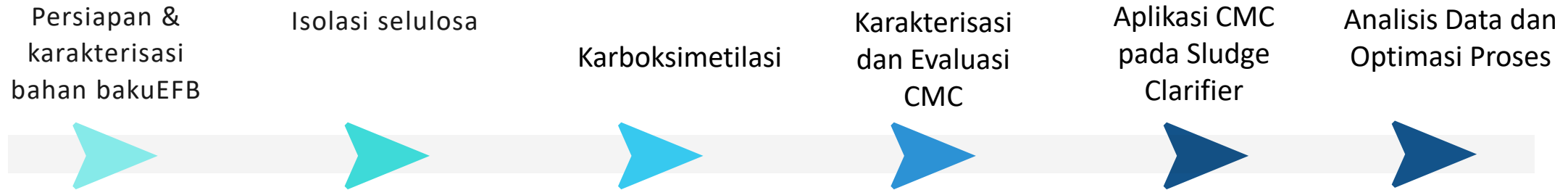
Bahan:

- EFB
- NaOH
- NaClO₂
- *glacial acetic acid*
- Isopropanol
- Sodium monochloroacetic acid (SMCA)
- ethanol (96),
- CMC commercial
- *distilled water.*

Alat

- beaker glass
- measuring cup
- centrifuge
- hotplate stirrer
- spatula
- Vacuum pump
- Filter paper
- filter cloth
- grinder
- oven
- X-ray diffraction (XRD)
- Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR)
- scanning electron microscopy (SEM)
- differential scanning calorimetry (DSC)

METODOLOGI RISET



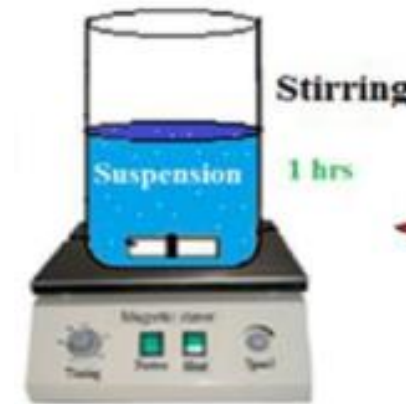
Tahapan desain penelitian :

- ☐ EKSPERIMENTAL DESIGN
- ☐ OPTIMASI PROSES DENGAN RESPON SURFACE METHOD
(variabel bebas: Konsentrasi NaOH, rasio monokloroasetat terhadap selulosa, temperature reaksi)
- ☐ OPTIMASI NUMERIK
- ☐ Validasi Model



Tahap Awal: Persiapan dan Karakterisasi Bahan Baku

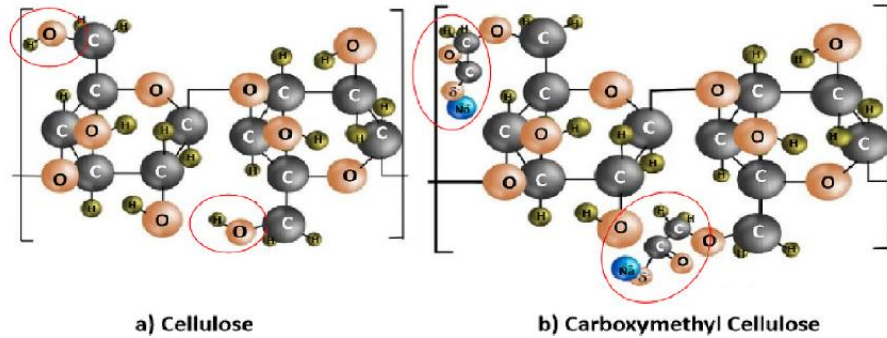
1. Pengumpulan dan Pengeringan EFB dengan KA 12%
2. Pengecilan ukuran EFB 100 mesh
3. Karakterisasi bahan baku (kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin)



Tahap 1: Isolasi Selulosa dari EFB (pemisahan lignin, hemiselulosa dan zat pengotor lainnya)

1. Pretreatment Alkali : perendaman serbuk EFB dalam larutan NaOH (4-10%) pada suhu 90-100 °C selama 3.5 jam (pelarutan lignin dan hemiselulosa)
2. Pencucian dan Filtrasi: pencucian hingga pH netral
3. *Bleaching* : proses pemutihan dengan larutan H₂O₂ atau NaClO₂ (pemisahan residu lignin)
4. Pengeringan selulosa : suhu rendah (< 60 °C) (menjaga struktur kristal)
5. **Analisis** : hasil selulosa dengan FTIR dan TGA untuk kemurnian selulosa

