

GRANT RISETSAWIT 2021 RINGKASAN HASIL PENELITIAN



Badan Pengelola Dana
Perkebunan Kelapa Sawit (BPD PKS)

Kata Pengantar



Direktur Utama,
Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit

Program penelitian dan pengembangan perkebunan kelapa sawit dari aspek hulu hingga hilir yang dikembangkan Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPS) merupakan salah satu diantara upaya BPDPS 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. Intensifikasi kegiatan riset di bidang kelapa sawit dilakukan secara komprehensif dan hasil risetnya dipublikasikan secara masif baik kegiatan di tingkat nasional maupun internasional. Dalam melaksanakan pengembangan dan penelitian sawit, diperlukan dukungan riset yang kuat dan terarah dengan baik serta dengan pendanaan cukup.

Program Grant Riset Sawit adalah program dalam rangka peningkatan penelitian dan pengembangan kelapa sawit yang berkelanjutan dan ramah lingkungan yang dilaksanakan dengan memperhatikan aspek-aspek: peningkatan produktivitas/efisiensi, peningkatan aspek sustainability, mendorong penciptaan produk/pasar baru, dan peningkatan kesejahteraan petani.

Buku Hasil Ringkasan Riset 2021 ini merupakan media untuk diseminasi hasil penelitian yang telah dilakukan mulai tahun 2019. Sebelumnya telah ada juga Buku Ringkasan Penelitian tahun 2015, tahun 2016, tahun 2018, tahun 2019, dan tahun 2020. Buku ini berisikan ringkasan hasil / output / produk penelitian yang telah dicapai manfaat penelitian, dan publikasi dengan harapan akan menjadi jembatan informasi bagi para stakeholder sawit (industri, pemerintah, petani, dan masyarakat) untuk dapat bekerja sama dengan peneliti dalam komersialisasi hasil riset untuk mencapai target hilirisasi sawit nasional maupun menjadi rekomendasi kebijakan strategis.

Ucapan terima kasih kami kepada semua pihak yang telah membantu penyusunan buku ini, khususnya kepada Komite Pengarah dan tim sekretariatnya, Dewan Pengawas BPDPS, Komite Penelitian dan Pengembangan dan Narasumber, seluruh peneliti Grant Riset Sawit, serta 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, November 2021

Eddy Abdurrachman



Pengarah : Eddy Abdurrachman (Direktur Utama)

Penanggung Jawab : Edi Wibowo (Direktur Penyaluran Dana)

Koordinator : Arfie Thahar (Kepala Divisi Program Pelayanan)

Sekretariat : Fitriyah, Neila Amelia, Lucki Bagus, Rangga Rahmananda

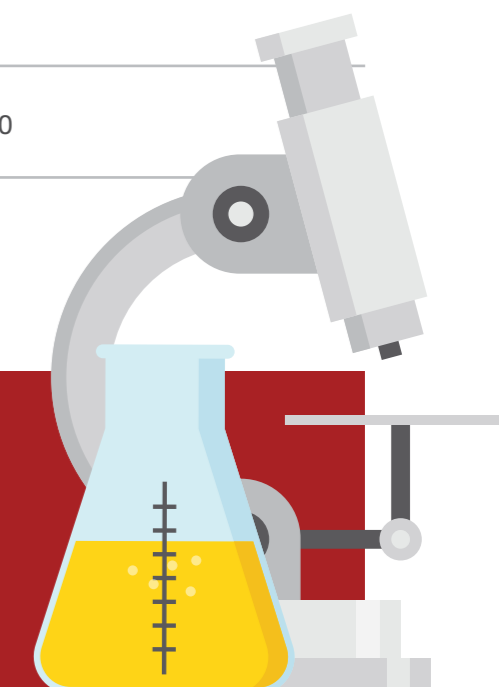
Tim Penilai : Prof. (Ris). Dr. Didiek Hadjar Goenadi, Dr. Arief RM Akbar, Dr. Tony Liwang, Dr. Tatang Hernas Soerawidjaja, Prof. Udin Hasanudin, Dr. Jenny Elisabeth, Prof. Dr. Bustanul Arifin, Dr. Ir. Faridha, M.Si, Lila Harsyah Bahktiar, Prof. Dr. Heri Hermansyah, ST, M.Eng, Ir. Syafaruddin, Ph.D, Dr. M. Edwin S. Lubis M.Agr.Sc.,

Narasumber : Dr. Darmono Taniwiryono (Ketua MAKSI), Dr. Witjaksana Darmosarkoro (R&D Industri Sawit), Dr. Dadan Kusdiana (Dirjen EBTKE), Prof. Dr. Purwiyatno (Akademisi), Sahat Sinaga (GIMNI), Prof. Dr. Bambang Prastowo (Kementerian Pertanian)

Kontributor : Peneliti Grant Riset Sawit K19 dan K20

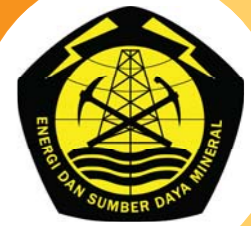
Artistik/Design : Bahasa Global

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



Daftar Isi

02	KATA PENGANTAR	58	3. LAHAN / TANAH / BIBIT / BUDIDAYA
06	1. BIOENERGI	59	18. Pengembangan Ameliorant Penapis Molekul Untuk Meminimalisir Potensi Kebakaran Dan Emisi Gas Rumah Kaca Pada Budidaya Kelapa Sawit Di Lahan Gambut
07	01. Pengujian Produk Hasil Co-Processing Untuk Produksi Green Fuels	62	19. Pengembangan Sistem Rekomendasi Pemupukan Perkebunan Kelapa Sawit Rakyat Berbasis Artificial Intelligence
10	02. Kajian Sistem Manajemen Dan Analisis Konsumsi Bahan Bakar B30 Untuk Road Test Pada Kendaraan Bermesin Diesel	65	4. PENANGANAN LIMBAH / LINGKUNGAN
13	03. Pengujian Kualitas Bahan Bakar Dan Pelumas Serta Merit Rating Kendaraan Uji Jalan Penggunaan Bahan Bakar B-30 Pada Kendaraan Bermesin Diesel	66	20. Pemanfaatan Limbah Batang Kelapa Sawit Untuk Produk Perakayuan
16	04. Kajian Chassis Dynamometer Dan Road Test Performance Pada Kendaraan Diesel Berbahan Bakar B30	69	21. Teknologi Daur Ulang Air Limbah Pks Dengan Aerobic Granular Sludge (AGS) Dalam Sequencing Batch Reactor (SBR)
19	05. Kajian Pemanfaatan Bahan Bakar B-30 Untuk Mesin Diesel Pada Alat Pertanian, Angkutan Laut, Kereta Api, Dan Alat Berat Sektor Pertambangan	72	22. Faktor Emisi Lahan Gambut Indonesia Yang Didrainase Untuk Budidaya Kelapa Sawit: Perhitungan Ulang Faktor Emisi Berdasarkan Beberapa Metode Pengukuran Emisi Karbon
22	06. Inovasi Lanjut Katalis Dan Teknologi “Merah-Putih” Untuk Operasi Co-Processing Produksi Bahan Bakar Nabati Dari Minyak Sawit	75	5. PANGAN / KESEHATAN
25	07. Kajian Penerapan B-40 Melalui Uji Karakteristik, Penyimpanan, Unjuk Kerja Dan Ketahanan Mesin Diesel Pada Engine Test Bench Serta Aspek Tekno Ekonomi	76	23. Pengembangan Nano-Structured Lipid Carrier (NLC) Berbasis Minyak Sawit Untuk Pemanfaatan Fitonutrien Sawit Sebagai Nutrasetikal Dan Ingredien Pangan Fungsional
28	08. Peningkatan Kualitas Dan Kuantitas Fraksi Bensin Pada Produksi Bahan Bakar Terbarukan Tipe Drop-In Via Dekarboksilasi/Pirolisis Sabun Basa Logam Berbasis Minyak-Minyak Sawit	79	6. SOSIAL / EKONOMI / ICT
31	09. Pengembangan Bioteknologi Produksi Hidrokarbon Dari Asam Lemak Bebas Minyak Sawit Menggunakan Biokatalis Fatty Acid Photodecarboxylase (CVFAP) Dari Mikroalga	80	24. Kajian Terhadap European Union Renewable Energy Directive (Eu Directive 2019/28/Ec Dan Eu Commission Regulation 2019/807) Serta Perumusan Posisi Indonesia Terhadap Kebijakan tersebut
34	10. Teknologi Katalis Berbasis Kelapa Sawit Untuk Industri Biodiesel	84	25. Peta Jalan Pengembangan Biofuels Berbasis Cpo Untuk Memenuhi Target Bauran Energi 2020 – 2045
37	11. Kajian Kelayakan Pemanfaatan Minyak Nabati Murni Untuk PLTD	87	26. Kajian Penetapan Pungutan Ekspor Dan Bea Keluar Untuk Keberlanjutan Industri Kelapa Sawit Nasional
40	2. BIOMATERIAL / OLEOKIMIA	89	27. Sejarah Asal Usul Status, Riwayat Penggunaan Lahan Dan Keanekaragaman Hayati Perkebunan Kelapa Sawit Di Provinsi Sumatera Selatan
41	12. Demonstrasi Teknologi Pemurnian Biogas Menjadi Biometana Untuk Bahan Bakar Kendaraan (BBG) Via Absorpsi Co2 Dengan Air	92	28. Kajian Formula Harga Indeks Pasar Bahan Bakar Nabati Biodiesel
44	13. Pembuatan Purwarupa Superkapasitor Dari Limbah Kelapa Sawit	95	29. Kebijakan Pengembangan Industri Biohidrokarbon Yang Mendukung Ketahanan Energi
46	14. Pengembangan Proses Perengkahan Minyak Sawit Menjadi Biobtx	98	30. Pilot Project Implementasi Sistem Informasi Penilaian Kinerja Dan Penguatan Kelembagaan Rantai Pasok Kelapa Sawit Di Provinsi Riau, Jambi Dan Kalimantan Selatan
49	15. Pemanfaatan Glycerine Pitch Limbah Industri Oleokimia Menjadi Produk Bernilai Jual Tinggi	101	31. Rumah Sawit: Inovasi Kelembagaan Dan Teknologi Informasi Untuk Pemenuhan Hak Dan Perlindungan Perempuan Dan Anak Pada Perkebunan Kelapa Sawit
52	16. Sintesis Dan Aplikasi Green Varnish Berbahan Minyak Sawit Pada Tinta Cetak Offset Lithograh		
55	17. Pengembangan Teknologi Proses Produksi Pengolahan Tandan Kosong Sawit Menjadi Glukosa Pada Skala Pilot Dan Teknologi Proses Terintegrasi Produksi Glukosa, Xilosa, Dan Lignin Skala Lab		



01

PENGUJIAN PRODUK HASIL CO-PROCESSING UNTUK PRODUKSI GREEN FUELS

Oleh :

Lies Aisyah,
Nanang Hermawan,
Riesta Anggarani,
Cahyo Setyo Wibowo,
dkk

Saat ini dapat dilakukan pengolahan CPO (*crude palm oil*) menggantikan sebagian minyak bumi atau turunannya sebagai bahan baku di unit pengolahan (kilang) minyak bumi atau disebut *co-processing*. Bahan baku yang digunakannya adalah jenis RBDPO (*Refined Bleach Deodorized Palm Oil*). Hasil *co-processing* tersebut masuk dalam kategori bahan bakar ramah lingkungan atau *green fuels*. Namun tetap perlu dilakukan kajian untuk membandingkan karakteristik bahan bakar hasil *co-processing (green fuels)* dengan bahan bakar existing. Tujuan dari kajian ini meliputi:

- Pengujian sifat-sifat fisika kimia sesuai spesifikasi yang berlaku terhadap produk *co-processing (green gasoline, green diesel* dan bioavtur) dan dibandingkan dengan produk bahan bakar minyak yang dihasilkan dari proses kilang *existing*. Pengujian terhadap parameter tambahan juga dilakukan untuk pengembangan produk.
- Penentuan kandungan karbon yang berasal dari sumber nabati pada produk *co-processing* sebagai verifikasi kandungan nabati di dalamnya.
- Uji presipitasi, uji stabilitas dan homogenitas, serta uji kinerja (*green gasoline* dan *green diesel*) bahan bakar produk *co-processing* dibandingkan dengan bahan bakar *existing*.

Hasil dari kajian ini adalah sebagai berikut:

- Secara keseluruhan, produk yang dihasilkan melalui teknologi *co-processing* pada *Refinery Unit* (RU) PT Pertamina (Persero), yaitu RU III Plaju (C. Naphtha RBDPO) dan RU II Dumai (Minyak Solar RBDPO) menghasilkan bahan bakar yang karakteristiknya menyerupai bahan bakar *existing* (konvensional) dan memenuhi karakteristik sesuai standar dan mutu (spesifikasi) bahan bakar yang ditetapkan pemerintah.
- Injeksi RBDPO 7,5% dan 15% (proses *co-processing*) ke dalam umpan *crude oil* RU III Plaju Pertamina, menghasilkan bahan bakar jenis C. Naphtha RBDPO (7,5%

dan 15%) yang meningkatkan angka oktan, kandungan aromatik, kandungan benzene, serta menurunkan berat jenis, kandungan sulfur dan kandungan **gum** dibandingkan C. Naphtha **existing**.

- Injeksi RBDPO 12,5% (proses **co-processing**) pada RU II Dumai Pertamina, menghasilkan bahan bakar jenis minyak solar 48 hasil **co-processing** (disebut Minyak Solar RBDPO) yang meningkatkan berat jenis, viskositas kinematik, titik nyala, kandungan air, bilangan asam total, dan sifat lubrisitas, serta menurunkan kandungan sulfur dibandingkan minyak solar **existing**.
- Bioavtur hasil **co-processing** skala laboratorium dari Pusat Rekayasa Katalis ITB menghasilkan bahan bakar jenis avtur dengan nilai capaian angka asam, total aromatik, titik nyala, **freezing point**, korosi bilah tembaga dan lubrisitas yang lebih tinggi dibandingkan avtur eksisting, namun masih memiliki beberapa karakteristik yang belum sesuai standar dan mutu (spesifikasi) yang ditetapkan pemerintah, seperti pada parameter angka asam, titik asap, korosi bilah tembaga dan konduktivitas listrik.
- Bahan bakar C. Naphtha RBDPO, Minyak Solar RBDPO dan Bioavtur stabil dan homogen selama masa penyimpanan 60 hari.
- Bahan bakar C. Naphta RBDPO 7,5% dan 15% tidak menunjukkan perbedaan unjuk kerja daya dan konsumsi bahan bakar dibandingkan dengan C. Naphta **existing**. Begitu juga untuk Minyak Solar RBDPO tidak menunjukkan perbedaan unjuk kerja daya dan konsumsi bahan bakar dibandingkan dengan Minyak Solar **existing**.
- Penambahan bahan bakar nabati pada bahan bakar minyak jenis bensin dan bahan bakar minyak jenis solar telah menghasilkan respon yang linier terhadap aktivitas pencirian karbon nabati menggunakan **Liquid Scintillation Counter** (LSC). Karbon nabati dalam C. Naphtha RBDPO pada Bensin RON 88 dan Bensin RON 90 menunjukkan persentase antara 5-7,5%. Karbon nabati dalam Minyak Solar RBDPO menghasilkan persentase antara 7,5-10%.
- Aktivitas pencirian karbon nabati bahan bakar Bioavtur menunjukkan nilai tSIE dan CPMA yang fluktuatif sehingga persentase kandungan nabati tidak dapat ditentukan.

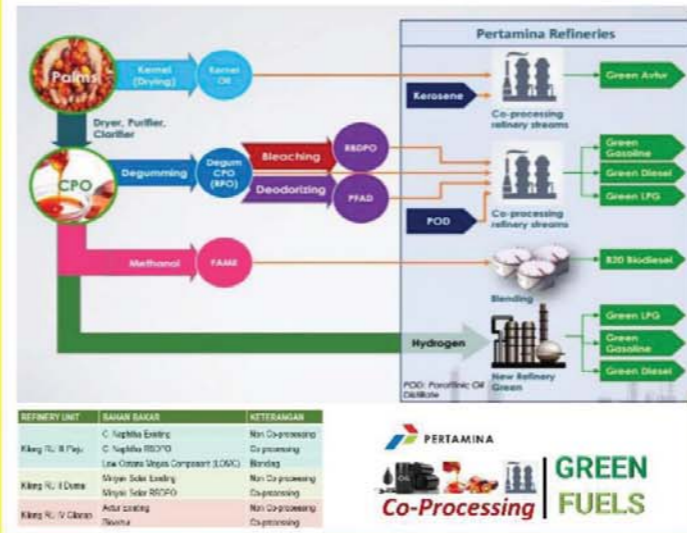
Pengujian produk hasil co-processing untuk produksi green fuels

Kelompok Pelaksana Penelitian dan Pengembangan Teknologi Aplikasi Produk Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS"

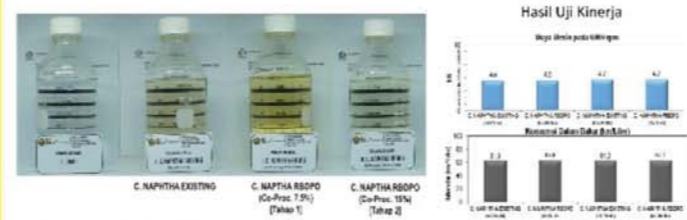


No. Kontrak: PRJ - 5/DPKS/2019

Co-processing CPO menggantikan sebagian minyak bumi

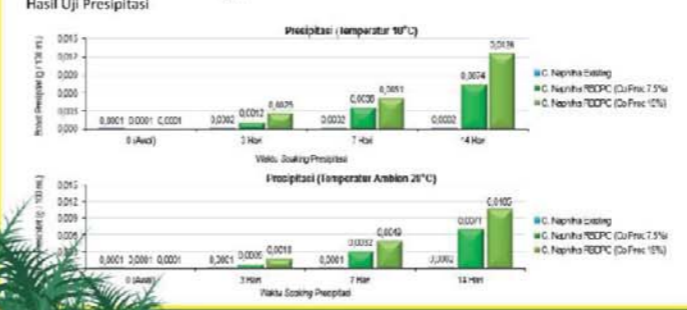
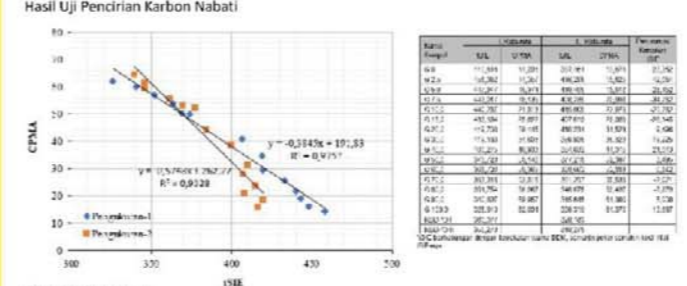


Co-processing Bensin (7,5-15 %)

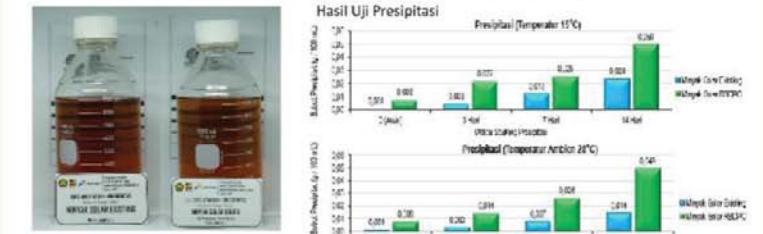


Hasil Uji Karakteristik Bahan Bakar

No	Parameter Uji	Satuan	LOMC	C. NAPHTHA EXISTING	C. NAPHTHA RBDPO (Co-Proc. 7.5%)	C. NAPHTHA RBDPO (Co-Proc. 15%)
1	Angka Oktan Riset (RON)	RON	96.1	96.3	94.3	91.9
2	Stabilitas Oklaidasi	Menit	> 2800	> 2800	> 2800	> 2800
3	Kandungan Sulfur	% m/m	85	128	125	122
4	Kandungan Oksigen	% m/m	9	9	9	9
5	Kandungan Oktan	% m/m	5.3	36.5	33.6	32.3
6	Kandungan Aromatik	% m/m	27.4	22.1	23.2	24.9
7	Kandungan Unsur	% m/m	6.78	0.62	0.34	0.55
8	Titik Nyala	°C	69.7	47.8	46.0	45.2
9	Titik Turun	°C	81.1	81.7	81.1	81.9
10	Titik Titik	°C	121.7	178.7	179.7	176.9
11	Titik Titik Akhir	°C	137.5	211.8	214.1	214.7
12	Residu	% m/m	1	1	1	1
13	Sulfur	mg/g	881	5.1	4.2	3.7
14	Unsaturation Gum	mg/100 ml	2.2	5.2	4.2	4.2
15	Wax/Gum	mg/100 ml	1.2	4.2	5.8	3.5
16	Dist. Asam (pada suhu 125°C)	mg/ml	741.2	738.2	734.2	732.7

