

KUMPULAN RINGKASAN

**LOMBA RISET SAWIT**

TINGKAT

**MAHASISWA 2020/2021**



Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS)

2021

[www.bdp.or.id](http://www.bdp.or.id)

[@bdpkelapasawit](https://www.instagram.com/bdpkelapasawit)

[@BDPKelapasawit](https://www.twitter.com/BDPkelapasawit)

[bdpksawit](https://www.facebook.com/bdpksawit)

**Pengarah** : Eddy Abdyrrachman (Direktur Utama)

**Penanggungjawab** : Edi Wibowo (Direktur Penyaluran Dana)

**Koordinator** : Arfie Thahar (Kepala Divisi Program Pelayanan)

**Sekretariat** : Fitriyah, Neila Amelia

**Tim Penilai** : Dr. Verina Wargadalam, Prof. Erliza Hambali, Dr. Aiyen Tjoa, Prof. Dr. Gustan Pari, Prof. Dr. Bambang Prastowo, Dr. Ir. Bandung Sahari, Dr. Donald Siahaan

**Kontributor** : 30 Kelompok Peserta Lomba Riset Sawit Tingkat Mahasiswa 2020/2021

**Artistik/Design** :

**Alamat Redaksi :**  
Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit  
Gedung Graha Mandiri lantai 5  
Jl. Imam Bonjol Nomor 61 Jakarta Pusat  
Telp. 021-39832091-94; Fax 021-39832095  
email: dit4bpdpsawit@bpdp.or.id  
web: bpdp.or.id



# KATA PENGANTAR

Direktur Utama Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit



Program penelitian dan pengembangan perkebunan kelapa sawit dari aspek hulu hingga hilir yang dikembangkan BPDPKS merupakan salah satu diantara upaya BPDPKS untuk melakukan penguatan, pengembangan dan peningkatan pemberdayaan perkebunan dan industri kelapa sawit nasional yang saling bersinergi di sektor hulu dan hilir agar terwujud perkebunan kelapa sawit yang berkelanjutan. BPDPKS melaksanakan tugas pendanaan penelitian dan pengembangan kelapa sawit dengan memperhatikan aspek-aspek: peningkatan produktivitas/efisiensi, peningkatan aspek sustainability, mendorong penciptaan produk/pasar baru, dan peningkatan kesejahteraan petani.

Pendanaan program penelitian dan pengembangan diberikan kepada peneliti-peneliti yang tergabung dalam Lembaga Penelitian dan Pengembangan dan bagi peneliti muda (mahasiswa) dari seluruh Perguruan Tinggi di Indonesia. Setiap dua tahun BPDPKS menyelenggarakan Program Lomba Riset Sawit Tingkat Mahasiswa dalam rangka meningkatkan minat dan kompetensi mahasiswa; serta untuk menyiapkan generasi peneliti sawit selanjutnya. Pada tahun 2020/2021 kembali dilaksanakan program Lomba Riset Sawit yang mendanai 30 penelitian setelah melewati proses seleksi oleh Tim Penilai Lomba Riset Sawit.

Hasil pelaksanaan penelitian yang dilakukan oleh mahasiswa dirangkum dalam Buku Hasil Ringkasan Lomba Riset Sawit Tingkat Mahasiswa 2020/2021. Buku ini berisikan ringkasan hasil/output/ produk penelitian yang telah dicapai, manfaat penelitian, dan publikasi dengan harapan dapat dikembangkan menjadi penelitian yang lebih besar dan akan menjadi jembatan informasi bagi para stakeholder sawit (industri, pemerintah, petani dan masyarakat) untuk dapat bekerja sama dengan peneliti dalam komersialisasi hasil riset.

Ucapan terima kasih kami kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan buku ini, khususnya kepada, Tim Penilai Lomba Riset Sawit, para mahasiswa peneliti Lomba Riset Sawit Tingkat Mahasiswa, dan seluruh pihak lainnya yang turut memperkaya isi buku ini. Tentu saja apa yang telah kita lakukan sampai hari ini, masih jauh dari kata cukup untuk sektor sawit yang sangat besar dan strategis. Berbagai upaya harus terus dilakukan oleh semua pihak yang terkait dalam mendukung penelitian dan pengembangan guna mewujudkan industri kelapa sawit yang berkelanjutan.

Jakarta, Juli 2021

**Eddy Abdurrachman**

# DAFTAR ISI

<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>1</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>2</b>
<b>I. Bioenergi</b>	<b>4</b>
1. Pengembangan Proses Produksi Bioetanol G2 dari TKKS menggunakan metode “On-Substrate Culture Hydrolysis” dengan Penambahan Nutrien Kompos dari Limbah Daun Kelapa Sawit	5
2. Menstabilkan Biodiesel Sawit Tanpa Hidrogen: Studi Sistem Redoks Biodiesel Etanol	7
3. Pengaruh Temperatur, Massa Reduktor, dan Waktu Reduksi Pada Recovery Emas dari Terak Emas dengan Reduktor Cangkang Kelapa Sawit	9
4. Delignifikasi Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Aplikasinya Sebagai Support Elektrokatalisis pada Baterai	11
<b>II. Biomaterial / Oleokimia</b>	<b>13</b>
1. MENTAL BAJA (Masker Selulosa Asetat Nanofiber Anti Virus dari Tandan Kosong Kelapa Sawit)	14
2. Pengembangan Biomaterial Penghantar Obat Berbasis Porous Cellulose Terfungsionalisasi dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit	16
3. Studi Analitis Limbah Sawit Menjadi Graphene Oxide	18
4. Hidrogel Berbahan Dasar Selulosa dsari Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Agen Enkapsulasi Sel Punca	20
<b>III. Lahan / Tanah / Bibit / Budidaya</b>	<b>22</b>
1. Pengelolaan Hama dan Pencegahan Insects Apocalypse Melalui Penerapan Sistem Push and pull sebagai Upaya Mewujudkan Perkebunan Kelapa Sawit Berkelanjutan	23
2. Inovasi Pupuk Sambal-Terbasi (Sampah Bleaching Earth Terformulasi Bakteri Silika) Untuk Modulasi Resistensi Sawit Terhadap Penyakit Busuk Pangkal	25
3. KANTIN (Kapsul Nanokitin) dari Limbah Cangkang Udang Hasil Proses Enzimatis Bakteri Pseudomonas aeruginosa sebagai Pembasmi jamur Ganoderma sp	27
4. Electronic nose Untuk Mengidentifikasi Ganoderma sp. Sebagai Upaya Preventif Mengatasi Penyakit Busuk Pangkal Batang Pada Pohon Kelapa Sawit	29
5. Artificial Liquid Untuk Merangsang Pertumbuhan Buah Kelapa Sawit Dan Membatasi Penyakit Busuk Pangkal Batang Oleh Ganoderma Boninense	31
<b>IV. Penanganan Limbah / Lingkungan</b>	<b>33</b>
1. Karakterisasi Serbuk Tinta Printer Berbahan Baku Arang Aktif dari Limbah Cangkang dan Tankos Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis Jacq)	34
2. BIOTHANOS (Biodegradable Foam dari Tandan Kosong Kelapa Sawit): Solusi Kemasan Ramah Lingkungan Pengganti Styrofoam	36
3. Green Inhibitor dari Limbah Pelepah Sawit untuk Mengendalikan Korosi pada Sistem Perpipaan di Industri Kelapa Sawit	38
4. Elaeis Glucotest : Pendeteksi Glukosa Berbasis Nanokristal Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Kombinasi Graphene-Carbon Nanotube sebagai Biosensor	40
5. Asetilasi Nanoserat Selulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit	42

## V. Pangan / Kesehatan

44

1. Inovasi Formula Modern Kombinasi Dispersi Padat-Floating Gel In Situ Dari Senyawa Karotenoid Minyak Kelapa Sawit Sebagai Kandidat Immunostimulan Dan Antioksidan 45
2. Sakarifikasi Fermentasi Serentak Limbah Sawit dengan Candida UA12 Asal Lambung Ulat Api dalam Produksi Gula Rendah Kalori Xylitol Manitol Sorbitol 47
3. Penjumlahan Karotenoid Dari Minyak Sawit Merah Dengan Teknologi Membran 49
4. Pembuatan Monogliserida Sebagai Emulsifier HLB Tinggi dari Refined Bleached Deodorized Palm Oil (RBDPO) secara gliserolisis enzimatis 51

## VI. Pasca Panen / Pengolahan

53

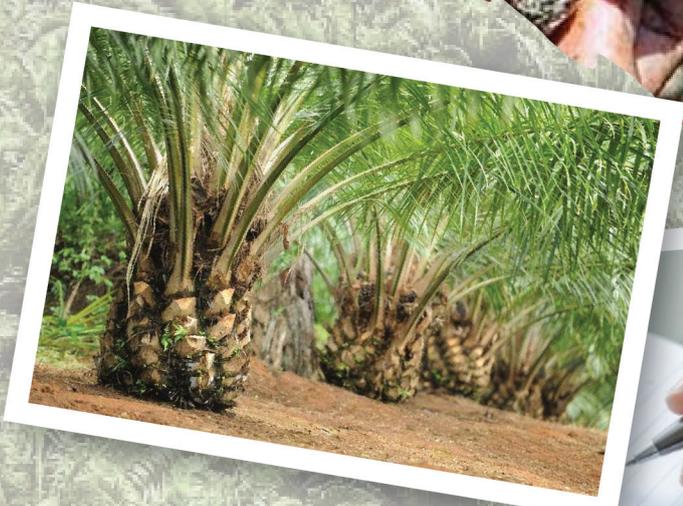
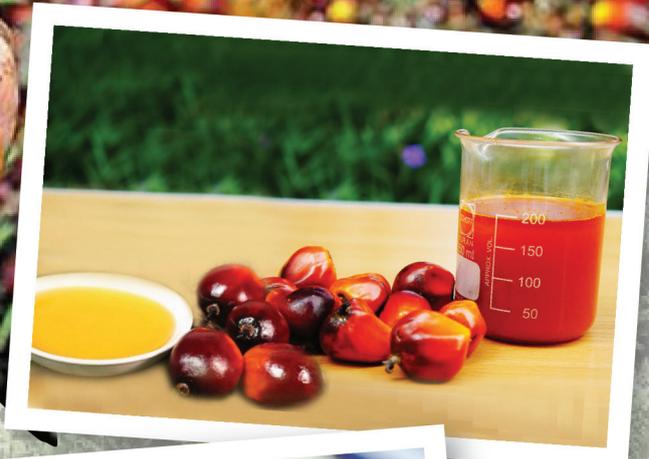
1. BIO-MED (Biodegradable Menstrual Pad): Inovasi Pembalut Sehat Berbasis Go-Green dengan Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Limbah Kulit Singkong 54
2. Pengolahan Cangkang Kelapa Sawit sebagai Nanopori Superkapasitor dan Elektroda Karbon Nanopori pada Dye Sensitized Solar Cell (DSSC) sebagai Media Penyimpan Listrik (Power Bank) Berbasis Tenaga Surya 56
3. Sensor Leveling Lapisan Fluida pada Continuous Settling Tank Secara Internet of Things Melalui Pendekatan Tekanan Hidrostatik untuk Mengoptimalkan Retention Time dan Kualitas CPO 58
4. Tinta Printer Organik Ramah Lingkungan 60

## VII. Sosial / Ekonomi / ICT

62

1. "Tanya Sawit" sebagai aplikasi mobile untuk membantu program pengembangan SDM Kelapa Sawit Berkelanjutan 63
2. Strategi Bertahan Pasif Aktif Jaringan Usahatani Kelapa Sawit Rakyat Masa Pandemi Covid-19 Menuju Adaptasi Kebiasaan Baru di Kecamatan STM Hilir Kabupaten Deli Serdang Sumatra Utara 65
3. BELAJAR SAWIT: sebuah platform edukasi digital masa depan khusus untuk petani kelapa sawit dan stakeholder melalui pendekatan blended learning 67
4. ISAWIT - Aplikasi Pemaksimalan Potensi Petani Kelapa Sawit Berbasis Sistem Rantai Blok Investasi (Blockchain Investment System) 69





# I. Bioenergi

# 1. Pengembangan Proses Produksi Bioetanol G2 dari TKKS menggunakan metode “On-Substrate Culture Hydrolisis” dengan Penambahan Nutrien Kompos dari Limbah Daun Kelapa Sawit

Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya

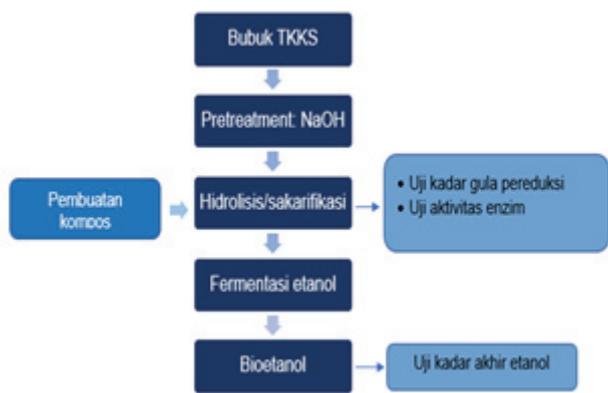
Ketua Peneliti : Hellen Melati Putri  
Anggota Peneliti : Anas Nafian  
Nadia Ismi Afifa  
Dosen Pembimbing : Nur Hidayatul Alami, S.Si, M.Si

Bioetanol Generasi kedua (G2) merupakan bioetanol yang dibuat dari komponen biomassa seperti selulosa dan hemiselulosa yang dapat berasal dari berbagai jenis rumput, kayu lunak, limbah pertanian, dan limbah perkebunan. Saat ini, G2 semakin disoroti dalam pengembangan energi terbarukan karena memberikan solusi bioetanol yang ramah lingkungan, tidak bersaing dengan kebutuhan pangan, dan bahan bakunya masih sangat melimpah di alam. Kendala terbesar dalam produksi bioetanol G2 berupa biaya produksi yang mahal. Penyumbang biaya terbesar dalam produksi bioetanol G2 ini berasal dari biaya enzim selulase pada proses hidrolisis. Proses hidrolisis adalah proses pemecahan suatu molekul karena pengikatan air menjadi molekul - molekul yang lebih kecil. Dalam hidrolisis selulosa, selulosa dengan enzim selulase diubah menjadi selubiosa dan kemudian menjadi glukosa.

Selama ini produksi dan pemanenan enzim selulase secara industrial diproduksi dalam alur yang panjang dan menggunakan bahan komersial dengan biaya tinggi. Sehingga untuk mengefisiensikan alur produksi, dibuat proses hidrolisis yang dilakukan langsung dalam kultur mikroorganisme. Kultur mikroorganisme ini memerlukan nutrien yang pada umumnya mahal, sehingga agar proses penghasilan selulosa skala besar dapat berlangsung dengan biaya efisien, digunakan nutrien alternatif berupa kompos. Kompos mengandung makro dan mikromineral yang lengkap yang terdiri dari unsur N, P, K, C, Mg, Zn, Cu, B, Zn, Mo, dan Si, sehingga penambahan unsur-unsur dari kompos tersebut potensial untuk menutrisi mikroorganisme dalam reaktor berisi substrat hidrolisis.

Tujuan dari riset ini adalah untuk menghasilkan metode “*on substrate culture hydrolysis*”, yaitu metode yang melangsungkan hidrolisis selulosa menjadi gula sederhana dengan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme selulolitik, langsung pada reaktor hidrolisis tanpa melalui proses pemanenan. Pengembangan metode ini dapat dijadikan referensi penggunaan substrat organik dalam proses hidrolisis ataupun menjadi referensi produksi bioetanol skala rumahan hingga industrial.

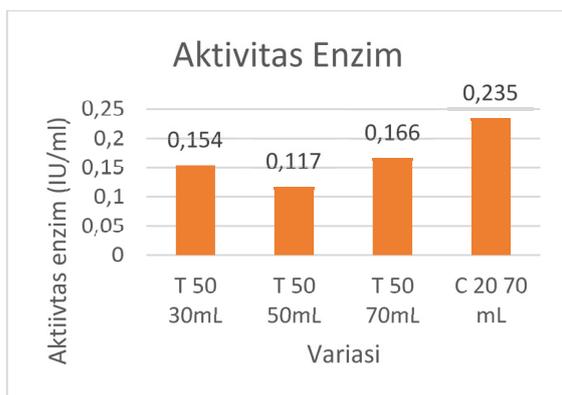
Tahapan riset yang dilakukan (Gambar 1.1) mencakup pembuatan kompos, pretreatment alkali bubuk Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) menggunakan NaOH, hidrolisis dengan kultur fungi selulolitik *Trichoderma reesei*. Proses hidrolisis dilakukan selama 9 hari dengan pengambilan sampel per hari dimulai pada hari ke-4, dilakukan uji kadar gula pereduksi akhir, dan uji aktivitas enzim, selanjutnya dilakukan fermentasi etanol menggunakan *saccharomyces cerevisiae*, dan pengujian waktu optimum fermentasi serta uji kadar akhir etanol. Tabel 1. Menunjukkan pengaruh penambahan kompos sebesar 30 mL, 50 mL dan 70 mL pada fermentasi hasil hidrolisis TKKS terhadap kandungan gula sederhana yang diperoleh, dan penambahan kompos 70 mL juga dibandingkan dengan CMC. Gambar 2 dan 3 masing masing menunjukkan aktivitas enzim selulase dan kadara etanol yang dihasilkan dengan variasi komposisi TKKS + kompos.



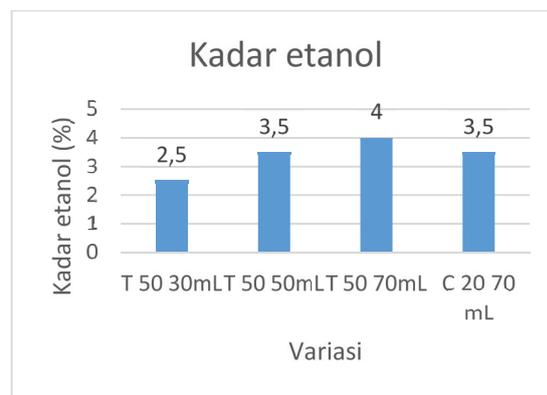
Gambar 1.1 Tahapan kegiatan riset

Tabel 1.1 Kadar gula sederhana per hari berdasarkan volume kompos yang ditambahkan serta perbandingan hidrolisis substrat TKKS (T) dengan CMC (C)

Hari ke-	T 50 30mL	T 50 50mL	T 50 70mL	C 20 70 mL
4	0,384	0,789	0,781	0,346
5	0,624	0,771	0,859	0,815
6	0,686	0,988	1,064	
7	0,574	0,660	0,662	0,720
8	0,551	0,756	0,647	0,735
9	0,369	0,413	0,621	0,676



Gambar 1.2 Grafik aktivitas enzim selulase berdasarkan volume kompos yang ditambahkan serta perbandingan induksi TKKS (T) dengan CMC (C)



Gambar 1.3 Grafik kadar etanol berdasarkan volume kompos yang ditambahkan serta perbandingan induksi TKKS (T) dengan CMC (C)

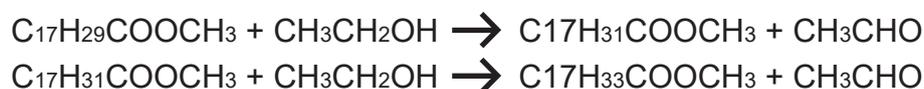
Berdasarkan penelitian yang dilakukan, volume kompos berkorelasi positif dengan hasil produk gula pereduksi dalam proses hidrolisis selulosa, dengan hasil tertinggi pada TKKS+Kompos 70 mL yang menghasilkan 1,064 mg/ml. Substrat TKKS juga menghasilkan produk gula pereduksi rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan substrat CMC. Induksi enzim selulase oleh TKKS tidak sebaik CMC, namun proses hidrolisis tetap berlangsung lebih baik karena menggunakan *whole cell* yang dapat menghasilkan enzim-enzim lain yang diperlukan untuk menghasilkan gula pereduksi. Hasil kadar etanol berbanding lurus dengan volume kompos yang ditambahkan, dengan hasil tertinggi pada komposisi TKKS + Kompos 70mL yaitu sebesar 4%, sementara CMC 3,5%.

## 2. Menstabilkan Biodiesel Sawit Tanpa Hidrogen : Studi Sistem Redoks Biodiesel Etanol

### Institut Teknologi Bandung

Ketua Peneliti : Louis Althea  
Anggota Peneliti : Adhisya Salma Khairunnisa  
Ari Samudra  
Felix Giovani  
Lathifuddin Siddiq  
Dosen Pembimbing : Dr. Eng. Jenny Rizkiana, S. T., M. T.

Pada industri biodiesel, terdapat kebutuhan untuk menghidrogenasi ester metil asam lemak tak jenuh ganda (EMAL-TG) yang terkandung di dalam biodiesel, agar mutu bahan bakar nabati dalam hal kestabilan oksidasinya dapat meningkat. Umumnya metil linoleat ( $C_{17}H_{31}COOCH_3$ ) dan metil linolenat ( $C_{17}H_{29}COOCH_3$ ) dihidrogenasi menjadi metil oleat ( $C_{17}H_{33}COOCH_3$ ), dan dibutuhkan gas hidrogen yang harganya belum tentu murah. Di sisi lain, terdapat industri yang memiliki kebutuhan untuk mendehidrogenasi suatu bahan mentah guna menghasilkan suatu produk. Sebagai contoh, asetaldehid ( $CH_3CHO$ ) adalah produk antara penting yang secara konseptual bisa diproduksi dengan cara mendehidrogenasi etanol ( $CH_3CH_2OH$ ). Dehidrogenasi langsung biasanya cukup sulit dipraktikkan dan membutuhkan energi/kalor, maka yang sering dilakukan adalah dehidrogenasi oksidatif, dengan konsekuensi produk ikutan yang bernilai tambah ( $H_2$ ) menjadi hilang. Oleh karena ini, kemungkinan untuk mengintegrasikan kebutuhan hidrogenasi dan dehidrogenasi ini menjadi proses redoks tanpa pembangkitan dan produksi hidrogen,



merupakan masalah yang sangat menarik untuk diteliti karena berpotensi dapat memiliki manfaat komersial khususnya dalam industri minyak kelapa sawit. Dari penelusuran literatur menunjukkan dua kandidat katalis yaitu Ni-ZnO dan Ni-Zn tartrat yang berpotensi menjadi katalis bagi reaksi redoks diatas.

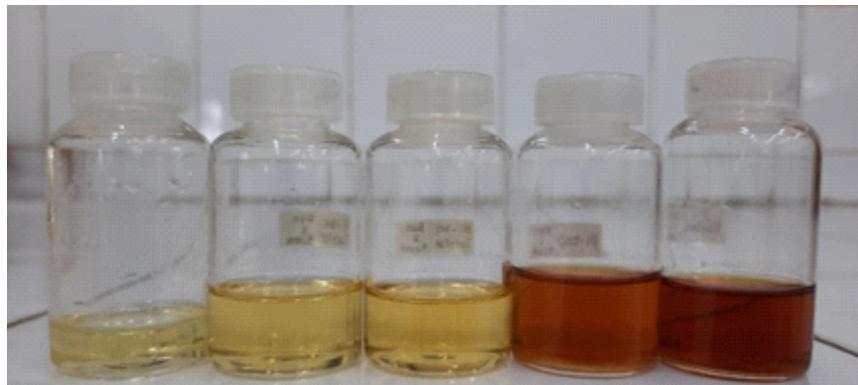
Penelitian ini bertujuan untuk membuktikan atau membantah hipotesis tersebut. Tahap pelaksanaan riset sebagai berikut: 1) pembuatan katalis; 2) uji-coba katalis; 3) analisis Angka Iodium biodiesel; dan 4) analisis Asetaldehid. Pada pelaksanaan uji coba katalis, labu erlenmeyer diisi dengan larutan 10 gram biodiesel dicampur dengan 50 mL etanol 95% kemudian ditambahkan 0,2 gram katalis. Labu erlenmeyer dilengkapi dengan kondensor refluks yang lubang puncaknya disambungkan dengan selang ke gas *washing bottle* yang didinginkan dengan es. Campuran reaksi direfluks pada temperature sekitar  $78^{\circ}C$  (titik didih etanol) dengan variasi waktu refluks. Setelah direfluks, katalis dipisahkan dari campuran dengan penyaringan. Campuran kemudian didistilasi untuk memisahkan biodiesel dengan etanol.

Hasil eksperimen menunjukkan reaksi redoks biodiesel/ethanol dengan katalis Ni-ZnO dan Ni-Zn tartrat menghasilkan biodiesel dengan angka iodium yang lebih rendah dibanding biodiesel tanpa perlakuan (Tabel 1). Sementara kondensat yang terkumpul pada gas *washing bottle* belum dianalisis tetapi diduga adalah asetaldehid.

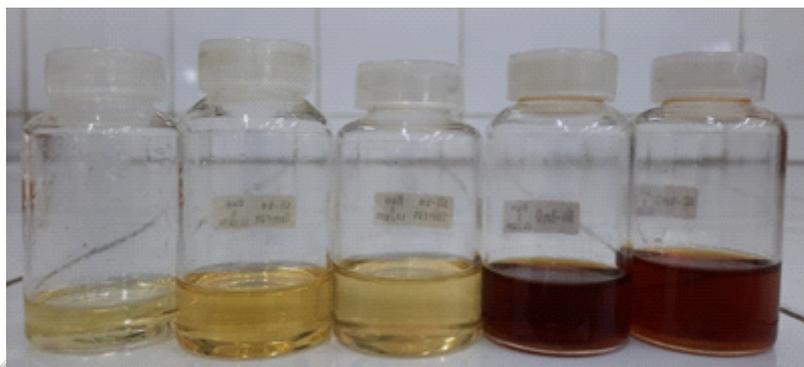
Tabel 1.2 Angka Iodium hasil reaksi redoks

Senyawa	Angka Iodium
Biodiesel	55 ± 0,301
Biodiesel (Katalis Ni-Zn Tartrat 4 jam)	52,34 ± 0,078
Biodiesel (Katalis Ni-Zn Tartrat 12 jam)	48,65 ± 0,598
Biodiesel (Katalis Ni-ZnO 4 jam)	53,30 ± 0,152
Biodiesel (Katalis Ni-ZnO 12 jam)	52,77 ± 0,078

Biodiesel yang dihasilkan mengalami sedikit perubahan warna. Perubahan warna pada minyak biodiesel hasil uji-coba menggunakan katalis Ni-Zn tartrat dibandingkan dengan warna minyak biodiesel tidak signifikan, sedangkan pada biodiesel hasil uji-coba menggunakan katalis Ni-ZnO, warna minyak menjadi kecoklatan. Penulis menduga bahwa biodiesel teroksidasi sehingga terjadi perubahan warna pada minyak. Penulis juga menduga bahwa katalis Ni-ZnO yang berwarna hitam pekat dapat berpengaruh terhadap gelapnya warna biodiesel.