METODOLOGI RISET



Tahap 2: Karboksimetilasi (Reaksi Konversi Selulosa menjadi CMC) untuk produksi CMC

1. Aktivasi Selulosa : pencampuran selulosa dengan larutan NaOH (20-30%) selama 30-60 menit (hasil alkali selulosa)
2. Penambahan Monokloroasetat : penambahan larutan monokloroasetat dengan rasio terhadap selulosa (3:5; 4:5; 5:5; 6:5; 7:5), suhu 50-70 °C selama 3-4 jam.
3. Netralisasi dan Pencucian : netralisasi dengan asetat dan pencucian dengan methanol atau air distilasi (menghilangkan sisa reagen)
4. Pengeringan CMC : pengeringan pada suhu rendah (40-50 °C) dan penggilingan sampai 60 mesh
5. Analisis optimasi proses karboksimetilasi (CMC)



Tahap 3: Karakterisasi dan Evaluasi CMC (Analisis kualitas CMC sebelum aplikasi)

1. Uji Derajat Substitusi : penentuan jumlah gugus karboksimetil pada rantai selulosa (DS optimal pada nilai 0,6-1,2)
2. Uji Fisikokimia : Viskositas, daya serap air, daya serap minyak, kelarutan dalam air
3. Uji Stabilitas termal : analisis TGA
4. Uji FTIR : Uji keberhasilan pembentukan CMC

METODOLOGI RISET

Tahap 4: Aplikasi CMC pada Sludge Clarifier

Tujuan: Menguji efektivitas CMC dalam recovery minyak sawit dari sludge clarifier pada skala laboratorium.

Langkah-langkah:

1. Preparasi Sampel Sludge:

- Kumpulkan sampel sludge dari clarifier pabrik kelapa sawit dan homogenkan.

2. Penambahan CMC:

- Tambahkan larutan CMC dengan konsentrasi tertentu ke dalam sludge dan aduk selama 30-60 menit.

3. Pemisahan Minyak:

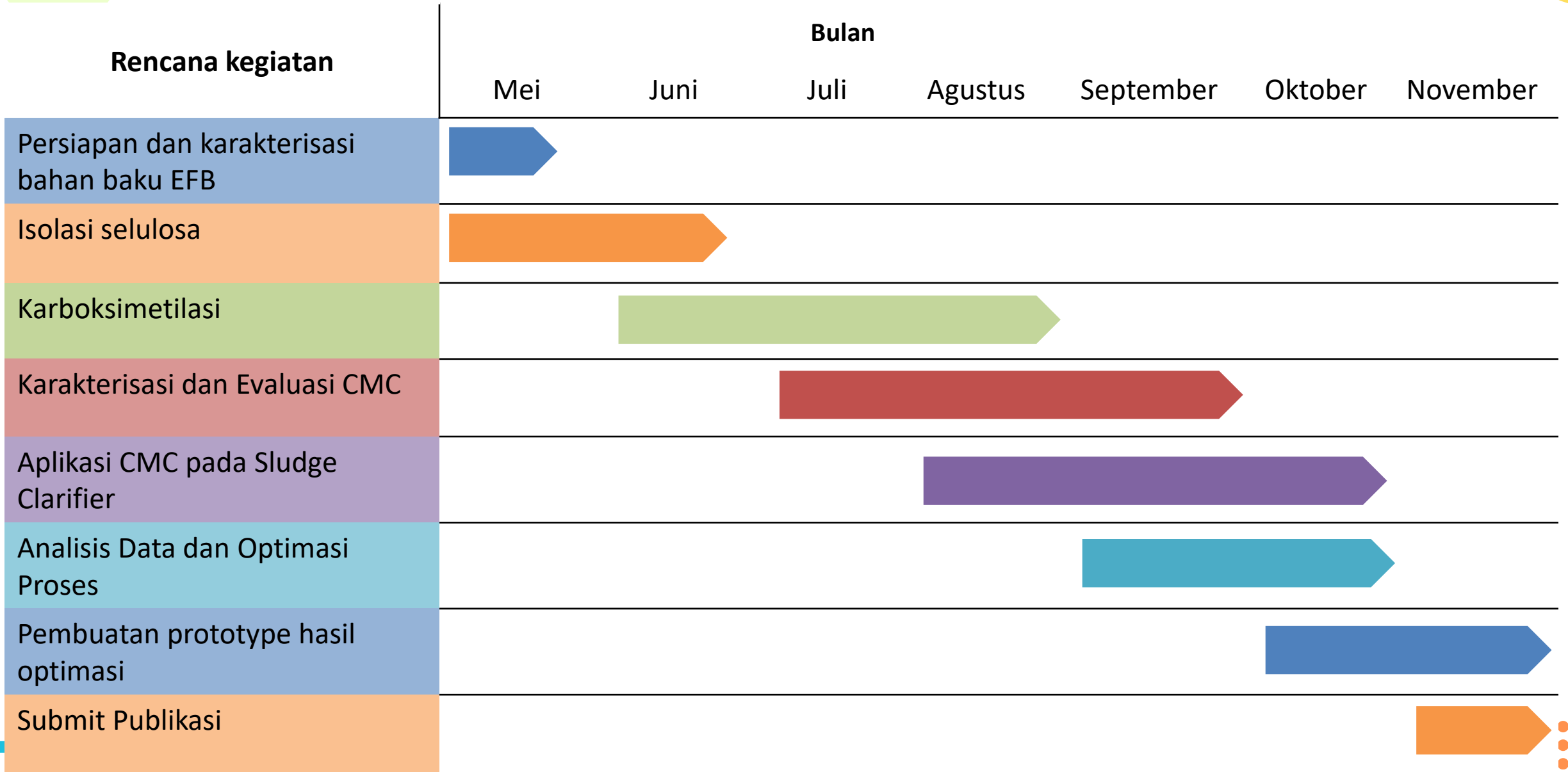
- Pisahkan fase minyak menggunakan centrifuge atau settling tank.