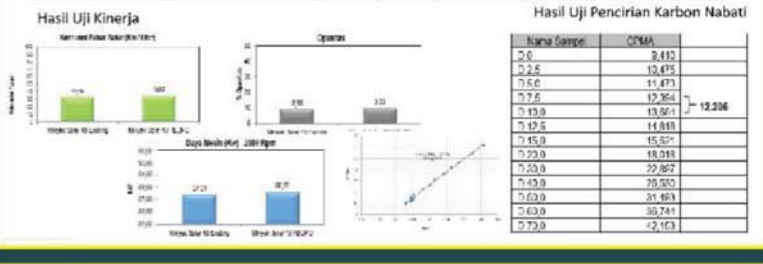


Co-processing Minyak Solar (12,5 %)



Hasil Uji Karakteristik Bahan Bakar

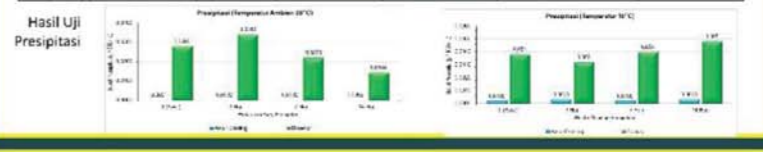
No	Parameter	Satuan	Spesifikasi	Minyak Solar Existing	Minyak Solar 48 RBDPO
1	Angka Setana	-	48	-	60.3
2	Berat Jenis pada 15 °C	kg/m³	815	870	814.64
3	Viskositas 40 °C	mm²/s	2	4.5	3.16
4	Kandungan Sulfur	%m/m	-	0.25	0.082
5	Distilasi (90% Vol. Pengujian) (190)	°C	-	370	364
6	Titik Nyala	°C	52	-	64
7	Titik Turun	°C	-	18	6
8	Residu Karbon	%m/m	-	0.1	Nihil
9	Kandungan Air	mg/kg	-	500	84.37
10	Kandungan FAME	%v/v	-	20	0
11	Korosi Bilah Tembaga	Kolom	1	1a	1a
12	Kandungan Abu	%m/m	-	0.01	0
13	Kandungan Sedimen	%m/m	-	0.01	Nihil
14	Bilangan Asam Kuat	mg KOH/g	-	0	0
15	Bilangan Asam Total	mg KOH/g	-	0.6	0.06
16	Lubricitas HFRR	micron	-	460	290
17	Penampungan Visual	-	Jernih dan Terang	Jernih dan Terang	Jernih dan Terang
18	Warna	No ASTM	3	-	2.2
19	Stabilitas Oklaidasi	Jam	35	-	>48



Pengembangan Bioavtur

Hasil Uji Karakteristik Bahan Bakar

No	Parameter	Satuan	Avtur (Konsvensional)	Bioavtur	Batasan Maks	Metode Uji
1	Penampungan Visual	-	Jernih, terang, dan secara visual bebas dari partikel dan air tak terlarut pada suhu kamar	Jernih, terang, dan secara visual bebas dari partikel dan air tak terlarut pada suhu kamar	Jernih, terang, dan secara visual bebas dari partikel dan air tak terlarut pada suhu kamar	Visual
2	Warna	tak berwarna	tak berwarna	tak berwarna	tidak berwarna	ASTM D 155
3	Kandungan Peroksidasi	mg/l	Nihil	Nihil	0	ASTM D 5252
4	Angka Asam	mg KOH/g	0.02	0.02	0.03	ASTM D 6379
5	Total Aromatik	% a/v	9.2	9.9	10	ASTM D 5453
6	Total Sulfur	% massa	0.001	0.001	0.002	ASTM D 5453
7	Total Nitrogen	% massa	<0.003	<0.003	0.002	ASTM D 5453
8	Titik Nyala	°C	125	125	125	ASTM D 93
9	Titik Turun	°C	22.9	22.9	23	ASTM D 93
10	Titik Titik	°C	103.4	79.9	74.0	ASTM D 4052
11	Titik Titik Akhir	°C	137.5	137.5	137.5	ASTM D 4052
12	Residu	% m/m	1	1	1	ASTM D 5453
13	Sulfur	mg/g	100	4.2	4.2	ASTM D 1322
14	Unsaturation Gum	mg/100 ml	2.2	5.2	5.2	ASTM D 1322
15	Wax/Gum	mg/100 ml	1.2	4.2	4.2	ASTM D 1322
16	Distilasi	mg/100 ml	741.2	738.2	734.2	ASTM D 2624
17	Kandungan Sulfur	% m/m	85	128	125	ASTM D 2624
18	Kandungan Oksigen	% m/m	9	9	9	ASTM D 2624
19	Kandungan Aromatik	% m/m	27.4	22.1	23.2	ASTM D 2624
20	Kandungan Unsur	% m/m	6.78	0.62	0.34	ASTM D 2624
21	Titik Nyala	°C	69.7	47.8	46.0	ASTM D 2624
22	Titik Turun	°C	81.1	81.7	81.1	ASTM D 2624
23	Titik Titik	°C	121.7	178.7	179.7	ASTM D 2624
24	Titik Titik Akhir	°C	137.5	211.8	214.1	ASTM D 2624
25	Residu Karbon	% m/m	0.1	0.1	0.1	ASTM D 2624
26	Kandungan Sedimen	% m/m	0.01	0.01	0.01	ASTM D 2624
27	Bilangan Asam Kuat	mg KOH/g	0	0	0	ASTM D 2624
28	Bilangan Asam Total	mg KOH/g	0.6	0.06	0.06	ASTM D 2624
29	Lubricitas HFRR	micron	460	290	290	ASTM D 2624
30	Penampungan Visual	-	Jernih dan Terang	Jernih dan Terang	Jernih dan Terang	ASTM D 2624
31	Warna	No ASTM	3	-	2.2	ASTM D 2624
32	Stabilitas Oklaidasi	Jam	35	-	>48	ASTM D 2624



- Highlight Pengujian
1. Secara keseluruhan produk yang dihasilkan melalui teknologi co-processing pada Refinery (RU) PT Pertamina (Persero), yaitu RU II Plaju dan RU II Dumai menghasilkan bahan bakar yang karakteristiknya menyerupai bahan bakar existing (konvensional).
 2. Injeksi RBDPO 7,5% dan 15% (co-processing tahap 1 dan 2) ke dalam umpan crude oil RU III Plaju Pertamina, menghasilkan bahan bakar jenis C. Naphtha RBDPO yang meningkatkan angka oktan, kandungan aromatik, kandungan benzene, serta menurunkan berat jenis, kandungan sulfur dan kandungan gum dibandingkan C. Naphtha existing.
 3. Injeksi RBDPO 12,5% (co-processing) pada RU II Dumai Pertamina, menghasilkan bahan bakar jenis minyak solar 48 yang meningkatkan berat jenis, viskositas kinematik, titik nyala, kandungan air, bilangan asam total, dan sifat lubrisitas, serta menurunkan kandungan sulfur dibandingkan minyak solar existing.
 4. Bioavtur hasil co-processing skala laboratorium dari Pusat Rekayasa Katalis ITB menghasilkan bahan bakar jenis avtur dengan nilai capaian angka asam, total aromatik, titik nyala, freezing point, korosi bilah tembaga dan lubrisitas yang lebih tinggi dibandingkan avtur eksisting.
 5. Penambahan bahan bakar nabati pada bahan bakar jenis bensin dan minyak solar telah menghasilkan respon yang linier terhadap aktivitas pencirian karbon nabati. Karbon nabati dalam C. Naphtha RBDPO pada Bensin RON 88 dan Bensin RON 90 menunjukkan persentase antara 5-7,5%. Respon Minyak Solar RBDPO sesuai pemecahan karbon menggunakan Liquid Scintillation Counter menunjukkan CPMA pada persentase 7,5-10% kandungan nabati.
 6. Aktivitas pencirian karbon nabati bahan bakar Bioavtur menunjukkan nilai tSIE dan CPMA yang fluktuatif sehingga persentase kandungan nabati tidak dapat ditentukan.

Acknowledgement

Penelitian ini dilaksanakan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS", Balikpapan ESDM dengan pendanaan dari Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS), No Kontrak: PRJ - 5/DPKS/2019.

02

KAJIAN SISTEM MANAJEMEN DAN ANALISIS KONSUMSI BAHAN BAKAR B30 UNTUK ROAD TEST PADA KENDARAAN BERMESIN DIESEL

Oleh :

Maharani Dewi Solikhah,
Arie Rahmadi,
Andrias Rahman
Wimada,
Khairil Amri,
Bina Restituta Barus,
dan Feri Karuana

Dalam rangka mempersiapkan implementasi pencampuran biodiesel dalam minyak solar sampai dengan 30% (B30) pada Januari tahun 2020 seperti yang disampaikan pada Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) no.12 tahun 2015 (ESDM, 2015), perlu dilaksanakan uji jalan atau road test B30. Kegiatan road test B30 dilaksanakan pada kendaraan ≤ 3.5 ton sejauh 50.000 km dan kendaraan kendaraan > 3.5 ton sejauh 40.000 km. Tujuan dari kegiatan **Road test** B30 untuk kendaraan ≤ 3.5 ton (4 merk kendaraan) adalah untuk membandingkan kinerja B30 terhadap B20 serta untuk mendapatkan konfirmasi usulan spesifikasi B100 untuk campuran B30. Adapun tujuan **Road test** B30 untuk Kendaraan > 3.5 ton (3 merk kendaraan) sedikit berbeda yaitu untuk mendapatkan konfirmasi efek penggunaan B30 pada kondisi awal dibandingkan dengan kondisi setelah jarak tempuh tertentu.

Untuk dapat memperoleh hasil **road test** B30 yang dapat dipertanggungjawabkan, sangat penting untuk menjaga konsistensi kualitas bahan bakar yang digunakan dalam **road test** tersebut, baik B30 sebagai bahan bakar yang diuji maupun B20 sebagai bahan bakar referensinya. Hal tersebut dapat dicapai melalui manajemen bahan bakar yang konsisten dan bebas kontaminasi, yang dilaksanakan sejak penerimaan dan penyimpanan bahan bakar (B0 dan B100), pencampuran B20 dan B30, penyimpanan hingga penyalurannya ke kendaraan uji. Kegiatan manajemen bahan bakar ini telah terlaksana dengan baik sesuai jadwal sehingga ketersediaan bahan bakar **roadtest** dapat terjamin. Berdasarkan hasil **short-test** terhadap bahan bakar yang telah diterima yaitu B0 dan B100, maupun terhadap B20 dan B30 yang dihasilkan untuk kegiatan roadtest B30, diperoleh hasil bahwa bahan bakar tersebut memenuhi spesifikasi. Hasil monitoring terhadap B20 dan B30 yang berada di basecamp Guci maupun Lembang juga menunjukkan bahwa bahan bakar tersebut memenuhi spesifikasi pada parameter yang diuji yaitu kadar FAME dan kadar air.

Selain itu, dalam kegiatan **road test** ini dilakukan analisis konsumsi bahan bakar di tiap kendaraan dengan menggunakan metode **full-to-full** untuk mengetahui konsumsi bahan bakar sesuai dengan kondisi jalan yang ditempuh oleh kendaraan sehari-hari. Berdasarkan hasil analisis data konsumsi bahan bakar dengan metode **full-to-full** pada kendaraan < 3.5 ton hingga 50.000 km, secara statistik, populasi data yang digunakan telah terdistribusi normal dan homogen. Diperoleh perbedaan konsumsi bahan bakar dari masing – masing merk, terdapat konsumsi B30 lebih besar dan ada juga yang lebih kecil. Pada kendaraan P1 dan P4, rata-rata fuel economy B30 lebih tinggi dari pada B20 sebesar masing-masing 6.7 % and 3.7 %, sedangkan pada P2 dan P3 rata-rata fuel economy B20 lebih tinggi dari B30 sebesar 1.5 % and 3.9 %. Akan tetapi, berdasarkan teknologi mesin yang digunakan, perbedaan tersebut tidak signifikan. Di sisi lain, pada kendaraan > 3.5 ton, tidak terdapat perubahan konsumsi bahan bakar yang signifikan terhadap penambahan jarak tempuh.

Utamanya penyebab akselerasi degradasi biodiesel dan campurannya; memastikan moda penyaluran bebas dari kontaminasi air yang dapat menyebabkan degradasi hingga kerusakan biodiesel; memilih material tangki penyimpanan, jalur perpipaan, dan pompa yang sesuai dengan sifat dan karakteristik biodiesel; melaksanakan manajemen penanganan dan penyimpanan biodiesel dan B30 seperti **draining** air secara rutin, pemeriksaan strainer pompa, **tank cleaning** secara berkala, dan lainnya. Dalam rangka menunjang kelancaran manajemen rantai pasok B30, telah disusun pula draft buku “Pedoman Umum Penanganan dan Penyimpanan Biodiesel dan Campurannya (B30)” sebagai pedoman dalam upaya pengoperasian/pengusahaan industri bioenergi yang handal, aman, dan ramah lingkungan.

KAJIAN SISTEM MANAJEMEN DAN ANALISIS KONSUMSI BAHAN BAKAR B30 UNTUK ROAD TEST PADA KENDARAAN BERMESIN DIESEL

Maharani Dewi Solikhah, Arie Rahmadi, Andrias Rahman Wimada, Khairil Amri, Bina Restituta Barus, Feri Karuana

Balai Teknologi Bahan Bakar dan Rekayasa Desain
Gedung 480,, Jl. Kw. Puspipetek, Serpong, Kec. Setu, Kota Tangerang Selatan, Banten 15314
Tel. 021 7563213 / 17 | Fax. 021 7563273 | email : maharani.dewi@bppt.go.id



PENDAHULUAN

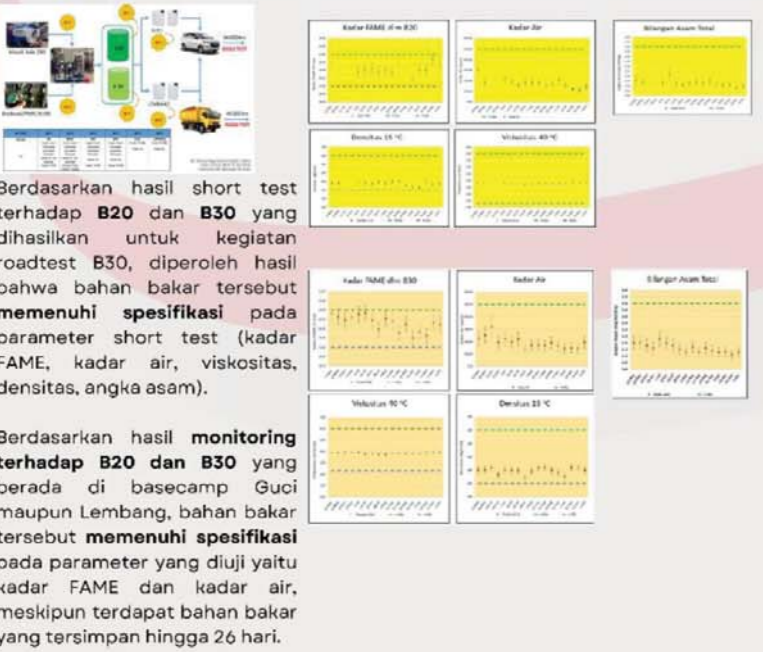
Dalam rangka mempersiapkan implementasi pencampuran biodiesel dalam minyak solar sampai dengan 30% (B30) pada Januari tahun 2020 seperti yang disampaikan pada Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM) no.12 tahun 2015 (ESDM, 2015), perlu dilaksanakan uji jalan atau road test B30. Kegiatan road test B30 dilaksanakan pada kendaraan ≤ 3.5 ton sejauh 50.000 km dan kendaraan > 3.5 ton sejauh 40.000 km. Tujuan dari kegiatan Road test B30 untuk kendaraan ≤ 3.5 ton (4 merk kendaraan) adalah untuk membandingkan kinerja B30 terhadap B20 serta untuk mendapatkan konfirmasi usulan spesifikasi B100 untuk campuran B30. Adapun tujuan Road test B30 untuk Kendaraan > 3.5 ton (3 merk kendaraan) sedikit berbeda yaitu untuk mendapatkan konfirmasi efek penggunaan B30 pada kondisi awal dibandingkan dengan kondisi setelah jarak tempuh tertentu.

MANFAAT RISET

Manfaat yang diperoleh dari kegiatan ini adalah diperolehnya rekomendasi bagi masyarakat dalam pemanfaatan B30 pada mesin diesel serta rekomendasi dalam penanganan, penyimpanan, pencampuran, dan penyaluran biodiesel dan campurannya sehingga implementasi B30 dapat berjalan dengan lancar.



Manajemen bahan bakar untuk roadtest telah dapat dilaksanakan dengan baik dengan memenuhi jadwal blending dan pengiriman sehingga ketersediaan bahan bakar pada kegiatan roadtest dapat dipenuhi dengan konsisten dan bebas kontaminasi



Berdasarkan hasil short test terhadap B20 dan B30 yang dihasilkan untuk kegiatan roadtest B30, diperoleh hasil bahwa bahan bakar tersebut memenuhi spesifikasi pada parameter short test (kadar FAME, kadar air, viskositas, densitas, angka asam).

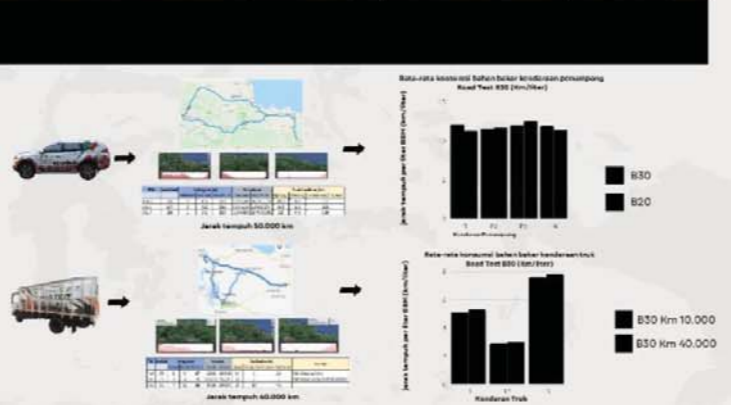
Berdasarkan hasil monitoring terhadap B20 dan B30 yang berada di basecamp Guci maupun di basecamp Lembang, bahan bakar tersebut memenuhi spesifikasi pada parameter yang diuji yaitu kadar FAME dan kadar air, meskipun terdapat bahan bakar yang tersimpan hingga 26 hari.

LUARAN RISET (PERIODE MARET 2019-FEBRUARI 2020)

1. Manajemen bahan bakar untuk road test B30 kendaraan ≤ 3.5 ton dan kendaraan > 3.5 ton.
2. Data dan analisis konsumsi bahan bakar B30 kendaraan ≤ 3.5 ton dan kendaraan > 3.5 ton.
3. Rekomendasi manajemen bahan bakar B30 untuk kendaraan diesel.

RUANG LINGKUP BPPT

- Manajemen Bahan Bakar Road Test B30
- Kontrol Kualitas B30
- Analisa Konsumsi Bahan Bakar B30
- Kajian sistem manajemen bahan bakar (Penyusunan Draft Buku Pedoman Umum Penanganan, Penyimpanan dan Pencampuran B30)



Berdasarkan hasil analisis konsumsi bahan bakar pada kendaraan < 3.5 ton hingga 50.000 km dari 4 jenis kendaraan, menunjukkan bahwa penggunaan B30 sedikit meningkatkan konsumsi bahan bakar sebesar 3,7-6,7% dibandingkan B20.

Dengan membandingkan konsumsi bahan bakar kendaraan > 3.5 ton pada kilometer awal terhadap hasil rata-rata 10.000 km terakhir, tidak terdapat perbedaan yang signifikan terhadap penggunaan B30



HAL-HAL PENTING UNTUK MENJAGA KUALITAS BIODIESEL & CAMPURANNYA

- Memastikan kualitas bahan bakar sesuai standar/acuan kualitas.
 - Menggunakan material yang kompatibel
 - Teknik pencampuran yang akurat dan homogen.
 - Teknik sampling uji laboratorium. Kompetensi personel.
 - Good house keeping monitoring kualitas.
 - Teknik penyaluran yang bebas kontaminasi.
- Diperlukannya alat uji KADAR AIR (sesuai ASTM D 6304) dan KADAR FAME (sesuai ASTM D 7371) pada TBBM.