Gambar 1.4 Perbandingan minyak biodiesel dengan minyak biodiesel hasil reaksi redoks pada katalis dengan waktu reaksi 4 jam. Dari kiri ke kanan: Biodiesel (BD); BD/Ni-Zn tartrat (Run I); BD/ Ni-Zn tartrat (Run II); BD/Ni-ZnO (Run I); BD/Ni-ZnO (Run II)



Gambar 1.5 Perbandingan minyak biodiesel dengan minyak biodiesel hasil reaksi redoks pada katalis dengan waktu reaksi 12 jam. Dari kiri ke kanan: Biodiesel (BD); BD/Ni-Zn tartrat (Run I); BD/ Ni-Zn tartrat (Run II); BD/Ni-ZnO (Run I); BD/Ni-ZnO (Run II)

### 3. Pengaruh Temperatur, Massa Reduktor, dan Waktu Reduksi Pada Recovery Emas dari Terak Emas dengan Reduktor Cangkang Kelapa Sawit

Universitas Indonesia

Ketua Peneliti : Sulthan Josiah  
 Anggota Peneliti : Alfian Rivaldi Nugraha  
 Claire Ditya Louisiana Manurung  
 Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Johny Wahyuadi M, DEA

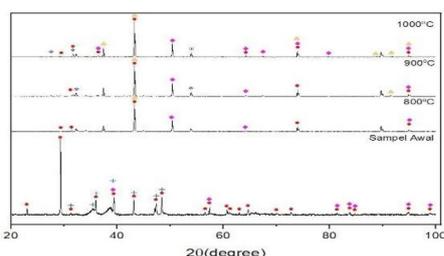
Berdasarkan World Gold Council, demand emas mengalami kenaikan dalam beberapa dekade terakhir, dengan Indonesia pada urutan ketiga sebagai negara dengan pertumbuhan permintaan emas terbesar di dunia. Meningkatnya demand logam ini mendorong perkembangan industri ekstraksi dalam memproduksi emas dari sumber-sumber selain penambangan bijih. Karena itu *recovery* emas dari terak hasil pengolahan logam merupakan salah satu pilihan sumber produksi emas.

Pada proses pirometalurgi dibutuhkan agen pereduksi atau reduktor. Umumnya, batu bara merupakan pilihan yang digunakan pada industri ekstraksi emas. Salah satu pilihan pengganti batu bara adalah cangkang kelapa sawit. Selain ketersediaannya yang melimpah, cangkang kelapa sawit memiliki kandungan sulfur dan fosfor yang lebih rendah dibanding batu bara sehingga lebih ramah lingkungan. Melalui penelitian ini, akan dibuktikan efektivitas penggunaan cangkang kelapa sawit sebagai bio-reduktor pengganti batu bara.

Tahapan pelaksanaan riset, yaitu: 1) preparasi sampel, dimana *detox sludge* emas dikeringkan dengan sinar matahari hingga kering. Setelah dikeringkan, *detox sludge* yang berbentuk serbuk di-sieving hingga 40# mesh. Cangkang kelapa sawit dihancurkan hingga ukuran  $\pm 0,5$  cm, kemudian di *roasting* hingga suhu 900°C; 2) karakterisasi bahan baku, *detox sludge* emas dikarakterisasi dengan uji XRD dan XRF yang bertujuan mengetahui kandungan senyawa dan unsur dalam *detox sludge* emas dan cangkang kelapa sawit dikarakterisasi melalui proximate analysis untuk cangkang kelapa sawit untuk mengetahui kandungan fixed carbon, *volatile matter*, *moisture*, dan ash; 3) proses reduksi, *detox sludge* emas dan arang cangkang kelapa sawit yang telah ditimbang dimasukkan ke dalam krusibel keramik tertutup, proses reduksi dilakukan pada variabel temperatur 800°C, 900°C, dan 1000°C (perbandingan massa 1:2 dan waktu reduksi 60 menit), variabel perbandingan massa reduktor 1:1, 1:2, dan 1:3 (temperatur 800°C dan waktu 60 menit), dan variabel waktu 30 menit, 60 menit, dan 90 menit (temperatur 800°C dan perbandingan massa 1:2); 4) karakterisasi produk, dilakukan pengujian XRD, XRF, dan ICP-OES untuk mengetahui kadar yang terkandung.

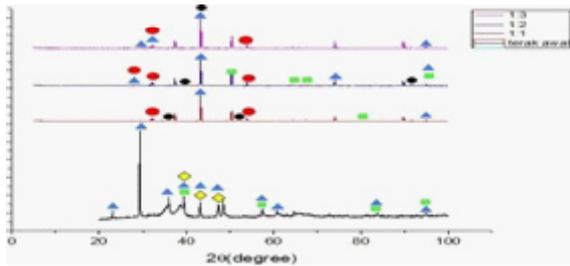
Hasil proses reduksi detox sludge menggunakan arang cangkang kelapa sawit sbb.:

#### ● Pengaruh Temperatur terhadap Produk hasil Reduksi



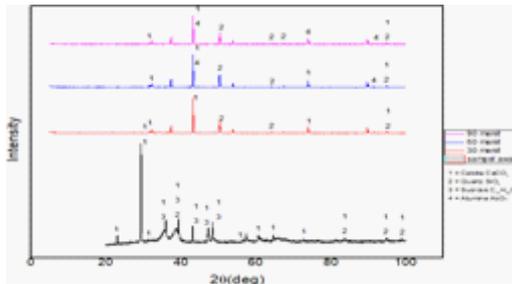
Senyawa Oksida	Konsentrasi (%)			
	Awal	800	900	1000
SiO <sub>2</sub>	1,62	4,22	4,067	3,82
CaO	27,44	36,06	36,32	35,69
CuO	68,43	56,09	55,923	56,74

● Pengaruh Perbandingan Massa Reduktor terhadap Produk Hasil Reduksi



Senyawa Oksida	Awal	Konsentrasi (%)		
		1:1	1:2	1:3
SiO <sub>2</sub>	1,62	3,86	4,067	4,07
CaO	27,44	36,25	36,32	35,54
CuO	68,43	56,54	55,923	56,61

● Pengaruh Waktu Reduksi terhadap Produk Hasil Reduksi



Senyawa Oksida	Awal	Konsentrasi (%)		
		30'	60'	90'
SiO <sub>2</sub>	1,62	4,11	4,067	4,17
CaO	27,44	36,67	36,32	36,8
CuO	68,43	56,57	55,923	56,08

● Perbandingan Komposisi Emas

Sampel	Au (ppm)	Sampel	Au (ppm)	Sampel	Au (ppm)
Sampel Awal	11,04	Sampel Awal	11,04	Sampel Awal	Au (ppm)
T reduksi		t reduksi		Sampel: arang	
800°C	24,11	30 menit	24,63	1:1	31,27
900°C	33,31	60 menit	33,31	1:2	33,31
1000°C	29,11	90 menit	30,42	1:3	24,88

Kesimpulan:

1. Hasil XRF *detox sludge* yang telah di reduksi terjadi peningkatan kadar kandungan dari CaO yang sangat signifikan pada semua variabel dan terjadi peningkatan pada beberapa kandungan lainnya.
2. Hasil XRD menunjukkan bahwa terjadi perubahan fasa yang terdapat pada sampel yang semulanya calcite, quartz, dan sucrose menjadi quartz, alumina dan calcite.
3. Berdasarkan hasil karakterisasi ICP-OES, kandungan emas terbanyak didapatkan dengan kondisi 900°C selama 60 menit dengan perbandingan rasio massa sampel:arang sebesar 1:2



#### 4. Delignifikasi Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Aplikasinya Sebagai Support Elektrokatalisis pada Baterai

##### Institut Teknologi Sepuluh Nopember

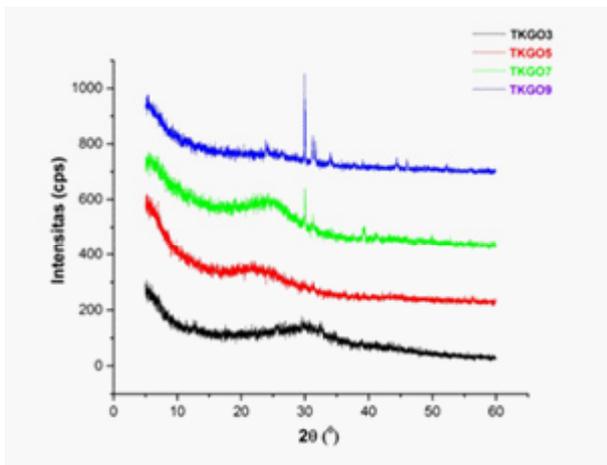
Ketua Peneliti : Wahida Annisa Ermadayanti  
Anggota Peneliti : Cininta Nareswari  
Muhammad Salman Al Kahfi  
Dosen Pembimbing : Ir. Endang Purwanti Setyaningsih, M.T.

Metal air battery dapat menjadi salah satu inovasi sumber energi untuk barang elektronik, kedokteran maupun transportasi listrik yang bersifat tidak beracun, terjangkau, dan ramah lingkungan. Pada perkembangannya, *metal air battery* terdapat kelemahan yaitu reaksi pada katoda terjadi cukup lambat disertai dengan rendahnya reaksi *reversible* oksigen sehingga dibutuhkan elektrokatalis untuk mengatasi masalah tersebut. Salah satu elektrokatalisis yang sering digunakan pada metal air battery yaitu  $MnO_2$ . Oksida mangan ( $MnO_2$ ) banyak dikembangkan sebagai elektrokatalisis karena biayanya relatif terjangkau, bersifat non-toksik, serta memiliki stabilitas yang tinggi.  $MnO_2$  juga dapat berfungsi dalam reaksi evolusi oksigen (*Oxygen Evolution Reactions/OER*) sehingga membuatnya menarik sebagai katalis bifungsional untuk reaksi elektrokimia oksigen. Namun oksida mangan ( $MnO_2$ ) umumnya kurang aktif dalam mengkatalisis reaksi karena luas permukaannya yang rendah sehingga perlu mengkomposkannya pada *support* seperti karbon, karena memiliki sifatnya yang mudah dimodifikasi, serta memiliki luas permukaan yang tinggi. Kinerja *support* karbon pada  $MnO_2$  sangat dipengaruhi oleh beberapa parameter seperti suhu karbonisasi lignin dan rasio campuran karbon dengan  $MnO_2$ .

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh suhu karbonisasi lignin dari limbah tandan kosong kelapa sawit serta rasio massa antara karbon dan  $MnO_2$  terhadap karakter *support* elektrokatalis pada reaksi reduksi oksigen dalam hal kinerja elektrokimia maupun fungsinya sebagai superkapasitor.

Tahapan Pelaksanaan Riset terdiri dari: 1) persiapan alat dan bahan; 2) delignifikasi limbah tandan kosong kelapa sawit menggunakan media basa; 3) karbonisasi lignin; 4) proses pencucian karbon; 5) proses pembuatan komposit karbon/ $MnO_2$ ; 6) karakterisasi produk.

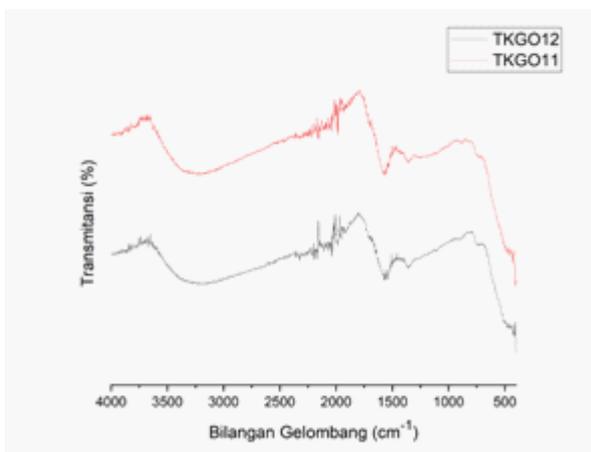
Karakterisasi hasil sintesis karbon dari limbah TKKS ditunjukkan pada Gambar 1 dan Tabel 1. Temperatur karbonisasi optimum yang diperoleh pada penelitian ini adalah  $700^\circ C$ , diindikasikan dari kurva XRD dimana terbentuk struktur r-GO (*reduced-graphene oxide*) secara jelas dengan tingkat porositas hasil uji BET yang baik, yaitu luas permukaan  $301,548 \text{ m}^2/\text{g}$  dengan volume pori total  $0,283 \text{ cm}^3/\text{g}$  dan diameter pori  $3,982 \text{ nm}$ . Karakterisasi hasil sintesis komposit r-GO/ $MnO_2$  ditunjukkan oleh spektra FTIR pada Gambar 2, komposit r-GO/ $MnO_2$  dengan rasio 1:1 (TKGO11) dan rasio 1:2 (TKGO12) memiliki puncak pada  $481\text{-}529 \text{ cm}^{-1}$  mengindikasikan adanya senyawa  $MnO_2$ . Selanjutnya uji kinerja elektrokimia dilakukan dengan *Cyclic Voltammetry* (CV) pada scan rate  $30 \text{ mV/s}$  dan rentang potensial  $0\text{-}1 \text{ V}$  dalam karutan KOH (Gambar 4). Terlihat komposit r-GO/ $MnO_2$  dengan rasio 1:1 (TKGO11) memiliki puncak katodik dengan intensitas pada  $0.58 \text{ Volt}$  dan  $0.86 \text{ Volt}$ , sementara puncak anodik terlihat dengan intensitas yang rendah pada  $0.40 \text{ Volt}$  dan  $0.68 \text{ Volt}$



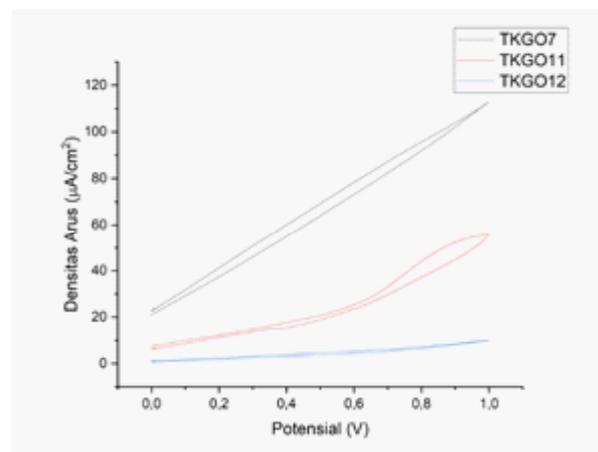
Gambar 1.6 Kurva XRD Suhu Karbonisasi 300, 500, 700, dan 900°C

Tabel 1.3 Porositas pada Suhu Karbonisasi 300, 500, 700, dan 900°C

Sampel	Luas Permukaan Spesifik (m <sup>2</sup> /g)	Volume Pori Total (cm <sup>3</sup> /g)	Diameter Pori (nm)
Lignin Kering (LK)	10,035	0,041	3,421
Karbon 300°C (TKGO3)	84,279	0,100	3,599
Karbon 500°C (TKGO5)	106,009	0,198	4,689
Karbon 700°C (TKGO7)	301,548	0,283	3,982
Karbon 900°C (TKGO9)	196,287	0,272	3,843



Gambar 1.7 Spektra FTIR komposit r-GO/MnO<sub>2</sub> dengan rasio 1:1 (TKGO11) dan 1:2 (TKGO12)



Gambar 1.8 Kurva CV komposit r-GO/MnO<sub>2</sub> dengan rasio 1:1 (TKGO11) dan 1:2 (TKGO12) dalam larutan KOH

Berdasarkan hasil-hasil yang diperoleh dari kegiatan riset ini disimpulkan bahwa sintesis karbon limbah TKKS pada temperatur karbonisasi 700°C menghasilkan karbon dengan struktur r-GO dan porositas terbaik; dan komposit r-GO/MnO<sub>2</sub> dengan rasio 1:1 memiliki kinerja elektrokimia terbaik.





## II. Biomaterial / Oleokimia



# 1. MENTAL BAJA (Masker Selulosa Asetat Nanofiber Anti Virus dari Tandan Kosong Kelapa Sawit)

## Universitas Teknologi Sumbawa

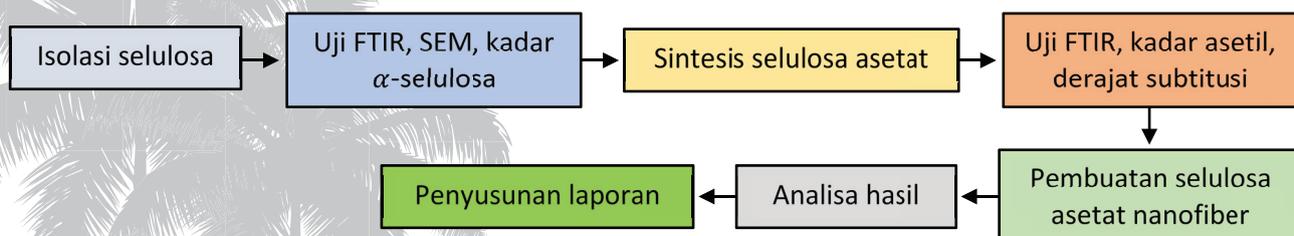
Ketua Peneliti : Annisa Az-zahra  
Anggota Peneliti : Haris Abdurrahman  
Yasser  
Dosen Pembimbing : Lalu Suhaimi, M.T

Kelapa sawit merupakan tanaman budidaya yang dapat dijumpai di Indonesia. Tanaman ini merupakan penghasil minyak nabati yaitu *Crude Palm Oil* (CPO). Dalam pengambilan CPO dari kelapa sawit dihasilkan hasil samping padatan yaitu Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sekitar 22% dari total kelapa sawit yang diolah. TKKS yang dihasilkan biasanya dibuang dengan cara dibakar atau dikumpulkan disuatu lahan. Namun pembuangan dengan cara tersebut dapat menurunkan kemampuan tanah dalam menyerap air dan jika TKKS telah membusuk, itu dapat menarik kedatangan jenis kumbang tertentu yang dapat merusak pohon kelapa sawit hasil peremajaan di lahan sekitar tempat pembuangan. Salah satu usaha dalam mengatasi hal tersebut adalah memanfaatkan TKKS menjadi produk berguna dan bernilai tambah.

TKKS tersusun atas lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Salah satu kandungan terbesar dari TKKS yaitu selulosa yang terkandung sekitar 38,76% pada TKKS. Selain itu selulosa memiliki keunggulan yaitu sifatnya yang hidrofilik (mampu menyerap air) dan *biodegradable* (mampu terurai secara alami), sehingga dapat diaplikasikan salah satunya menjadi membran filtrasi. Namun dalam proses pembuatannya, selulosa harus terlebih dahulu disintesis menjadi selulosa asetat agar dapat larut pada pelarut aseton maupun DMAc. Sehingga akan semakin luas manfaat yang dapat diperoleh dari selulosa. Setelah selulosa asetat telah terbentuk, maka tahapan selanjutnya yaitu pembuatan selulosa asetat nanofiber.

Adapun tahapan yang dilakukan pada proses penelitian:

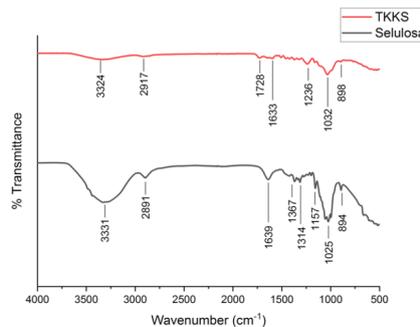
1. Isolasi selulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit
2. Analisa kualitatif dan kuantitatif selulosa menggunakan FTIR, SEM, dan uji kadar  $\alpha$ -selulosa
3. Sintesis selulosa asetat menggunakan selulosa yang telah diperoleh
4. Analisa kualitatif dan kuantitatif selulosa asetat menggunakan FTIR, uji kadar asetil, dan derajat substitusi
5. Pembuatan selulosa asetat nanofiber menggunakan metode *electrospinning*
6. Analisa selulosa asetat nanofiber menggunakan mikroskop optik



Luaran yang diharapkan dari penelitian ini yakni terbentuknya selulosa asetat nanofiber yang dapat digunakan sebagai material membran filtrasi pada masker kain. Hasil dari penelitian ini juga diharapkan adanya publikasi ilmiah.

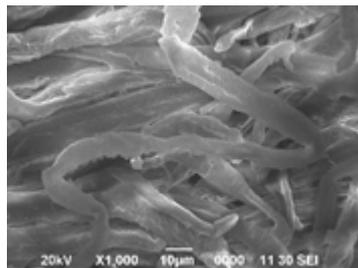
Pada penelitian ini telah tercapai beberapa hasil, sebagai berikut :

1. Telah diperoleh selulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan kadar  $\alpha$ -selulosa = 95,33%. Tingginya kadar  $\alpha$ -selulosa menjadikan selulosa yang dihasilkan dapat dilakukan proses lanjutan menjadi selulosa asetat.
2. Telah dilakukan uji FTIR pada TKKS sebelum dan setelah proses isolasi. Terdapat perbedaan yaitu pada TKKS yang telah diisolasi terjadi peningkatan gugus fungsi yang mencirikan selulosa. Hal ini yang menjelaskan bahwa selulosa berhasil dihasilkan pada penelitian ini.

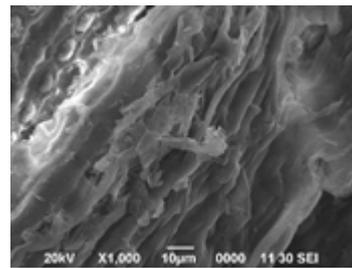


Gambar 2.1 Hasil FTIR TKKS dan Selulosa pada penelitian ini

3. Telah dilakukan uji SEM pada TKKS sebelum dan setelah proses isolasi. Terdapat perbedaan pada morfologi selulosa yang dihasilkan, yakni terkelupasnya lapisan luar yang dimiliki oleh lignin dan hemiselulosa.



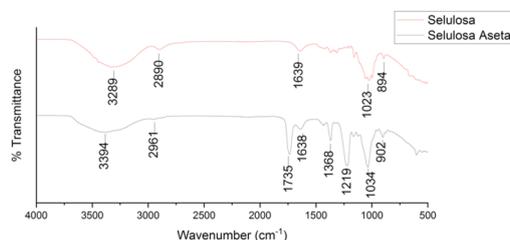
TKKS



Selulosa

Gambar 2.2 Hasil SEM TKKS dan Selulosa pada penelitian ini

4. Telah dilakukan uji FTIR pada selulosa yang telah diesterifikasi. Hasil dari FTIR menunjukkan bahwa selulosa asetat berhasil diperoleh dengan munculnya daerah serapan pada bilangan gelombang  $1735\text{ cm}^{-1}$  untuk C=O karbonil dan gugus C-O pada  $1219\text{ cm}^{-1}$



Gambar 2.3 Hasil FTIR Selulosa dan Selulosa Asetat yang dihasilkan pada penelitian ini

5. Telah dilakukan sintesis selulosa asetat yang memiliki kadar asetil 38,77% serta derajat substitusi sebesar 2,34. Selulosa asetat pada penelitian ini juga terbukti dapat larut pada pelarut Aseton dan DMAc. Sehingga selulosa asetat pada penelitian ini dapat dilanjutkan pada tahapan selanjutnya yaitu pembuatan selulosa asetat nanofiber.
6. Telah dilakukan pembuatan selulosa asetat nanofiber menggunakan metode *electrospinning*.
7. Telah dilakukan analisa ukuran selulosa asetat nanofiber menggunakan mikroskop optik.



## 2. Pengembangan Biomaterial Penghantar Obat Berbasis *Porous Cellulose* Terfungsionalisasi dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit

### Universitas Sebelas Maret

Ketua Peneliti : Fiqri Apriansyah  
Anggota Peneliti : Agung Prakoso  
Melani Puji Puspitasari  
Syifa Hanifah  
Dosen Pembimbing : Dr.rer.nat. Fajar Rakhman Wibowo, S.Si,M.Si.

Peningkatan jumlah kasus kanker setiap tahunnya terus bertambah, dimana menurut *National Institute of Cancer*, terjadi peningkatan jumlah kasus mencapai 50% dengan tingkat kematian yang tinggi. Hingga saat ini, kemoterapi merupakan metode pengobatan yang umum digunakan. Namun, selain membunuh sel-sel kanker, pengobatan ini juga dapat membunuh sel-sel normal lainnya sehingga pada suatu kondisi dapat bersifat toksik (Yang *et al.*, 2012). Maka dari itu, pengembangan material pembawa obat menjadi salah satu solusi yang tepat.

Selulosa hasil isolasi dari limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dapat ditransformasikan menjadi *porous cellulose* (PC) yang berpotensi menjadi material pembawa obat dengan fitur-fitur unik, seperti porositas, luas permukaan yang baik, serta biokompatibel (Levin *et al.*, 2018). PC didesain guna memiliki pori dengan ukuran tertentu yang berguna sebagai material dalam proses penjeratan molekul obat. Material pembawa obat yang baik mampu melepaskan obat pada sel target secara terkontrol. Pada penelitian ini dilakukan modifikasi PC dari tandan kosong kelapa sawit dengan menempelkan nano-magnetik, yaitu Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> pada permukaan sebagai *targeting agent* serta penambahan gugus fungsi amino (-NH<sub>2</sub>) untuk meminimalisir pelepasan obat secara brutal (*slow release*).

Pelaksanaan Riset dimulai dengan mengekstrak selulosa dari limbah TKKS yang dilanjutkan dengan menyintesis PC, MPC, dan MPC-NH<sub>2</sub> sebagai kandidat pembawa obat. Selanjutnya, dilakukan studi adsorpsi pada PC, MPC, dan MPC-NH<sub>2</sub> dan studi pelepasan obat (*release*) kuersetin dalam material kandidat pembawa obat pada kondisi artifisial tubuh, yaitu mulut (pH 7,4) dan lambung (pH 1,0). Studi kemudian dilanjutkan dengan menguji aktivitas antioksidan kuersetin dalam PC, MPC, dan MPC-NH<sub>2</sub> hingga diperoleh kandidat material penghantar obat yang terbaik, serta hasil yang diperoleh dipublikasikan pada jurnal internasional.

Adapun luaran yang diperoleh dalam penelitian ini sebagai berikut.