4. Pengukuran Yield Recovery:

- Hitung jumlah minyak sawit yang berhasil direcovery dibandingkan metode konvensional.

Parameter Kunci: Efisiensi recovery minyak, viskositas, dan kestabilan emulsi.

GANTT CHART RISET



LUARAN RISET

1. Prototipe produk CMC berbasis EFB
2. KI (paten) terdaftar
3. Jurnal Internasional bereputasi tinggi/menengah

BIG PICTURE RESEARCH

Tahun 1

- Produksi dan optimasi CMC berbasis EFB
- Prototipe
- HKI
- Publikasi

Tahun 2

- Scale up produksi
- Optimasi scale up produksi

Tahun 3

- Analisis kelayakan industri

RENCANA ANGGARAN RISET

Rincian	sat	qty	Harga	Total
1. Honorarium				44.600.000
Project Leader	Rp	1	7.700.000	7.700.000
Anggota Project	Rp	9	4.100.000	36.900.000
2. Biaya Bahan	Rp			193.969.340
3. Biaya Sewa	unit	4	800.000	3.200.000
4. Biaya perjalanan dinas biasa	Rp	12	350.000	4.200.000
TOTAL				245.969.340

Detail anggaran riset dapat dilihat pada link berikut : [Link detail RAB](#)

DAMPAK RISET (FINANCIAL & NON FINANCIAL)

Dampak Financial

- **Peningkatan Yield Recovery Minyak Sawit (CPO)**
Estimasi kenaikan pendapatan tahunan pabrik kelapa sawit melalui pengurangan minyak yang terbuang dalam sludge.
- **Pengurangan Biaya Bahan Kimia Sintetis untuk recovery konvensional**
- **Efisiensi Pengelolaan Limbah**
Mengurangi biaya pengolahan limbah padat dan cair yang terkait dengan limbah EFB dan sludge berminyak.
- **Potensi Pasar Baru**
CMC hasil riset dapat digunakan di berbagai industri makanan, farmasi, dan tekstil, memberikan peluang diversifikasi pendapatan.

Dampak Non-Financial (1 Poin per Dampak)

- ❖ **Lingkungan:**
Mengurangi limbah EFB dan sludge berminyak, sekaligus menurunkan pencemaran dan emisi karbon.
- ❖ **Sosial:**
Memberdayakan masyarakat lokal dan menciptakan lapangan kerja baru dalam pengelolaan limbah.
- ❖ **Keberlanjutan dan Teknologi:**
Mendorong inovasi berbasis biomassa lokal dan mengurangi ketergantungan pada bahan kimia impor.
- ❖ **Ilmiah:**
Berkontribusi pada penelitian material berkelanjutan dan publikasi di jurnal nasional/internasional.



Terimakasih

Open Innovation BGA Tahun 2025