03

PENGUJIAN KUALITAS BAHAN BAKAR DAN PELUMAS SERTA MERIT RATING KENDARAAN UJI JALAN PENGGUNAAN BAHAN BAKAR B-30 PADA KENDARAAN BERMESIN DIESEL

Oleh :

Sylvia Ayu Bethari,
Dimitri Rulianto,
Emi Yuliarita,
Maymuchar, dkk

Pengembangan BBN sebagai dukungan terhadap implementasi mandatori BBN untuk mengurangi penggunaan bahan bakar fosil di Indonesia telah diperkuat landasan hukumnya melalui Peraturan Menteri ESDM Nomor 12 Tahun 2015. Khusus untuk biodiesel, mandatori yang ditetapkan pada sektor transportasi untuk tahun 2016 sebagai campuran minyak solar sebesar 20% atau yang dikenal dengan campuran biodiesel (B-20).

Sementara untuk tahun 2020 mandatori penggunaan B-30 akan ditetapkan pada semua sektor, salah satunya adalah sector transportasi kendaraan otomotif. Untuk mensukseskan pelaksanaan mandatori tersebut, perlu dilakukan kajian yang menyeluruh mengenai pengaruh penggunaan B-30 terhadap kendaraan bermesin diesel dan pelumasannya serta fasilitas penyimpanan yang melibatkan stake holder terkait.

Pada kajian ini akan dilakukan uji jalan untuk kendaraan dengan kapasitas kurang dari 3,5 ton dengan jumlah 8 kendaraan dari 4 teknologi mesin yang berbeda dengan jarak tempuh 50.000 km dan juga kapasitas diatas 3,5 ton dengan jumlah 3 kendaraan dengan teknologi yang berbeda dengan jarak tempuh 40.000 km yang dilakukan oleh 3 tim teknis yaitu BTBD-BPPT, PPTMGB "LEMIGAS" dan BT2MP-BPPT dengan dikoordinatori oleh P3Tek Balitbang ESDM. Pemilihan jenis kendaraan uji didasarkan pada keterwakilan populasi dan teknologi kendaraan berdasarkan data dari Gaikindo. Terdapat 4 sub kegiatan penelitian yang dilakukan oleh LEMIGAS dalam pelaksanaan uji jalan B-30.

Pertama adalah pengujian kualitas bahan bakar yang erat dengan parameter pengujian engine seperti daya, konsumsi bahan bakar, emisi gas buang, dan parameter engine lainnya. Pengujian dilakukan terhadap bahan bakar Minyak Solar (B-0), Biodiesel (B-100), B-20 dan B-30 yaitu campuran 30% biodiesel dan 70% minyak solar, dengan tujuan untuk memperoleh data teknis dari sifat fisika kimia bahan bakar dan memastikan kualitas bahan bakar. Kedua adalah pengujian karakteristik pada minyak pelumas sehingga diperoleh data

teknis sifat fisika kimia pada minyak pelumas baru (fresh oil) dan minyak bekas (used oil). Ketiga adalah pengujian **rating component** untuk mengetahui perbandingan kondisi awal dan kondisi akhir dari mesin uji dan yang terakhir adalah pengujian stabilitas penyimpanan bahan bakar yang disimpan dalam tangki di luar ruangan daerah dingin dan dimonitor serta diuji kualitasnya setiap 10 hari untuk mengevaluasi kualitas bahan bakar.

Hasil dari kajian Pengujian Kualitas Bahan Bakar Dan Pelumas Serta Merit Rating Kendaraan Uji Jalan Penggunaan Bahan Bakar B-30 Pada Kendaraan Bermesin Diesel ini adalah sebagai berikut :

1. Bahan Bakar B-0, B-100 dan B-30 yang digunakan pada Uji Jalan dapat memenuhi spesifikasi maupun usulan batasan.
2. Tidak ada perbedaan yang signifikan antara penggunaan B-20 dan B-30 terhadap hasil uji pelumas.
3. **Scratch** yang terjadi pada piston kendaraan dianggap sebagai hal yang wajar oleh seluruh pihak APM. **Scratch** tersebut juga bukan disebabkan oleh bahan bakar. Deposit yang terjadi pada valve maupun pada injector bukan disebabkan oleh bahan bakar.
4. Bahan bakar B-0, B-20, dan B-30 berbasis Minyak Solar 48 dengan waktu penyimpanan selama 180 hari pada kondisi penyimpanan tangki di luar ruangan masih memenuhi SK Dirjen Migas No. 28 Tahun 2016 dan No. 234 Tahun 2019, serta Bahan bakar B-0, B-20, dan B-30 berbasis Minyak Solar 51 dengan waktu penyimpanan selama 180 hari pada kondisi penyimpanan tangki di luar ruangan masih memenuhi SK Dirjen Migas No. 3675 K/24/DJM/2006.
5. Bahan bakar B-100 dengan waktu penyimpanan selama 180 hari menunjukkan peningkatan kandungan air yang melebihi 350 ppm pada 10 hari penyimpanan. Sedangkan kandungan air biodiesel masih memenuhi batasan mutu 500 ppm hingga penyimpanan 30 hari.



UJI JALAN PENGGUNAAN BAHAN BAKAR B-30 PADA KENDARAAN BERMESIN DIESEL Tahun 2019

Guna memastikan kesiapan pelaksanaan mandatori penggunaan bahan bakar B-30 Tahun 2020, Kementerian ESDM, BPDP Sawit, Gaikindo, Pertamina, Aprobi, dan BPPT, bekerjasama melaksanakan kegiatan kajian teknis dan uji jalan bahan bakar B-30 pada kendaraan penumpang dan kendaraan truk.

B-30 merupakan campuran 30% Biodiesel berbasis kelapa sawit dengan 70% Minyak Solar



Pengujian Rating Komponen Mesin



Pengujian Kualitas Bahan Bakar B-0, B-20, B-30, dan B-100 serta Pelumas



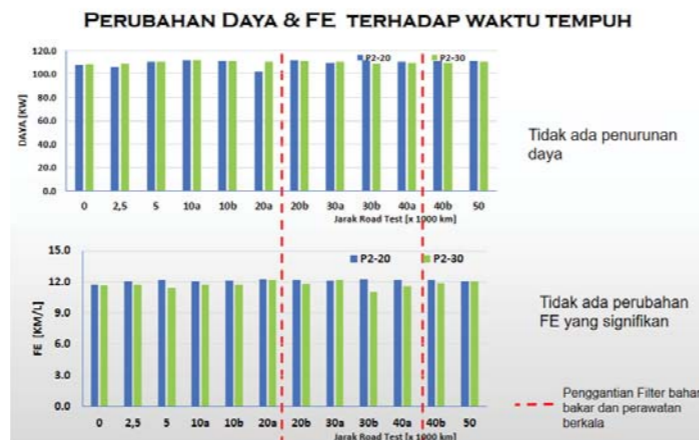
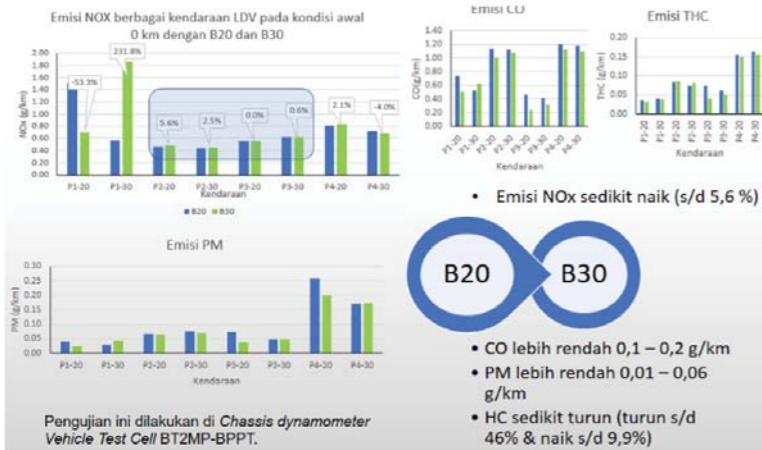
04

KAJIAN CHASSIS DYNAMOMETER DAN ROAD TEST PERFORMANCE PADA KENDARAAN DIESEL BERBAHAN BAKAR B30

Oleh :

Ihwan Haryono,
Rudi Cahyo Nugroho,
Moh. Mukhlas,
Nacep Suryana, dan
Hari Setiaprada

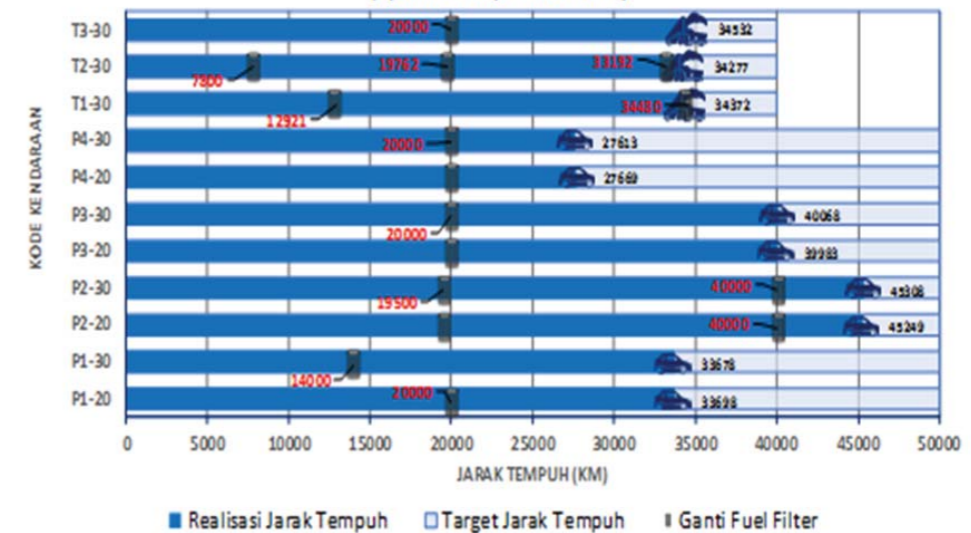
Sebagai upaya berkelanjutan mandatori implementasi B30 pada sektor transportasi darat, perlu dilakukan adanya kajian teknis tentang pengaruh penggunaan bahan bakar B30 pada mesin otomotif. Kajian teknis bertujuan memastikan bahwa pemakaian B30 pada mesin kendaraan bermotor tidak berdampak negatif sehingga pemanfaatan BBN 30% pada sektor transportasi darat dapat diterapkan. Kajian teknis ini dilakukan melalui **road test** kendaraan sejauh 40.000 dan 50.000 km dengan melibatkan berbagai stakeholder yaitu Kementerian ESDM, BPPT-BRIN, Lemigas, BPDPKS, PT PERTAMINA (Persero), Aprobi, dan perwakilan industri otomotif. **Road test** ini dilakukan pada jenis kendaraan di bawah 3,5 ton (**light duty**) maupun di atas 3,5 ton (**heavy duty**). BT2MP-BRIN dalam kegiatan ini telah mengkaji efek penggunaan B30 terhadap unjuk kerja dan emisi kendaraan maupun efek kandungan Monogliserida terhadap penyumbatan filter bahan bakar. Pengujian dilakukan secara periodik untuk mengevaluasi pengaruh jangka panjang pada performa mesin. Metode uji performance dan emisi menggunakan metode Regulasi UN-ECE, sedangkan **filter blocking** dilakukan melalui pengukuran beda tekanan (delta pressure) antara keluar dan masuk filter bahan bakar biodiesel.



Hasil kajian road test kendaraan berbahan bakar B30:

- Daya kendaraan & fuel economy bahan bakar belum terjadi perubahan signifikan.
- Emisi gas :
 - CO lebih rendah berkisar 0,1 – 0,2 g/km
 - THC dan NOx tidak terjadi perubahan yang signifikan
 - PM lebih rendah berkisar 0,01 – 0,06 g/km
 - Kendaraan tidak mengalami perubahan emisi gas buang yang signifikan hingga 50.000 km.
 - Opasitas gas kendaraan truk masih berada di bawah ambang batas dan tidak menunjukkan perubahan yang signifikan
- Penggunaan bahan bakar B20 dan B30 selama road test sejauh 50.000 kilometer belum ada perubahan pada daya dan **fuel economy** secara significant
- Hasil Uji Start Ability menunjukkan Kendaraan dengan bahan bakar B0, B30 (MG 0.4%) & B30 (MG 0.55%) dengan waktu soaking kendaraan 3,7,14 & 21 hari dapat dinyalakan dengan normal dengan waktu penyalaan kurang 1 detik.
- Tingkat peningkatan delta pressure yang mengakibatkan waktu penggantian filter bahan bakar kendaraan yang menggunakan B30 tergantung dari kapasitas kendaraan yang digunakan.

HISTORI PENGGANTIAN FUEL FILTER & JARAK TEMPUH (update 12 September 2019)



DAMPAK EKONOMI MANDATORI B-30



PROYEKSI NILAI MANFAAT 2020

Penyerapan Tenaga Kerja

On farm: 1.200.000 orang
Off farm : 9.055 orang

Volume BBN Yang Digunakan

9.6 Juta KL
60.38 jt barel/th
165.42 rb barel/th

Penghematan Devisa dan Pengurangan
Ketergantungan Terhadap BBM (Fosil)

5.13 M USD
Rp 74.93 T

Peningkatan nilai tambah industri hilir
kelapa sawit (CPO menjadi Biodiesel)

USD 960 jt
Rp 14.02 T

Pengurangan emisi gas rumah kaca
dan Peningkatan kualitas lingkungan

14.25 jt ton CO2e
52.010 bus kecil

**PERLU KAJIAN KELAYAKAN IMPLEMENTASI B- 30 PADA
KENDARAAN BERBAHAN BAKAR DIESEL**



Roadtest B30

Kajian Kelayakan Implementasi
B30 Pada Kendaraan

Tujuan:

- ❖ Uji Kelayakan bahan bakar campuran biodiesel 30% dan 70% bahan bakar fosil
- ❖ Sebagai dukungan teknis mandatori Permen ESDM No. 23/2013 Tentang Penggunaan B30 Tahun 2020

Metode Uji Light Duty dengan
membandingkan penggunaan B 20
dan B 30 (50.000 Km) dalam hal :

- Performansi (mengacu R 85)
- Emisi Kendaraan (R 83)
- Konsumsi Bahan Bakar (R 101)
- Filter Blocking ASTM D 2068

HASIL UJI

- ❖ Daya, konsumsi bahan bakar, dan emisi gas buang relatif sama antara bahan bakar B20 dan B30
- ❖ Umur filter B30 secara umum tidak jauh berbeda dari B20
- ❖ Kendaraan uji mampu dinyalakan pada kondisi suhu dingin

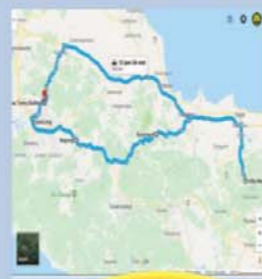


Evaluasi Efek Monogliserida (0,4 & 0,55 % massa) pada bahan bakar B30

- Start ability
- Filter blocking
- Presipitasi



RUTE UJI ROAD TEST LDV 2019



REKOMENDASI

- ❖ Secara umum B30 **LAYAK** digunakan untuk kendaraan LDV

05

KAJIAN PEMANFAATAN BAHAN BAKAR B-30 UNTUK MESIN DIESEL PADA ALAT PERTANIAN, ANGKUTAN LAUT, KERETA API, DAN ALAT BERAT SEKTOR PERTAMBANGAN

Oleh :

Maymuchar,
Cahyo SW,
Catur Respati
Yulianingsih,
Milda Fibria,
M. Hanifudin, dkk

Implementasi B-30 membutuhkan kesiapan dari seluruh pemangku kepentingan sehingga dilakukan uji terap untuk menghasilkan rekomendasi teknis guna mendukung keberhasilan mandatori B-30. Kajian pemanfaatan bahan bakar B-30 untuk mesin diesel sektor non otomotif dilakukan dengan konsep pelaksanaan uji terap. Uji terap yang dimaksud adalah pengujian dilakukan mencakup kesesuaian kondisi operasional mesin diesel yang digunakan dari masing-masing sektor, antara lain alat mesin pertanian (alsintan), kereta api, angkutan laut, dan alat berat sektor pertambangan. Rincian mesin diesel yang diuji ditampilkan pada Tabel berikut: (1) Alat Mesin Pertanian (Alsintan) - 3 Unit Traktor Roda 2; (2) Kereta Api - 1 Unit Genset Kereta Pembangkit KP3 06606; (3) Angkutan Laut - 1 Unit Kapal Penyebrangan (KMP Arwana); (4) Alat Berat Sektor Pertambangan - 5 Unit Alat Berat; 2 Unit Engine Test Bench.

Bahan bakar yang digunakan diuji kualitas dan mutu untuk memastikan kesesuaian dengan spesifikasi yang dipersyaratkan. Minyak Solar 48 (B-0) yang digunakan mengacu pada spesifikasi sesuai Kepdirjen Migas No. 28 Tahun 2016. Bahan bakar nabati jenis Biodiesel (B-100) yang digunakan mengacu pada spesifikasi sesuai Kepdirjen EBTKE No. 189 Tahun 2019. Sedangkan bahan bakar minyak solar campuran biodiesel 30% (B-30) mengacu pada spesifikasi sesuai Kepdirjen Migas No. 234 Tahun 2019.

Pelaksanaan kegiatan ini melibatkan seluruh pihak terkait, baik dari instansi pemerintah, akademisi, praktisi, maupun asosiasi. Instansi pemerintah melibatkan Kementerian ESDM meliputi Direktorat Jenderal EBTKE, Direktorat Jenderal Migas, dan Badan Litbang ESDM, BPDPKS. Dari asosiasi/komunitas diwakili oleh Asosiasi Produsen Biofuel Indonesia (APROBI). Adapun perwakilan praktisi/perusahaan yang terlibat adalah PT Pertamina (Persero), PT Kereta Api Indonesia (Persero), PT Yanmar Diesel Indonesia, PT Kubota Indonesia, PT Tri Ratna Diesel Indonesia, PT Pelayaran Nasional Indonesia (Persero), PT Adaro Indonesia, PT Berau Coal, PT Kaltim Prima Coal, PT Pamapersada Nusantara. Berdasarkan hasil



uji terap B-30 dan pengujian yang telah dilakukan, didapatkan beberapa hal penting yang disimpulkan pada masing-masing sektor uji terap meliputi Alsintan (a), Kereta Api (b), Angkutan Laut (c), dan Alat Berat sektor Pertambangan (d), yaitu:

- Seluruh hasil pengujian unit traktor roda dua berbahan bakar B-30 memenuhi spesifikasi SNI 0119:2012 dan SNI 0738:2014. Tidak terjadi permasalahan teknis selama pelaksanaan uji terap B-30 sampai dengan 1000 jam. Penggunaan B-30 dibandingkan B-20 menunjukkan pemakaian bahan bakar turun sampai dengan 2,4% dan naik sampai dengan 9,1% bergantung kondisi sawah, teknologi mesin penggerak dan traktor roda dua.
- Selama pelaksanaan uji terap 1000 jam, tidak terjadi gangguan teknis pada Genset 150 kVa di Kereta Pembangkit KP3 06606. Konsumsi bahan bakar B-30 pada mesin genset kereta pembangkit sebesar 9,9 liter/jam, berdasarkan metode perhitungan full to full. Perawatan genset dapat dilaksanakan sesuai kondisi operasional PT KAI (Persero), meliputi pergantian water separator, pre-filter, fuel filter, dan oil filter, dan pergantian pelumas.
- Secara operasional pelayaran KMP Arwana, tidak ada perbedaan kinerja mesin yang dihasilkan antara penggunaan bahan bakar B-30 dibandingkan dengan B-20. Konsumsi bahan bakar B-30 dibandingkan B-20 menunjukkan peningkatan 0,4% berdasarkan data penggunaan bahan bakar. Selama pelaksanaan uji terap 250 jam, tidak terjadi gangguan teknis pada mesin kapal.
- Hasil test bench PAMA Balikpapan menunjukkan penurunan power maksimum sebesar 1,6% (B-20); 3,1% (B-30); dan 4,3% (B-50); penurunan torsi sebesar 0,3% (B-20); 2,4% (B-30); dan 4,1% (B-50); serta peningkatan konsumsi bahan bakar sebesar 4,6% (B-20); 5,3% (B-30); dan 9% (B-50); dibandingkan dengan B-0. Hasil test bench Trakindo Samarinda menunjukkan penurunan power maksimum sebesar 2,5% (B-20); 4,9% (B-30); dan 5,3% (B-50); penurunan torsi sebesar 2,8% (B-20); 3,8% (B-30); dan 5,6% (B-50); serta peningkatan konsumsi bahan bakar sebesar 0,4% (B-20); 0,8% (B-30); dan 1,2% (B-50); dibandingkan dengan B-0.