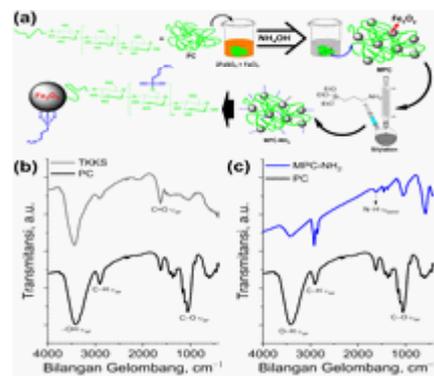
1. Publikasi pada *Journal of Applied Polymer Science* (Willey, Scopus Q1) dimana *Draft manuscript* telah disubmit dengan status *under consideration*.
2. Diseminasi hasil penelitian pada seminar internasional yang dilakukan di *International Conference on Advanced Materials for Better Future* (ICAMBF) pada tanggal 14 Oktober 2020 dengan penyelenggara Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret.
3. Prototipe produk hasil penelitian telah dibuat sebagaimana ditunjukkan pada gambar berikut.

Selulosa telah berhasil diekstrak dari limbah TKKS yang kemudian berhasil ditransformasi morfologinya menjadi PC dengan ukuran makro-pori  $1,02 \pm 0,74 \mu\text{m}$ . Transformasi yang dilakukan tidak mengubah struktur secara kimia dari selulosa yang dibuktikan oleh karakterisasi FTIR dan XRD. Material PC dengan fitur makro-pori tersebut berhasil pula dimodifikasi permukaannya dengan menempelkan nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> secara *in-situ* dan difungsionalisasi lanjut oleh senyawa *aminosilane*.

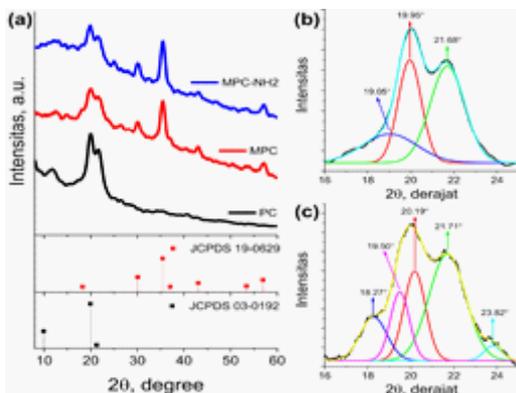
Keberadaan nanopartikel Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub> dan gugus fungsi amino pada permukaan material penghantar obat berbasis PC mampu mengontrol pelepasan senyawa obat kuersetin pada kondisi artifisial asam lambung dengan cara menghambat laju pelepasan obat sampai dengan kurang dari 1%. Selain itu, material penghantar obat MPC-NH<sub>2</sub> juga menyediakan fitur *slow release* pada kondisi artifisial fisiologis.



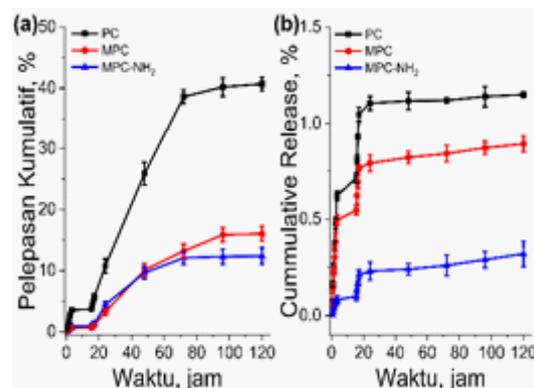
Gambar 2.4 Prototipe produk Insupra



Gambar 2.5 (a) Skema sintesis MPC-NH<sub>2</sub>. Spektra FTIR dari (b) TKKS, PC dan (c) MPC-NH<sub>2</sub>



Gambar 2.6 (a) Difraktogram XRD dari PC, MPC dan MPC-NH<sub>2</sub>. Dekonvolusi Puncak XRD dari (b) PC dan (c) MPC-NH<sub>2</sub>.



Gambar 2.7 Profil pelepasan kumulatif obat quercetin dari berbagai material penghantar obat pada pH (a) 7,4 dan (b) 1,0 (n=3)

Studi aktivitas antioksidan juga menunjukkan bahwa kuersetin yang termuat dalam MPC-NH<sub>2</sub> memiliki persentase inhibisi yang lebih tinggi dan IC<sub>50</sub> yang sangat kuat dibandingkan dengan kuersetin tanpa pemuatan.

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan ini dapat disimpulkan bahwa pemuatan kuersetin dalam MPC-NH<sub>2</sub> menjadi strategi yang menjanjikan serta Que@MPC-NH<sub>2</sub> mampu sebagai kandidat material pembawa obat potensial untuk studi lanjutan terapi kanker.



Gambar 2.8 Produk hasil sintesis PC, MPC, dan MPC-NH<sub>2</sub>



### 3. Studi Analitis Limbah Sawit Menjadi Graphene Oxide

#### Politeknik Caltex Riau

Ketua Peneliti : Jippo Gunawan  
Anggota Peneliti : Andini Chairani Putri  
Ulfa Nabilla  
Dosen Pembimbing : Dianita Wardani, S.Si.,M.T.

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan tanaman industri yang banyak ditanam di Indonesia oleh para petani. Bagi perekonomian Indonesia yang tetap bertahan pada saat terjadinya krisis ekonomi berkepanjangan dan merupakan salah satu komoditas perkebunan yang menyumbang devisa besar bagi negara (Reni Krismawati dan Rizky Ahdia, 2013).

Sejalan dengan semakin meningkatnya produksi kelapa sawit dari tahun ke tahun, akan terjadi pula peningkatan volume limbahnya. Umumnya limbah padat industri kelapa sawit mengandung bahan organik yang tinggi sehingga berdampak pada pencemaran lingkungan. Penanganan limbah secara tidak tepat akan mencemari lingkungan. Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengolah dan meningkatkan nilai ekonomi limbah padat kelapa sawit. Limbah kelapa sawit adalah sisa-sisa hasil tanaman kelapa sawit yang tidak termasuk dalam produk utama atau merupakan hasil ikutan dari proses pengolahan kelapa sawit baik berupa limbah padat maupun limbah cair. Limbah padat kelapa sawit dapat berupa tandan kosong, cangkang dan fiber (sabut). (Andi Haryanti, dkk. 2014).

Karena limbah sawit semakin meningkat jumlahnya, maka diperlukan alternatif lain sebagai solusi untuk mengurangi limbah sawit menjadi sesuatu yang lebih bernilai dan memiliki manfaat dalam kehidupan sehari-hari, salah satu dari solusi tersebut ialah dengan mengolah limbah tersebut menjadi material Graphene Oxide.

Graphene merupakan satu lapis karbon 2D, dengan struktur menyerupai satu lapis grafit. Graphene menjadi sangat menarik untuk dikaji karena memiliki sifat kelistrikan, termal, dan mekanik yang luar biasa. Struktur yang unik dari Graphene memberikan peningkatan sifat Graphene, misalnya mobilitas pembawa yang tinggi ( $\sim 10,000 \text{ cm}^2/\text{V s}$ ), efek Quantum Hall pada temperatur ruangan, Transparansi optik yang baik (97.7%), luas permukaan spesifik (2630  $\text{m}^2/\text{g}$ ), Modulus young ( $\sim 1 \text{ TPa}$ ), dan konduktivitas panas yang sangat baik  $\sim 3000 \text{ W/mK}$ . Hingga saat ini, sebagian besar peneliti berfokus pada pengaplikasian Graphene untuk fuel cell dan perangkat photovoltaic, transparent conducting electrode, sensor gas dan bio, transistor, rechargeable battery, dan supercapacitor. (Muhammad Junaidi dan Diah susanti, 2014).

Oleh karena manfaat yang dimiliki oleh material Graphene Oxide, maka limbah sawit bisa disintesis untuk menjadi bahan atau material yang lebih berguna dalam kehidupan sehari-hari.

Tahapan-tahapan dalam penelitian ini secara berurutan adalah dimulai dari pembakaran limbah sawit yang berupa cangkang, daun dan pelepah menjadi arang kemudian menghaluskan arang tersebut hingga berbentuk serbuk, sintesis graphite oksida, sintesis graphene oxide, pembuatan elektroda graphene, pengujian sampel yaitu X-ray Diffraction (Xrd), Scanning electro microscope (SEM), Fourier Transformation Infrared (FTIR) dan Cyclic Voltammetry (CV), Analisis Hasil dan Penyusunan Laporan.

Adapun luaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah Untuk menganalisa sintesis limbah sawit yang berupa cangkang sawit, daun sawit, dan pelepah sawit dengan menggunakan metode reduksi grafit oksida dengan variasi temperatur pengeringan 150°C, 200°C, 250°C menjadi serbuk Graphene Oxide yang memiliki nilai kapasitansi tertentu berdasarkan hasil analisa uji sample Xrd, SEM, FTIR, dan CV.

Pada pengujian XRD diperoleh sudut difraksi puncak 26°C sesuai dengan sudut puncak graphene. Secara komposisi yang diujikan melalui FTIR sudah mengandung unsur C-H-O yang artinya Graphene Oxide sudah terbentuk, dan pada pengujian SEM sudah terlihat morfologi Graphene dari tiap-tiap sampel sudah mulai tumbuh.

Graphene Oxide berhasil disintesis dari grafit dengan material dasar limbah sawit yaitu cangkang sawit, daun sawit, dan pelepah sawit dengan menggunakan metode Hummer dan di reduksi dengan agen pereduksi yaitu Zinc dan dilanjutkan dengan proses hydrothermal dengan menggunakan variasi temperatur hidrotermal 150°C, 200°C, dan 250°C.

Dari hasil uji Cyclic Voltammetry (CV) Graphene yang didepositkan ke dalam nickel foam diuji untuk mendapatkan nilai kapasitansinya. Dari pengujian CV diperoleh nilai dengan kapasitansi terbesar adalah dengan pemberian perlakuan hidrotermal dengan temperatur 250°C pada pelepah sawit dengan nilai kapasitansi terbesar senilai sebesar 130,5 F/g dengan scan rate 5 mV/s. Dan berdasarkan Rumus Densitas Energi telah diperoleh nilai Densitas Energi yang terbesar adalah senilai 41,76 Wh/g pada pelepah sawit. Berdasarkan plot Ragone, besar Densitas Energi tersebut termasuk kedalam Densitas Energi Baterai.



Gambar 2.9 Proses stirring dalam ice bath



Gambar 2.10 Hasil endapan Graphene Oxide



Gambar 2.11 Elektroda Nickel foam GO



Gambar 2.12 Serbuk Graphene Oxide setelah furnace



Gambar 2.13 Pembakaran limbah dengan mesin furnace



Gambar 2.14 Arang hasil pembakaran limbah



#### 4. Hidrogel Berbahan Dasar Selulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Agen Enkapsulasi Sel Punca

##### IPB University

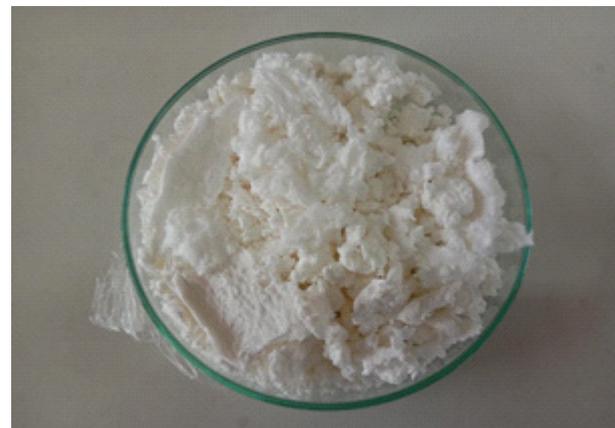
Ketua Peneliti : Weilvan Dwi Putra  
Anggota Peneliti : Muhammad Khaffin Suhaimi  
Dewi Nur Wulandari  
Citta Melia Ningrum  
Dosen Pembimbing : Dr. (rer. nat.) Noviyani Darmawan, MSc

Produk hasil dari kelapa sawit adalah salah satu komoditas unggulan Indonesia yang terbaharukan dan bernilai ekonomi tinggi serta masuk prioritas industri nasional. Peningkatan volume industri kelapa sawit akan menghasilkan limbah industri berupa tandan kosong yang berpotensi dimanfaatkan sebagai produk inovasi. Tandan kosong kelapa sawit dapat digunakan sebagai sumber selulosa dalam pembuatan hidrogel. Hidrogel adalah material polimer berpori yang dapat menyerap air dan kemudian membesar ukurannya. Keunggulan hidrogel adalah memiliki struktur rongga dimana suatu zat ataupun sel dapat dimuatkan kedalamnya sehingga dapat digunakan sebagai agen pengantar obat, penutup luka, ataupun rekayasa jaringan dalam dunia medis. Hidrogel selulosa menawarkan keunggulan yaitu memiliki sifat biokompatibel dan dapat terdegradasi secara alami tanpa produk samping yang berbahaya. Hidrogel kemudian dapat mendukung proses transplantasi sel dengan keunggulan mengurangi dosis immunosupresan, melindungi sel secara mekanik, dan menyediakan medium optimal untuk sel dapat bertumbuh dan berkembang.

Transplantasi sel punca dalam tubuh menjadi pengobatan yang menjanjikan karena dapat menyembuhkan berbagai macam penyakit. Penggunaan sel punca dalam terapi dapat memperbaiki atau menggantikan jaringan tubuh yang rusak baik akibat luka ataupun penyakit. Luasnya aplikasi transplantasi sel punca membuka peluang untuk riset dan penyembuhan penyakit yang mungkin sebelumnya tidak dapat diobati. Transplantasi sel punca juga dapat berjalan dengan cepat, namun efektivitasnya kurang baik. Penggunaan hidrogel selulosa sebagai medium pembawa sel punca dalam transplantasi diharapkan dapat meningkatkan efektivitas terapi transplantasi sel punca.



Gambar 2.15 Proses isolasi selulosa dari TKKS



Gambar 2.16 Hasil isolasi selulosa

Adapun tahapan pelaksanaan riset adalah sebagai berikut:

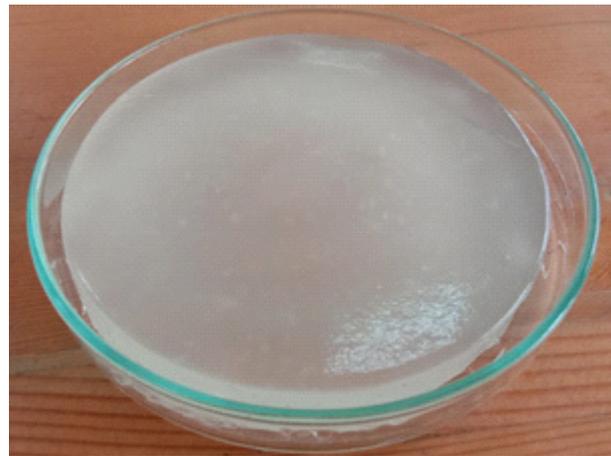
1. Melakukan isolasi selulosa dari serat TKKS
2. Melakukan uji kadar lignin dari serat TKKS
3. Melakukan sintesis turunan selulosa NaCMC
4. Melakukan pembentukan hidrogel menggunakan selulosa, NaCMC, dan penaut silang ECH
5. Melakukan karakterisasi hasil pembuatan hidrogel
6. Melakukan uji viabilitas sel punca dalam hidrogel

Luaran dari penelitian ini berupa hidrogel berbahan dasar selulosa dari tandan kosong kelapa sawit dengan sifat biokompatibel dan menghasilkan data viabilitas sel punca dalam matriks hidrogel selulosa.

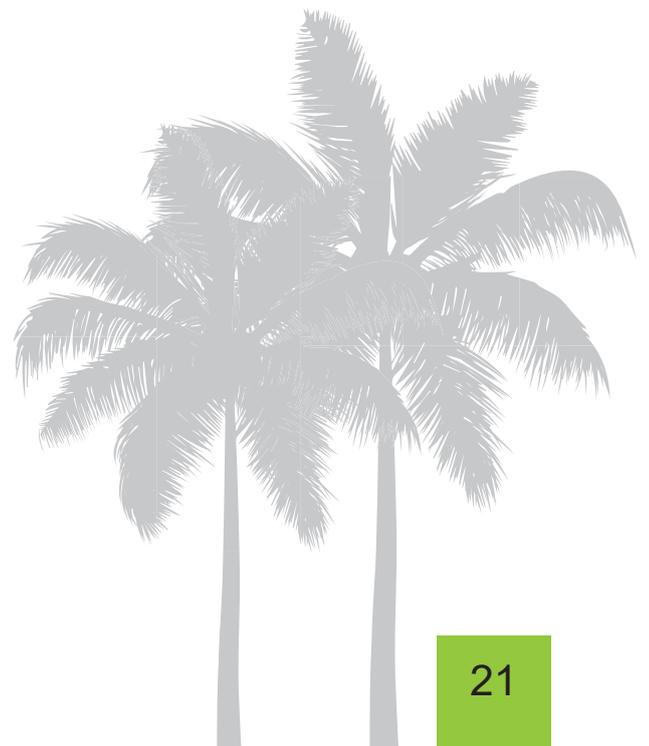
Selulosa diisolasi dari serat TKKS dan turunan NaCMC dibuat menggunakan hasil isolasi selulosa. Isolasi selulosa menghasilkan rerata rendemen sebesar 29,79% dengan kadar lignin pada TKKS sebesar 34,43%. Padatan hasil isolasi selulosa memiliki bobot molekul sebesar 6506 g/mol. Pembuatan NaCMC sebagai turunan selulosa ditandai dengan munculnya puncak serapan pada spektrum FTIR yang menandakan adanya gugus karboksilat pada sampel NaCMC. Hidrogel dibuat menggunakan selulosa, NaCMC dan epiklorohidrin dalam larutan NaOH/urea (7:12) dalam suhu  $-12\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Ditemukan tingkat kekerasan dan retensi bentuk hidrogel dipengaruhi oleh jumlah selulosa terlarut.



Gambar 2.17 Hasil sintesis NaCMC



Gambar 2.18 Hasil pembuatan hidrogel





# III. Lahan / Tanah / Bibit / Budidaya

 [www.bdp.or.id](http://www.bdp.or.id)

 [@bdpkelapasawit](https://www.instagram.com/bdpkelapasawit)

 [@BDPkelapasawit](https://twitter.com/BDPkelapasawit)

 [bdpasawit](https://www.facebook.com/bdpasawit)

# 1. Pengelolaan Hama dan Pencegahan *Insects Apocalypse* Melalui Penerapan Sistem *Push and pull* sebagai Upaya Mewujudkan Perkebunan Kelapa Sawit Berkelanjutan

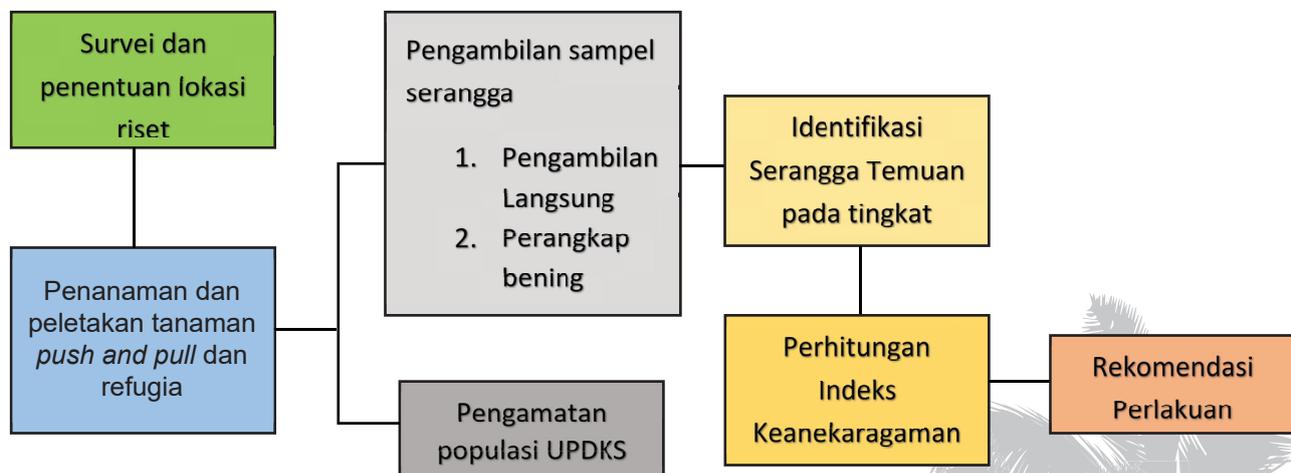


## Universitas Brawijaya

Ketua Peneliti : Baiq Diniaty Islami  
Anggota Peneliti : Alfian Febrianto  
Hendra Nur Halik  
Zubaidah Widya Putri  
Dosen Pembimbing : Dr. Akhmad Rizali

Salah satu permasalahan dalam budidaya kelapa sawit adalah keberadaan hama Ulat Pemakan Daun Kelapa Sawit (UPDKS) dari ordo Lepidoptera yang meliputi *Sethotosea asigna*, *Setora nitens*, *Metisa plana*, dan *Dasychira inclusa*. Serangan UPDKS dapat menyebabkan penurunan hasil mencapai 30-40%. Pengendalian hama UPDKS yang umumnya diaplikasikan adalah penggunaan insektisida sintetik yang memberikan dampak berupa residu pestisida pada produk kelapa sawit serta terjadinya kepunahan serangga bermanfaat (*insects apocalypse*). Alternatif pengendalian hama UPDKS yang ramah lingkungan, berkelanjutan adalah dengan memanfaatkan musuh alami. Strategi *Push and pull* merupakan pengendalian hama baru yang memanfaatkan senyawa semiokimia dari tanaman pendamping untuk mendorong (*push*) hama dari tanaman utama dan menarik (*pull*) hama ke tanaman perangkap serta mengeliminasi hama sehingga tanaman utama terlindungi dari serangan hama. Strategi ini perlu diteliti karena merupakan komponen pengendalian non toksik yang dapat dikombinasikan dengan pengendalian lainnya.

Tahapan Pelaksanaan Riset adalah sebagai berikut



Riset telah dilaksanakan di lahan kelapa sawit seluas 10.000 m<sup>2</sup> milik perorangan yang terletak di Desa Pasiraman, Kabupaten Blitar, Jawa Timur. Tanaman yang digunakan sebagai tanaman penolak (*push*) adalah kenikir dan kemangi, tanaman penarik (*pull*) adalah rumput gajah, dan *Turnera subulata* sebagai refugia. Pengamatan terhadap populasi UPDKS dan keanekaragaman serangga dilakukan sebanyak 4 kali dalam kurun waktu 2 bulan, dengan hasil seperti pada table berikut :

Tabel 3.1. Hasil pengamatan populasi UPDKS dan keanekaragaman serangga

No.	Perlakuan	Indeks Keanekaragaman Serangga ( $H'$ )	Persentase Hama (ekor)	Persentase Musuh Alami (ekor)
1	Kontrol	1.87	10	115
2	Push and Pull	2.30	19	218
3	Push and Pull + Refugia	2.56	21	213
4	Refugia	2.05	22	157

Data menunjukkan bahwa perlakuan push and pull memberikan pengaruh terhadap keanekaragaman serangga yang ada di lahan kelapa sawit. Berdasarkan jumlah musuh alami yang ditemui, didapatkan bahwa perlakuan push and pull mampu menyediakan sebanyak 10 famili serangga yang bersifat parasitoid dan 11 famili serangga yang berperan sebagai predator terhadap ulat api. Hasil ini mengindikasikan bahwa pengaplikasian push and pull di lahan kelapa sawit mampu menekan populasi UPDKS dan meningkatkan keanekaragaman serangga guna mencegah kepunahan serangga bermanfaat akibat pengaplikasian pestisida.



Gambar 3.1 Kondisi lahan untuk riset



Gambar 3.2 Identifikasi serangga temuan



Gambar 3.3 Identifikasi serangga temuan



Gambar 3.4 Survei lahan untuk riset

## 2. Inovasi Pupuk Sambil-Terbasi (Sampah *Bleaching Earth* Terformulasi Bakteri Silika) Untuk Modulasi Resistensi Sawit Terhadap Penyakit Busuk Pangkal



### Universitas Tanjungpura

Ketua Peneliti : Ellia Septiarahma Rumambi  
Anggota Peneliti : Tika Widya Pratiwi  
Taris Zharfan Mias Embau  
Dosen Pembimbing : Cico Jhon Karunia Simamora, S.P.M.Si

Proses pemurnian minyak kelapa sawit menghasilkan limbah spent *bleaching earth* (SBE) dalam jumlah banyak. SBE diketahui mengandung unsur hara esensial N,P,K serta unsur hara lain Ca, Mg, Zn, Fe, Mn, Cu, Ti. Selain itu, diketahui pula SBE mengandung senyawa SiO<sub>2</sub> cukup tinggi dan berpotensi sebagai pupuk kaya silika. Hingga saat ini salah satu jenis pupuk atau unsur hara yang hampir tidak pernah diberikan atau ditambahkan ke dalam tanah pada budidaya pertanian adalah silika atau silikon (Si). Sumber Si yang dapat diserap oleh tanaman sangat terbatas dan merupakan produk impor yang harganya mahal. Silika tersedia melimpah di Indonesia dalam bentuk mineral kuarsa yang kelarutannya sangat rendah. Hal ini menyebabkan walaupun silika banyak di sekitar perakaran tetapi tidak dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Silika mampu meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan melalui mekanisme meningkatkan kesetimbangan kadar air dalam jaringan, meningkatkan aktivitas fotosintesis, serta penguatan dinding sel. Silika dapat diberikan sebagai sumber nutrisi, khususnya pada pengembangan tanaman Sawit sebagai unsur yang diperlukan dalam perlindungan terhadap infeksi penyakit.

Luasnya perkebunan sawit monokultur di Indonesia berdampak buruk bagi ekosistem sekitar. Tanaman kelapa sawit akan mudah terserang penyakit busuk pangkal batang oleh patogen *Ganoderma boninense*. *Ganoderma* menjadi ancaman utama pada perkebunan kelapa sawit saat ini dan belum ada cara pengendalian yang dianggap efektif dalam mengendalikannya. Tanaman yang terinfeksi oleh *G. boninense* akan terdegradasi ligninnya karena cendawan bersifat lignolitik dan lama kelamaan akan mengalami kematian. Penyakit ini menimbulkan kerugian yang besar pada usaha perkebunan kelapa sawit di Indonesia dan Malaysia.

Peningkatan ketahanan tanaman kelapa sawit salah satunya dapat dilakukan dengan pemberian sampah *bleaching earth* (SBE) sebagai sumber pupuk silikanya. Namun, kelarutan silika yang rendah pada matriks bentonit SBE menjadi kendala dalam pemanfaatan sebagai pupuk silika. Pemanfaatan bakteri pelarut silika dapat membantu dalam melepaskan unsur silika dari keadaan tidak tersedia menjadi tersedia. Kombinasi bakteri pelarut silika dan SBE diformulasikan menjadi pupuk yang dikenal dengan SAMBAL-TERBASI (Sampah *Bleaching Earth* Terformulasi Bakteri Silika).

Tahapan-tahapan dalam pelaksanaan riset meliputi:

1. Tahap Preparasi
  - a. Persiapan dan preparasi Sampel
  - b. Peremajaan isolat *Ganoderma boninense*
  - c. Persiapan balok kayu karet
  - d. Pembuatan starter bakteri *Burkholderia cenocepacia*
2. Tahap Pembuatan Pupuk
3. Tahap Aplikasi *Ganoderma* dan pupuk pada bibit sawit
4. Uji dan Analisis
  - a. Uji Fitokimia tanaman dan aktivitas antioksidan
  - b. Uji kadar Klorofil
  - c. Uji kelarutan silika
  - d. Menghitung Keparahan penyakit *Ganoderma boninense* pada bibit sawit

Luaran yang ditawarkan dari riset ini adalah:

1. *Biofertilizer* hasil pemanfaatan limbah SBE dengan induksi bakteri pelarut silika *Burkholderia cepacia* sebagai pupuk kaya silika untuk ketahanan tanaman sawit terhadap serangan patogen *Ganoderma boninense*. *Biofertilizer* ini dinamai pupuk Sambal-Terbasi.
2. Melihat pengaruh pemberian pupuk Sambal-Terbasi terhadap ketahanan tanaman sawit terhadap infeksi *G. boninense*.
3. Hasil publikasi ilmiah berupa jurnal sebagai referensi bagi penelitian sejenis.

Uji kelarutan silika oleh bakteri pelarut silika menunjukkan bahwa isolat *Burkholderia cepacia* dapat melarutkan senyawa silika pada *spent bleaching earth* dengan metode plate agar. Pelarutan silika ditandai dengan terbentuknya zona bening di sekitar koloni bakteri.



Gambar 3.5 Kemampuan isolat dalam melarutkan silika dengan terbentuknya zona bening

Perlakuan yang diberikan pada tanaman sawit berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan dan produksi fitokimia (fenol dan flavonoid). Perhitungan kadar fitokimia pada tanaman sawit yang dilakukan pada hari ke-0 dan ke-30 setelah diberi perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap produksi fitokimia dan aktivitas antioksidan tanaman sawit.

Table 3.1 Produksi fitokimia dan aktivitas antioksidan daun kelapa sawit berdasarkan formulasi pupuk

Perlakuan pupuk SBE dan Bakteri	(Formulasi)	Fenol (mg GAE/g)	Flavonoid (mg QE/g)	Antioksidan (%)
1:0		319.138	18.691 7	5.093
1:2		306.034	20.691 7	4.164
1:1		233.621	10.873 7	3.234
2:1		305.690	19.418 7	5.651
0:1		315.000	20.509 7	3.048
Rata-rata kadar fitokimia		295.897 <sup>c</sup> 1	8.036 <sup>a</sup> 7	4.238 <sup>b</sup>

Ket: Angka-angka yang tidak diikuti huruf yang sama menunjukkan berbeda nyata DMRT 5%

Aktivitas antioksidan pada tanaman sawit terjadi karena pada ekstrak daun mengandung senyawa flavonoid yang merupakan senyawa polifenol yang mempunyai kemampuan menyumbangkan atom hydrogen kepada senyawa radikal bebas.

Perlakuan yang diberikan juga memberikan pengaruh yang nyata terhadap tinggi tanaman. Hal ini dikarenakan isolate bakteri yang diberikan mampu melarutkan silika pada SBE. Silika yang tersedia bagi tanaman di dalam tanah dapat pula melarutkan unsur fosfat dan kalium yang berpotensi meningkatkan pertumbuhan tanaman.

### 3. KANTIN (Kapsul Nanokitin) dari Limbah Cangkang Udag Hasil Proses Enzimatis Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* sebagai Pembasmi jamur *Ganoderma sp*



#### Universitas Islam Malang

Ketua Peneliti : Immega Adelia Nurdin  
Anggota Peneliti : Yulan Hardias Putri  
Della Nur Hayati  
Tri Widyarningsih  
Dosen Pembimbing : Dr. Nurul Jadid Mubarakati, S.Si., M.Si

Dalam proses budidaya kelapa sawit, salah satu hambatan yang hingga saat ini belum teratasi adalah busuk pangkal batang (BPB). Penyakit BPB disebabkan oleh jamur *Ganoderma sp*. Mikroorganisme yang dapat menghambat pertumbuhan jamur *Ganoderma sp*. adalah kelompok bakteri kitinolitik yang mampu memproduksi enzim kitinase. Kelompok bakteri kitinolitik yang digunakan adalah *Pseudomonas aeruginosa*. Sedangkan sumber kitin diperoleh dari limbah cangkang udang. Cangkang udang dapat dimanfaatkan sebagai penghasil kitin yang kemudian kitin tersebut diisolasi dan disintesis oleh enzim kitinase yang dihasilkan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* menjadi nano partikel kitin (nanokitin). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan kapsul nanokitin yang berpotensi sebagai agen pengendali jamur *Ganoderma sp*. pada perkebunan kelapa sawit dan untuk mengetahui proses produksi kapsul nanokitin dari cangkang udang yang didegradasi oleh bakteri *Pseudomonas aeruginosa*



Gambar 3.6 Proses penginfeksi bibit kelapa sawit dengan inokulum buatan jamur *Ganoderma sp*.

Adapun tahapan pelaksanaan riet adalah sebagai berikut:

1. Persiapan cangkang udang
2. Peremajaan dan pembuatan isolate *Pseudomonas aeruginosa*
3. Produksi Enzim Kitinase dan uji aktivitas kitinase
4. Karakterisasi Nanokitin
5. Penginfeksi bibit kelapa sawit
6. Aplikasi Kapsul Nanokitin pada bibit kelapa sawit yang terinfeksi jamur *Ganoderma sp*

Adapun luaran penelitian yang diharapkan pada penelitian ini yaitu luaran secara khusus yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Produk Kapsul Nanokitin yang dapat menjadi solusi dalam menghambat pertumbuhan jamur *Ganoderma* sp. penyebab penyakit Busuk Pangkal Batang (BPB) pada kelapa sawit
2. Tata cara penggunaan produk nanokitin



Gambar 3.7 Penyaringan isolat Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*



Gambar 3.8 Hasil isolat jamur *Ganoderma* sp. Pada media PDA



Gambar 3.9 Sampel kitinase setelah disentrifugasi



Gambar 3.10 Akar kelapa sawit setelah diberi perlakuan

Luaran secara umum yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Laporan Akhir
2. Artikel Ilmiah dan jurnal
3. Paten

Adapun hasil yang telah dihasilkan adalah:

1. Hasil penentuan waktu optimum proses produksi enzim kitinase oleh bakteri *Pseudomonas aeruginosa* adalah selama 18 jam dengan konsentrasi optimum sebesar 2% (b/v).
2. Hasil karakterisasi nanokitin menggunakan spektrofotometri UV Vis diperoleh panjang gelombang maksimum pada 248 nm dengan nilai absorbansi 8,9166.
3. Hasil karakterisasi menggunakan Particle Size Analyzer (PSA) diperoleh ukuran rata-rata partikel sebesar 14.76 nm dengan nilai PDI (Polydispersity Index) sebesar 0,621. Dari hasil karakterisasi menunjukkan bahwa sampel telah berupa nanopartikel kitin.

#### 4. Electronic nose Untuk Mengidentifikasi *Ganoderma* sp. Sebagai Upaya Preventif Mengatasi Penyakit Busuk Pangkal Batang Pada Pohon Kelapa Sawit



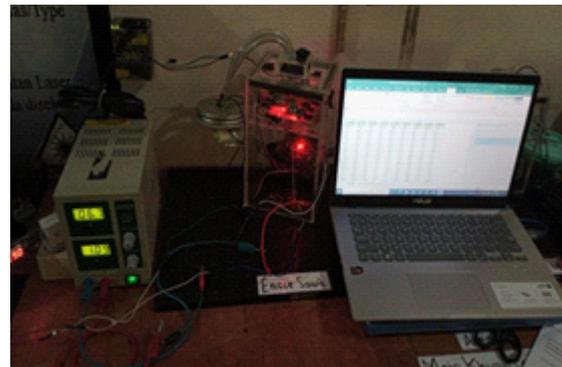
##### Universitas Riau

Ketua Peneliti : Mhd. Feri Desfri  
Anggota Peneliti : Dewi Laila Sari  
Dewi Anjarwati Mahmudah  
Irfan Cahyadi  
Ihsan Okta Harmailil  
Dosen Pembimbing : Dr. Minarni, M. Sc

Penyakit Busuk Pangkal Batang (BPB) kelapa sawit merupakan penyakit yang memiliki perkembangan paling destruktif pada perkebunan kelapa sawit di Indonesia. Penyakit ini disebabkan oleh jamur *Ganoderma* sp. yaitu patogen yang menyerang tanaman kelapa sawit dengan risiko kerusakan tanaman yang tinggi. Dalam kasus umum, tanaman kelapa sawit dideteksi terserang *Ganoderma* sp. ketika telah muncul cendawan pada tanaman tersebut. Munculnya cendawan mengindikasikan kerusakan yang dialami tanaman sudah tinggi dan sulit untuk dilakukan upaya-upaya pengendalian penyakit. Beberapa upaya dilakukan untuk mengatasi penyakit BPB mulai dari upaya deteksi, pengendalian, hingga penanaman ulang tanaman sawit. Upaya deteksi menjadi sangat penting untuk mengetahui keberadaan jamur *Ganoderma* sp. sebelum dilakukan penanganan lainnya. Inovasi terbaru dalam upaya ini adalah menggunakan *electronic nose*. *Electronic nose* merupakan upaya deteksi dini terhadap serangan *Ganoderma* sp. yang menstimulasikan indera penciuman biologis manusia. *Electronic nose* memiliki keunggulan dimana mampu mendeteksi dalam waktu yang relatif cepat, sensitivitas tinggi, alat sederhana, dan dapat menganalisis sejumlah kecil sampel. Pada penelitian ini, dilakukan proses deteksi jamur menggunakan *electronic nose* portabel.



Gambar 3.11 Prototipe *electronic nose* di Laboratorium



Gambar 3.12 Proses deteksi di laboratorium

Tahapan pelaksanaan riset secara umum terdiri dari preparasi sampel, perancangan sistem perangkat keras, perancangan sistem perangkat lunak, pengukuran data tegangan, analisa, validasi penyakit, dan klasifikasi tingkat infeksi penyakit.



Luaran kegiatan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Hasil riset akan dipublikasi pada jurnal internasional terindeks scopus.
2. *Prototipe electronic nose*.

Keluaran yang telah dihasilkan yaitu prototipe *electronic nose*. Hasil analisa PCA menunjukkan bahwa akurasi dari kedua jenis sensor gas ini memiliki perbedaan yaitu akurasi sensor MQ sebesar 87% dan akurasi sensor TGS sebesar 91% pada 2 bulan masa inokulasi isolat. Pada tahap kedua, pengambilan data yang dilakukan pada masa 6 bulan setelah inokulasi dan pengambilan data di lapangan menghasilkan tingkat varians masing-masing sebesar 91,37% dan 98,4%. Hasil JST dapat dianalisa dengan tingkat faktor kesalahan 0%, dengan nilai akurasi untuk ketepatan dalam mengenali tanaman sawit yang terserang *Ganoderma* adalah 100%, dan *error* jaringan  $10^{-10}$ .



Gambar 3.13 Prototipe *electronic nose* di Lapangan



Gambar 3.14 Proses deteksi di lapangan

## 5. Artificial Liquid Untuk Merangsang Pertumbuhan Buah Kelapa Sawit Dan Membatasi Penyakit Busuk Pangkal Batang Oleh Ganoderma Boninense



### IPB University

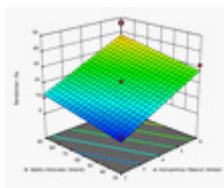
Ketua Peneliti : Nina Marisa  
Anggota Peneliti : Ramadhani Dwi Handrian, Rani Novita  
Firda Ferdianita, Baiti Jannah  
Syaiful Rizal, Muhamad Rafi Fazan  
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Ir. Khaswar Syamsu, M. Sc

Kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) merupakan tumbuhan industri penting penghasil *Crude Palm Oil* (CPO). Kelapa sawit merupakan sektor perkebunan yang paling diunggulkan di Indonesia. Beberapa tahun kedepan diperkirakan investasi terbesar subsektor perkebunan masih didominasi oleh kelapa sawit dalam tiga aspek yaitu luas total lahan, total produksi CPO, maupun tingkat produktivitas buahnya. Mengingat banyaknya produk turunan pangan membutuhkan minyak sawit serta manfaat dalam gizi dan kesehatan, ditambah sawit memiliki efektivitas tertinggi dalam penggunaan lahan, maka perkebunan sawit adalah sumber ketahanan pangan yang harus dipertahankan dan dikembangkan.

Terdapat kendala yang dihadapi dalam peningkatan produksi kelapa sawit. Salah satunya adalah serangan penyakit busuk pangkal batang (BPB) yang disebabkan oleh serangan *Ganoderma boninense*. Hal ini terjadi karena setelah cendawan menginfeksi tanaman, areal pertanaman akan terus terkontaminasi dan inokulum patogen akan terakumulasi sejalan dengan semakin seringnya penanaman kelapa sawit (Susanto *et al.* 2005).

Upaya pengendalian utama yang kerap dilakukan terhadap penyakit BPB ini adalah pestisida sintetik. Kenyataannya menunjukkan bahwa upaya pengendalian dengan menggunakan senyawa kimia bukan merupakan alternatif yang terbaik, karena sifat racun dan juga dapat menurunkan keseimbangan ekosistem tanah sehingga mengakibatkan penurunan produksi tanaman (Julyanda 2011). Oleh karena itu, perlu adanya alternatif lain dalam pencegahan penyakit BPB yang disebabkan oleh *Ganoderma boninense* yaitu dengan agen biologis.

Salah satu metode pengendalian agen biologis ini adalah dengan menggunakan bahan dasar mikroba potensial yang berperan sebagai penghambat *Ganoderma boninense* dengan menambahkan biosilika yang bersumber dari abu boiler sabut dan cangkang kelapa sawit. Menurut penelitian Najihah *et al.* (2015), akumulasi Silika (Si) dalam epidermis dan dinding sel endodermal melindungi akar kelapa sawit dari penetrasi *Ganoderma boninense*. Pemanfaatan silika dalam bentuk tersedia (Biosilika) bagi tanaman pertanian dan perkebunan juga memiliki potensi sebagai mediator untuk meningkatkan ketahanan terhadap perubahan iklim khususnya dalam kondisi musim kering yang berkepanjangan dengan mekanisme penguatan dinding sel. Dalam penelitian ini dilakukan beberapa uji dengan perlakuan perbedaan pencampuran antara silika gel dan mikroba antagonis yang diberikan untuk mengetahui kadar efektif dalam meningkatkan ketahanan unsur silika tanaman sawit yang dapat menghambat *Ganoderma boninense*.

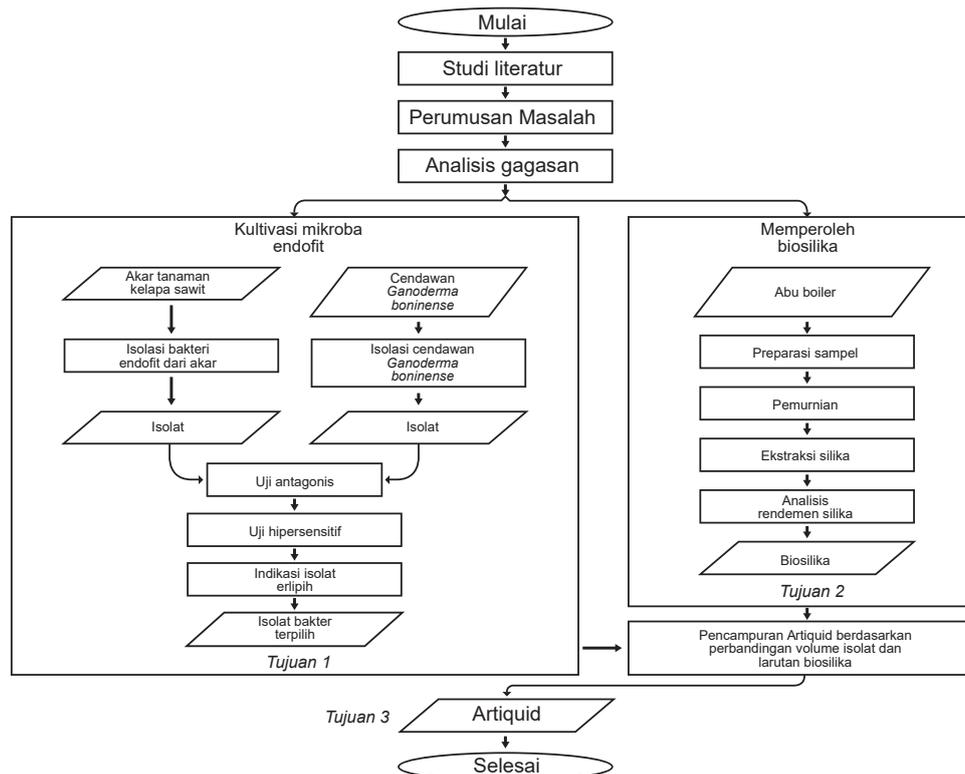


Gambar 3.15 Grafik kontur plot pengaruh konsentrasi pelarut dan waktu ekstraksi



Gambar 3.16 Artificial Liquid

Tahapan pelaksanaan riset secara terdiri dari:



Luaran kegiatan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Mengisolasi mikroba antagonis yang berpotensi dalam menghambat penyakit busuk pangkal batang.
2. Menghasilkan sumber silika alternatif dari abu boiler kelapa sawit.
3. Mendapatkan kadar efektif dari pencampuran antara mikroba antagonis dengan silika dalam meningkatkan ketahanan tanaman sawit yang dapat menghambat *Ganoderma boninense*.
4. Menerapkan produk Artiquid pada kelapa sawit dan mengetahui pengaruh Artiquid dalam menghambat penyakit busuk pangkal batang akibat *Ganoderma boninense* melalui uji *invitro*.

Hasil yang telah dihasilkan yaitu:

1. Berdasarkan 15 sampel akar kelapa sawit yang diuji coba, didapatkan 4 isolat bakteri endofit potensial yaitu A2, B4, B5, dan C5 dengan sample C5 sebagai isolat bakteri endofit terpilih karena memiliki hambatan paling besar sekitar 46.15-68.00%. Sampel ini terpilih karena tidak menunjukkan adanya gejala nekrotik pada tanaman tembakau pada uji hipersensitif. Sampel C5 terindikasi sebagai *Aeromonas hydrophila* yang telah diketahui menghasilkan enzim kitinase yang dapat merusak dinding sel cendawan atau jamur patogen. Hal ini menjadikan sampel isolat C5 sebagai bakteri endofit atau agen pengendali hayati (APH) yang digunakan sebagai bioagen pada formulasi Artiquid yang berpotensi untuk menghambat pertumbuhan cendawan *Ganoderma boninense* penyebab penyakit busuk pangkal batang pada kelapa sawit.

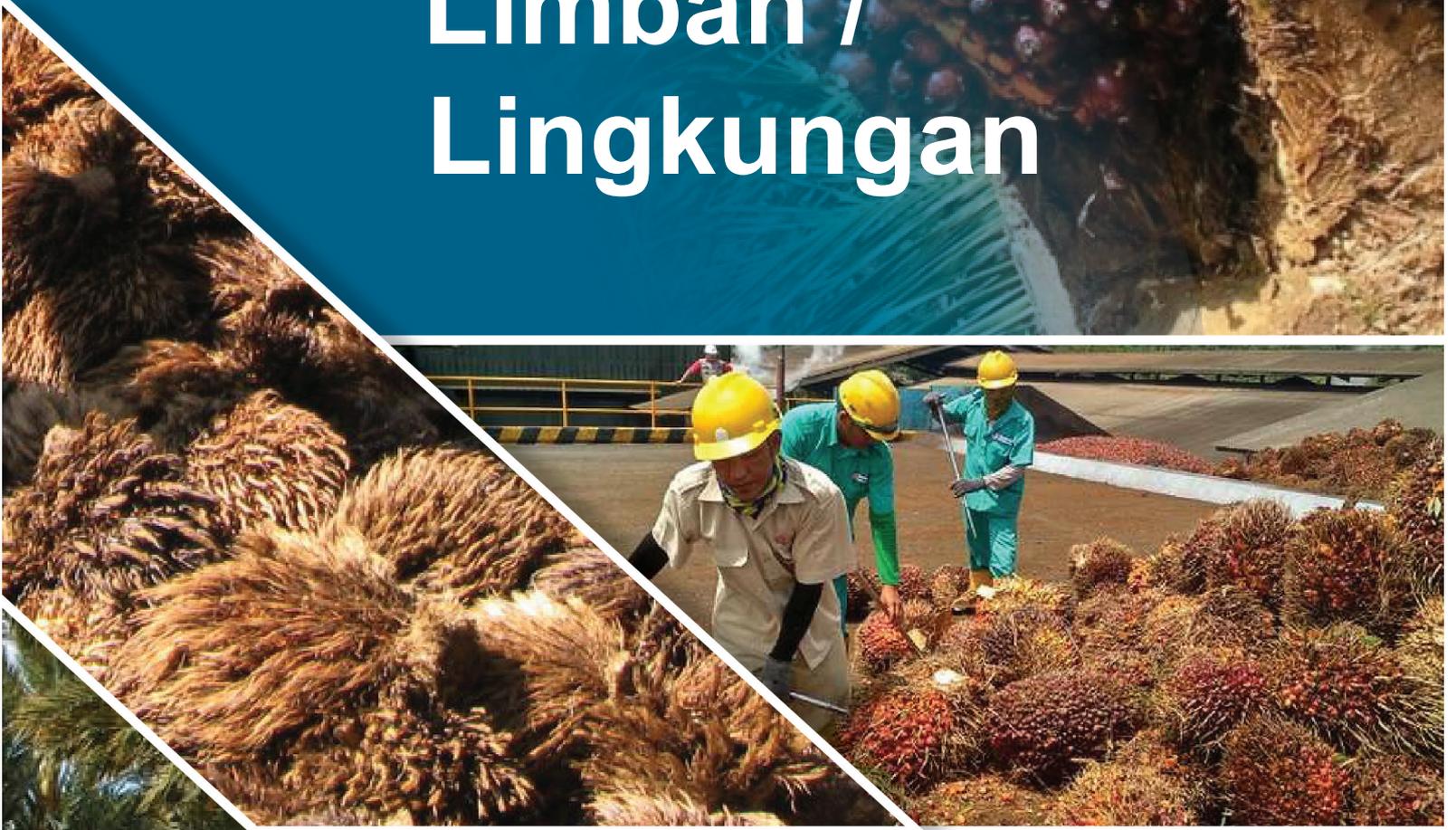
2. Formulasi terbaik dalam pembuatan silika berbahan dasar abu boiler cangkang dan sabut kelapa sawit menggunakan metode sol-gel adalah dengan menggunakan konsentrasi pelarut NaOH 6 M dan waktu ekstraksi 90 menit dengan rendemen silika yang dihasilkan adalah 46.4%. Pembuatan silika dari abu boiler cangkang dan sabut ini ramah lingkungan karena dapat meningkatkan nilai tambah terhadap limbah dari kelapa sawit itu sendiri.

3. Pencampuran antara silika gel yang didapat dari abu boiler kelapa sawit dengan mikroba endofit potensial yang didapat dari akar kelapa sawit dilakukan dengan perbandingan 2:0, 1.5:0.5, 1:1, 0.5:1.5, dan 0:2 berdasarkan perbandingan volume.

4. Hasil pengujian untuk mengetahui keefektifan dan kemanjuran Artiquid dalam membatasi penyakit busuk pangkal batang akibat *Ganoderma boninense* tidak berhasil dilakukan dikarenakan hasil pencampuran antara ekstraksi silika gel dengan mikroba endofit potensial terkontaminasi (berjamur) sebelum di uji ke isolat *Ganoderma boninense* secara *invitro* serta waktu yang tidak cukup untuk mengulanginya kembali.



# IV. Penanganan Limbah / Lingkungan





# 1. Karakterisasi Serbuk Tinta Printer Berbahan Baku Arang Aktif dari Limbah Cangkang dan Tankos Kelapa Sawit (*Elaeis Guineensis* Jacq)

## Institut Teknologi Yogyakarta

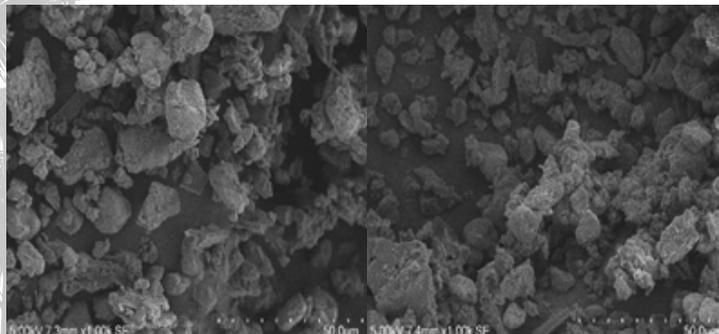
Ketua Peneliti : Bayu Saputra  
Anggota Peneliti : Mettiara Febriani Dau  
Muslihuddin Siregar  
Tri Winarni  
Dosen Pembimbing : Amallia Puspitasari, S.P., M.Sc

Industri kelapa sawit memberikan kontribusi yang signifikan dalam perekonomian nasional dan pengentasan kemiskinan terutama di wilayah di Indonesia. Dalam proses produksi, dihasilkan berbagai jenis limbah diantaranya cangkang dan tandan kosong yang pemanfaatannya hanya untuk bahan bakar dan mulsa. Padahal, material limbah tersebut memiliki nilai manfaat yang lain yang memberikan nilai ekonomi tinggi. Salah satu cara pemanfaatan limbah padat sawit yaitu dengan menjadikannya sebagai bahan baku pembuatan arang aktif. Kegunaan arang aktif sangat banyak, salah satunya yaitu untuk bahan baku pembuatan toner printer laser. PT Agronusa Investama 2 merupakan salah satu pabrik kelapa sawit (PKS) yang berlokasi di Landak Kalimantan Barat. Limbah padat seperti cangkang dan tankos sawit yang dihasilkan dari perusahaan cukup melimpah sehingga pada penelitian ini dilakukan inovasi pembuatan toner printer laser berbahan baku arang aktif dari limbah padat kelapa sawit.