Badan Penelitian dan Pengembangan
Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral

KAJIAN PEMANFAATAN BAHAN BAKAR B-30 UNTUK MESIN DIESEL PADA ALAT PERTANIAN, ANGKUTAN LAUT, KERETA API, DAN ALAT BERAT SEKTOR PERTAMBANGAN

LATAR BELAKANG

- Mandatori BBN
- Perkembangan Teknologi dan Mesin
- Evaluasi Teknis

AKTIVITAS DAN STAKEHOLDER

- Kereta Api:** PT. KAI, Pertamina, Aprobi, WABTEC, EMD, MTU, Volvo, Ditjen Perkeretaapian
- Angkutan Laut:** INSA, Bakamla, Pelni, Pertamina, Aprobi, Kemenhub, ASDP
- Alat Berat Sektor Pertambangan:** Aspindo, Adaro, Berau Coal, Pama, Sapta Indra Sejati, Pertamina, AKR, Petromine, PAN, Aprobi
- Alsintan:** Kubota, Yanmar, Tri Ratna Diesel, BBP Mektan, Pertamina, Aprobi
- Supporting Kebijakan:** DITJEN MIGAS, DITJEN MINERBA, DITJEN EBTKE
- Supporting Teknis dan Kepakaran:** Komtek Bioenergi, IKABI
- Koordinator:** DITJEN EBTKE
- Pendanaan:** BDPKPS
- Pelaksana Uji B30:** Alsintan, Kereta Api, Angkutan Laut, dan Alat Berat Sektor Pertambangan
- Balitbang ESDM**

OUTPUT

- Rekomendasi Teknis Penggunaan B30 (Ditjen EBTKE)

UJI TERAP BIODIESEL B30 Sektor Alsintan

Uji Terap B-30 pada Sektor Alsintan dilakukan melalui (1) Pengujian kinerja dari 3 unit mesin diesel jenis traktor roda 2 di BPP Mektan (2) Uji ketahanan mesin diesel menggunakan bahan bakar B-30 selama 1000 jam di 3 pabrikan alsintan, yaitu PT Yanmar Diesel Indonesia, PT Kubota Indonesia, dan PT Tri Ratna Diesel Indonesia.

Waktu Pelaksanaan: November 2019 - Agustus 2020

... seluruh hasil pengujian unit traktor roda dua berbahan bakar B-30 memenuhi spesifikasi SNI 0119:2012 dan SNI 0738:2014, serta tidak terjadi permasalahan teknis selama pelaksanaan uji terap B-30 sampai dengan 1000 jam ...

No.	Sektor	Mesin Uji
1.	Alat Mesin Pertanian (Alsintan)	3 Unit Traktor Roda 2
2.	Kereta Api	1 Unit Genset Kereta Pembangkit
3.	Angkutan Laut	1 Unit Kapal Penyebrangan
4.	Alat Berat Sektor Pertambangan	5 Unit Alat Berat; 2 Unit Engine Test Bench

UJI TERAP BIODIESEL B30 Sektor Kereta Api

Uji Terap B-30 pada Sektor Kereta Api dilakukan pada Genset 150 kVa yang terdapat pada kereta pembangkit KP3 06606 serta dioperasikan pada rangkaian Kereta Lokal Bandung Raya.

Waktu Pelaksanaan: November 2019 - Februari 2020

... selama pelaksanaan uji terap 1000 jam, perawatan genset dapat dilaksanakan sesuai kondisi operasional PT KAI (Persero), tidak terjadi gangguan teknis pada Genset 150 kVa KP3 06606 ...

UJI TERAP BIODIESEL B30 Sektor Angkutan Laut

Uji Terap B-30 pada Sektor Angkutan Laut dilakukan pada KMP Arwana dengan rute pelayaran Pelabuhan Muara Angke - Kep. Seribu.

Waktu Pelaksanaan: Oktober 2019 - Februari 2020

... secara operasional pelayaran, tidak ada perbedaan kinerja mesin yang dihasilkan antara penggunaan bahan bakar B-30 dibandingkan dengan B-20 ...

UJI TERAP BIODIESEL B30 Alat Berat Sektor Pertambangan

Uji Terap B-30 pada Alat Berat Sektor Pertambangan dilakukan pada 5 unit Alat Berat di 3 lokasi pertambangan di Kalimantan serta uji kinerja 2 unit engine test bench

Waktu Pelaksanaan: November 2019 - Agustus 2020

Acknowledgement
Penelitian ini dilaksanakan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS", Balitbang ESDM dengan pendanaan dari Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BDPKPS), No Kontrak: PR.J - 31/DPKS/2019.

www.lemigas.esdm.go.id | lemigas.kesdm | pppmgb "lemigas" | blu.lemigas

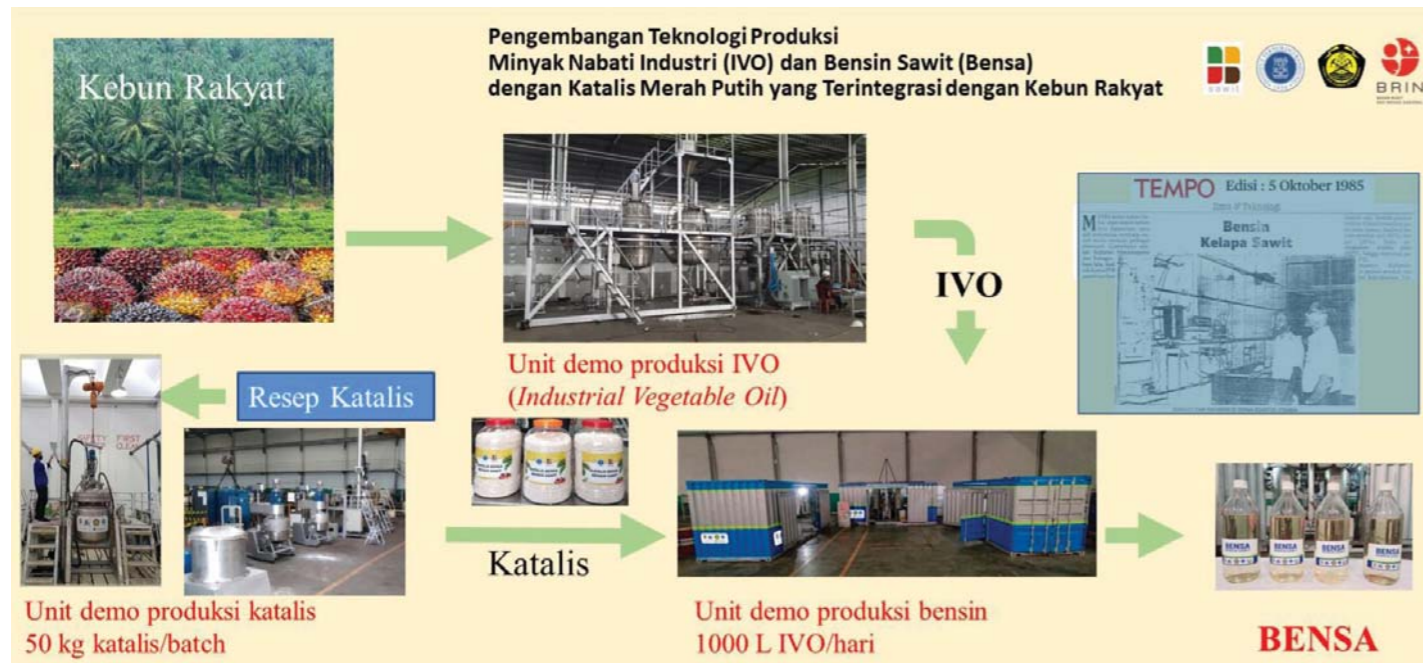
06

INOVASI LANJUT KATALIS DAN TEKNOLOGI “MERAH-PUTIH” UNTUK OPERASI CO-PROCESSING PRODUKSI BAHAN BAKAR NABATI DARI MINYAK SAWIT

Oleh :

Subagio,
IGBN Makertihartha,
Melia Laniwati,
CB Rasrendra,
Grandprix TMK, Jenny
Rizkiana,
Haryo Panduwinoto,
Iman K. Reksowardojo
dan Rais Zain

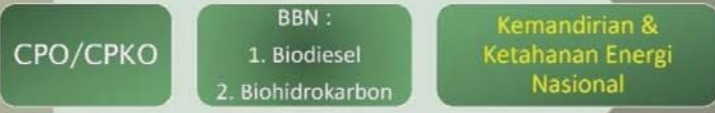
Untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar minyak (BBM) yang telah mencapai 1,5 juta barrel per hari, Pemerintah Indonesia harus mengimpor minyak mentah sejumlah 360.000 barrel per hari (41% kapasitas kilang) dan bahan bakar minyak (BBM) sekitar 400.000 barrel per hari. Selain menyedot devisa yang besar dan membebani APBN, impor minyak mentah dan BBM ini berbahaya bagi kemandirian dan ketahanan energi nasional. Cadangan migas domestik dan dunia yang semakin menurun harus diantisipasi dengan pemanfaatan dan peralihan ke energi terbarukan, salah satunya berasal dari minyak sawit (CPO) yang produksinya sangat besar di Indonesia.



Indonesia merupakan produsen minyak sawit terbesar di dunia dengan total produksi minyak sawit mentah (CPO) mencapai 47 juta ton dan minyak inti sawit 4,5 juta ton sepanjang tahun 2020 (GAPKI, 2020). Melimpahnya produksi CPO ini merupakan peluang sekaligus tantangan untuk menciptakan kemandirian dan ketahanan energi Indonesia melalui program produksi biohidrokarbon dari sawit. Selain itu sebagai upaya pengurangan impor melalui pembelanjaan domestik untuk **'narrowing current account deficit'**, program ini juga sebagai upaya pemerataan dan peningkatan kesejahteraan petani melalui program yang tepat untuk menyediakan bahan bakar biohidrokarbon yang berkelanjutan (Sinaga, 2018).

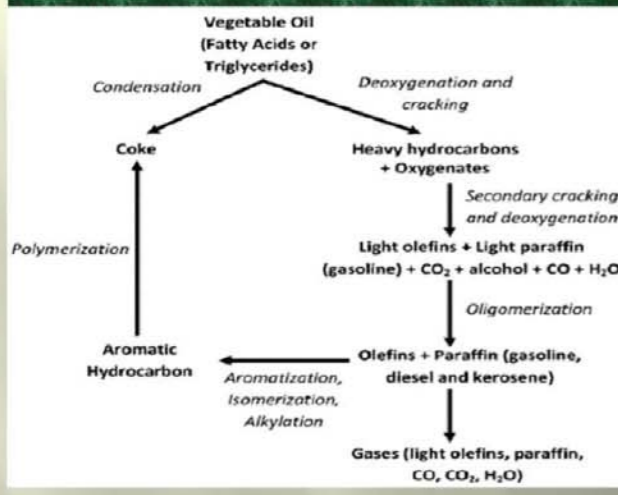
Inovasi terobosan yang dilakukan pada program ini adalah produksi bensin biohidrokarbon dari sawit (bensin sawit – bensa). Program ini disinergikan dengan Program Riset Nasional (PRN) dan Program Strategis Nasional (PSN) yang diusung oleh Badan Riset & Inovasi Nasional (BRIN), yaitu “Pengembangan Pengembangan Teknologi Produksi Minyak Nabati Industri (IVO) dan Bensin Sawit dengan Katalis Merah Putih yang Terintegrasi dengan Kebun Rakyat” dan didukung sinergi dengan PSN Kementerian Energi dan Sumberdaya Mineral.

BAHAN BAKAR FOSIL → BAHAN BAKAR Nabati



- ❑ Kebutuhan nafta/bensin lebih besar dari solar/diesel
 - ❑ Bensin dari Sawit menjadi alternatif (& ramah lingkungan)
 - ❑ Bahan baku harus baik /bersih dan murah
- Maka :
- CPO dibersihkan jadi IVO (*Industrial Vegetable Oil*)
 - IVO direngkah katalitik jadi Bensin sawit (*biogasolin*)

Skema Perengkahan Katalitik minyak Nabati (Bhatia, 2011)



Unit Produksi Katalis untuk Bensa ~ 30 kg/batch



07

KAJIAN PENERAPAN B-40 MELALUI UJI KARAKTERISTIK, PENYIMPANAN, UNJUK KERJA DAN KETAHANAN MESIN DIESEL PADA ENGINE TEST BENCH SERTA ASPEK TEKNO EKONOMI

Oleh :
Sylvia Ayu Bethari,
Nanang Hermawan,
Ismoyo Surowaskito,
Danang Sismartono,
dkk

Pengembangan BBN sebagai dukungan terhadap implementasi mandatori BBN untuk mengurangi penggunaan BBM di Indonesia telah diperkuat landasan hukumnya melalui Peraturan Menteri ESDM Nomor 12 Tahun 2015. Dengan kewajiban penggunaan biodiesel tersebut yang terus meningkat, dalam rangka mempersiapkan implementasi B-40 untuk mesin diesel dibutuhkan kajian teknis terkait aspek kualitas bahan bakar dan unjuk kinerja mesin. Bahan Bakar Minyak Solar 48 (B-0), Biodiesel (B-100), Distillated FAME (DPME) serta Hydrotreated Vegetable Oil (HVO) digunakan sebagai bahan campuran formulasi B-40. Pengujian karakteristik fisika kimia formulasi B-40 mengikuti SK Dirjen Migas no. 146.K/10/DJM/2020 untuk spesifikasi B-30 dengan beberapa parameter tambahan. Formulasi bahan bakar B-40 dibandingkan dengan bahan bakar B-30: B-40 FAME terjadi peningkatan Viskositas Kinematik (3%); Kandungan Air (15%); Bilangan Asam Total (26%); sedangkan B-30+10 DPME terjadi penurunan Kandungan Air (1,5%), Bilangan Asam Total (19%), dan Kestabilan oksidasi (28%).

Uji stabilitas penyimpanan dan uji presipitasi diperlukan untuk mempelajari karakteristik penyumbatan serta kestabilan oksidasi dari formulasi B-40. Pada Uji Presipitasi, dibandingkan dengan bahan bakar B-30: B-30+10 DPME memiliki endapan presipitasi yang sama dengan B-30, sedangkan B-40 FAME menghasilkan endapan yang lebih banyak (19%). Hasil uji stabilitas penyimpanan selama 30 hari, dibandingkan dengan bahan bakar B-30: B-30+10 DPME memiliki kenaikan Kandungan Air yang sama dengan B-40 FAME.

Uji ketahanan selama 1.000 jam dengan dilakukan rating komponen awal terlebih dahulu, dan pengambilan sampel pelumas setiap 250 jam. Pada Uji Kinerja Terbatas di bangku uji statis, dibandingkan dengan bahan bakar B-30: Daya dan Torsi B-40 dan B-30+10 DPME pada jam uji ketahanan ke- 0, 250, 500, 750 dan 1.000 jam menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan (<2%). Hasil uji ketahanan selama 1.000 jam, dibandingkan dengan bahan bakar B-30:

B-40 FAME dan B-30+10 DPME menghasilkan daya serta torsi yang tidak berbeda secara signifikan (<2%). Terjadinya Filter Blocking lebih cepat, baik pada B-40 FAME (15,4%) maupun B-30+10 DPME (10%). Temperatur air pendingin, pelumas dan gas buang pada bahan bakar uji menunjukkan kinerja normal, sehingga tidak timbul masalah pada uji ketahanan mesin 1.000 jam. Terjadi penurunan opasitas gas buang B-40 (3,2%) dan B-30+10 DPME (1,6%). Dari hasil uji kualitas pelumas, karakteristik minyak lumas yang diaplikasikan pada mesin di bangku uji statis menunjukkan kondisi normal selama pemakaian, dengan penggantian minyak lumas setiap 250 jam operasi, perbedaan jenis bahan bakar tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kinerja minyak lumas dengan kondisi mesin uji berfungsi dan bekerja normal.

Pada Uji Rating Komponen, dibandingkan dengan bahan bakar B-30: terjadi penurunan pembentukan deposit B-40 dan B-30+10 DPME. Dari hasil pengujian filter selama 100 jam, sampel B-30 DPME 10 dan B-40 memiliki **delta pressure** yang tidak berbeda secara signifikan.

Dari rangkaian dan hasil pengujian, maka dapat diberikan rekomendasi teknis sebagai berikut:

- Pengembangan standar dan mutu biodiesel dilakukan untuk meminimalisir efek penggunaan campuran biodiesel dengan konsentrasi lebih dari 30%. Beberapa parameter untuk disesuaikan kembali antara lain: kandungan air, bilangan asam total, stabilitas oksidasi, dan kandungan monogliserida.
- Dalam mengimplemetasikan bahan bakar B-40, perlu dirumuskan standar dan mutu (spesifikasi) yang ditetapkan oleh Dirjen Migas.
- Batasan mutu kandungan monogliserida dalam biodiesel yang diusulkan maksimum 0,41 %-massa (untuk implementasi B-40), dan batasan mutu kandungan air dalam biodiesel yang diusulkan maksimum 220 ppm (untuk implementasi B-40).
- Diperlukan uji jalan dan sosialisasi terkait pemanfaatan biodiesel ataupun jenis renewable bahan bakar (DPME atau HVO) kedepannya, agar seluruh stakeholder dapat menerapkan dan evaluasi bersama terhadap implementasi bahan bakar B-40.



KAJIAN PENERAPAN B40 MELALUI UJI KARAKTERISTIK, PENYIMPANAN, UNJUK KERJA, DAN KETAHANAN MESIN DIESEL PADA ENGINE TEST BENCH Tahun 2020-2021



Ruang Lingkup

Formulasi B-40 (%-v/v):
40% FAME
30% FAME + 10% DPME
30% FAME + 10% HVO

Uji Stabilitas Penyimpanan

Uji Karakteristik Fisika Kimia

Uji Ketahanan Mesin 1000 Jam di Engine Test Bench

HASIL UJI

1. Karakteristik Bahan Bakar

No.	Parameter Uji	Metode Uji	Unit	Hasil Uji				Selisih terhadap B-30 (%)		
				B30 (Referensi)	B40	B30+DPME10	B30+HVO10	B40	B30+DPME10	B30+HVO10
1	Angka Setana	ASTM D 413	-	51,1	54,1	52,2	54,4	1,85%	0,19%	2,45%
2	Berat Jenis suhu 15°C	ASTM D 4052	kg/m ³	864,4	865,98	866,77	859,38	0,36%	0,38%	-0,22%
3	Viskositas suhu 40°C	ASTM D 445	cSt	3,66	3,82	3,73	3,70	4,95%	2,47%	1,65%
4	Kandungan Sulfur	ASTM D 4294	ppm	1000	980	984	988	-10,91%	-10,55%	-10,16%
5	Distilasi 1% Yel Penguapan	ASTM D 66	°C	339,8	336,1	338,0	338	-1,09%	-0,33%	-0,53%
6	Titik Nyala	ASTM D 93	°C	81	76	81	79	-16,05%	-17,35%	-16,91%
7	Titik Kabut	ASTM D 2100	°C	56,9	57	62	7,9	0,97%	-1,24%	-1,24%
8	Kandungan Air	ASTM D 3304	ppm	189,4	194,4	164,3	163,8	2,64%	-12,20%	-13,62%
9	Kandungan FAME	ASTM D 1804	% v/v	30,4	40,3	40,1	29,4			
10	Bilangan Asam Total	ASTM D 664	mg KOH/g	0,16	0,19	0,10	0,064	38,57%	-31,43%	-60,00%
11	Lubricitas HFRR	ASTM D 6079	micron	248,0	226,5	225,0	245,5	-8,37%	-9,27%	-1,01%
12	Stabilitas Oksidasi	EN 15751	Jam	74	63	61	77	-15,14%	-18,23%	4,05%
13	Stabilitas Oksidasi (Perisay)	ASTM D 3164	Menit	172	163	161	197	-16,76%	-12,07%	14,75%
14	Ketahanan Oksidasi (Open)	ASTM D 2274	g/m ³	0,58	0,93	0,71	0,44	60,34%	22,41%	-24,14%
15	Filter Blocking Tendency	ASTM D 2048	mg/L	5,099	5,947	5,248	3,48	17,02%	3,31%	-31,75%
16	Kontaminasi Partikulat	ASTM D 4217	mg/L	10,6	11,8	9,8	9,1	11,32%	-7,55%	-14,15%
17	Cold Filter Plugging Point	ASTM D 4311	°C	8	8	8	7	0,00%	-12,50%	-12,50%
18	Cleanliness	ISO 4406	ISO Code	21/19/15	21/19/15	22/20/16	16/16/12			
19	Nilai Kalor (Gross)	ASTM D 410	MJ/kg	42,653	42,345	42,133	41,954	-0,68%	-1,27%	3,05%
20	Nilai Kalor (Net)	ASTM D 240	MJ/kg	40,714	40,504	40,348	40,180	-0,53%	-0,92%	2,30%