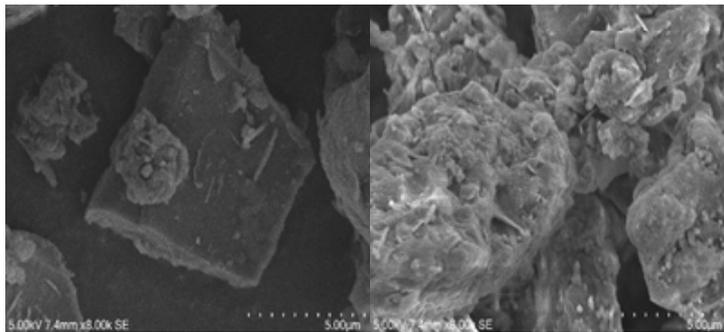
Adapun tahapan pelaksanaan riset adalah sebagai berikut:

1. Persiapan alat dan bahan
2. Proses karbonisasi (pirolisis) limbah sawit dan uji arang
3. Proses aktivasi arang dan uji arang aktif
4. Pengeringan arang aktif
5. Penghalusan arang aktif
6. Proses mixing
7. Karakterisasi (SEM)
8. Uji kualitas toner

Luaran dari penelitian ini adalah terciptanya inovasi alternatif bahan pembuatan serbuk tinta (toner) printer laser dengan menggunakan cangkang dan tandan kosong kelapa sawit. Hasil yang telah dicapai dari kegiatan penelitian ini adalah telah dibuatnya arang aktif yang sudah memenuhi syarat SNI 06-3730-1995 dan dapat digunakan sebagai bahan pembuatan toner.



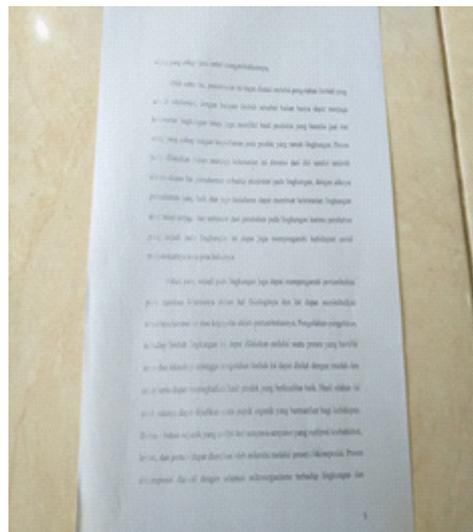
Gambar 4.1 Foto Sem Morfologi Toner Magnifikasi 1000x



Gambar 4.2 Foto Sem Morfologi Toner Magnifikasi 8000x



Gambar 4.3 Toner Printer Laser dari Cangkang Sawit



Gambar 4.4 Hasil Cetakan pada Uji Kualitas Toner dengan printer laser merk HP LaserJet P 2015n



## 2. BIOTHANOS (*Biodegradable Foam* dari Tandan Kosong Kelapa Sawit): Solusi Kemasan Ramah Lingkungan Pengganti *Styrofoam*

### Universitas Sebelas Maret

Ketua Peneliti : Ihza Aulia Alfarisi  
Anggota Peneliti : Fuad Dimar Fauzi  
Havid Arga Kusumamurti  
Muhammad Luqman Qadarrusman  
Yunita Aprilia  
Dosen Pembimbing : Dr. Sunu Herwi Pranolo, S.T., M.Sc.

Kebutuhan *styrofoam* sebagai kemasan makanan terus meningkat, namun *styrofoam* mengandung *benzene* dan *styrene* yang bersifat karsinogenik. *Biodegradable foam* merupakan salah satu alternatif kemasan pengganti *styrofoam* yang ramah lingkungan. *Biodegradable foam* terbuat dari bahan baku alami yaitu pati dengan tambahan serat untuk memperkuat strukturnya. Salah satu bahan alami yang bisa digunakan adalah tandan kosong kelapa sawit. Di sisi lain, produksi kelapa sawit Indonesia selalu meningkat sehingga terjadi peningkatan volume Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) yang belum dimanfaatkan secara optimal. TKKS dengan kandungan serat alam serta komposisi bahan organik berupa selulosa yang bisa dimanfaatkan untuk bahan baku pembuatan *biodegradable foam*. Pada pembuatan *biodegradable foam* menggunakan pati singkong sebagai polimer alami dengan keberadaannya tersedia secara luas. *Biodegradable foam* dengan bahan baku pati singkong dan tandan kosong kelapa sawit masih memiliki karakteristik yang kurang baik maka perlu ditambahkan zat aditif berupa kitosan. Penambahan kitosan dapat meningkatkan sifat karakteristik *biodegradable foam*.

Tahapan Pelaksanaan Riset sebagai berikut:

1. Persiapan TKKS dilakukan dengan mencuci dan memotongnya dengan ukuran 2 – 3 cm.
2. Ekstraksi selulosa menggunakan digester dengan kondisi operasi pada suhu 120°C dan tekanan 1 bar selama 90 menit. Setelah itu di bleaching menggunakan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10% pada suhu 80-90°C selama 2 x 45 menit.
3. Pengujian karakteristik selulosa dengan metode FTIR dan menganalisa kandungan  $\alpha$ -selulosa
4. Pembuatan *biodegradable foam* dengan metode *thermopressing* pada suhu 120°C selama 2,5 - 3 menit.
5. Pengujian karakteristik terhadap *Biodegradable foam* meliputi uji densitas, uji daya serap air, uji *biodegradability*, uji kuat tarik, uji termal, dan uji SEM.



Gambar 4.5 Preparasi TKKS



Gambar 4.6 Proses Delignifikasi



Gambar 4.7 Bleaching Selulosa



Gambar 4.8  
Pencampuran Bahan



Gambar 4.9  
Pengepresan Adonan



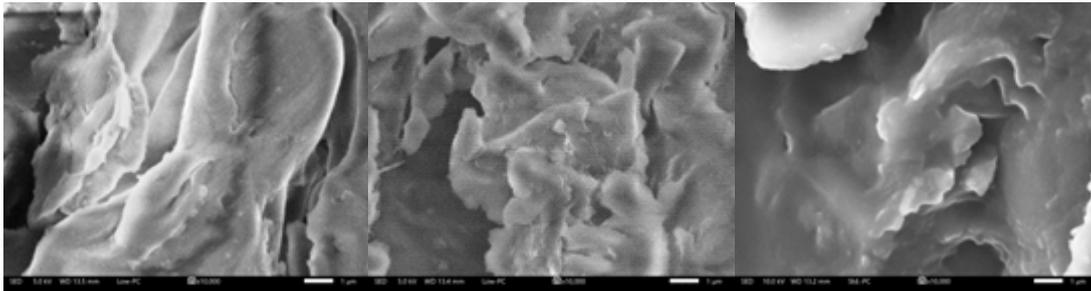
Gambar 4.10  
*Biodegradable Foam*

Luaran dari penelitian ini adalah:

1. *Biodegradable foam* dari limbah tandan kosong dan pati singkong
2. Publikasi hasil penelitian pada jurnal internasional

Pada penelitian ini telah tercapai beberapa hasil:

1. Pada ekstraksi selulosa dari TKKS menghasilkan  $\alpha$ -selulosa sebesar 84%. Menandakan selulosa TKKS berpotensi sebagai bahan baku *biodegradable foam*
2. *Biodegradable foam* yang dihasilkan memiliki sifat/ karakteristik (1) Daya serap air sebesar 15,59% - 31,41%; (2) *biodegradability* sebesar 44,59% - 77,16%; (3) densitas sebesar 0,352 – 0,461 g/cm<sup>3</sup>; (4) kuat tarik sebesar 1,04 – 2,438 Mpa, dan (5) DSC dengan titik leleh sebesar 67,11 – 82,94°C.



Gambar 4.11 Analisis SEM dari *biodegradable foam*





### 3. *Green Inhibitor* dari Limbah Pelelah Sawit untuk Mengendalikan Korosi pada Sistem Perpipaan di Industri Kelapa Sawit

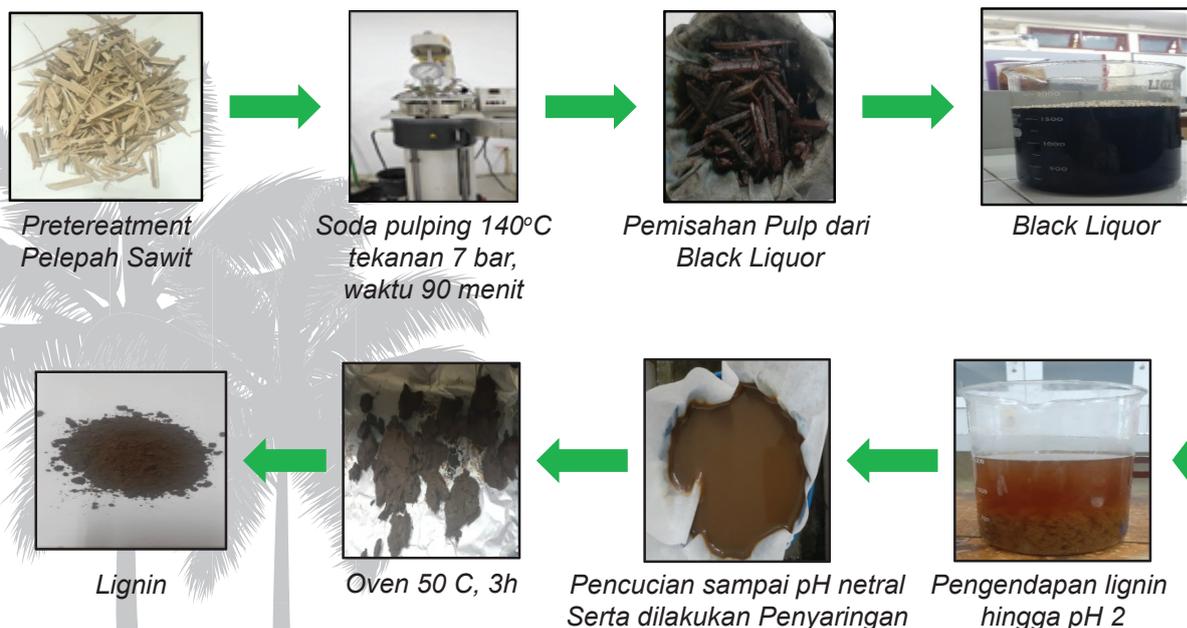
#### Universitas Riau

Ketua Peneliti : Reno Susanto  
Anggota Peneliti : Ilman Azhari  
M. Alfi Syahri  
Dosen Pembimbing : Komalasari ST.,MT

Penggunaan bahan logam seperti baja dan sebagainya banyak dimanfaatkan sebagai kerangka bangunan ataupun material industri seperti pada sistem perpipaan di industri kelapa sawit. Jenis pipa baja ASTM A36 merupakan jenis pipa yang banyak dipakai pada berbagai industri seperti pada industri kelapa sawit maupun pada industri lainnya. Sifat logam yang kuat menjadi alasan penggunaannya. Namun, kekurangan dari logam yaitu dapat terjadinya korosi yang menyebabkan ketahanan logam berkurang. Korosi adalah kerusakan atau degradasi logam akibat adanya interaksi antara logam dengan lingkungan yang korosif. Pengendalian korosi logam dengan menggunakan inhibitor merupakan metode yang paling ekonomis serta praktis dalam mengurangi serangan korosi pada logam.

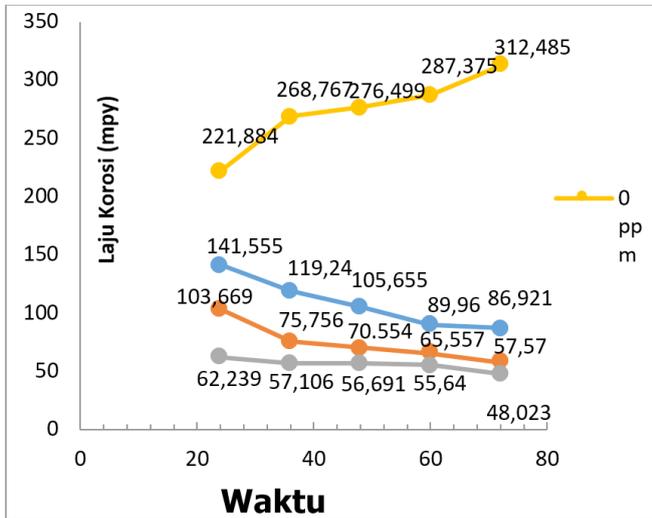
Inhibitor yang saat ini digunakan dalam industri seperti fosfat, nitrit, dan nitrat merupakan senyawa yang beracun dan sangat berbahaya terhadap lingkungan. Penggunaan bahan alami sebagai green inhibitor korosi menjadi solusi dalam pengendalian korosi. Penggunaan bahan alami sebagai green inhibitor dikarenakan memiliki kelebihan yaitu murah, ramah lingkungan, serta dapat diperoleh dengan proses ekstraksi sederhana.

Pelelah sawit dapat digunakan sebagai bahan green inhibitor dikarenakan kandungan lignin didalam pelelah sawit yang dapat dijadikan sebagai green inhibitor. Luas perkebunan sawit di Indonesia adalah yang tertinggi dibanding komoditi lain yaitu 16,38 juta Ha. Sedangkan di Provinsi Riau secara nasional menempati posisi teratas di Indonesia yaitu seluas 3,38 juta Ha. Limbah pelelah sawit umumnya dibiarkan begitu saja membusuk tanpa ada perlakuan pengolahan lebih lanjut.

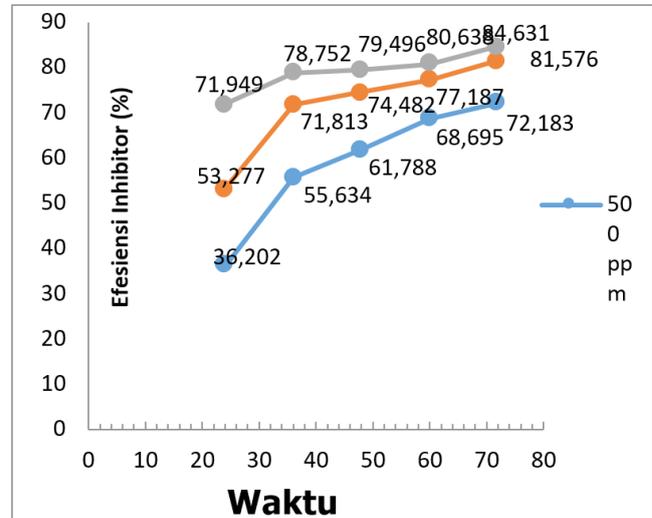


Luaran dari kegiatan ini adalah:

1. Produk lignin sebagai Inhibitor Korosi
2. Laporan Kemajuan
3. Laporan Akhir
4. Submitted Artikel dalam Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi
5. Conference dalam internasional On Biomass and Bioenergy



Gambar 4.13 Pengaruh Waktu Perendaman dan Konsentrasi Inhibitor terhadap Laju Korosi pada dalam Larutan HCl 0,5 N



Gambar 4.14 Pengaruh Waktu Perendaman dan Konsentrasi Inhibitor terhadap Efisiensi Inhibitor dalam Larutan HCl 0,5 N

Produk yang dihasilkan berupa inhibitor yang berasal dari lignin hasil ekstrak pelepah sawit yang berwarna hitam kecoklatan dengan persentase perolehan produk lignin sebesar 15,082%. Karakteristik lignin pelepah sawit yang diperoleh memiliki bentuk 18,446% kristal dan 81,554% amorf. Efisiensi perlindungan korosi terbaik menggunakan inhibitor lignin diperoleh sebesar 84,361%.



Gambar 4.15 Perendaman Baja ASTM A36 tanpa inhibitor



Gambar 4.16 Perendaman Baja ASTM A36 dengan inhibitor

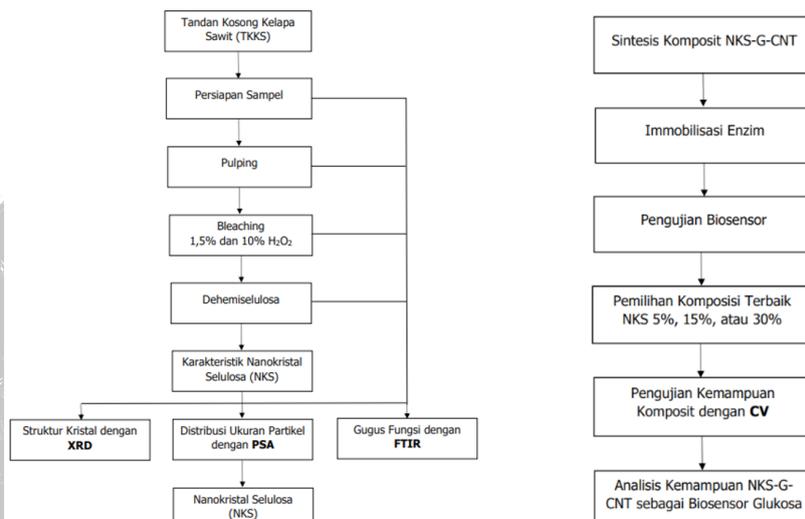


#### 4. Elaeis Glucotest: Pendeteksi Glukosa Berbasis Nanokristal Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit dengan Kombinasi *Graphene-Carbon Nanotube* sebagai Biosensor

Universitas Sebelas Maret

Ketua Peneliti : Royhan Ikbar  
Anggota Peneliti : Ramanda Ayu Damayanthi  
Septy Lestari  
Dosen Pembimbing : Dr. Sunu Herwi Pranolo, S.T., M.Sc.

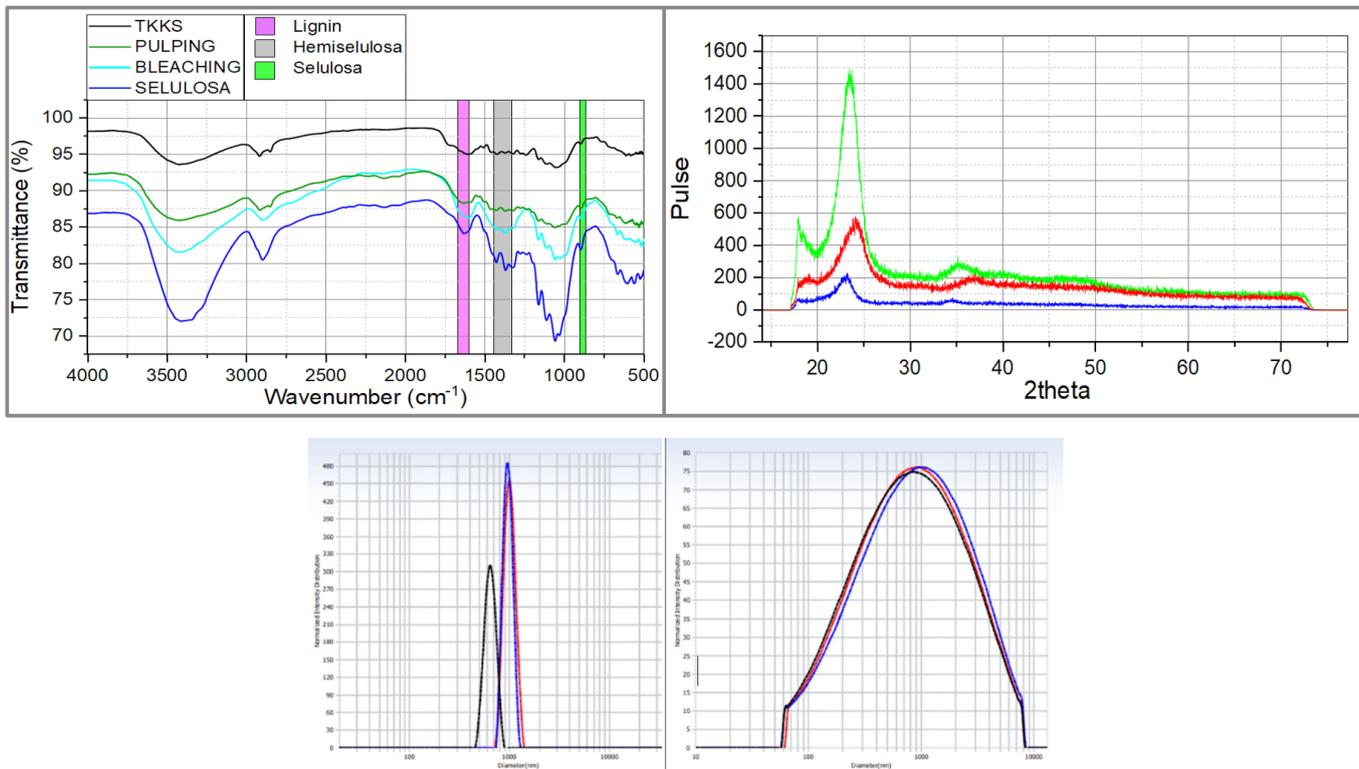
Biosensor merupakan perangkat sensor yang menggabungkan senyawa biologi dengan suatu transduser. Teknik analisis dengan biosensor dimasa mendatang semakin dibutuhkan di berbagai bidang ilmu seperti bidang Kesehatan salah satunya yaitu biosensor sebagai alat ukur kadar glukosa dalam darah untuk pasien penderita diabetes melitus karena Indonesia tercatat sebagai negara peringkat ke-6 dengan penderita diabetes melitus terbanyak di dunia pada tahun 2017. Salah satu bahan biosensor yaitu Nanokristal selulosa (NKS). Struktur nano, berpori, dan luas permukaan tinggi maka penetrasi molekul target ke dalam substrat relatif lebih cepat sehingga NKS berpotensi untuk biosensor dengan sifatnya yang cocok sebagai membran stabilitas enzim glukosa oksidase. NKS merupakan turunan dari selulosa. Selulosa merupakan polimer alam dan sumber daya yang paling berlimpah di Indonesia, terbarukan, dapat didegradasi. Selulosa bisa didapatkan dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS). TKKS adalah limbah terbesar dari perkebunan kelapa sawit di Indonesia. Indonesia memiliki luas perkebunan kelapa sawit sebesar 6.735.300 hektar dengan produksi kelapa sawit sebesar 31.070.000 ton per tahun berdasarkan data BPS tahun 2015. Setiap 1 ton kelapa sawit menghasilkan TKKS 230 kg. TKKS belum dimanfaatkan dengan optimal sesuai kandungan kimianya. Salah satu kandungan TKKS adalah selulosa. Kandungan selulosa dalam TKKS sebesar 30-40% berat. Penelitian mengenai pemanfaatan nanokristal dari tandan kosong kelapa sawit sangat potensial untuk biosensor glukosa karena potensinya tetapi nanokristal selulosa memiliki sifat konduktivitas buruk maka perlunya bahan pendukung dalam aplikasi biosensor seperti *Graphene-Carbon Nanotube* (G-CNT). Oleh karena itu, Penelitian ini membuat pendeteksi glukosa dibuat dengan memanfaatkan nanokristal selulosa limbah tandan kosong kelapa sawit yang dikombinasikan dengan *Graphene-Carbon nanotube* (NKS/G-CNT) sebagai biosensor glukosa.



Gambar 4.17 Proses tahapan riset

Luaran yang dihasilkan kegiatan ini adalah:

1. Terciptanya biosensor glukosa dengan komponen nanokristal selulosa dari tandan kosong kelapa sawit/*Graphene-Carbon nanotube (NKS TKKS/G-CNT)*.
2. Hasil penelitian ini akan dipublikasikan pada Jurnal Teknologi Universiti Teknologi Malaysia terindeks Scopus Q3.



Gambar 4.18 hasil penelitian: analisis *Fourier Transform Infrared* (FTIR) (kiri atas), *X-ray Diffraction* (XRD) (kanan atas) dengan varian H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 1,5% berwarna merah dan 10% berwarna hijau dan selulosa murni berwarna biru, serta *Particle Size Analyzer* PSA (bawah) dengan varian H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 1,5% sebelah kiri dan 10% sebelah kanan.



Gambar 4.19 Proses penelitian dan kelompok peneliti



## 5. Asetilasi Nanoserat Selulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit

### Universitas Sumatera Utara

Ketua Peneliti : Yurika Almanda Perangin Angin  
Anggota Peneliti : Appealwan Altruistis Sarumaha  
Rahmi Mardiyah Tambunan  
Dosen Pembimbing : Saharman Gea, S.Si, M.Si, Ph.D

Serat karbon adalah material yang terdiri dari lebih 92% karbon yang dihasilkan melalui pirolisis prekursor serat karbon (Das *et al.*, 2016). Beberapa tahun terakhir ini permintaan pasar akan serat karbon terus meningkat. Hal ini disebabkan serat karbon memiliki sifat mekanik yang lebih kuat jika dibandingkan dengan baja dan aluminium tetapi, memiliki densitas yang lebih rendah. Serat karbon dibuat dari prekursor polimer atau blok karbon alotrop melalui proses persiapan prekursor, pemintalan, stabilisasi, karbonisasi dan aktivasi. Saat ini, sebagian besar serat karbon diproduksi dari material poliakrilonitril (PAN) yang memiliki biaya yang cukup tinggi dan berasal dari bahan tidak terbarukan (Fang *et al.*, 2017). Selain itu, prekursor PAN dalam pembuatan serat karbon relatif mahal yaitu sekitar 50% dari biaya produksi serat karbon (Meek *et al.*, 2016). Oleh karena itu, untuk membuat prekursor serat karbon dengan harga yang lebih murah, dan mudah didapatkan di lingkungan sekitar dengan cara memanfaatkan sumber daya alam terbarukan yang melimpah di alam, yaitu selulosa.

TKKS merupakan limbah padat dari perkebunan kelapa sawit (PKS) yang belum dimanfaatkan dengan baik. TKKS mengandung selulosa yang paling banyak sekitar 44,21% (Sarwono *et al.*, 2016), selebihnya terdapat lignin, hemiselulosa dan abu. Selulosa dapat digunakan sebagai bahan dasar untuk pembuatan nanoserat. Beberapa metode yang digunakan untuk memproduksi nanoserat selulosa adalah metode ledak uap, homogenisasi, ultrasonikasi, hidrolisis asam dan elektrospinning (Gea and Mahyuni, 2018). Di antara metode tersebut, elektrospinning merupakan teknik yang paling sederhana karena hanya terdiri dari sumber arus listrik tegangan tinggi, jarum suntik dan kolektor. Selain itu, biaya produksi nanoserat selulosa melalui elektrospinning relatif ekonomis (Alghoraibi and Alomari, 2018). Berdasarkan hal ini, peneliti ingin membuat nanoserat dengan metode elektrospinning berbasis selulosa yang diisolasi dari TKKS kemudian diasetilasi untuk meningkatkan tingkat kelarutannya. Sehingga, hasil nanoserat selulosa yang didapatkan dapat digunakan sebagai prekursor serat karbon yang ramah lingkungan dan murah.

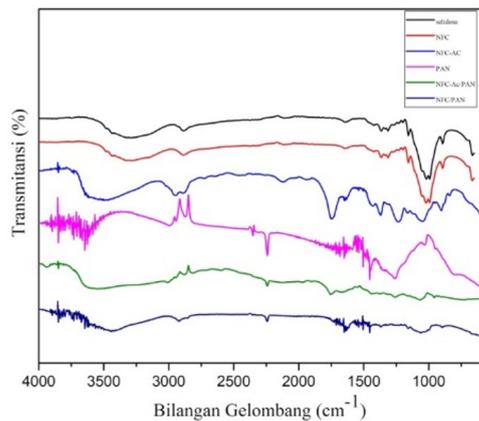
Tahapan dari penelitian ini yaitu isolasi NFC dari TKKS lalu diasetilasi menggunakan asetat anhidrat dan piridin sebagai katalis lalu dianalisis dengan FTIR, TGA, XRD, dan SEM. NFC-Ac yang dihasilkan dilarutkan dengan DMSO dengan konsentrasi 10% dan PAN dilarutkan dengan DMSO menggunakan konsentrasi 8%. Variasi larutan NFC-Ac/PAN yaitu 2:8, 5:5, dan 8:2 dengan PAN 8% sebagai kontrol. Uji viskositas dan konduktivitas dilakukan sebelum proses elektrospinning. Metode elektrospinning menggunakan tegangan 15 kV, *flowrate* 0,5 ml/jam, diameter ujung jarum 0,23 mm, *drum collector*, dan jarak ujung jarum ke kolektor 10 cm lalu dianalisis dengan FTIR, TGA, dan SEM. Prekursor yang dihasilkan dilakukan proses karbonisasi dari suhu ruang hingga 1000°C. Analisis serat karbon menggunakan SEM. Secara ringkas, tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

Adapun luaran yang diharapkan dari penelitian ini yaitu:

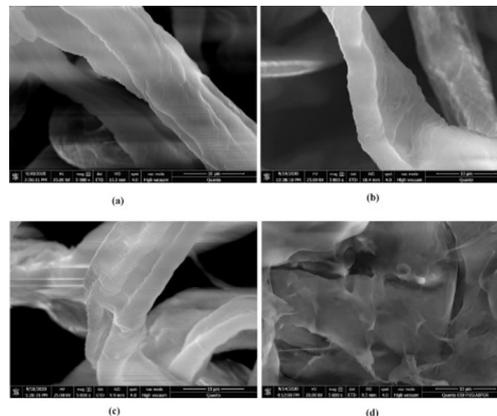
1. Selulosa dari TKKS mampu menjadi prekursor serat karbon yang ramah lingkungan dan dengan biaya yang cukup murah
2. Pengoptimalan limbah TKKS untuk menjadi material yang bernilai serta mengurangi pencemaran lingkungan
3. Serat karbon dari TKKS mampu menjadi *raw material* untuk *renewable energy*
4. Laporan akhir
5. Artikel ilmiah yang akan di publikasikan di jurnal nasional/internasional

Adapun hasil yang telah dicapai dari penelitian ini yaitu berupa analisis FTIR, SEM, XRD, dan TGA.

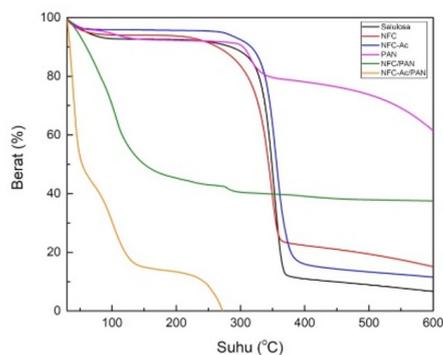
1. Analisis Gugus Fungsi dengan *Fourier-Transform Infra Red*
2. Analisis Morfologi dengan *Scanning Electron Microscopy*
3. Analisis Termal dengan *Thermogravimetric Analysis*
4. Analisis *X-Ray Diffraction*
5. Uji Konduktivitas dan Viskositas



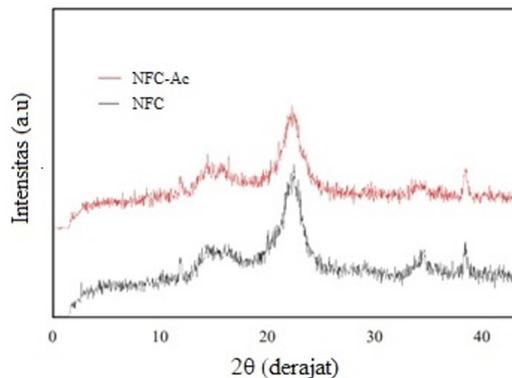
Gambar 4.20 Analisis FTIR untuk Selulosa, NFC, NFC-AC, PAN, NFC-AC/PAN, dan NFC/PAN



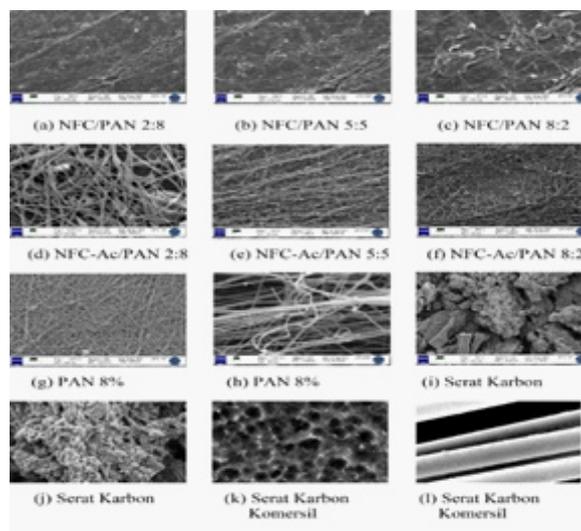
Gambar 4.21 Mikrograf SEM dari (a), (b) NFC dan (c), (d) NFC terasetilasi



Gambar 4.22 Grafik TGA selulosa, NFC, NFC-AC, PAN, NFC/PAN, dan NFC-AC/PAN



Gambar 4.23 Pola difraksi XRD NFC dan NFC terasetilasi



Gambar 4.24 Mikrograf SEM dari (a) NFC/PAN 2:8, (b) NFC/PAN 5:5, (c) NFC/PAN 8:2, (d) NFC-Ac/PAN 2:8, (e) NFC-Ac/PAN 5:5, (f) NFC-Ac/PAN 8:2, (g,h) PAN 8%, (i,j) Serat Karbon, (k,l) Serat Karbon Komersil



# V. Pangan / Kesehatan

 [www.bdp.or.id](http://www.bdp.or.id)

 [@bdpkelapasawit](https://www.instagram.com/bdpkelapasawit)

 [@BDPkelapasawit](https://twitter.com/BDPkelapasawit)

 [bdpksawit](https://www.facebook.com/bdpksawit)

# 1. Inovasi Formula Modern Kombinasi Dispersi Padat-Floating Gel In Situ Dari Senyawa Karotenoid Minyak Kelapa Sawit Sebagai Kandidat Immunostimulan dan Antioksidan



## Universitas Hasanuddin

Ketua Peneliti : Cindy Kristina Enggi  
Anggota Peneliti : Delly Mayari Devara, Fitrah Mahardika,  
Nurfadilla Wafiah, Mesakh Diki Saputra  
Dosen Pembimbing : apt. Andi Dian Permana, S. Si., M, Si., PhD.

Radikal bebas yang berlebihan mengakibatkan dampak buruk: menurunkan fluiditas membran sel, menimbulkan penyakit dan menyebabkan penurunan sistem imun. Penyakit yang timbul pada manusia terkait radikal bebas di antaranya: kanker, stroke dan kongesti gagal jantung. Penyakit kardiovaskular adalah penyebab kematian utama di Indonesia, sebanyak 35%, diikuti oleh kanker dengan prevalensi 12%. Di lain pihak, dunia kini tengah mengalami pandemi *Coronavirus Disease 2019* (COVID-19). Kasus COVID-19 di Indonesia dilaporkan 2 Maret 2020 dan jumlah masyarakat yang terinfeksi kian bertambah dan masih pada taraf yang cukup tinggi belakangan ini.

Antioksidan merupakan solusi untuk mengatasi penyakit akibat radikal bebas maupun untuk mencegah *Coronavirus Disease*. Antioksidan berfungsi menyeimbangkan kekurangan elektron yang terjadi pada radikal bebas dan dapat meningkatkan sistem imun tubuh. Salah satu tanaman yang kaya akan antioksidan adalah kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). Indonesia merupakan negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia, sebanyak 43 juta ton pada tahun 2020 mengalahkan Malaysia, Thailand, Kolombia, dan Nigeria yang berada pada urutan 5 besar. Kelapa sawit telah diproduksi menjadi berbagai macam olahan baik produk makanan maupun non-makanan. Senyawa antioksidan/bioaktif yang terdapat dalam kelapa sawit adalah vitamin E, phytosterols, carotenoid, squalene, co-enzyme Q10, dan polifenol. Karakteristik minyak sawit yang kaya antioksidan itu tentu dapat pula dimanfaatkan untuk mendukung program Kementerian Kesehatan RI dalam produksi dan pengembangan OMAI (Obat Modern Asli Indonesia) untuk menggantikan obat-obatan kimia sehingga menghasilkan produk herbal yang aman dan minim efek samping. Sebab hingga saat ini diketahui Indonesia mengimpor 95% bahan baku obat.

Minyak kelapa sawit merupakan sumber karotenoid terkaya di antara minyak nabati lainnya. Karotenoid utama yang terdapat dalam kelapa sawit adalah  $\beta$ -karoten. Kandungan karotenoid dari kelapa sawit dapat digunakan sebagai antioksidan untuk menangkal radikal bebas dan meningkatkan sistem imun.

Meskipun karotenoid telah terbukti memiliki banyak manfaat, namun karotenoid sendiri merupakan senyawa yang tidak larut dalam air sehingga kelarutannya rendah. Sifat kelarutan yang lebih rendah pada obat, berdampak pada makin rendahnya absorpsi dan tentu bioavailabilitas obat tersebut dalam tubuh. Dispersi padat merupakan teknik yang terbaik dalam meningkatkan kelarutan obat. Karotenoid juga dipengaruhi oleh keadaan pH, dimana pada pH netral hingga basa terjadi degradasi pada karotenoid. Oleh karena itu, dibuat formulasi dengan sistem floating gel in situ. Pada sistem ini, ketika obat masuk dalam lambung, sistem akan membentuk gel dan mengembang sehingga obat memiliki waktu tinggal di lambung yang akan memungkinkan absorpsi karotenoid pada situasi asam dan menghindarkan terjadinya degradasi karotenoid pada suasana basa di usus. Sistem formulasi modern ini dapat dikemas dalam minuman serbuk kesehatan yang dapat diseduh dengan air hangat sebelum dikonsumsi.

Tahapan-tahapan dalam penelitian ini secara berurutan adalah dimulai dari Penyiapan sampel, Ekstraksi dan Saponifikasi, Pengembangan dan Validasi Metode Analisis Senyawa Karotenoid, Uji Aktivitas Antioksidan, Formulasi Dispersi Padat, Evaluasi Dispersi Padat, Formulasi Floating Gel, Evaluasi Floating Gel, Analisis Hasil, dan Penyusunan Laporan.

Adapun luaran yang kami targetkan, berupa:

1. metode ekstraksi buah kelapa sawit yang mampu menghasilkan senyawa karotenoid beraktivitas antioksidan yang tinggi
2. formulasi modern dari ekstrak buah kelapa sawit berkarotenoid tinggi yang optimum dalam sistem dispersi padat dengan siklodekstrin sebagai matrix pembawa karotenoid
3. formulasi modern dari sistem dispersi padat dengan siklodekstrin sebagai matrix pembawa karotenoid yang diformulasi menjadi *dry floating gel in situ* dalam minuman serbuk kesehatan yang mampu meningkatkan bioavailabilitas senyawa karotenoid jika dibandingkan dengan ekstrak kasar
4. Publikasi di Jurnal Internasional

Formulasi ekstrak  $\beta$ -karoten minyak kelapa sawit dalam bentuk kombinasi dispersi padat – floating gel dapat meningkatkan kelarutan, bioavailabilitas, serta menghasilkan profil disolusi yang baik dan terkontrol selama 24 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa:

1. aktivitas antioksidan senyawa  $\beta$ -karoten yang telah diekstraksi tidak ada perbedaan secara signifikan jika dibandingkan dengan  $\beta$ -karoten murni.
2. formulasi  $\beta$ -karoten ke dalam matriks siklodekstrin-PEG-PVP (0,983:0,334:2) dalam bentuk dispersi padat memberikan kelarutan dan bioavailabilitas yang optimal serta kombinasi ke *floating gel in situ* memberikan pelepasan  $\beta$ -karoten yang terkontrol.
3. Floating gel menggunakan HPMC 1,5% sebagai polimer lepas terkontrol memberikan pelepasan  $\beta$ -karoten yang optimal dalam 24 jam.
4. Selain itu, hasil penelitian menunjukkan rentang waktu optimal antara konsumsi ekstrak  $\beta$ -karoten kombinasi dispersi padat-floating gel dengan konsumsi makanan yang tidak mempengaruhi profil disolusi dan pelepasan  $\beta$ -karoten dimana konsumsi makanan 2 jam setelah konsumsi sediaan menghasilkan profil pelepasan yang baik.



Gambar 5.1 Buah kelapa sawit setelah diolah



Gambar 5.2 Penyiapan alat dan bahan proses ekstraksi



Gambar 5.3 Ekstrak cair buah kelapa sawit



Gambar 5.4 Proses saponifikasi ekstrak buah kelapa sawit



Gambar 5.5 Hasil Formulasi Dispersi Padat



Gambar 5.5 Hasil Formulasi Ekstrak Murni-Floating Gel In situ



Gambar 5.6 Uji Floating Dispersi Padat-Floating Gel In situ



Gambar 5.7 Uji Floating Dispersi Padat-Floating Gel In situ (selama 24 jam)



Gambar 5.8 Uji Pelepasan Obat in-vitro (Uji Disolusi)

## 2. Sakarifikasi Fermentasi Serentak Limbah Sawit dengan *Candida* UA12 Asal Lambung Ulat Api dalam Produksi Gula Rendah Kalori Xylitol Manitol Sorbitol



### Universitas Tanjungpura

Ketua Peneliti : Desi Fatmwati Pratiwi  
Anggota Peneliti : Jennie Fiana  
Vinka Theresia Pondaag  
Dosen Pembimbing : Cico Jhon Karunia Simamora, S.P. M.Si

Gula alkohol merupakan monosakarida atau disakarida yang memiliki banyak gugus hidroksil. Gula ini terdapat di alam, tetapi lebih banyak produk hidrogenasi dari monodisakarida (Prangdimurti E, 2007), dimanfaatkan dalam bentuk sorbitol, manitol dan xylitol (Hansen *et al.*, 2006). Gula alkohol merupakan produk turunan selulosa yang penting karena senyawa tersebut memiliki manfaat yang beragam, antara lain sebagai pengganti gula meja yang aman dikonsumsi terutama oleh penderita diabetes.

Penderita diabetes sangat rentan terhadap virus, termasuk virus corona (Covid-19) yang pandemic di seluruh dunia. Kasus Covid-19 di Cina membuktikan bahwa penderita diabetes memiliki tingkat komplikasi serius dan kematian yang jauh lebih tinggi daripada penyakit lainnya. Sistem kekebalan tubuh terganggu akibat diabetes sehingga lebih sulit untuk melawan virus yang berkembang di lingkungan glukosa darah tinggi.

Penderita penyakit diabetes tidak mampu memproduksi insulin sehingga konsumsi gula berlebihan dapat beresiko meningkatkan kadar gula darah dan memperburuk metabolisme tubuh. Salah satu manfaat penting dalam penanganan diabetes adalah dapat menghasilkan gula manis rendah kalori. Gula alkohol aman dikonsumsi bagi penderita Diabetes Mellitus (DM) untuk menghambat Covid-19 karena memiliki nilai indeks glikemik yang rendah dan lambat diserap usus.

Lahan perkebunan kelapa sawit di Kalimantan Barat mencapai 1,4 juta Ha dengan produksi mencapai 1.824 ribu ton pertahun (Dinas Perkebunan Tahun, 2015). Biomassa sawit tersedia melimpah dan dapat digunakan untuk memproduksi X-ManS yaitu Xylitol Manitol Sorbitol dengan metode SFS (Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak). SFS adalah kombinasi antara hidrolisis enzim dan fermentasi yang dilakukan dalam suatu reaktor. Proses ini memiliki keuntungan yaitu polisakarida yang terkonversi menjadi monosakarida tidak kembali menjadi polisakarida karena monosakarida langsung difermentasi menjadi etanol (Samsuri *et al.* 2007). Selain itu proses SFS juga tidak menggunakan peralatan yang mahal dan mengurangi kontaminasi oleh organisme yang tidak diinginkan (Wyman *et al.* 1992)

X-ManS yang diproduksi dengan metode SFS menggunakan yeast indigenous *Candida* spp. UA12 yang efektif dalam memfermentasi substrat biomassa sawit karena diperoleh dari lambung ulat api yang merupakan hama penting sawit. Pada kondisi aslinya, khamir ini hidup di dalam lambung ulat api (*Cetora nitens*) yang membantu hama ini mencerna tanaman sawit yang dikonsumsi dan memecah ikatan lignoselulosa pada suasana lambung ulat yang basa. Penerapan sistem produksi gula alkohol X-ManS menggunakan metode SFS mengalami beberapa kendala yaitu belum diketahuinya jenis limbah sawit terbaik (TKKS, pelepah sawit dan batang sawit) dalam menghasilkan rendemen X-ManS tertinggi. Hal inilah yang mendasari perlunya dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai potensi produksi X-ManS (Xylitol Manitol Sorbitol) menggunakan metode SFS (Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak) pada beberapa jenis limbah sawit.

Adapun tahapan pelaksanaan riset ini adalah sebagai berikut:

1. Persiapan dan Preparasi Sampel
2. Pengecilan Ukuran dan Pretreatment Basa
3. Pembuatan Media
4. Pembuatan Starter
5. Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak (SFS)

Kadar glukosa tertinggi ialah pada tandan kosong kelapa sawit dan pelepah kelapa sawit (lihat Gambar di bawah ini). Hal ini dikarenakan mikroba yang digunakan yaitu *Candida* spp. UA12 asal lambung ulat api yang efektif mengkonversi hemiselulosa yang terdapat pada tandan kosong kelapa sawit (TKKS) beserta pelepah kelapa sawit dibanding dengan batang kelapa sawit yang kaya akan pati. Nilai absorbans alat uji total gula ditunjukkan pada Gambar berikut.



Gambar 5.9 Isolat *Candida* UA12



Gambar 5.10 Hasil pengovenan batang, pelepah, TKKS sawit setelah pretreatment basa



Gambar 5.11 Inokulasi *Candida* UA12 ke dalam media



Gambar 5.12 Starter *Candida* UA12

### 3. Penjumlahan Karotenoid Dari Minyak Sawit Merah Dengan Teknologi Membran



#### Institut Teknologi Bandung

Ketua Peneliti : Fiona Aurora Tambunan  
Anggota Peneliti : Tabitha Gracia  
Clarissa Kurniawan  
Dosen Pembimbing : Dr. Helen Julian

Anak balita Di Indonesia, lebih dari 30%, mengalami stunting (tubuh kerdil). Salah satu hal yang menyebabkan stunting pada balita adalah kekurangan vitamin A. Karotenoid yang merupakan precursor vitamin A banyak terkandung dalam CPO. Dengan kandungan karotenoid minyak sawit (500-700 ppm) yang jauh lebih besar dibanding sumber karotenoid lainnya, minyak sawit memiliki potensi besar untuk diolah sebagai bahan baku penghasil karotenoid kaya nutrisi.

Pada kenyataannya, karotenoid terbuang saat pemrosesan CPO karena temperatur pemrosesan yang terlalu tinggi dan merusak struktur karotenoid. Untuk meminimalisir kehilangan karotenoid, pemisahan karotenoid dari CPO dapat dilakukan menggunakan adsorben. Metode tersebut pada umumnya belum optimal hasilnya karena masih terdapat kehilangan karotenoid akibat panas tinggi maupun daya lepas karoten dari adsorben yang rendah. Alternatif metode pemisahan lainnya adalah teknologi membran yang relative rendah energi. Inovasi proses penjumlahan karotenoid dengan transesterifikasi minyak kelapa sawit memanfaatkan daya kelarutan karotenoid dalam produk transesterifikasi (*fatty acid methyl ester*/FAME) dimungkinkan. Kinerja teknologi membran berupa reaktor membran dan nanofiltrasi diteliti lebih lanjut untuk meningkatkan konversi transesterifikasi minyak sawit merah kaya karotenoid dan untuk memisahkan karotenoid dari produk transesterifikasi.

Tahapan pelaksanaan riset meliputi:

1. Preparasi umpan reaksi berupa minyak sawit merah fasa olein (deasidifikasi dan *degumming*)
2. Transesterifikasi minyak sawit merah (RPO) dalam membran reaktor
3. Pemisahan karotenoid dari *Red Palm Methyl Ester* (RPME) dengan membran nanofiltrasi (NF)
4. Transesterifikasi minyak sawit merah dengan reaktor konvensional
5. Analisis konsentrat karotenoid akhir

Adapun luaran dari riset ini meliputi:

1. kinerja dan kondisi optimum dari unit operasi membran reaktor dalam proses produksi *Red Palm Methyl Ester* (RPME) yang kaya akan karotenoid dari minyak sawit merah (RPO).
2. kinerja dan kondisi optimum dari unit operasi membran nanofiltrasi untuk memisahkan karotenoid dari RPME (red palm methyl ester).

Hasil riset yang telah dicapai dari kegiatan ini adalah:

1. Konversi reaksi transesterifikasi RPO dalam *Membrane Reactor* (MR)
  - Transesterifikasi dalam *Membrane Reactor* (MR) memberikan konversi reaksi yang lebih baik dibandingkan dalam reaktor konvensional.

- Tekanan MR yang lebih tinggi dapat menghasilkan konversi reaksi yang lebih baik. Temperatur reaksi yang lebih tinggi dapat menghasilkan konversi reaksi yang lebih baik.
- Temperatur reaksi sulit naik mencapai  $T \geq 70^\circ\text{C}$  dan cenderung konstan pada  $65^\circ\text{C}$  (MR3).
- Konversi reaksi terbaik dari percobaan transesterifikasi dalam reaktor embrane dicapai  $T=60^\circ\text{C}$ ,  $P=1,5$  bar.

Tabel 5.1 Konversi reaksi transesterifikasi dalam MR

Nomor run MR	Waktu (menit)	Variasi T ( $^\circ\text{C}$ )	Variasi P (bar)	Konversi Reaksi
MR1	60	60	1,5	75,25%
MR2	60	60	0	48,63%
MR3	60	65	0	65,55%
MR4	60	50	1,5	46,15%
Konvensional	60	60	-	39,01%

Tabel 5.2 Kadar karotenoid pada produk transesterifikasi dengan MR

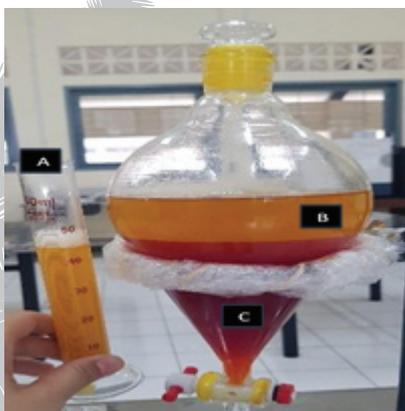
Tanggal percobaan	Sampel	Kadar karotenoid (ppm)
-	Umpan RPO	2037,67
-	Metanol sisa reaksi (kuning)	18,01
24/03/2021	Retentat MR1 ( $60^\circ\text{C}$ ; 1,5 bar)	471,71
25/03/2021	Retentat MR2 ( $60^\circ\text{C}$ ; 0 bar)	500,95
5/04/2021	Retentat MR 3 ( $65^\circ\text{C}$ ; 0 bar)	780,65
7/04/2021	Retentat MR4 ( $50^\circ\text{C}$ ; 1,5 bar)	863,25
5/04/2021	Produk bawah trans. konvensional	785,50

## 2. Kadar Karotenoid dalam Produk Transesterifikasi MR

- RPME hanya sedikit lewat sebagai permeat MR dan lebih banyak pada retentat bawah MR
- Permeat MR lebih banyak mengandung umpan metanol yang membawa sedikit karotenoid
- RPME mengandung lebih sedikit karotenoid dibanding umpan RPO
- Kondisi operasi tidak mempengaruhi kadar karotenoid dalam RPME secara signifikan

## 3. Pengaruh variasi tekanan nanofiltrasi terhadap fluks permeat (J) dan rejeksi karoten (R)

- Semakin tinggi tekanan operasi, fluks permeat semakin tinggi akibat sifat membran nanofiltrasi yang hidrofilik
- Nilai rejeksi karoten yang semakin rendah seiring kenaikan P menandakan turunnya selektivitas membran hingga terjadinya kebocoran membran.
- Kondisi optimum dari unit operasi membran nanofiltrasi untuk memisahkan karotenoid dari RPME (*red palm methyl ester*) buatan adalah pada tekanan 1,5 bar dengan nilai rejeksi karoten mencapai 91,53% dan fluks permeat rata-rata sebesar  $0,1993 \text{ kg/m}^2\text{h}$ .
- Produk transesterifikasi MR dengan konversi reaksi tertinggi (MR1) diproses dalam unit nanofiltrasi pada tekanan optimum nanofiltrasi (1,5 bar) dan diperoleh rejeksi sebesar 96,3% dan fluks permeat rata-rata sebesar  $0,1286 \text{ kg/m}^2\text{h}$ .