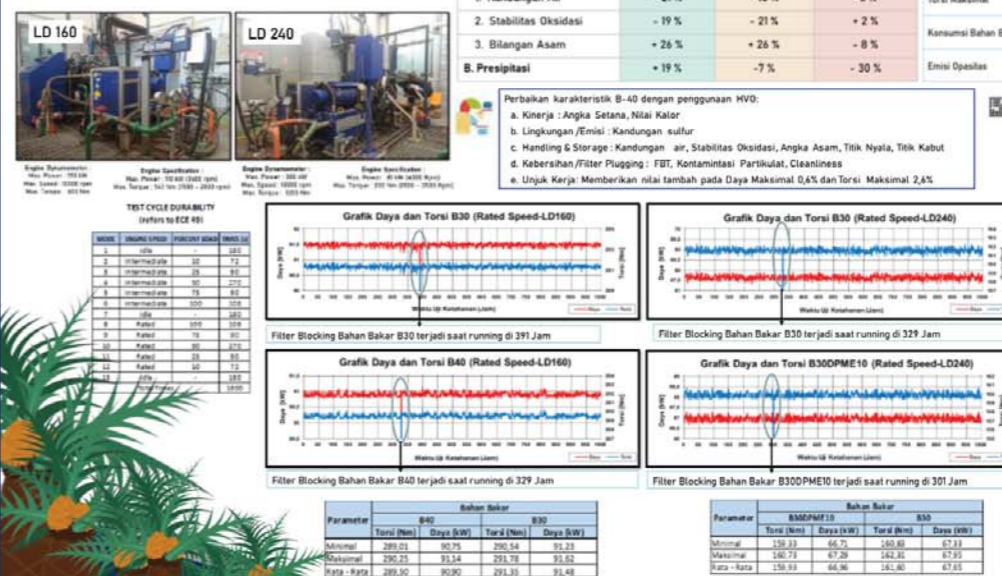
2. Stabilitas Penyimpanan dan Presipitasi

Parameter Uji	Selisih Terhadap B-30 (%)		
	B-40	B30 + DPME 10	B30 + HVO 10
A. Stabilitas Penyimpanan			
1. Kandungan Air	+ 21 %	+ 15 %	- 3 %
2. Stabilitas Oksidasi	- 19 %	- 21 %	+ 2 %
3. Bilangan Asam	+ 26 %	+ 26 %	- 8 %
B. Presipitasi	- 19 %	- 7 %	- 30 %

3. Unjuk Kerja Mesin

Parameter Uji Kinerja	B-30	B-30 + DPME 10	B-40	B-30 + HVO 10
	Daya Maksimal	47,64	44,91 (-17%)	44,87 (-17%)
Torsi Maksimal	168,93	165,34 (-2,1%)	166,52 (-1,4%)	169,75 (+2,4%)
Konsumsi Bahan Bakar (SFC)	297,64	300,79 (+1,0%)	300,87 (+1%)	294,61 (-1,02%)
Emission Opasitas	12,4	12,2 (-1,6%)	12,0 (-3,2%)	11,5 (-7,2%)

4. Uji Ketahanan pada Engine Test Bench



Perbaikan karakteristik B-40 dengan penggunaan HVO:
a. Kinerja : Angka Setana, Nilai Kalor
b. Lingkungan/Emisi : Kandungan sulfur
c. Handling & Storage : Kandungan air, Stabilitas Oksidasi, Angka Asam, Titik Nyala, Titik Kabut
d. Kebersihan/Filter Plugging : FBT, Kontaminasi Partikulat, Cleanliness
e. Unjuk Kerja : Meningkatkan nilai tambah pada Daya Maksimal 0,4% dan Torsi : Maksimal 2,4%

Perbaikan karakteristik B-40 dengan penggunaan DPME dan HVO:
a. Menurunkan presipitasi (pengendapan) pada cuaca dingin
b. Menurunkan potensi pemblokiran filter

5. Uji Filter Bahan Bakar

Metode Uji referensi mengadopsi JIS D1617 "Automotive Para-Fuel Filter for Diesel Engines Test Methods"

Selama pengujian ketahanan 1000 jam, untuk parameter daya dan torsi yang dihasilkan oleh penggunaan bahan bakar B-30 + DPME10 / B-40 dan B-30 tidak mengalami kenaikan maupun penurunan yang signifikan dari 0 jam sampai 1000 jam dengan acuan beban torsi yang diberikan.

Acknowledgement

NUST PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN TEKNOLOGI MINYAK DAN GAS BUMI
LEMGAS (EMIGAS) | www.lemigas.esdm.go.id

Penelitian ini dilaksanakan oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi "LEMIGAS", Balitbang ESDM dengan pendanaan dari Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS), No Kontrak PRJ - 2003/DPKS/2020.

08

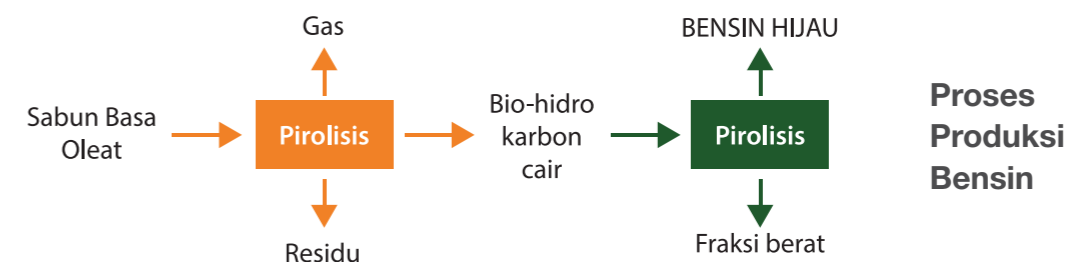
PENINGKATAN KUALITAS DAN KUANTITAS FRAKSI BENSIN PADA PRODUKSI BAHAN BAKAR TERBARUKAN TIPE DROP-IN VIA DEKARBOKSILASI/PIROLISIS SABUN BASA LOGAM BERBASIS MINYAK-MINYAK SAWIT

Oleh :

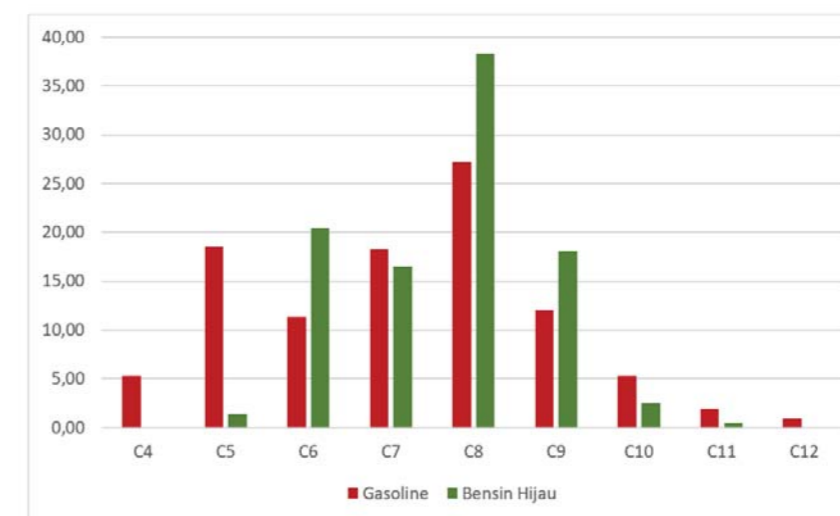
Ronny Purwadi,
Meiti Pratiwi,
Astri Nur Istiyami,
Endar Puspawiningtias,
dan Lidya Elizabeth

Kebutuhan bahan bakar kendaraan bermotor di Indonesia, khususnya bensin, kian meningkat sejalan dengan peningkatan jumlah kendaraan dan aktivitas masyarakat di Indonesia. Pada tahun 2025, jumlah permintaan bensin di Indonesia diperkirakan mencapai 77 juta kL, namun jumlah produksi dalam negeri hanya sekitar 13 juta kL. Untuk menutupi defisit ini, Pemerintah harus melakukan impor BBM yang membutuhkan devisa cukup besar. Pemanfaatan sumber daya terbarukan lokal seperti minyak sawit dan turunannya sebagai bahan baku pembuatan bensin dapat mengurangi masalah tersebut.

Institut Teknologi Bandung bekerjasama dengan BPDPKS telah mengembangkan proses produksi BBM tipe drop-in melalui dekarboksilasi/pirolisis sabun basa logam. Teknik ini merupakan alternatif dari proses produksi BBM tipe drop-in katalitik yang selama ini sudah banyak dikembangkan. Keunggulan proses ini antara lain: proses ini lebih sederhana dan tidak beroperasi pada kondisi ekstrim; bahan baku (kapur/dolomit) murah dan mudah diperoleh. Teknik produksi BBM tipe drop-in ini telah terbukti dapat menghasilkan bahan bakar fraksi diesel dan fraksi bensin dari asam lemak sawit.



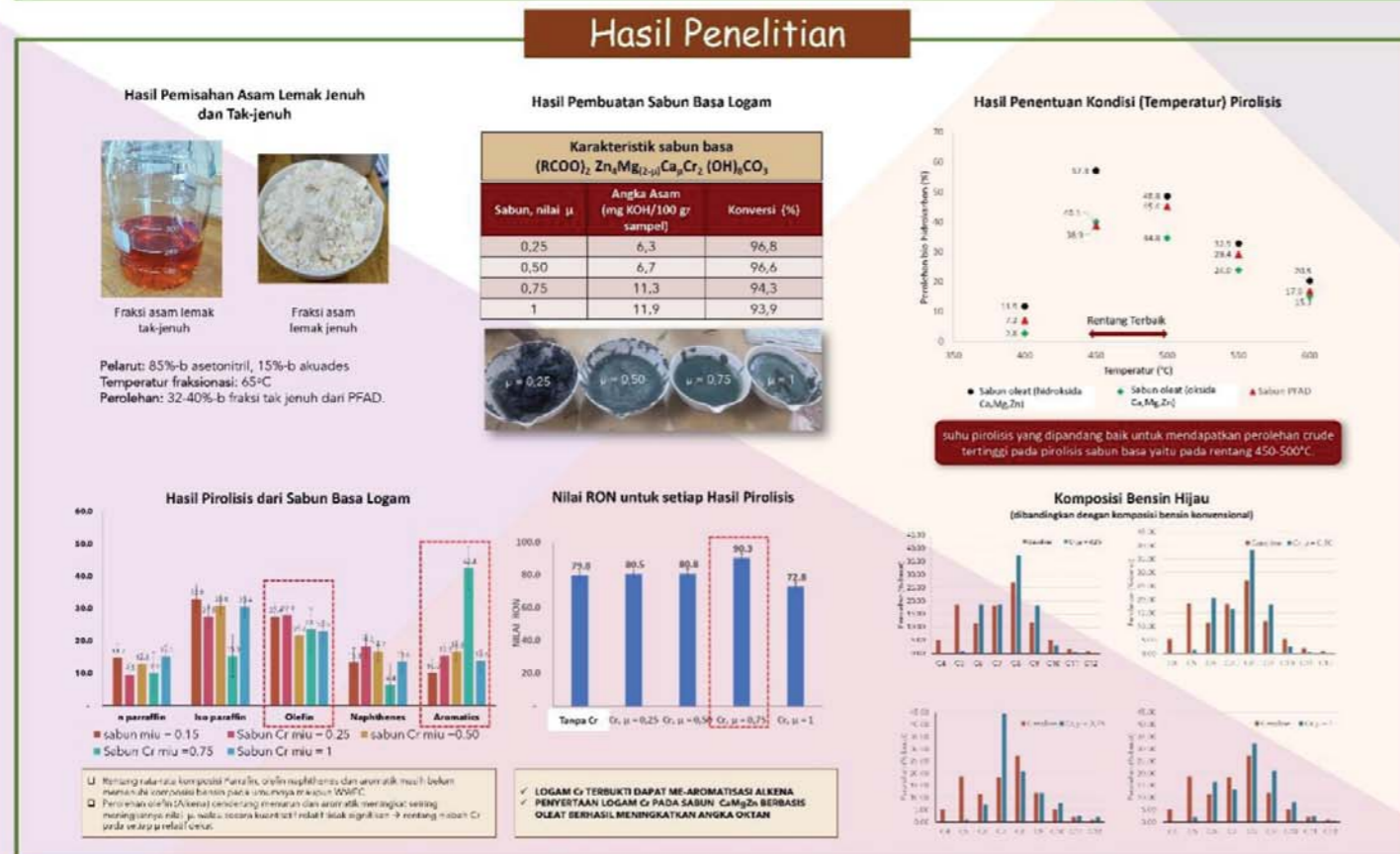
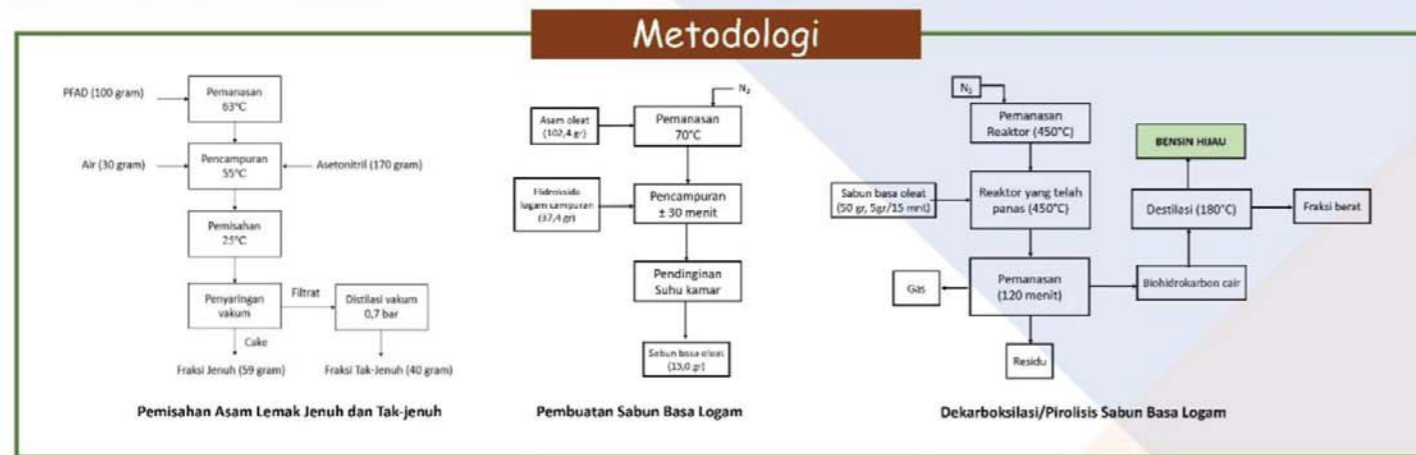
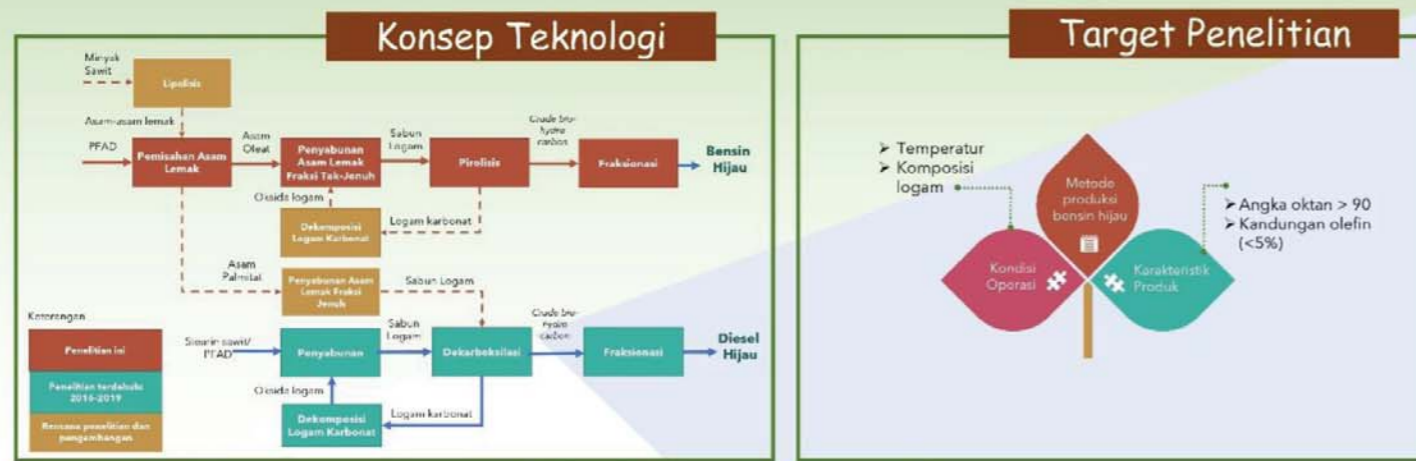
Proses Produksi Bensin



Komposisi Bensin Hijau (hijau) vs Bensin Konvensional (merah)

Untuk meningkatkan fraksi bensin, pada penelitian ini dilaksanakan pemisahan fraksi asam lemak sawit jenuh dan tidak jenuh. Pemisahan dilaksanakan dengan bantuan larutan 85%-b asetonitril sehingga diperoleh fraksi tak-jenuh dengan perolehan sekitar 40%. Asam lemak tak jenuh sangat potensial untuk menghasilkan fraksi bensin. Asam lemak ini direaksikan dengan hidroksida logam Ca, Mg, Zn, dan Cr menghasilkan sabun basa logam, kemudian sabun basa logam ini dipirolisis pada temperatur 450-500°C dan tekanan atmosferik. Uap hasil pirolisis kemudian dikondensasi menghasilkan crude bio-hidrokarbon dan dimurnikan melalui proses distilasi untuk menghasilkan fraksi bensin. Fraksi bensin yang diperoleh memiliki angka oktan > 90.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan dan penyempurnaan proses produksi bensin drop-in berikutnya sehingga dapat berguna untuk pemenuhan kebutuhan bensin dalam negeri.



09

PENGEMBANGAN BIOTEKNOLOGI PRODUKSI HIDROKARBON DARI ASAM LEMAK BEBAS MINYAK SAWIT MENGGUNAKAN BIOKATALIS FATTY ACID PHOTODECARBOXYLASE (CVFAP) DARI MIKROALGA

Oleh :

Irma Kresnawaty,
Yora Faramitha,
Fauziatul Fitriyah,
Turhadi,
Dini Astika Sari,
Tri Panji,
Djoko Santoso, dan
Kenny Fisher

Kebutuhan energi dan ketersediaan minyak bumi menuntut pengembangan sumber energi alternatif yang bersifat terbarukan dan berkelanjutan, yaitu salah satunya minyak sawit. Hal ini dikarenakan jumlahnya yang melimpah di Indonesia dan dapat dikonversi menjadi biodiesel maupun biohidrokarbon. Biohidrokarbon memiliki beberapa keunggulan, yaitu: memiliki spesifikasi yang sangat mirip dengan minyak bumi sehingga lebih kompatibel, panas pembakaran yang dihasilkan lebih tinggi, dan proses reaksinya lebih stabil karena bersifat *irreversible*. Pengembangan teknologi produksi biohidrokarbon secara fisika-kimia memiliki beberapa tantangan dimana reaksi berlangsung pada suhu dan tekanan yang sangat ekstrim, katalis yang mahal, dan produk yang dihasilkan tidak selektif. Permasalahan ini dapat diatasi dengan memproduksi biohidrokarbon menggunakan biokatalis (enzim). Dari berbagai riset yang berkembang




Kesimpulan

- Suhu pirolisis yang dipandang baik untuk mendapatkan perolehan crude bio hidrokarbon tertinggi (57,3% terhadap teoritik) yaitu pada rentang 450-500°C, tercapai pada pirolisis sabun logam Ca/Mg/Zn berbasis oleat.
- Penambahan logam sisipan Cr pada sabun basa Ca/Mg/Zn oleat telah mampu meningkatkan Angka oktan destilat crude pirolisis sekitar 10,5 poin.
- Perolehan fraksi bensin tertinggi (27,8 % terhadap crude) tercapai pada destilasi crude biohidrokarbon pirolisis sabun basa sisipan Cr pada nilai μ = 0,75 dengan angka oktan tertinggi (90,3).


Tim Peneliti LPPM - Institut Teknologi Bandung

Dr. Ir. Ronny Purwadi, MT.
Dr. Ir. Meiti Pratiwi, MT.
Dr. Ir. Astri Nur Istiyami, MT.
Endar Puspawiningtyas, ST.MT.
Lidya Elizabeth, ST.MT.
Kontak: ronny.purwadi@che.itb.ac.id

diketahui bahwa terdapat beberapa enzim yang mampu mensintesis hidrokarbon dari asam lemak, salah satunya: **fatty acid photodecarboxylase** (CvFAP) dari mikroalga **Chlorella variabilis**. Keunggulan biokatalis CvFAP dibanding biokatalis lainnya adalah mampu mengkatalisis proses konversi asam lemak menjadi hidrokarbon alkana dalam 1 tahapan. Permasalahan terkait kesulitan dalam memproduksi enzim dan rendemen enzim yang rendah dapat dibantu melalui pendekatan bioteknologi, yaitu rekayasa genetika. Enzim CvFAP akan diproduksi menggunakan konstruksi rekombinan DNA sintesis yang mengandung gen penyandi CvFAP yang diekspresikan ke dalam sel inang **E. coli**. Selanjutnya, **E. coli** rekombinan inilah yang bertugas untuk memproduksi enzim CvFAP. Pengembangan teknologi produksi biohidrokarbon menggunakan biokatalis masih tergolong baru, khususnya di Indonesia. Sejauh ini telah dilakukan kloning gen sintetik CvFAP dan ekspresi di **E.coli**. Gen GMC-Oxydoreductase **Nannochloropsis gaditana** berpotensi menjadi alternatif protein rekombinan penghasil hidrokarbon. Isolat Gd berdasarkan hasil sequencing terkonfirmasi sebagai **N. gaditana**, namun isolat **Gr, Oc, dan No** ketiganya terkonfirmasi sebagai **N. oceanica** yang berpotensi menghasilkan enzim CvFAP. Isolat **Chorella vulgaris** menunjukkan kondisi kultivasi (periode waktu dan densitas terbaik). Optimasi uji aktivitas dilakukan meliputi teknik ekstraksi enzim, waktu, suhu, pelarut pengekstrak, dan pH. Teknik **freeze-thaw** menghasilkan profil protein yang lebih beragam pada isolat **C.variabilis**. Pengujian aktivitas telah dilakukan dengan variasi pelarut pengekstrak, waktu inkubasi, dan substrat. Nilai konversi asam lemak palimitat menjadi hidrokarbon pentadekana masih terlalu rendah, sehingga dilakukan optimasi yaitu pemekatan enzim CvFAP dan perubahan kondisi pengujian uji aktivitas.




Pengembangan Bioteknologi Produksi Hidrokarbon dari Asam Lemak Bebas Minyak Sawit Menggunakan Biokatalis Fatty Acid Photodecarboxylase (CvFAP) dari Mikroalga



Irma Kresnawaty¹⁾, Fauziatul Fitriyah¹⁾, Yora Faramiltha¹⁾, Dini Astika Sari¹⁾, Kenny Lischer²⁾, Tri Panji¹⁾, Djoko Santoso¹⁾
¹⁾ Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia, Jl Taman Kencana 1, Bogor, Indonesia, 16128
²⁾ Universitas Indonesia, Jl. Margonda Raya, Depok, Jawa Barat, Indonesia, 16424

LATAR BELAKANG



Oil Needs Raise vs **Oil Production Declines**

GAP Kebutuhan Produksi Minyak Bumi 1,7 juta Barel (2017) vs Ketersediaan 803,8 ribu

Kebutuhan Pengembangan Teknologi Produksi Minyak dari Sumber Energi Terbarukan dan Berkelanjutan, seperti: **MINYAK SAWIT**

Hidrokarbon vs Biodiesel (FAME)

Enzimatis: Mikroorganisme penghasil enzim dekarboksilase

BIOKATALISIS dengan PROTEIN REKOMBINAN Gen CvFAP

TUJUAN PENELITIAN

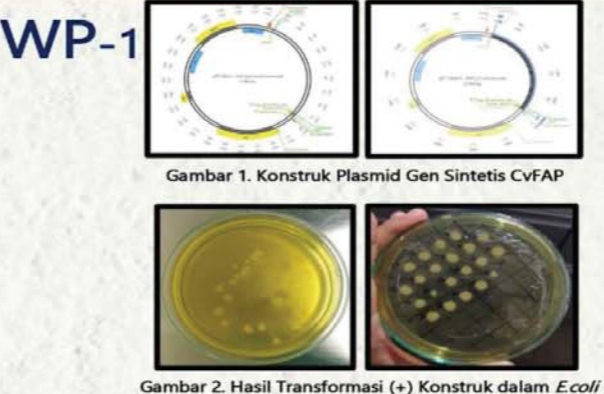
Menghasilkan teknologi produksi biohidrokarbon dari asam lemak bebas (ALB) minyak sawit menggunakan biokatalis fatty acid photodecarboxylase (CvFAP) dari mikroalga *Chlorella variabilis*

OUTPUT TAHUN-I

- WP 1
 - Konstruksi rekombinan gen CvFAP
 - Klon mikroba rekombinan penghasil enzim CvFAP
 - Prototipe enzim CvFAP rekombinan
 - Karakteristik enzim
- WP 2
 - Produksi enzim CvFAP dari Isolat Mikroalga Terpilih
 - Prototipe biohidrokarbon (alkana) dari substrat asam lemak (palmitic acid)
- WP 3
 - Efisiensi dan kondisi optimal proses biokonversi biohidrokarbon dari asam lemak palmitic acid


HASIL PENELITIAN TAHUN-I

WP-1




Gambar 1. Konstruksi Plasmid Gen Sintetik CvFAP


Gambar 2. Hasil Transformasi (+) Konstruksi dalam *E.coli*



Gambar 3. Elektroforegram PCR colony untuk 22 koloni yang tumbuh setelah transformasi dengan primer T7 (19 koloni positif dengan pita terang)



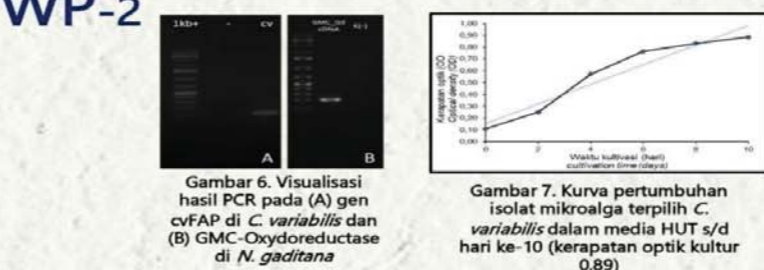
Gambar 4. Elektroforesis DNA plasmid *E.coli* rekombinan dengan marka uji (pita terang +)



Gambar 5. Hasil SDS-PAGE protein rekombinan (terdeteksi pada ± 74 kDa) vs kontrol


Desain konstruk plasmid gen sintetik CvFAP berhasil ditransformasikan pada sel kompeten *E. coli* yang ditunjukkan dengan elektroforegram Gambar 3-4. Ekspresi gen transformasi berhasil dikonfirmasi dengan SDS-PAGE. Protein dengan ukuran ± 74 kDa terdeteksi (kotak merah) dibandingkan dengan kontrol.

WP-2



Gambar 6. Visualisasi hasil PCR pada (A) gen cvFAP di *C. variabilis* dan (B) GMC-Oxydoreductase di *N. gaditana*

Gambar 7. Kurva pertumbuhan isolat mikroalga terpilih *C. variabilis* dalam media HUT s/d hari ke-10 (kerapatan optik kultur 0,89)



Gambar 8. Hasil SDS-page ekstrak protein CV hasil freeze dry (baru) dengan pita protein yang jelas

Nama Sampel	Waktu Retensi (min)	Pemikroan Hidrokarbon (alkana rantai lurus)	Konsentrasi (mg/kg)	Nama Sampel	Waktu Retensi (min)	Pemikroan Hidrokarbon (alkana rantai lurus)	Konsentrasi (mg/kg)
CV 12 jam							
1	10,837	C13	3,21	1	10,836	C13	1,54
2	13,562	C15	2,28	2	13,559	C15	1,17
3	14,754	C16	1,97	3	14,751	C16	0,83
4	15,973	C17	1,94	4	15,971	C17	0,85
5	18,604	C20	39,58	5	18,588	C20	16,48
CV 3 jam							
1	10,837	C13	2,59	1	10,836	C13	3,46
2	13,562	C15	1,78	2	13,561	C15	2,37
3	14,754	C16	1,12	3	14,753	C16	1,53
4	15,973	C17	1,30	4	15,972	C17	1,78
5	18,591	C20	28,06	5	18,601	C20	36,67
CV rekam 3 jam							
1	10,837	C13	2,85	1	14,752	C16	0,19
2	13,562	C15	2,08				
3	14,754	C16	1,99				
4	15,973	C17	1,85				
5	18,577	C20	18,72				

WP-3

Enzim CvFAP dan GMC oxyreductase terdeteksi pada *C. variabilis* dan *N. gaditana* yang keduanya berperan sebagai biokatalis dalam konversi asam lemak menjadi hidrokarbon (Gambar 6). Isolat *C. variabilis* terpilih berhasil dioptimasi dalam proses kultur cair dan menghasilkan produksi biomassa kering 1,88 g/L. Dalam proses ekstraksi, freeze dry pada sampel fresh menunjukkan perlakuan yang cukup efektif, namun perlu dilakukan pemekatan pellet terlebih dahulu untuk hasil protein yang lebih baik.



10

TEKNOLOGI KATALIS BERBASIS KELAPA SAWIT UNTUK INDUSTRI BODIESEL

Oleh :

Susila Arita,
Leily Nurul Komariah,
dan Fitri Hadiah

Konsumsi biodiesel Indonesia diperkirakan dapat melebihi 9 juta kL per tahun. Akibatnya, kebutuhan katalis untuk memproduksi biodiesel dapat mencapai 90 ribu ton per tahun. Kuantitas katalis tersebut hampir setara dengan kapasitas produksi 2 (dua) pabrik berkapasitas 50 ribu ton/tahun. Katalis yang umumnya dipakai industri dalam memproduksi biodiesel adalah kalium metilat atau sodium metilat dan katalis ini sampai sekarang masih dipenuhi secara impor. Iptek terbaru biodiesel menunjukkan bahwa katalis sejati metanolisis minyak lemak (untuk produksi biodiesel) bukanlah ion metoksida atau metilat yang berasal dari kalium metoksida (katalis yang selama ini digunakan) melainkan ion gliseroksida dan ion enolat. Informasi ini membuka peluang dikembangkannya katalis produksi biodiesel yang sepenuhnya berbasis kebun sawit, yaitu katalis berbasis gliserol dan kalium karbonat (K_2CO_3). Gliserol adalah produk ikutan produksi biodiesel dari minyak sawit, sedangkan K_2CO_3 sebagai garam alkali yang mudah didapat dan ekonomis banyak terkandung di dalam limbah padat industri sawit seperti abu-abu cangkang, sabut dan tandan kosong sawit.

Cairan **Deep Eutectic Solvent** (DES) dibuat dari campuran dua atau tiga komponen yang mampu berikatan satu sama lain melalui ikatan hidrogen. Pelarut eutektik dalam (DES) tetap cair pada suhu kamar karena pembentukan ikatan hidrogen antar molekul, yang menyebabkan penurunan titik beku. Titik eutektik campuran terjadi pada komposisi molar, yang menunjukkan penurunan titik beku terkuat. DES dibuat dari campuran garam dan senyawa lain yang berperan sebagai pemberi donor hidrogen. Cairan yang terbentuk akan tetap berwujud cairan bening walaupun dibiarkan mendingin hingga temperatur kamar. Hal ini yang membuktikan titik eutektik telah tercapai, yang ditunjukkan dengan titik beku cairan berada jauh di bawah titik beku komponen-komponennya.

DES berbasis K_2CO_3 -Gliserol disintesis dengan mencampurkan K_2CO_3 yang bertindak sebagai penerima donor hidrogen dan gliserol yang berlaku sebagai donor hidrogen. Diyakini bahwa K_2CO_3 dan gliserol adalah pasangan zat yang

berinteraksi kuat, maka setelah pemanasan dan pengadukan dalam waktu tertentu, akan terbentuk cairan bening yang menunjukkan bahwa seluruh K_2CO_3 -nya larut dalam gliserol.

Pada penelitian ini, DES K_2CO_3 -Gliserol terbentuk setelah proses pemanasan $80^\circ C$ dan kecepatan pengadukan yang dibuat menurun bertahap mulai dari 400 rpm hingga 50 rpm. Cairan homogen dan transparan diperoleh setelah 6 jam 30 menit. Bahan baku DES K_2CO_3 -Gliserol sementara masih menggunakan K_2CO_3 mutu reagen dan mutu teknis (komersial), sedangkan gliserol yang dipakai mutu industri dengan kemurnian 99,7%. Sebelum reaksi, kalium karbonat terlebih dahulu dipanaskan dalam oven untuk memastikan kalium karbonat tidak berhidrat. Larutan eutektik dalam K_2CO_3 – gliserol disintesis dengan nisbah molar Gliserol : K_2CO_3 bervariasi.

Karakteristik DES K_2CO_3 – Gliserol yang dihasilkan menunjukkan bahwa terbentuk cairan berwarna bening dengan titik beku $-10^\circ C$ (ASTM D2386), densitas $1,4594 g/cm^3$ (ASTM D891), pH 13,62 (PO/PK/12), dan viskositas 61686,80 cP (Brookfield). Dengan nilai pH tersebut jelas bahwa cairan DES K_2CO_3 -Gliserol bersifat basa kuat.

Ujicoba penggunaan larutan eutektik dalam (DES) K_2CO_3 – gliserol untuk produksi biodiesel dalam skala laboratorium menunjukkan bahwa (DES) K_2CO_3 – Gliserol efektif dipakai sebagai katalis dalam metanolisis Refined Bleached Deodorized Palm Oil (RBDPO). Biodiesel yang dihasilkan mencapai yield 98,49%, dengan kadar Total Gliserol 0,15%. Hal ini dicapai melalui reaksi transesterifikasi satu tahap dengan kondisi proses yang umum digunakan di pabrik-pabrik biodiesel. Hasil uji mutu (Lemigas) menunjukkan bahwa biodiesel yang dihasilkan telah memenuhi SNI 7182:2015 dibuktikan dari terpenuhinya semua parameter uji (23 parameter) sesuai SK Dirjen EBTKE No Nomor 189 K/10/DJE/2019. Dari capaian Grant Riset Sawit tahun pertama ini, peneliti akan menguji lanjut efektivitas DES K_2CO_3 – gliserol dari bahan baku yang berasal dari limbah padat kelapa sawit dan produk samping produksi biodiesel, serta pengembangannya dalam rangka integrasi di pabrik-pabrik biodiesel.

TEKNOLOGI KATALIS BERBASIS KELAPA SAWIT UNTUK INDUSTRI BIODISEL

Perjanjian No. PRJ-22/DPKS/2020



DR. SUSILA ARITA, DR. LEILY NURUL KOMARIAH, DR. FITRI HADIAH, DKK

11

KAJIAN KELAYAKAN PEMANFAATAN MINYAK NABATI MURNI UNTUK PLTD

Oleh :

M. Indra Al Irsyad, PhD,
Arfie Ikhsan Firmansyah,
Dian Galuh Cendrawati,
Ikrar Adilla,
Dedi Suntoro,
Ragil Darmawan, dkk

Diversifikasi energi di sektor pembangkit listrik difokuskan untuk mengurangi penggunaan bahan bakar minyak (BBM) di PLTD. Salah satu energi terbarukan yang potensial untuk dimanfaatkan adalah bahan bakar nabati (BBN) berbasis **crude palm oil** (CPO). Kegiatan ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan pemanfaatan minyak nabati murni sebagai bahan bakar di PLTD. Analisis dilakukan secara komprehensif melalui 3 pendekatan yaitu penyusunan database PLTD, uji coba penggunaan BBN di PLTD, dan penyusunan rantai pasok CPO ke PLTD.

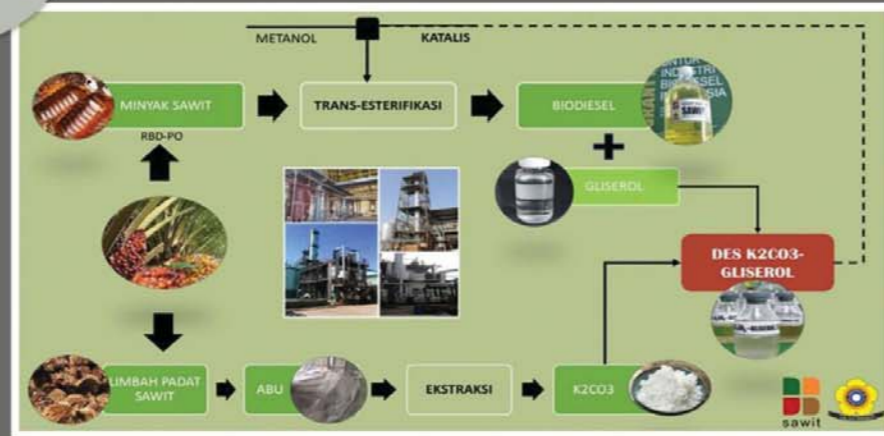
Penyusunan database PLTD menggunakan data Direktorat Jenderal Ketenagalistrikan dan PT. PLN (Persero). Jumlah PLTD tipe mesin HSD mencapai 4.645 unit dengan total kapasitas 3.644,5 MW. PLTD yang menggunakan MFO sebanyak 341 unit dengan total kapasitas 1.125,3 MW. Produksi listrik dari PLTD terus menurun sejak 2014 sehingga akibatnya konsumsi BBM oleh PLTD juga mengalami penurunan. Jumlah pemakaian BBM di PLTD akan terus berkurang dengan adanya rencana konversi 200 unit PLTD dengan total kapasitas 225 MW dengan energi terbarukan, seperti energi surya, energi angin, energi air, dan biomassa.

Uji operasi dilakukan pada CPO dengan 4 kualitas berbeda yaitu 2 sampel CPO, **degummed** CPO, dan **bleached** palm oil (BPO). Uji operasi tersebut kemudian dibandingkan dengan hasil uji operasi menggunakan B30 terkait SFC, emisi, **oil dilution**, rating komponen dalam mesin, kondisi pompa injeksi, dan analisis deposit. Nilai SFC ketika menggunakan B30 sesuai dengan spesifikasi PLTD yaitu sebesar 6 L /h pada beban maksimum. SFC tersebut 22,2% lebih rendah dibandingkan SFC ketika menggunakan **degummed** CPO dan 20% lebih rendah dibandingkan SFC ketika menggunakan CPO dan BPO. Akibatnya, penggunaan BBN memerlukan bahan

KATALIS METANOLIS



Dikjita (2005, 2008) → katalis ester dari metanolisis merupakan ester ester hasil bukarahan dan metanolisis, melarutkan ion gliserolat (atau gliserida) dan ion enolat. Ion gliserolat selanjutnya membangkitkan ion enolat melalui reaksi langsung dengan gliserida.



DEEP EUTECTIC SOLVENT [DES]



SINTESIS DEEP EUTECTIC SOLVENT (DES) K₂CO₃-GLYCEROL



HASIL UJI EFEKTIVITAS KATALIS

PERBANDINGAN DES DARI VARIASI SUMBER K₂CO₃

DESKRIPSI	DES VERSI A	DES VERSI B	DES VERSI C
VISUAL GABUNG K ₂ CO ₃ DAN DES K ₂ CO ₃ -GLISEROL			
SUMBER K ₂ CO ₃	MUTU REAGEN (MERCK/SAMRAT LAB)	MUTU TEKNIK	HASIL EKSTRAKSI ABU SANDAN KOSONG (PENGAMBARAN 600-700 °C)
KADAR KEMURNIHAN K ₂ CO ₃	99,9%	90-97%	65-73 %
WAKTU SINTESIS MENCAIR/TITIK EUTECTIC	5 JAM 4 JAM 30 MENIT	4-6 JAM	4-6 JAM
WISUDU FISIK	JERINJH/TRANSPARAN, TIDAK BERWARNA, TAPI TIDAK TRANSPARAN	TIDAK BERWARNA, TAPI TIDAK TRANSPARAN	KERUH
(DUR REFRIGERASI) PADA SUHU -3 °C (+/- PP GLISEROL)	TETAP CAIR, DAPAT MENGALIR (JERINJH CEPAT)	TETAP CAIR, DAPAT MENGALIR	TETAP CAIR, DAPAT MENGALIR
UJI EFEKTIVITAS PADA METANOLISIS RBDPO	BERHASIL	BERHASIL	SEDIANG DIKERJAKAN

KONDISI OPERASI TERBAIK

Tahapan Trans-esterifikasi	1 tahap
Katalis	DES K ₂ CO ₃ - Gliserol
Katalis	1,2% (4% - 5)
Temperatur reaktor	65 °C
Bahan Baku/Minyak Kecepatan peragadulan	RBD-PO 450 rpm
Rasio metanol : minyak	7,5 : 1 (20% - 5)
Waktu Reaktor	4 jam

HASIL UJI EFEKTIVITAS KATALIS



e-mail: susilaarita@ft.unsri.ac.id
+628127128294



LABORATORIUM REKAYASA ENERGI FAK. TEKNIK UNSRI
Fakultas Teknik Unsri, Jl. Raya Prabumulih Km. 32
Indralaya Ogan Ilir, Sumsel

bakar lebih banyak untuk produksi listrik. Dibandingkan B30, penggunaan BBN mempunyai emisi NOx yang lebih rendah namun emisi CO dan CO₂ yang lebih tinggi. Penggunaan BBN juga akan membentuk deposit yang lebih banyak pada bagian mesin, yaitu *skirt piston, top piston, head cylinder, valve,* dan *injector*.