Gambar 5.13 Hasil transesterifikasi MR: (a) Permeat MR; (b) Retentat atas MR; (c) Retentat bawah MR



Gambar 5.14 Hasil retentat bawah MR

#### 4. Pembuatan *Monogliserida Sebagai Emulsifier* HLB Tinggi dari *Refined Bleached Deodorized Palm Oil (RBDPO)* secara gliserolisis enzimatis



##### Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian Agrobisnis Perkebunan (STIPAP)

Ketua Peneliti : Mauli Ansyori  
Anggota Peneliti : Reza Fachlevi  
Jais Muda Ritonga  
Hasan Rosyadi Nst  
Dosen Pembimbing : Rahimah, ST, MSi

Indonesia adalah salah satu produsen minyak sawit terbesar di dunia dan produksi tersebut masih terus meningkat. Diversifikasi produk perlu dilakukan untuk meningkatkan nilai tambah. Salah satu produk yang potensial adalah *Emulsifier*, yang banyak digunakan pada industri makanan. Pembuatan monogliserida (MG) secara enzimatis dengan katalis lipase telah menarik perhatian karena penggunaan energi yang rendah, selektivitas katalis, kualitas dan kemurnian yang lebih tinggi.

Penggunaan teknik gliserolisis dengan biokatalis (enzim lipase) diharapkan dapat menghasilkan emulsifier dengan kualitas yang lebih baik, seperti monogliserida yang memiliki nilai hidrofilik-lipofilik balance (HLB) tinggi. Tujuan penelitian ini adalah pembuatan monogliserida dari *Refined Bleached Deodorized Palm Oil (RBDPO)* secara gliserolisis enzimatis.

Tahapan pelaksanaan riset ini adalah sebagai berikut:

1. Preparasi substrat yaitu *Refined Bleached Deodorized Palm Oil (RBDPO)* dan bahan kimia.
2. Karakterisasi RBDPO
3. Formulasi dan sintesis emulsifier (gliserolisis enzimatis)
4. Uji Karakterisasi emulsifier
5. Analisis statistik data hasil uji karakteristik emulsifier.

Luaran yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

1. Informasi dan data substrat yang dapat digunakan pada reaksi gliserolisis enzimatis sistesis emulsifier
2. Emulsifier dengan kandungan monogliserida dan nilai HLB tertentu yang diharapkan dapat digunakan sebagai bahan tambahan pada produk pangan emulsi.
3. Informasi tentang pengaruh konsentrasi enzim lipase TLIM dan rasio mol substrat/glisierol terhadap karakteristik emulsifier.

Bahan baku RBDPO yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kadar air dan kotoran diatas standar SNI yaitu 0,039%. Asam lemak bebas dan bilangan peroksida RBDPO berturut-turut adalah 0,077% dan 0,62 meq/kg. Nilai-nilai tersebut memenuhi standar SNI dan syarat reaksi gliserolisis. Bilangan iod RBDPO 52,49 g I<sub>2</sub>/100 g, kesesuaian dengan SNI 01-0014-1995 yang menetapkan bilangan iodin RBDPO sebesar 50-55 g I<sub>2</sub>/100 g.



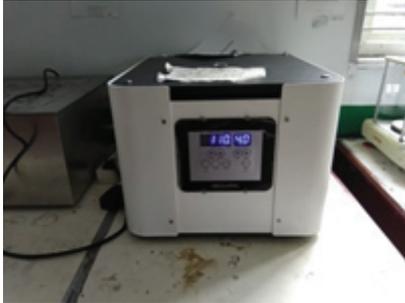
Gambar 5.15 Homogenisasi RBDPO



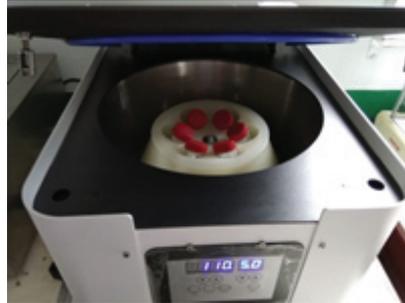
Gambar 5.16 Water bath shaker (memmert)



Gambar 5.17 Setelah dari waterbath shaker



Gambar 5.18 Sentrifuse



Gambar 5.19 Selesai sentrifuse



Gambar 5.20 Emulsifier dalam jar

Parameter Perlakuan	[TLIM] (%)	RMS	Rend. (%)	MG (%)	Nilai HLB	KAK (%)	BP (Meq/ kg)	ALB (%)	SE (detik)
KL1G1	5	1	64.97	4.21 2	.32	0.68 3	.69	0.29	180
KL1G2	5	2	65.41	18.58	6.80 0	.61	2.99 0	.27	240
KL1G3	5	0.2	65.48	6.73 2	.76	0.28 3	.01	0.21	190
KL2G1	10 1	6	6.12 6	.54	3.17 0	.55	2.84 0	.28	196
KL2G2	10 2	6	8.43 8	.22	3.73 0	.42	3.18 0	.26	190
KL2G3	10 0	.2 6	8.61 1	0.02 5	.33	0.34 3	.07	0.37	200
KL3G1	15 1	6	9.18 1	9.53 8	.51	0.09 3	.09	0.34	250
KL3G2	15 2	7	1.70 1	0.71 6	.40	0.12 3	.07	0.29	215
KL3G3	15 0	.2 7	1.70 1	0.85 6	.36	0.42 3	.28	0.27	210
KL4G1	20 1	7	2.29 1	1.32 5	.89	0.22 3	.10	0.34	206
KL4G2	20 2	7	2.31 1	1.87 6	.54	0.11 2	.89	0.37	218
KL4G3	20 0	.2 7	2.83 2	1.42 8	.76	0.18 2	.84	0.36	265
Rata-Rata			69.09	11.67	5.55	0.34	3.09	0.35	213.3

Keterangan: [TLIM] = konsentrasi enzim lipase TLIM; RMS = rasio mol substrat (RBDPO; gliserol); Rend. = Rendemen; MG = monogliserida; DG = Digliserida; KAK = kadar air dan kotoran; BP = bilangan peroksida; ALB = asam lemak bebas; SE = Stabilitas Emulsi.

Persentase rendemen secara keseluruhan lebih besar dari 50%. Rendemen emulsifier tertinggi; terendah dan rata-rata secara berturut-turut yaitu 72,83% (KL4G3); 64,97% (KL1G1) dan 69,09%. Selanjutnya kadar monogliserida tertinggi; terendah dan rata-rata secara berturut-turut adalah 21,42% (KL4G3); 4,21% (KL1G1) dan 11,67%.



# VI. Pasca Panen / Pengolahan

 [www.bdp.or.id](http://www.bdp.or.id)

 [@bdpkelapasawit](https://www.instagram.com/bdpkelapasawit)

 [@BDPkelapasawit](https://twitter.com/BDPkelapasawit)

 [bdpasawit](https://www.facebook.com/bdpasawit)



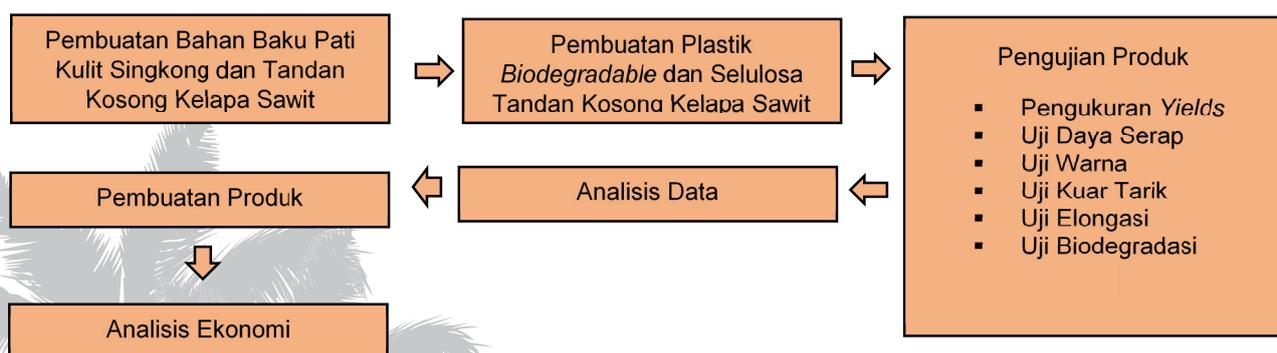
# 1. BIO-MED (*Biodegradable Menstrual Pad*): Inovasi Pembalut Sehat Berbasis *Go-Green* dengan Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit dan Limbah Kulit Singkong

Universitas Brawijaya

Ketua Peneliti : Putri Chairani Ritonga  
Anggota Peneliti : Sintya Agustina Eka Putri  
Edwin Setiawan  
Alfin Desta Pramaysella  
Christoforus Kalo Bello P.  
Dosen Pembimbing : Syahrul Kurniawan, SP., MP., Ph.D

Limbah pembalut termasuk salah satu jenis sampah anorganik yang berkontribusi sebagai sampah yang berbahaya bagi lingkungan. Jumlah penduduk wanita di Indonesia sebanyak 134,27 juta jiwa dan akan menghasilkan 26 ton per hari limbah pembalut. Penanganan limbah pembalut yang tidak tepat dapat menimbulkan berbagai permasalahan lingkungan akibat kandungan senyawa kimia tidak ramah lingkungan seperti plastik, dioksin, pestisida, herbisida, dan pemutih. Upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan menggantikan pembalut yang bersifat *unbiodegradable* dengan pembalut *biodegradable*. Pemanfaatan selulosa tandan kosong kelapa sawit (TKKS) merupakan sebuah inovasi bahan pembuatan pembalut yang ramah lingkungan. Selulosa dari TKKS ini berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku absorben dalam pembuatan pembalut, karena kandungan selulosanya cukup tinggi sebesar 65%. Bahan lain yang dapat digunakan sebagai pengganti plastik dalam pembalut komersial yang juga dapat merusak lingkungan karena sulit terurai adalah pati dari limbah kulit singkong yang jumlahnya sangat banyak dan belum dimanfaatkan secara optimal. Dalam proses produksi tapioka dari 1 ton singkong dapat menghasilkan 114 kg limbah kulit singkong dengan kandungan pati sebesar 45-65%. yang dapat dijadikan film plastik *biodegradable*. Berdasarkan potensi dan permasalahan tersebut, maka diperlukan pengkajian mengenai potensi tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan kulit singkong sebagai bahan pembalut yang bersifat *biodegradable*.

Tahapan pelaksanaan riset adalah:

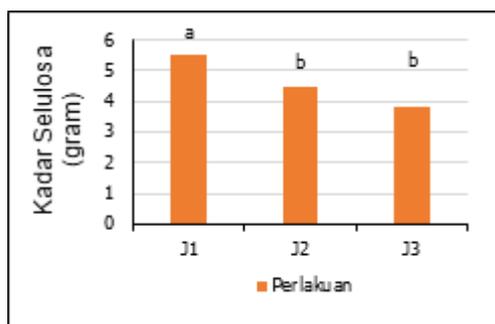


Luaran dari penelitian ini adalah:

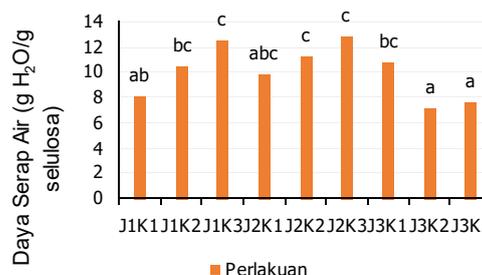
1. Produk pembalut berbahan baku tandan kosong kelapa sawit dan kulit singkong
2. Artikel ilmiah yang akan diterbitkan pada Jurnal teknologi Pertanian
3. Seminar di tingkat nasional dan internasional

Hasil yang telah dicapai penelitian ini adalah:

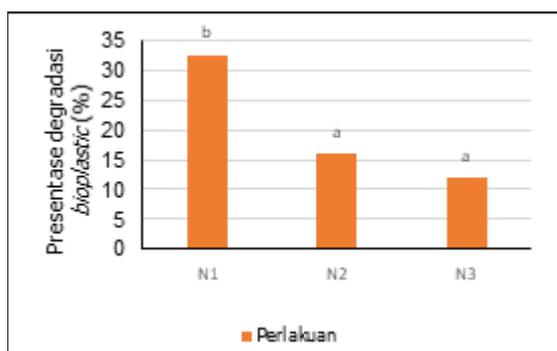
1. Diperoleh selulosa dan bioplastik terbaik dengan uji *yield*, uji daya serap, uji warna, uji kuat tarik, uji elongasi, dan uji biodegradasi.
2. Perlakuan kitosan 0,1 gram dan gliserol 3 mL menghasilkan bioplastik dengan nilai kuat tarik, elongasi, dan tingkat biodegradasi yang paling baik
3. Perlakuan Ekstrak selulosa TKKS dengan NaOH 20% dan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 10% menghasilkan daya serap dan *whiteness index* terbaik
4. Produk pembalut yang dihasilkan selain bersifat ramah lingkungan yang *Go-Green* juga dapat meningkatkan nilai ekonomis tandan kosong kelapa sawit dan kulit singkong berbasis *Green Economic*



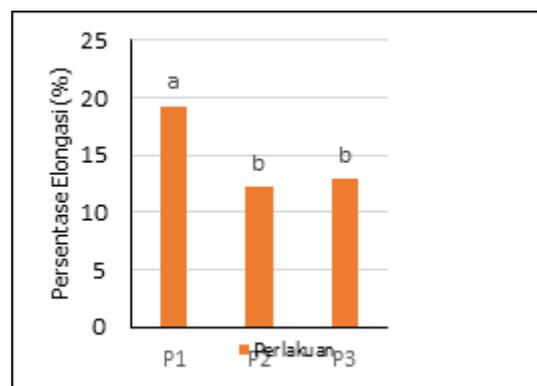
Gambar 6.1 Grafik *Yield* Selulosa



Gambar 6.2 Grafik Rerata Daya Serap Selulosa



Gambar 6.3 Grafik Biodegradasi Bioplastik



Gambar 6.4 Grafik Elongasi Bioplastik



Gambar 6.5 *Prototype* Produk



## 2. Pengolahan Cangkang Kelapa Sawit sebagai Nanopori Superkapasitor dan Elektroda Karbon Nanopori pada *Dye Sensitized Solar Cell (DSSC)* sebagai Media Penyimpan Listrik (*Power Bank*) Berbasis Tenaga Surya

### Universitas Gadjah Mada

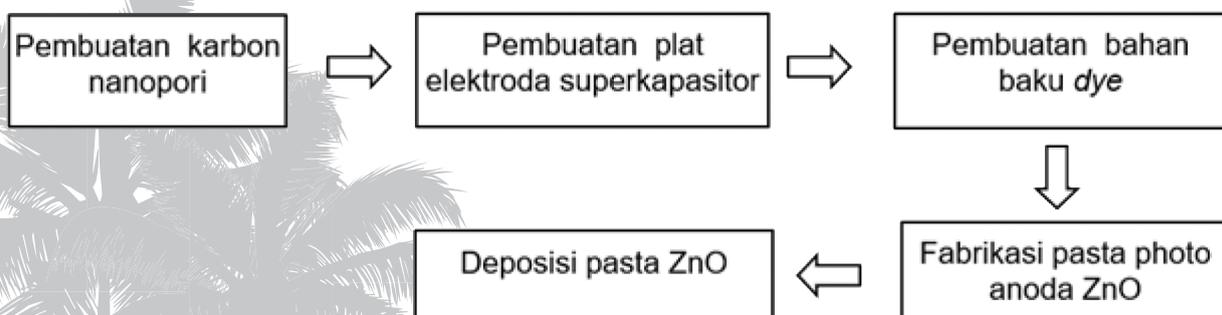
Ketua Peneliti : Tita Damayanti Pertiwi  
Anggota Peneliti : Ari Pamungkas  
Leny Kristianti  
Dawam Faizul Amal  
Malik Al-Aminullah Samansya  
Dosen Pembimbing : Dr.-Ing. Teguh Ariyanto, S.T., M.Eng

Kemajuan teknologi abad ini seperti *smartphone* menjadi bukti bahwa *smartphone* merupakan kebutuhan vital yang dilengkapi dengan batere yang dapat diisi ulang dayanya. Batere *smartphone* mempunyai kinerja yang terbatas menyebabkan efisiensi daya batere menurun sehingga dibutuhkan pengisi daya yang dapat dibawa kemanapun.

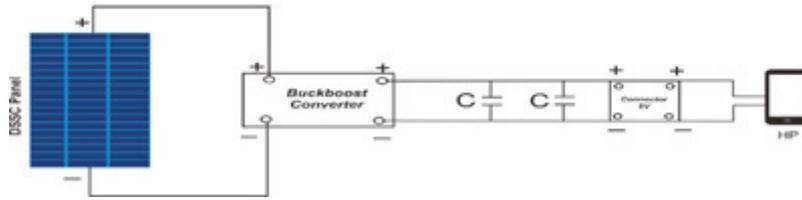
*Powerbank* menjadi solusi untuk pengisian daya batere *smartphone* yang memberikan kemudahan serta hemat tempat dan waktu. Peningkatan penggunaan *powerbank* di Indonesia mengakibatkan meningkatnya pula penggunaan batere tidak ramah lingkungan sebagai media penyimpan daya cadangan pada *powerbank* karena mengandung lithium yang menimbulkan pencemaran tanah dan dampak yang buruk untuk kesehatan manusia. Inovasi *powerbank* dalam riset ini dengan memanfaatkan energi matahari dan penggunaan superkapasitor dari cangkang kelapa sawit sebagai penyimpan daya sementara pada *powerbank*. Energi matahari dikonversi menjadi energi listrik oleh *dye-sensitized solar cell (DSSC)*. Efisiensi yang tinggi, biaya produksi murah, dan proses produksi yang mudah pada *DSSC* menjadi alternatif pengganti sel surya berbasis silikon. Pembuatan cangkang kelapa sawit menjadi nanokarbon sebagai pengganti elektroda platina memiliki nilai *power conversion efficiency (PCE)* yang lebih tinggi daripada platina.

Karbon berpori dari cangkang kelapa sawit berpotensi juga digunakan sebagai material elektroda superkapasitor karena memiliki potensi kerapatan energi yang tinggi, pori-pori yang baik untuk aksesibilitas, dan biaya pembuatan yang murah.

Tahapan riset sebagai berikut:



Luaran dari penelitian ini adalah terciptanya power bank ramah lingkungan dengan superkapasitor sebagai penyimpan energi berbahan dasar cangkang kelapa sawit yang hemat energi dengan energi surya sebagai sumber energi.



Gambar 6.6 Rangkaian *Power Bank*

Hasil yang telah dicapai adalah:

1. Karbon aktif dari cangkang kelapa sawit untuk elektroda superkapasitor.
2. Superkapasitor yang terbuat dari campuran *carbon nano tube* dan karbon aktif cangkang kelapa sawit dengan elektroda titanium.



Gambar 6.7 Karbonisasi suhu 400°C



Gambar 6.8 Karbonisasi suhu 800°C



Gambar 6.9 Pembuatan binder PVDF



Gambar 6.10 Pembuatan Elektroda Positif pada Superkapasitor



Gambar 6.11 Pembuatan Superkapasitor





### 3. *Sensor Leveling Lapisan Fluida pada Continuous Settling Tank Secara Internet of Things Melalui Pendekatan Tekanan Hidrostatik untuk Mengoptimalkan Retention Time dan Kualitas CPO*

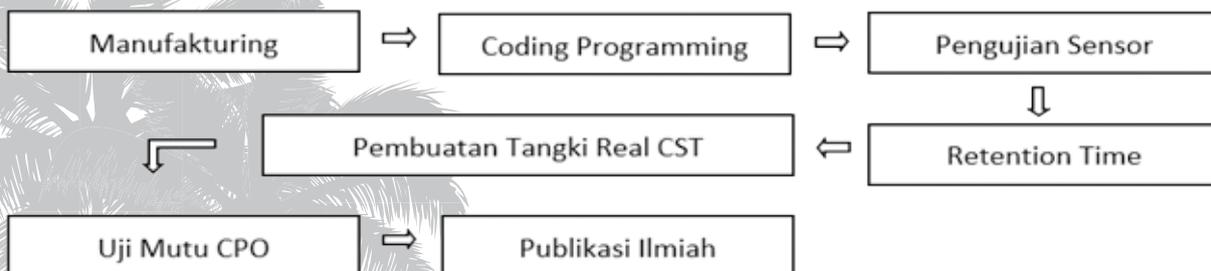
#### INSTIPER

Ketua Peneliti : Yakob Bintang Holong Tambunan  
Anggota Peneliti : Rizki Putra Novanto  
Yolanda Frista  
Dosen Pembimbing : Rengga Arnalis Renjani, S.Tp, M.Si, IPM

Minyak kasar (*Crude Palm Oil*) yang dihasilkan dari unit mesin *screw press* masih kotor, tercampur dengan air dan padatan bukan minyak sehingga perlu segera dimurnikan agar tidak terjadi penurunan mutu akibat adanya reaksi hidrolisis dan oksidasi (Kumar & Sharma, 2015). Hidrolisis dapat terjadi karena cairan bersuhu panas dan mengandung banyak air, dan oksidasi akan terjadi dengan adanya padatan bukan minyak yang berbentuk bahan organik dan anorganik seperti Fe dan Cu yang berperan sebagai katalisator yang mempercepat terjadinya reaksi yang cepat (Naibaho, 1996; Mba et al., 2015). Cairan (fluida) berupa *Crude Palm Oil* (CPO) terdiri dari beberapa fase yang sulit dipisahkan dengan hanya satu cara, oleh karena itu perlakuan pemisahan fase minyak, fase NOS dan fase air dilakukan dengan beberapa tahap. Pemisahan minyak dari fraksi cairan lainnya dilakukan dengan berdasarkan prinsip penyaringan (*filtration*), pengendapan (*sedimentation*), penguapan (*evaporation*), dan sentrifugasi (*centrifugation*) (Wahyudi et al. 2012).

Salah satu unit terpenting dari proses pemurnian CPO yang dilakukan pada stasiun pemurnian atau clarification adalah *Continuous Settling Tank* (CST). CST berfungsi untuk memisahkan minyak (oil) kotor lumpur (*sludge*) serta benda lain (*non oil sludge*) yang terikat dalam crude oil dengan cara pengendapan dan pengadukan secara perlahan dimana prinsip kerja berdasarkan perbedaan *density* dan *viscosity* dari masing masing komponen *crude oil*. Pemisahan dapat berlangsung dengan baik apabila kecepatan aliran lebih lambat dari kecepatan mengendap dari zat yang memiliki  $SG \geq 1,0$ . Hingga saat ini, hampir lebih dari 600 PKS di seluruh di Indonesia melakukan pengukuran ketinggian atau ketebalan CPO bersih hasil pemisahan di CST dilakukan menggunakan *stick sounding*. Bahkan pemantauan ketebalan CPO yang diperoleh dari CST secara konvensional, yakni dengan melihat *sight glass* secara visual atas dasar ketebalan (Hafiz et al. 2016).

Tahapan pelaksanaan riset ini adalah:



Luaran dari penelitian ini adalah:

1. Terciptanya *scale down* CST
2. Mutu CPO pada CST *scale down*
3. Publikasi ilmiah dan Paten.

Hasil yang telah dicapai adalah:

1. Pembacaan data melalui sensor levelling berbasis IOT dapat ditampilkan dalam bentuk digital dan ditransfer melalui internet ke *smartphone* dan *computer*.
2. Penelitian ini telah berhasil mendesain *prototype* real tank smart CST melalui *scale down* yang dilengkapi dengan *stireer*, *oil overflow*, *sludge under flow* berkapasitas dengan diameter 450 mm yang dilengkapi dengan sensor levelling minyak, air dan *sludge*.
3. Mutu CPO dengan menggunakan tangki *prototype* tangki smart CST ini menjadi lebih baik.



Gambar 6.12 Model Desain *Prototype* Tangki Smart CST Scale Down



Gambar 6.13 Pengujian pelampung water



Gambar 6.14 Hasil Desain Manufacturing RealSmart CST



Gambaf 6.15 Pengambilan Sempel *Sludge* di PT. Arum Madani Sawit di Blitar



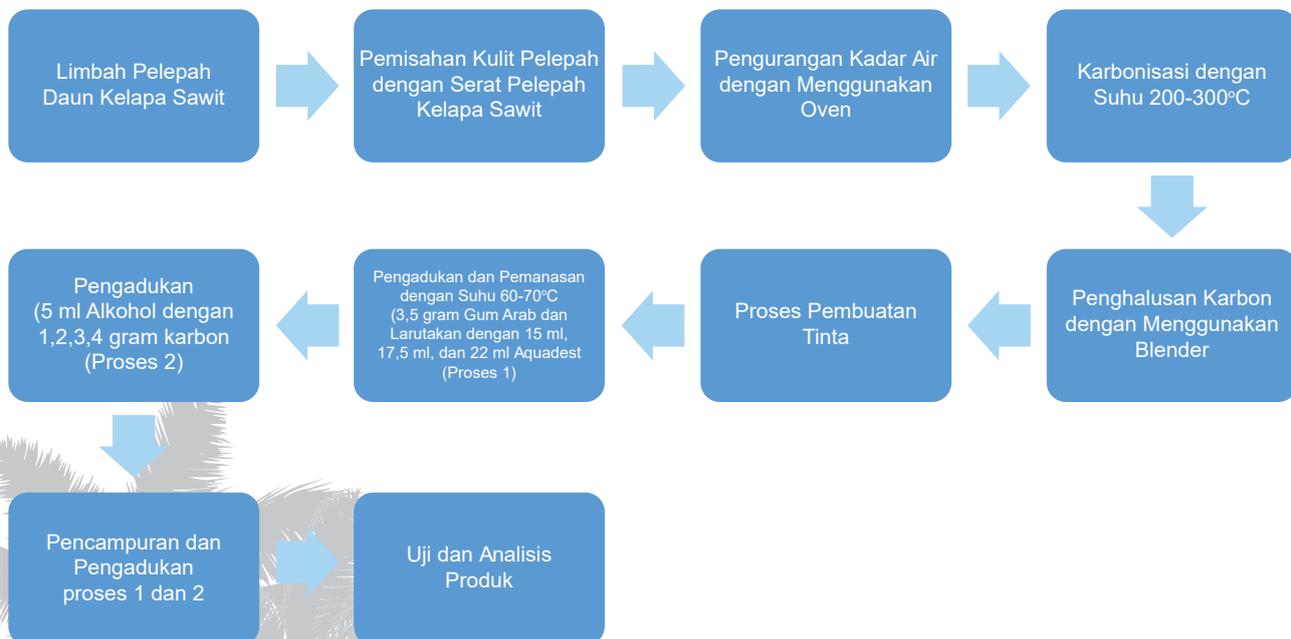
## 4. Tinta Printer Organik Ramah Lingkungan

### Politeknik LPP Yogyakarta

Ketua Peneliti : Yeza Aprianti  
Anggota Peneliti : Khairun Nisa  
Khairul  
Dosen Pembimbing : Lestari Hetalesi Saputri, S.T., M.Eng

Tanaman kelapa sawit umumnya menghasilkan lima jenis limbah utama yang dapat dijadikan sebagai bahan baku pengolahan yang bernilai jual tinggi yaitu pelepah daun kelapa sawit, batang kelapa sawit, tandan kosong kelapa sawit, cangkang sawit dan serabut hasil pengepressan sawit di Pabrik Kelapa Sawit (PKS). Limbah ini cukup berlimpah sepanjang tahun, namun penggunaannya sebagai bahan pengolahan yang bernilai jual tinggi masih jarang ditemui (Juliana, 2014). Integrasi perkebunan dengan industri pembuatan tinta merupakan peluang besar dalam pengembangan usaha produksi tinta organik di Indonesia. Pemanfaatan limbah pelepah daun kelapa sawit sebagai bahan baku pembuatan tinta organik belum pernah dilakukan sebelumnya. Bila meninjau dari tinta yang sudah dikomersialkan selama ini, ada permasalahan yang diketahui yaitu terkait penggunaan *xylene* pada campuran bahan tinta. *Xylene* merupakan zat *Volatile organic compound* (VOC) yang pada pembuatan tinta berfungsi sebagai pigmen berwarna hitam.

Tahapan pelaksanaan riset ini adalah:



Luaran yang dari penelitian ini adalah:

1. Produk tinta organik ramah lingkungan dari limbah pelepah daun kelapa sawit
2. Artikel ilmiah yang akan dipublikasikan di seminar atau jurnal nasional

Hasil yang telah dicapai yaitu diperolehnya komposisi yang tepat untuk pembuatan tinta printer organik ramah lingkungan dari pelepah daun kelapa sawit yang tidak mengalami pengendapan, dengan komposisi 4 gram karbon yang dilarutkan dalam 5 mL alkohol dengan perekat campuran 3,5 gram gum arab dalam 20 mL. Tinta printer yang dihasilkan telah memberikan hasil cetak dan warna yang baik dengan keunggulan warna yang lebih pekat, tidak berbau saat pencetakan pada substrak, tidak melebar dan menimbulkan warna kuning saat substrak dibasahi oleh air serta memiliki daya rekat yang baik.





# VI. SOSIAL / EKONOMI / ICT

 [www.bdp.or.id](http://www.bdp.or.id)

 [@bdpkelapasawit](https://www.instagram.com/bdpkelapasawit)

 [@BPDPkelapasawit](https://twitter.com/BPDPkelapasawit)

 [bdpasawit](https://www.facebook.com/bdpasawit)

# 1. “Tanya Sawit” sebagai aplikasi *mobile* untuk membantu program pengembangan SDM Kelapa Sawit Berkelanjutan



## Universitas Jenderal Soedirman

Ketua Peneliti : Arnanda Rizki Risandi  
Anggota Peneliti : Nurul Miftakhul Jannah, Millata Fitri Nur R,  
Ibdal Mad-hal Khoibar A,  
Endi Irawan  
Dosen Pembimbing : Ir. Bambang Sumanto, M.Sc.

Menurut Kementerian Pertanian Indonesia (2018), industri sawit Indonesia di masa mendatang diproyeksikan akan terus berkembang. Pada tahun 2030 produksi CPO Indonesia diperkirakan mencapai 60 juta ton. Berdasarkan hal tersebut, BPDPKS (Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit) membuat program pengembangan sumber daya manusia (SDM) untuk meningkatkan produktivitas kelapa sawit. Dalam rangka menyiapkan SDM yang kompeten diperlukan dukungan bantuan dari pemerintah, perusahaan dan pihak-pihak terkait lainnya.

SDM dapat dikembangkan melalui pendidikan resmi ataupun beragam training dan pendampingan, yang bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan, keterampilan, profesionalisme, kemandirian dan dedikasi (Tampubolon, H., 2016). Komunikasi berbasis Informasi Teknologi (IT) dengan sumber informasi yang tepat dan *up to date*, juga dengan fitur yang menarik dapat menjadi fasilitas yang tepat untuk mengembangkan SDM sawit. Internet of things (IoT) sendiri memang belum menjadi bagian penting dalam pembangunan pertanian sehingga adopsinya masih rendah jika dibandingkan bidang industri lain (Verdouw *dkk*, 2016).

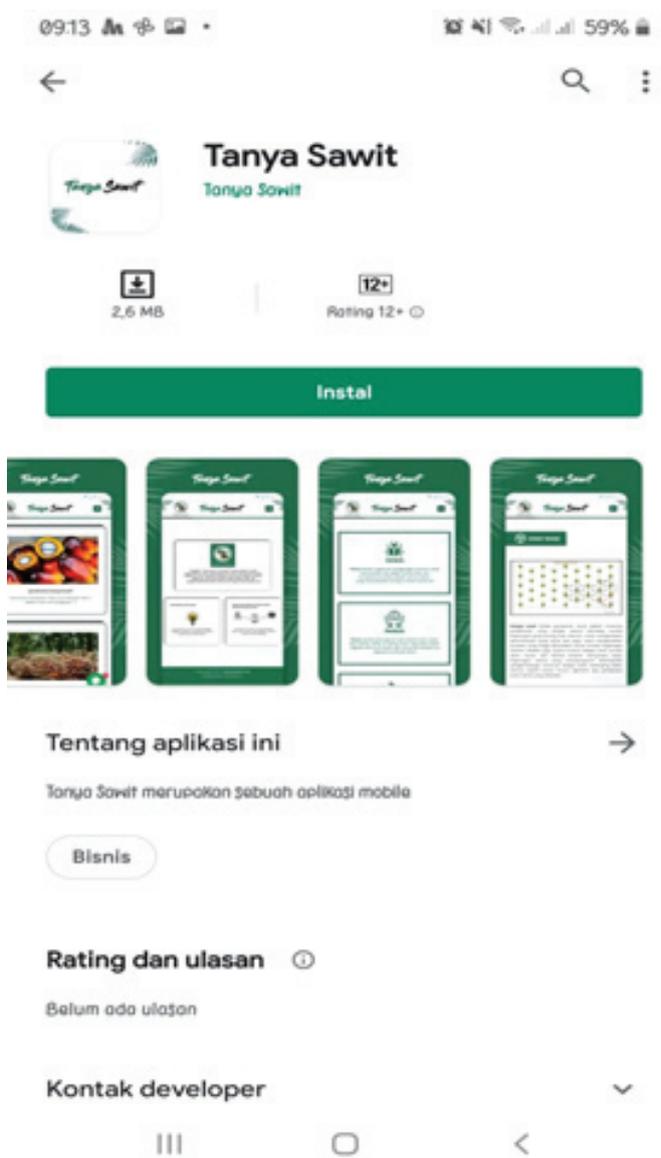
Penelitian yang kami laksanakan bertujuan untuk meningkatkan komunikasi dua arah dan literasi kelapa sawit kepada petani dan calon petani. Desain aplikasi *mobile* yang dinamakan “Tanya Sawit” diarahkan untuk menjadi wadah informasi dan konsultasi, juga dapat menghubungkan beragam stakeholders terkait perkelapsawitan Indonesia. Keberadaan aplikasi “Tanya Sawit” ini diharapkan dapat mengakselerasi peningkatan kapasitas dan keahlian petani dan calon petani kelapa sawit.

Aplikasi *mobile* “Tanya Sawit” dikembangkan dengan model dari *Systems Development Life Cycle* (SDLC) atau air terjun (*waterfall*), atau sering disebut model sekuensial linier (*sequential linear*) ataupun alur hidup klasik (*classic life cycle*). Model ini terdiri dari serangkaian kegiatan seperti *requirement analysis*, *system design*, *implementation*, *testing*, *deployment* sampai *maintenance*. Pada tahap *maintenance* ini, aplikasi selalu dikembangkan seiring berjalannya waktu dan kebutuhan dari *user*.

Luaran penelitian:

1. Aplikasi *mobile* Tanya Sawit sebagai wadah penyuluhan serta pendampingan dan fasilitasi yang efektif untuk pengembangan SDM petani dan calon petani kelapa sawit.
2. Mengembangkan “Tanya Sawit” nantinya menjadi aplikasi *mobile* nomor satu yang memberikan informasi kelapa sawit akurat dan *up to date*.

Penelitian dilakukan antara bulan Agustus 2020 hingga Mei 2021 dan aplikasi “Tanya Sawit” yang dihasilkan dapat dilihat dari [www.tanyasawit.net](http://www.tanyasawit.net) dan diunggah dari Google Playstore. Analisis kepuasan pengguna terhadap 96 responden, menunjukkan 67,5% menyatakan kepuasan atas fitur dan informasi yang diberikan oleh seri awal aplikasi *mobile* “Tanya Sawit”



Pustaka

1. Tampubolon, H. 2016. Strategi manajemen sumber daya manusia dan perannya dalam pengembangan keunggulan bersaing. Penerbit: Papas Sinar Sinanti, ISBN 978-602-1374-30-6
2. Verdouw C., Wolfert S., Tekinerdogan B. 2016. *Internet of Things in Agriculture*. CAB reviews. 11, 1-12. 10.1079/PAVSNR201611035

## 2. Strategi Bertahan Pasif Aktif Jaringan Usahatani Kelapa Sawit Rakyat Masa Pandemi Covid-19 Menuju Adaptasi Kebiasaan Baru di Kecamatan STM Hilir Kabupaten Deli Serdang Sumatera Utara



### Universitas HKBP Nommensen Medan

Ketua Peneliti : Chandra Kristiyani Gulo  
Anggota Peneliti : Wendi Syahda Setia Waruwu, Theresya Egentina,  
Tohom Pradinata Manalu, Ririn Cahyani Doloksaribu  
Dosen Pembimbing : Dr. Ir. Hotden L. Nainggolan, MSi

Sub sektor pertanian seperti perkebunan kelapa sawit memegang peranan penting dalam mendukung kesejahteraan petani (mehraban, 2021) dan hal yang sama terjadi di Kabupaten Deli Serdang. Pada tahun 2018 Kabupaten Deli Serdang memiliki luas perkebunan kelapa sawit rakyat 13.629,33 ha dengan tingkat produksi 55.790, 58 ton. Selama masa Pandemi Covid-19 beragam sendi kehidupan terdampak termasuk kegiatan usahatani perkelapasawitan. Bencana selalu mengakibatkan kerugian ekonomi ataupun lingkungan dengan tingkatan berbeda-beda tergantung intensitas bencana.

Dampak yang di alami petani sawit pada masa Pandemi Covid-19 yaitu terhambatnya kegiatan usahatani karena pemberlakuan pembatasan sosial. Seringkali, petani juga tidak memiliki akses atas input pertanian (pupuk dll) selama masa pandemik. Petani sawit agar bisa melanjutkan kegiatan usahatannya dan atau bertahan dalam usahatannya memerlukan beberapa strategi. Penelitian ini menyelidiki strategi bertahan aktif pasif dan jaringan usahatani sawit rakyat di Kecamatan STM Hilir, Kabupaten Deli Serdang.

Tahapan pelaksanaan riset sebagai berikut ;

1. Survei pendahuluan dan perbaikan proposal agar sesuai dengan hasil survei pendahuluan;
2. Diikuti dengan pengumpulan data, pengolahan dan analisis data serta desain strategi sesuai hasil analisis.
3. Menyelesaikan luaran penelitian.

Luaran penelitian yang diperoleh yaitu diperolehnya informasi ilmiah tentang sejauh mana strategi bertahan pasif aktif dan jaringan usahatani kelapa sawit rakyat di Kecamatan STM Hilir di masa Pandemi Covid-19. Luaran ini bermanfaat untuk memberikan informasi dalam mengatasi permasalahan tingkat kesenjangan sosial petani sawit rakyat. Luaran tambahan lain dalam penelitian ini adalah publikasi ilmiah, pencetakan buku saku dan stiker, dan mengikuti konferensi internasional.

Penelitian ini menyimpulkan:

1. Sebelum pandemi biaya produksi sawit adalah Rp 1.073.616,05/bulan, dengan penerimaan senilai Rp 6.706.037,17/bulan sehingga pendapatan netto petani adalah Rp 5.632.421,12/ bulan. Sedangkan, setelah pandemi biaya produksi menjadi lebih tinggi yaitu Rp 1.274.675,96/bulan, dan penerimaanpun lebih menurun menjadi Rp 6.566.558,59/bulan sehingga pendapatan netto juga menurun menjadi Rp 5.291.882,63/bulan.
2. Efisiensi usahatani sebelum pandemi senilai 6,2 dan setelah pandemi senilai 5,1.
3. Berdasarkan hasil penelitian, Pandemi Covid-19 menurunkan pendapatan usahatani dan produksi sawit rakyat sebesar 6,4% dan 31,9%, dan efisiensi menurun senilai 21,6%, juga mengakibatkan meningkatnya biaya produksi senilai 15,8%.

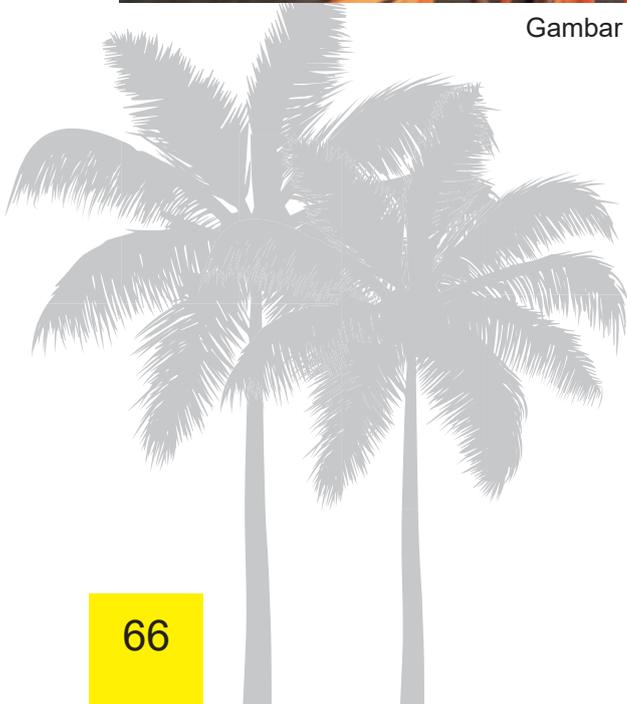
4. Berdasarkan analisis diagram SWOT menunjukkan strategi peningkatan produksi usahatani kelapa sawit rakyat di Kecamatan STM Hilir berada pada kuadran IV yaitu mendukung strategi bertahan.
5. Strategi bertahan (aktif, pasif dan jaringan) petani sawit rakyat di Kecamatan STM Hilir sebagai berikut; Strategi aktif yang dapat dilakukan adalah menggunakan tenaga kerja secara optimal, melakukan diversifikasi usahatani dan mengefektifkan penggunaan biaya produksi. Strategi pasif yang dapat dilakukan adalah bermitra dengan lembaga pemerintah maupun swasta, mengasuransikan usahatannya, dan mengefisienkan penggunaan tenaga kerja. Strategi jaringan yang dapat dilakukan adalah menjalin relasi dengan lembaga swasta maupun pemerintah.

**Pustaka**

1. Mehraban N., Christoph K., Alamsyah Z., Qaim M. 2021. Oil palm cultivation, household welfare, and exposure to economic risk in the Indonesian small farm sector. J. Agric. Econ <https://doi.org/10.1111/1477-9552.12433>



Gambar 7.2 FGD dan Pengumpulan Data



### 3. BELAJAR SAWIT: sebuah platform edukasi digital masa depan khusus untuk petani kelapa sawit dan *stakeholder* melalui pendekatan *blended learning*

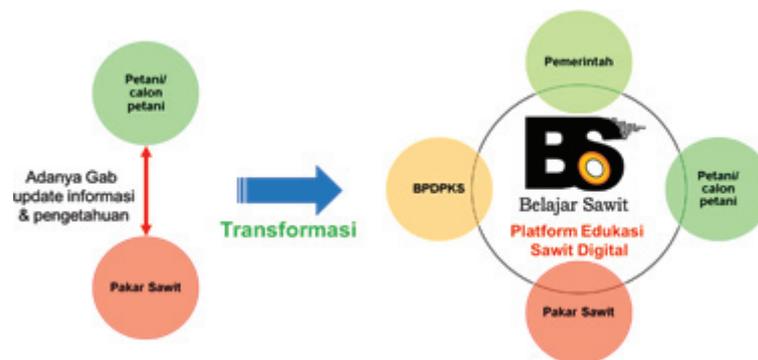


#### Akademi Komunitas Perkebunan Yogyakarta

Ketua Peneliti : Della Kartika Anggita Dewi  
Anggota Peneliti : Apri Yulianto  
Dimas Nurmansyah  
Dosen Pembimbing : Dr. (Cand). Ir. Sri Gunawan, M.P

Berjayanya sawit Indonesia tidak bisa terlepas dari kontribusi petani kecil (*smallholder*). Namun, produktivitas perkebunan kelapa sawit milik rakyat lebih rendah daripada perkebunan yang diusahakan oleh perusahaan (Jelsma, I dkk., 2017; Soakastri, V dkk, 2019). Agar terjadi peningkatan produktivitas perkebunan sawit rakyat perlu diupayakan perbaikan pengetahuan tindak agronomi, pengelolaan perkebunan dan *skill* terkait bari para petani. Pengembangan pembelajaran atau bimbingan dari para ahli perkelapasawitan.

Penelitian ini diarahkan untuk menjembatani *gap* literasi tentang sawit melalui transformasi edukasi menjadi e-edukasi, dengan membuat platform berbasis digital (e-learning), yang diberi nama Belajar Sawit.



Gambar 7.3 Transformasi sistem pembelajaran sawit

Konsep Belajar Sawit *e-learning*, baru pertama kali dan satu-satunya di Indonesia, sebagai motor peningkatan pengetahuan sawit dengan konsep *blended learning*. Konsep keterbaruan dari penelitian ini sehingga platform prototipe Belajar Sawit, perlu diujikan kepada responden, agar bisa dimaintenance untuk ditingkatkan kualitas informasi dan fiturnya.

Tahapan-tahapan dalam penelitian ini secara berurutan adalah dimulai dari:

1. Bahan
2. Metode peaksanaan
  - Konsep desain
  - Pembuatan aplikasi
  - Pengujian usability
  - Uji satisfaction
  - Pengumpulan data rekapitulasi
  - Uji kecukupan data
  - Uji hipotesis analisis dan pembahasan

Capaian yang dihasilkan dari penelitian ini adalah prototipe sebuah aplikasi digital dan website Belajar Sawit. Prototipe hasil penelitian diuji usabilitas berupa *field observation* (observasi langsung), dan *thinking aloud*, dan tahapan terakhir adalah hasil pengujian kepuasan pengguna Belajar Sawit melalui kuesioner. Kuesioner hanya disebar pada petani sawit di Riau dan Kalimantan Tengah, mahasiswa beasiswa BPDP yang ada di Akademi Komunitas Kelapa Sawit (AKPY) yang berjumlah ±300 orang, dosen, juga pakar sawit.

Adapun hasil yang telah dicapai sampai dengan penelitian saat ini adalah :

1. Berhasil mendesign website Belajar Sawit sebagai platform protipe edukasi digital masa depan khusus untuk petani kelapa sawit dan stakeholder melalui pendekatan *blended learning*;
2. Secara ilmiah telah di patenkan (HaKI) berupa merek dagang Belajar Sawit, yaitu mendaftarkan logo Belajar Sawit di Kemenhukham;
3. Telah sukses menyelenggarakan pelatihan penyiraman berbasis IoT, sebagai proyek perdana kerjasama antara Belajar Sawit dan AKPY STIPER Yogyakarta

Pustaka :

1. Jelsma I., Slingerland M., Giller K.E., Bijman J. 2017. Collective action in a smallholder oil palm production system in Indonesia: The key to sustainable and inclusive smallholder palm oil. J. of rural studies 54: 198-210
2. Sokoastri V., Setiadi D., Hakim A., Mawardhi A.D. 2019. Smallholders oil palm: Problems and solutions. Sodality Jurnal Sosiologi Pedesaan 7 (3), 182-194 DOI:10.22500/sodality.v7i3.27221



Gambar 7.4 Uji Usabilitas Aplikasi Belajar Sawit



Gambar 7.5 Pelatihan lot yang diselenggarakan oleh Belajar Sawit



Gambar 7.6 Tampilan Website Belajar Sawit

#### 4. ISAWIT - Aplikasi Pemaksimalan Potensi Petani Kelapa Sawit Berbasis Sistem Rantai Blok Investasi (*Blockchain Investment System*)



##### Politeknik Elektronika Negeri Surabaya

Ketua Peneliti : Elsa Mayang Sari  
Anggota Peneliti : Oktafian Sultan Hakim  
Lugiana Nur Fitriah R.  
Dosen Pembimbing : Akuwan Saleh, S.ST, M.T

Industri perkebunan dan pengolahan sawit merupakan industri kunci bagi perekonomian Indonesia. Minyak sawit merupakan industri pertanian terpenting di Indonesia yang menyumbang antara 1,5 - 2,5 persen terhadap total produk domestik bruto (PDB). Jumlah estimasi total luas area perkebunan sawit di Indonesia diperkirakan mencapai 15,08 juta hektar dengan persebaran di 26 provinsi di Indonesia pada tahun 2021. Para petani skala kecil memproduksi sekitar 40 persen dari total produksi Indonesia. Namun kebanyakan petani kecil ini rentan kena dampak apabila terjadi penurunan harga minyak kelapa sawit dunia karena mereka tidak dapat menikmati cadangan uang tunai atau pinjaman bank. Maka dari itu, kelompok peneliti berinisiasi untuk mengembangkan aplikasi prototipe diberi nama **ISAWIT** untuk menghubungkan *smallholder farmers* selaku pelaku bisnis dengan masyarakat yang ingin memiliki bisnis selaku investor untuk mempermudah petani dalam mendapatkan modal dan dukungan dana. ISAWIT layak dikembangkan untuk membantu petani dalam mendapatkan investasi baik untuk jangka pendek maupun jangka panjang. ISAWIT dikembangkan berdasarkan aturan layanan urun dana (*equity crowdfunding*) teknologi informasi sesuai dengan POJK Nomor 37 / POJK.04 / 2018. Melalui *Equity Crowdfunding*, memiliki peluang yang cukup tinggi untuk menghasilkan dana yang diharapkan menjadi perantara mudah bagi petani dan investor untuk mengembangkan sektor sawit khususnya yang mendukung roda perekonomian petani kecil.

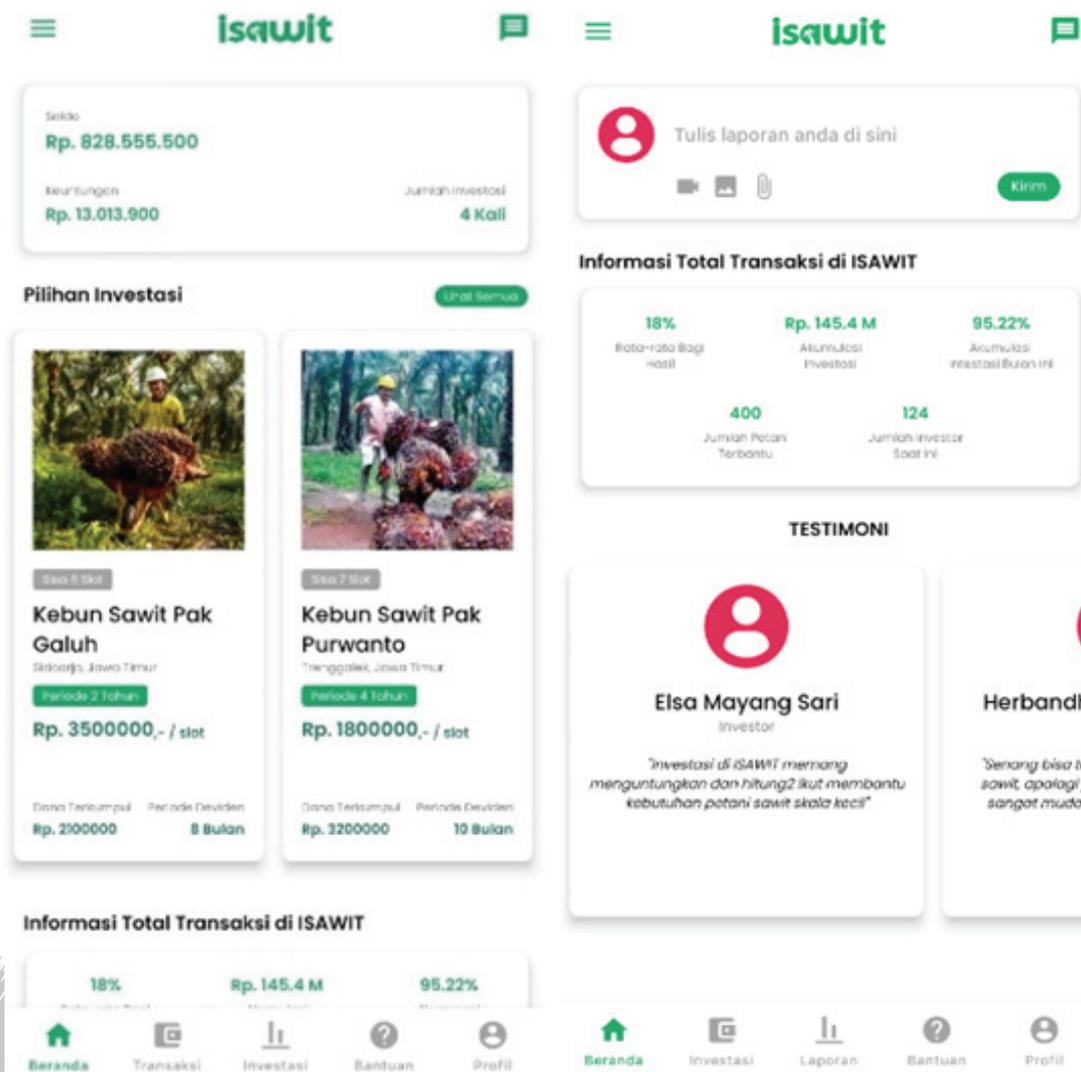
Tahapan pelaksanaan riset ISAWIT yaitu:

1. *Interview*
2. Observasi non-partisipatoris
3. *Design Thinking*
4. Pembuatan aplikasi dan manajemen database.
5. Sosialisasi aplikasi.

Luaran dalam riset ini yaitu ISAWIT, aplikasi prototipe berbasis Android sebagai penyelenggara layanan urun dana berbasis teknologi informasi untuk menjembatani para Penerbit (petani kecil kelapa sawit) dengan para Pemodal (investor) untuk mendapatkan pembiayaan melalui sistem *equity crowdfunding*.



Gambar 7.7 Salah satu tampilan Prospektus Kebun Sawit



Gambar 7.8 Interface dari Aplikasi ISAWIT