Penyusunan rantai pasok difokuskan pada PLTD yang menggunakan MFO. Untuk mengantisipasi perubahan harga di masa depan, analisis optimasi menggunakan analisis sensitivitas untuk melihat seberapa besar pengaruh perubahan harga CPO dan MFO terhadap penggunaan BBN murni. Kelayakan ekonomi penggunaan CPO di PLTD lebih sensitif terhadap perubahan harga CPO dibandingkan harga MFO. Sebagai contoh, penurunan harga CPO sebesar 50% akan membuat 53,97% PLTD lebih ekonomis menggunakan CPO. Sebaliknya, kenaikan harga MFO sebesar 50% belum membuat CPO layak digunakan secara ekonomis pada salah satu PLTD yang dianalisis. Berdasarkan hasil analisis sensitivitas tersebut, usulan prioritas PLTD yang perlu dikonversi terlebih dahulu menjadi PLTBn adalah PLTD yang berada di Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tenggara, Sumatera Utara, NTB, dan Lampung. Program konversi baru layak dilakukan pada saat harga MFO naik 70% atau harga CPO turun/ disubsidi hingga 40% harga CPO saat ini. PLTD di Kalimantan baru ekonomis menggunakan CPO jika harga MFO naik 50% dan harga CPO turun 70% karena harga MFO di Kalimantan sangat rendah, yaitu Rp 2.808 /kWh sedangkan harga MFO rata-rata nasional di 2019 adalah Rp 6.427 /kWh.



KAJIAN KELAYAKAN PEMANFAATAN MINYAK NABATI MURNI UNTUK PLTD

Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit
Kementerian Keuangan
Tahun 2021

Maksud dan Tujuan

Maksud dari kegiatan ini adalah untuk melakukan kajian kelayakan penggunaan minyak sawit untuk PLTD secara komprehensif dari aspek teknis, dan finansial. Tujuan kegiatan adalah memverifikasi kelayakan penggunaan minyak sawit sebagai bahan bakar PLTD serta menyiapkan pola rantai pasokan minyak sawit serta program konversi.

Ruang Lingkup

- Ruang lingkup kegiatan terdiri dari:
- Melakukan uji operasi PLTD menggunakan minyak sawit (dalam rangka memastikan terkait biaya operasional dan pemeliharaan);
 - Menyusun database PLTD dan pola suplai BBM eksisting;
 - Menyusun pola/ rantai pasokan minyak sawit untuk PLTD yang prospek;
 - Mengidentifikasi dan menganalisis PLTD yang perlu diprioritaskan untuk menggunakan minyak sawit;
 - Menyusun program konversi;
 - Menyusun skenario pembiayaan/ pendanaan pemanfaatan minyak sawit untuk PLTD.

Keluaran

- Hasil yang diharapkan dari kajian ini adalah:
- Data teknis hasil pengujian (karakteristik minyak sawit sebagai bahan bakar dan data kinerja mesin) dan data biaya yang diperlukan untuk penggunaan minyak sawit untuk PLTD;
 - Data prioritas PLTD untuk dikonversi ke PLTBn minyak sawit dan kebutuhan biaya investasi infrastruktur tambahan;
 - Rekomendasi pola rantai pasokan minyak sawit untuk PLTD yang akan dikonversi menjadi PLTBn minyak sawit dan mekanisme penetapan pemasok minyak sawit;
 - Rekomendasi tahapan pelaksanaan konversi PLTD menjadi PLTBn minyak sawit;
 - Rekomendasi skema pembiayaan infrastruktur dan insentif yang diperlukan.

Metodologi

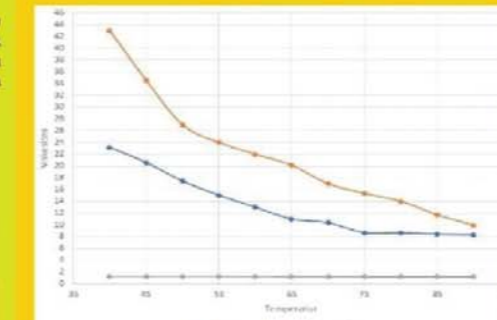


Gambar 1. Tahapan kajian kelayakan

Tabel 1. Data Teknis Sample

Parameter	SNI B1-2001 2006 CPO	CPO01	CPO02	BPO	CPO03
Jumlah (kg)		3.000	3.000	3.500	3.500
Certificate of Analysis (COA)					
FFA (%)	<5,00	3,95	3,28	3,88	3,84
Moisture & Impurities (%)	<0,5	0,236	0,126	0,05	0,26
Color 514° Lov	<25 Rad	21,21	22,22	16	21 rad
Color 514° Lov (Red/Yellow/Blue)					rad
Peroxide Value (mEq/kg)	<5,0	1,24	2,45	0,22	1,36
Iodine value (Wijs) (g/100 gr)	51 – 55	51,71	51,08	53,38	51,5

HASIL PENELITIAN



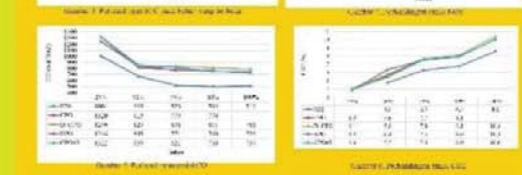
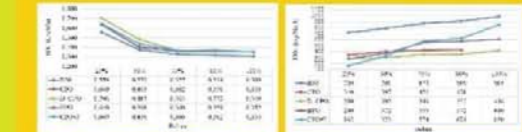
Gambar 2. Hasil uji viskositas

Tabel 2. Perbandingan hasil uji karakteristik dagummed CPO, CPO, dan BPO

No.	Parameter	Unit	Plat	PlatBn	CPO1	CPO2	BPO	CPO3
1	Asap per jam	kg/jam	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2	Emisi Dioksida pada 30°C	ppm/v	46,60	36,80	35,71	28,12	35,46	35,28
3	Asap Panas	°C	262,56	-	2,22	296,1	229	221,9
4	Partikel (Berkas) per jam	% vol	0,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
5	Asap Hitam	% vol	0,02	0,00	0,20	0,02	0,30	0,10
6	Kelembaban	mg/kg	36,00	25,50	0,70	0,81	0,81	1,8
7	Asap Putih	mg/kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
8	Asap Hitam	mg/kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
9	Asap Putih	mg/kg	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
10	Asap Hitam	% vol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
11	Asap Putih	% vol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12	Asap Hitam	% vol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
13	Asap Putih	% vol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
14	Asap Hitam	% vol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
15	Asap Putih	% vol	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabel 3. Perbandingan hasil uji laboratorium

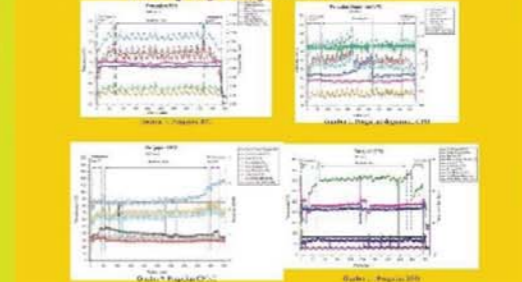
Parameter	SNI 8400-2002	Indonesian	Indonesian	Indonesian	Indonesian	Indonesian
Masa simpan pada 40 °C, hari	120 - 180	120	120	120	120	120
Yakinkan kesesuaian, % (M)	0,00	27,39	25,7	28,87	2,28	25,8
Kadar senyawa lain, % (M)	0,00	0,22	0,01	0,29	0,21	0,01
Asap hitam, mg (M)	0,00	11,2	0,00	10,1	11,07	0,00
Asap putih, mg (M)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kadar air, % (M)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kadar abu, % (M)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Kadar sulfur, % (M)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Tabel 4. Perbandingan biaya uji operasi selama 500 jam

Keterangan	BBN	Dagummed CPO	CPO02	BPO	CPO03
- Bahan bakar (t)	2.400,9	3.576,4	2.949,0	2.920,0	2.919,0
- Filter mesin (unit)	1	53	14	13	12
- Filter rasor (unit)	-	8	9	6	6
- Listrik pre-heat (kWh)	-	672	770	709	719

Hasil uji unjuk kerja selama 500 Jam



PETA RANTAI PASOK TERHADAP BAHAN BAKAR PEMANFAATAN CPO (Sampel 26 Mei 21)

No.	PLTD	Wilayah	PLTD	Wilayah	PLTD	Wilayah	PLTD	Wilayah
1	PLTD 1	Sulawesi Selatan	PLTD 2	Sulawesi Tengah	PLTD 3	Sulawesi Tenggara	PLTD 4	Sulawesi Tenggara
2	PLTD 5	Sulawesi Tenggara	PLTD 6	Sulawesi Tenggara	PLTD 7	Sulawesi Tenggara	PLTD 8	Sulawesi Tenggara
3	PLTD 9	Sulawesi Tenggara	PLTD 10	Sulawesi Tenggara	PLTD 11	Sulawesi Tenggara	PLTD 12	Sulawesi Tenggara
4	PLTD 13	Sulawesi Tenggara	PLTD 14	Sulawesi Tenggara	PLTD 15	Sulawesi Tenggara	PLTD 16	Sulawesi Tenggara
5	PLTD 17	Sulawesi Tenggara	PLTD 18	Sulawesi Tenggara	PLTD 19	Sulawesi Tenggara	PLTD 20	Sulawesi Tenggara
6	PLTD 21	Sulawesi Tenggara	PLTD 22	Sulawesi Tenggara	PLTD 23	Sulawesi Tenggara	PLTD 24	Sulawesi Tenggara
7	PLTD 25	Sulawesi Tenggara	PLTD 26	Sulawesi Tenggara	PLTD 27	Sulawesi Tenggara	PLTD 28	Sulawesi Tenggara
8	PLTD 29	Sulawesi Tenggara	PLTD 30	Sulawesi Tenggara	PLTD 31	Sulawesi Tenggara	PLTD 32	Sulawesi Tenggara
9	PLTD 33	Sulawesi Tenggara	PLTD 34	Sulawesi Tenggara	PLTD 35	Sulawesi Tenggara	PLTD 36	Sulawesi Tenggara
10	PLTD 37	Sulawesi Tenggara	PLTD 38	Sulawesi Tenggara	PLTD 39	Sulawesi Tenggara	PLTD 40	Sulawesi Tenggara

Penyusunan rantai pasok difokuskan pada PLTD yang menggunakan MFO. Hasil analisis optimasi sangat dipengaruhi oleh harga CPO dan harga MFO. Untuk mengantisipasi perubahan harga di masa depan, analisis optimasi menggunakan analisis sensitivitas untuk melihat seberapa besar pengaruh perubahan harga CPO dan MFO terhadap penggunaan BBN murni. Kelayakan ekonomi penggunaan CPO di PLTD lebih sensitif terhadap perubahan harga CPO dibandingkan harga MFO. Sebagai contoh, penurunan harga CPO sebesar 50% akan membuat 53,97% PLTD lebih ekonomis menggunakan CPO. Sebaliknya, kenaikan harga MFO sebesar 50% belum membuat CPO layak digunakan secara ekonomis pada salah satu PLTD yang dianalisis.

Berdasarkan hasil analisis sensitivitas, usulan prioritas PLTD yang perlu dikonversi terlebih dahulu menjadi PLTBn adalah PLTD yang berada di Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Tenggara, Sumatera Utara, NTB, dan Lampung. Program konversi baru layak dilakukan pada saat harga MFO naik 70% atau harga CPO turun/ disubsidi hingga 40% harga CPO saat ini. PLTD di Kalimantan baru ekonomis menggunakan CPO jika harga MFO naik 50% dan harga CPO turun 70% karena harga MFO di Kalimantan sangat rendah, yaitu Rp 2.808 /kWh sedangkan harga MFO rata-rata nasional di 2019 adalah Rp 6.427 /kWh. Akan tetapi, Kalimantan merupakan wilayah penghasil CPO yang besar dan umumnya, perkebunan sawit berada di wilayah yang jauh dari sistem tenaga listrik utama. Oleh karena itu, PLTD terisolir di Kalimantan juga prospek masuk dalam program konversi pada saat harga CPO turun atau disubsidi setidaknya 40% dari harga saat ini. BBN yang digunakan cukup berupa CPO karena penggunaan CPO yang telah diolah menjadi dagummed CPO dan BPO tidak membuat hasil uji operasi lebih baik.

Pendanaan biaya investasi program konversi PLTD ke PLTBn dapat memanfaatkan dana dari pasar karbon. Pemerintah saat ini sedang menyiapkan pasar karbon menggunakan skema *cap and trade* pada pasar dengan harga karbon sekitar Rp 30 per ton CO₂. Sumber pendanaan lain adalah Badan Pengelola Dana Lingkungan Hidup (BPDLH) di Kementerian Keuangan yang memberikan layanan pembiayaan investasi lingkungan dengan tarif sebesar 0% - 8% dana pembiayaan. Pembiayaan program konversi tersebut juga dapat memanfaatkan *Green Climate Fund (GCF)* yang diwakili oleh Badan Kebijakan Fiskal (BKF) sebagai *National Designated Authority (NDA)* di Indonesia.

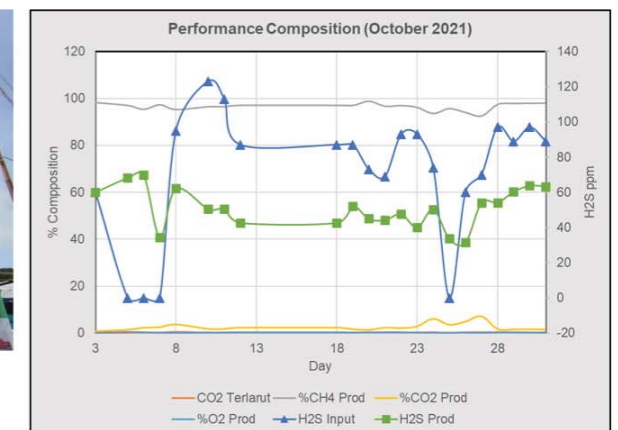
12

DEMONSTRASI TEKNOLOGI PEMURNIAN BIOGAS MENJADI BIOMETANA UNTUK BAHAN BAKAR KENDARAAN (BBG) VIA ABSORPSI CO₂ DENGAN AIR

Oleh :

Anggit Raksajati,
Danu Ariono,
Tri Partono Adhi,
Andreas Widodo,
dan Wibawa Hendra
Saputera

Palm oil milling effluent (POME) merupakan limbah cair proses produksi minyak kelapa sawit (COD POME > 40 g/L). POME dapat dikonversi secara anaerobik menjadi biogas (campuran CH₄ dan CO₂) yang dapat dimurnikan lebih lanjut untuk memenuhi spesifikasi bahan bakar gas (BBG) dengan mengurangi kadar CO₂ (< 5%) melalui proses absorpsi dengan air pada tekanan tinggi (9-10 bar). Penelitian ini bertujuan untuk mendemonstrasikan teknologi pemurnian biogas menjadi biometana untuk BBG via absorpsi CO₂ dengan air pada skala kapasitas laju alir biogas 60 m³/jam (10% dari kapasitas tipikal PKS). Peralatan skala pilot ini dipasang di fasilitas Badan Riset Nasional (BRIN) Pilot PTBg Terantam, Kasikan, Tapung Hulu, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Lingkup alat dimulai dari H₂S Scrubber, Unit Pemurnian Biogas, hingga kompresor pengisian tabung.



Measures	Instrument	Control	Calibration
CH ₄	96.06%	CO ₂	2.23%
O ₂	0.09%	H ₂ S	58 ppm

Hasil demonstrasi penelitian skala pilot ini akan digunakan untuk penyusunan dokumen **basic design** dan **process engineering design package** bersama dengan perusahaan EPC lokal, sehingga teknologi ini dapat diterapkan dan dikonstruksi di PKS di Indonesia. Desain dan instalasi dilakukan pada tahun pertama penelitian, kemudian dilanjutkan

**BIOMATERIAL /
OLEOKIMIA** ➤

dengan commissioning pada April-Juni 2021. Setelah unit mencapai performa yang diharapkan, unit dioperasikan secara kontinu pada Agustus-Desember 2021.

Unit pemurnian biogas secara stabil mampu memproduksi biometana dengan CO₂ < 5% yang memenuhi spesifikasi bahan bakar gas yang ditetapkan (SNI 8204:2016) dan juga baku mutu biogas bertekanan (SNI 8019:2014). Tahap akhir penelitian ini adalah pengujian produk biometana pada truk converter BBG yang rencananya dilakukan pada November-Desember 2021 di lokasi penelitian (PLTBg Terantam).

Manfaat dari penelitian ini adalah:

- BBG yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan bakar truk perkebunan sawit dengan memasang konverter gas seperti halnya BBG dari gas alam.
- Pabrik kelapa sawit dengan kapasitas 60 ton/jam berpotensi menghasilkan 600 Nm³/jam biogas, yang dapat diolah menjadi 360 Nm³/jam biometana, yang setara dengan 8350 Lsp/hari (Liter setara Premium)



DEMONSTRASI TEKNOLOGI PEMURNIAN BIOGAS MENJADI BIOMETANA UNTUK BAHAN BAKAR GAS (BBG) VIA ABSORPSI CO₂ DENGAN AIR

Riset Grant Sawit K18.2

Kelompok Periset: Biomaterial
LPPM ITB

Anggit Raksajati, S.T., Ph.D.

Prof. Dr. Ir. Danu Ariono

Ir. Tri Partono Adhi, Ph.D.

Dr. Andreas Widodo

Wibawa Hendra Saputera, S.Si., M.Sc., Ph.D.



Palm oil milling effluent (POME) merupakan limbah cair produksi minyak kelapa sawit (COD > 40g/L). POME dapat dikonversi secara anaerobik menjadi biogas (CH₄ dan CO₂) yang dapat dimurnikan lanjut untuk memenuhi spesifikasi bahan bakar gas (BBG) dengan mengurangi kadar CO₂ (< 5%) melalui proses absorpsi dengan air pada tekanan tinggi (9-10 bar).

Tujuan & Ruang Lingkup Penelitian:

- Mendemonstrasikan teknologi pemurnian biogas menjadi biometana untuk BBG via absorpsi CO₂ dengan air pada kapasitas pilot (umpan biogas = 60 Nm³/jam).
- Penelitian dilaksanakan di Pilot PLTBg Terantam (BRIN) - Kab. Kampar, Riau. Fasilitas terpasang dimulai dari unit H₂S Scrubber, Unit Pemurnian Biogas, dan kompresor pengisian tabung

Hasil Penelitian:

Desain dan Instalasi

- Commissioning (April-Juni 2021)
- Operasi (Agustus-Desember 2021)



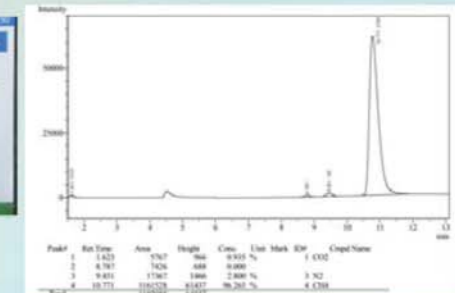
Pengujian di Truk BBG (November-Desember 2021)



Operasional (CO₂ produk < 5%)



Measure	Instrument	Control	Calibration
CO ₂	96.06	999	2.23
H ₂ S	0.09	999	58...
CO ₂ (T)	34.9		



Manfaat Penelitian:

- BBG yang dihasilkan dapat digunakan sebagai bahan bakar truk perkebunan sawit dengan memasang konverter gas seperti halnya BBG dari gas alam.
- Pabrik kelapa sawit dengan kapasitas 60 ton/jam berpotensi menghasilkan 600 Nm³/jam biogas, yang dapat diolah menjadi 360 Nm³/jam biometana, yang setara dengan 8350 Lsp/hari (Liter setara Premium)

PEMBUATAN PURWARUPA SUPERKAPASITOR DARI LIMBAH KELAPA SAWIT

Oleh :

Tirto Prakoso,
Isdiriyani Nurdin,
Hary Devianto, dan
Pramujo Widiatmoko

Penelitian Pembuatan Purwarupa Superkapasitor dari Limbah Kelapa Sawit pada Tahap III bertujuan untuk memanfaatkan limbah biomassa kelapa sawit sebagai bahan baku pembuatan karbon aktif dan material nanokarbon aktif termodifikasi **graphene** dan **carbon nanotube** (CNT) sebagai material penyusun elektroda purwarupa superkapasitor.

Prosedur yang dilakukan dalam penelitian ini antara lain produksi material nanokarbon (karbon aktif, CNT dan **graphene**), optimasi komposisi nanokarbon untuk material elektroda, optimasi jenis **current collector**, optimasi jenis elektrolit, pemilihan jenis **binder** dan pelarut, serta pembuatan berbagai tipe purwarupa superkapasitor. Komposisi nanokarbon untuk material elektroda yang terbaik diperoleh pada perbandingan karbon aktif : CNT : **graphene** adalah 70:20:10 persen massa. **Current collector** yang digunakan dalam pembuatan purwarupa superkapasitor adalah **stainless steel**, sedangkan elektrolit yang digunakan adalah KOH 6 M dan elektrolit polimer gel. **Binder** dan pelarut yang digunakan adalah **carboxy methyl cellulose** (CMC) dan air.

Pada penelitian Tahap III telah menghasilkan beberapa tipe purwarupa superkapsitor, antara lain **coin cell**, **pouch cell**, **coin cell packed module** (11 x 6 x 2 cm³) dan **pouch cell packed module** (26 x 10 x 8 cm³). Karakterisasi elektrokimia (CV, GCD dan EIS) dilakukan untuk mengetahui performa superkapasitor. Kapasitansi dan tegangan kerja yang dihasilkan untuk sel superkapasitor tunggal tipe **coin cell** dan **pouch cell** masing-masing adalah 13,2 F; 1,2 V dan 20 F; 1,2 V. Sementara itu, kapasitansi dan tegangan yang dihasilkan dari **coin cell packed module** dan **pouch cell packed module** masing-masing adalah 22 F; 3,2 V dan 6 F; 12 V. Uji durabilitas **coin cell** dilakukan pada 1000 siklus dan hasil **coulombic efficiency** stabil pada 100%.

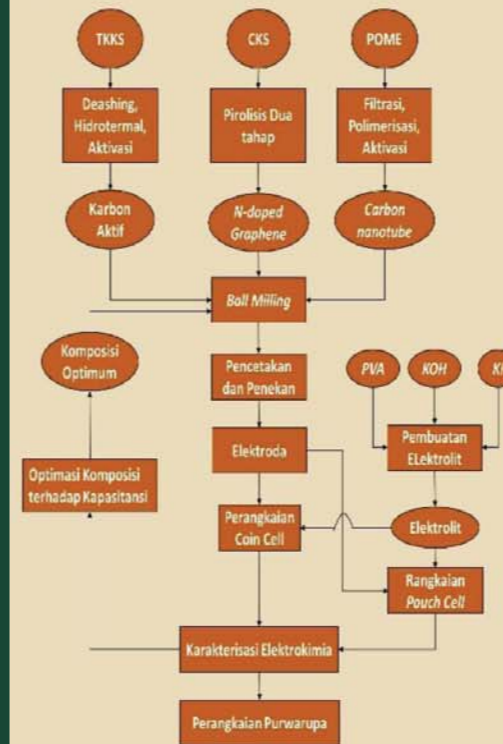
Pengujian kinerja superkapasitor dilakukan dengan mengaplikasikan superkapasitor sebagai sumber energi untuk lampu LED (20 mA; 3 V) dan penggerak dinamo kecil (700 mA; 3,2). Hasil pengujian menunjukkan bahwa superkapasitor dapat berfungsi dengan baik dan dapat bersaing dengan superkapasitor komersial.

PENDAHULUAN

Limbah biomassa kelapa sawit yang berupa tandan kosong kelapa sawit (TKKS), cangkang kosong (CKS) dan limbah cair (*palm oil mill effluent*, POME) dapat dikonversi dengan proses karbonisasi dan pirolisis menjadi produk-produk yang berupa karbon aktif, **graphene** dan **carbon nanotube** (CNT) yang bernilai tinggi. Ketiga produk tersebut cocok digunakan sebagai bahan elektroda pada superkapasitor karena memiliki konduktivitas elektrik yang tinggi, murah, dan mudah didapatkan.

METODOLOGI

Tahap penelitian pembuatan purwarupa ditunjukkan Gambar 1

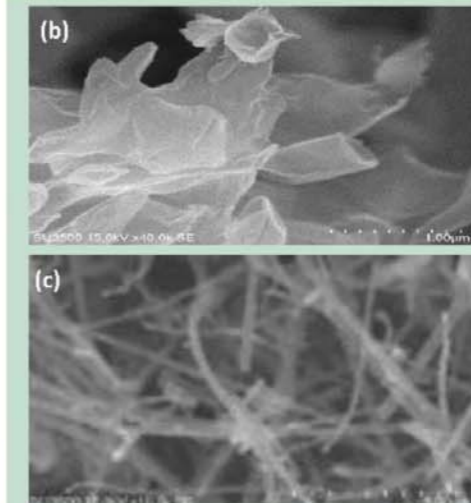
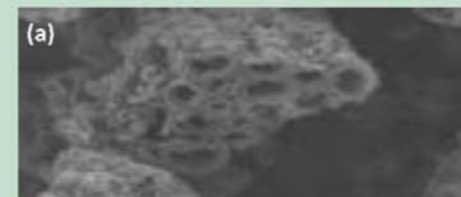


Gambar 1. Tahapan pembuatan purwarupa superkapasitor

HASIL PENELITIAN

Karakterisasi Fisik Produk Material

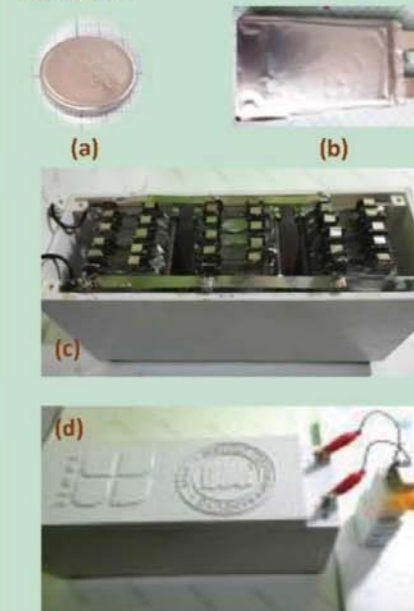
Karakterisasi morfologi produk material dilakukan dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) ditunjukkan Gambar 2.



Gambar 2. Hasil SEM produk material. (a) karbon aktif, (b) *graphene* dan (c) CNT

Produk Purwarupa

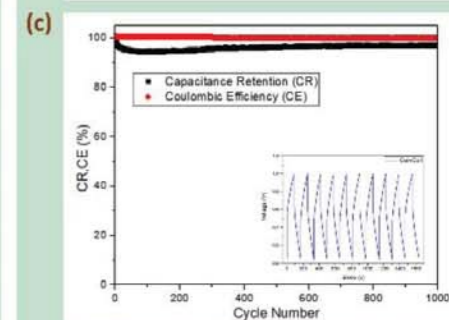
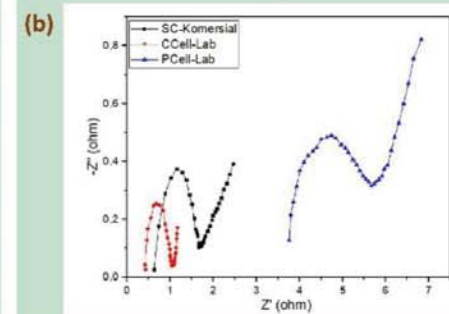
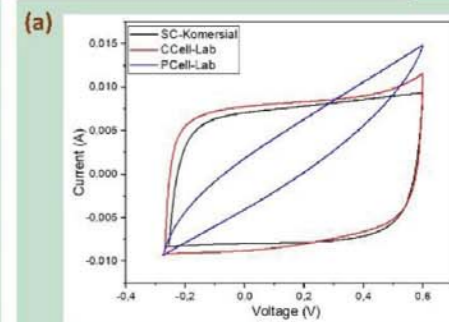
Produk superkapasitor yang dihasilkan berupa berbentuk *coin cell*, *pouch cell*, dan *packed module pouch cell* ditunjukkan Gambar 3.



Gambar 3. Produk purwarupa superkapasitor. (a) *Coin Cell* (b) *Pouch Cell* (c) Modul *Pouch Cell* dan (d) *Packed Module Pouch Cell*

Karakterisasi Elektrokimia Purwarupa Superkapasitor

Gambar 4 menunjukkan kurva karakterisasi elektrokimia yang meliputi *cyclic voltammetry* (CV), *Electrochemical Impedance Spectroscopy* (EIS), dan (c) *cyclic charge-discharge* (EIS). Superkapasitor produk laboratorium (Ccell-Lab dan Pcell Lab) mendekati produk komersial (SC-komersial)



Gambar 4. Karakterisasi elektrokimia superkapasitor komersial dan produk laboratorium. (a) Kurva CV (b) Kurva EIS dan (c) Kurva CCD produk laboratorium.

KESIMPULAN

Produk purwarupa superkapasitor berfungsi dengan baik dan memiliki kinerja yang baik. Uji durabilitas dilakukan pada 1000 siklus dengan hasil yang baik (*coulombic efficiency* 100% dan *capacitance retention* 94-96%) dan mendekati superkapasitor komersial (*coulombic efficiency* 100% dan *capacitance retention* 92-94%).

SUMBER DANA

Penelitian ini didanai oleh BDPDKS dengan kontrak No. PRJ/21/DPKS/2020



14

PENGEMBANGAN PROSES PERENKAHAN MINYAK SAWIT MENJADI BIOBTX

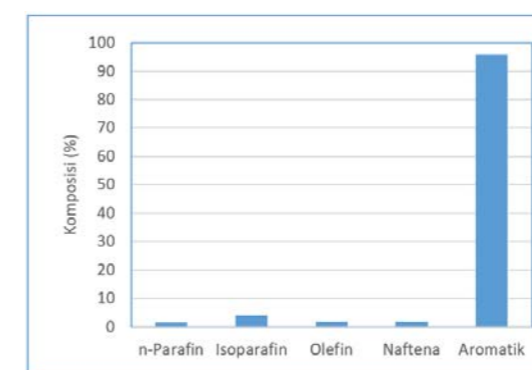
Oleh :

IGBN Makertihartha,
Subagjo, Melia Laniwati,
CB Rasrendra,
Maria Ulfah,
Haryo Pandu Winoto,
Budiyanto, Rino Mukti,
Grandprix M. T. Kadja,
dan Fadhli

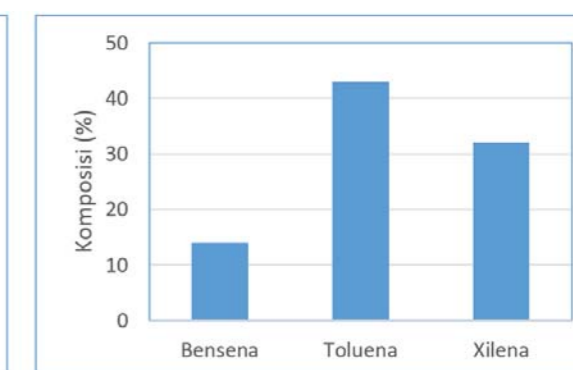
Bensena-Toluena-Xilena (BTX) adalah bahan aromatik yang merupakan bahan baku dari banyak sekali produk-produk akhir yang digunakan oleh masyarakat, seperti pelarut, plastik, karet, polyester, nilon, bahan pencampur dalam seluruh produk rumah tangga seperti sabun, sampo, deterjen, cairan pembersih, dan banyak lagi yang lainnya.

Indonesia memproduksi 1.663.000 ton BTX/tahun, sementara itu kebutuhan Indonesia akan BTX untuk berbagai keperluan sebesar 2.565.000 ton BTX/tahun. Dengan demikian, Indonesia harus mengimport 902.000 ton BTX/tahun. Sementara itu, Indonesia menghasilkan 48 juta ton CPO/tahun yang memberikan peluang yang sangat besar untuk mensubstitusi sebagian import BTX Indonesia jika sebagian dari CPO Indonesia dikonversi menjadi BioBTX.

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat ITB, Pusat Rekayasa Katalisis ITB dan Laboratorium Teknik Reaksi Kimia dan Katalisis ITB, bekerja sama dengan BPDPKS



Komposisi Crude BTX



Perbandingan Bensena-Toluena-Xilena pada Crude BTX

mengembangkan proses dan katalis yang dapat mengkonversi minyak sawit menjadi BioBTX. Tujuan pengembangan ini adalah: mengembangkan katalis untuk mengkonversi minyak sawit menjadi BioBTX, dan mengembangkan teknologi proses perengkahan dan aromatisasi minyak sawit menjadi BioBTX. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar bagi pengembangan proses ini pada skala komersial.

Kegiatan pengembangan berhasil merancang katalis berbasis zeolite dan proses konversi minyak sawit menjadi BioBTX yang berkinerja sangat baik dalam memproduksi BioBTX. Gambar 1 dan Gambar 2 memperlihatkan komposisi BioBTX dan perbandingan bensena-Toluena-Xilena dalam crude BTX.

Proses yang dikembangkan berhasil mengkonversi minyak sawit menjadi BioBTX dengan perolehan crude BioBTX sebesar 50%, dan kandungan senyawa aromatik dalam crude BioBTX mencapai 95-98%, dan kandungan BTX sebesar 88-91%. Sementara itu komposisi Bensena, Toluena dan Xilena dalam Crude BTX berturut-turut adalah 14%, 43,7% dan 31,7%. Hasil dari pengembangan ini diharapkan dapat menjadi dasar pengembangan berikutnya yang menysasar kegiatan hilirisasi proses yang pada gilirannya dapat mensubstitusi import BTX Indonesia yang saat ini sangat tinggi.

PENGEMBANGAN PROSES PERENKAHAN MINYAK SAWIT MENJADI BIO-BTX

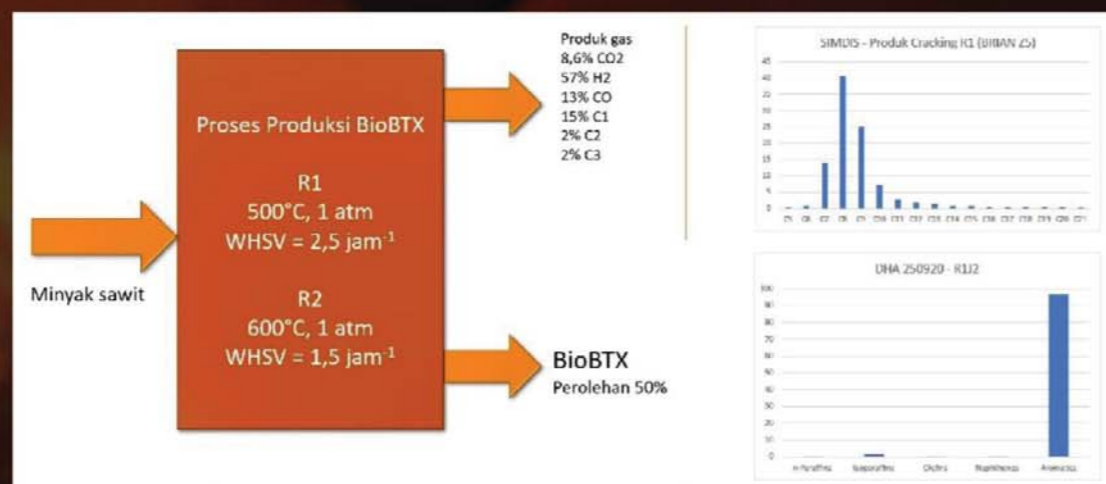
LATAR BELAKANG

Sebagian besar kebutuhan senyawa aromatik Indonesia masih dipenuhi dengan cara mengimpor dari luar negeri. Kapasitas produksi BTX Indonesia saat ini adalah 1.663.000 ton/tahun, sementara kebutuhan BTX Indonesia adalah 2.565.000 ton/tahun. Sehingga impor senyawa aromatik Indonesia saat ini diperkirakan bernilai 1016 juta USD.

Komoditas	Produksi (Kton/th)	Permintaan (Kton/th)	Kekurangan (Kton/th)	Harga Nop 2020 (USD/Kton)
Benzena	120	400	280	740.000
Toluena	800	1200	400	830.000
Paraxylene	200	1100	900	1.130.000

Hal ini menyebabkan bahwa Indonesia membutuhkan suatu cara untuk dapat memenuhi permintaan aromatik dalam negeri dengan memanfaatkan sumber daya terbarukan. Senyawa aromatik dapat diproduksi melalui proses perengkahan trigeliserida yang merupakan komponen utama pembentuk minyak nabati (minyak sawit).

METODOLOGI DAN HASIL PENELITIAN



KESIMPULAN

- Proses untuk mengkonversi minyak sawit menjadi *crude* BTX berhasil dirancang.
- Perolehan *crude* BTX 50%, dengan kandungan BTX dalam *crude* 96,8%.

15

PEMANFAATAN GLYCERINE PITCH LIMBAH INDUSTRI OLEOKIMIA MENJADI PRODUK BERNILAI JUAL TINGGI

Oleh :

Jenny Rizkiana,
Dwiwahju Sasongko,
Ardiyan Harimawan,
Meiti Pratiwi, Astri Nur
Istyami, Atmy Verani,
dan Aghietyas Choirun
Az Zahra

Glycerine pitch merupakan limbah hasil proses pemurnian gliserol sebagai produk samping dalam proses transesterifikasi dan hidrolisis di pabrik oleokimia. **Glycerine pitch** dikategorikan sebagai limbah B3 sehingga produsen harus mengeluarkan biaya lebih untuk mengolah limbah tersebut. Dengan biaya pengolahan yang tinggi yaitu 400 USD per ton maka produsen harus mengolah limbah ini menjadi produk yang lebih bermanfaat sehingga dapat mengurangi biaya atau bahkan dapat memberikan tambahan pendapatan. Penelitian ini digunakan untuk menentukan cara alternatif dalam penanganan **glycerine pitch** sebagai limbah B3 yang dihasilkan oleh pabrik olekimia. Terdapat dua cara alternatif yang dilakukan dalam penelitian ini. Pendekatan pertama adalah untuk merumuskan metode serta rasio pencampuran **glycerine pitch** dengan bitumen untuk menghasilkan bahan perekat aspal yang sesuai dengan standar untuk bahan perekat aspal tipe **warm mix**. Untuk mencapai hal tersebut, bahan perekat aspal yang sudah dibuat akan diukur dengan metode uji penetrasi (SNI 2456-2011), uji titik lembek (SNI 2434-2011) dan uji viskositas kemudian menguji bahan perekat yang telah dihasilkan sebelumnya dengan metode marshall. Pendekatan yang kedua adalah dengan memanfaatkan komponen berharga dalam **glycerine pitch** atau mengolah kembali **glycerine pitch** agar menjadi produk bernilai jual. Proses yang dilakukan adalah ekstraksi **glycerine pitch** dengan menggunakan pelarut. Pelarut yang digunakan akan beragam dari bersifat polar hingga non-polar sehingga dapat diketahui jenis pelarut mana yang lebih baik. Prosedur ini juga akan memformulasikan prosedur yang optimal seperti waktu ekstraksi, kecepatan pengadukan, dan rasio pelarut terhadap sampel. Usai diekstraksi, sampel organik yang terkumpul akan dianalisa dengan menggunakan **High Performance Liquid Chromatography** (HPLC) untuk menentukan komposisi komponen organiknya.

Penelitian tahun pertama menunjukkan hasil yang cukup menjanjikan. Untuk pendekatan pertama pada penggunaan **Glycerine pitch** sebagai bahan perekat aspal, **Glycerine pitch** bisa menggantikan aspal bitumen fosil hingga 10 – 20% dengan tetap mempertahankan sifat-sifat fisik sesuai dengan standar yang ditetapkan. Namun demikian, penelitian lebih lanjut perlu dilakukan untuk memastikan bahwa sifat-sifat fisik yang didapat itu dapat bertahan dalam jangka panjang dan dalam kondisi yang ekstrem sesuai dengan kondisi nyata di lapangan.

Untuk pendekatan kedua, hasil penelitian menunjukkan bahwa proses ekstraksi mampu menjumpuk bahan berharga dari **Glycerine pitch** berupa poligliserol. Poligliserol ini merupakan suatu senyawa yang memiliki potensi tinggi sebagai agen pengental bahan pangan atau pun sebagai pengganti poli etilen glikol (PEG) yang selama ini dibuat dari sumber daya fosil. Dari hasil-hasil yang didapat dari penelitian tahun pertama ini, dapat disimpulkan bahwa pemanfaatan **Glycerine pitch** memiliki prospek yang baik karena jika diaplikasikan secara luas, teknologi ini akan mendukung transformasi industri oleokimia menuju ke arah ekonomi sirkular yang juga akan mendukung pembangunan yang berkelanjutan.

Pemanfaatan Glycerine Pitch Limbah Industri Oleokimia Menjadi Produk Bernilai Jual Tinggi

Glycerine Pitch (GP)

Merupakan limbah pemurnian gliserin menjadi gliserin *pharmagrade* melalui proses distilasi *glycerine pitch* tergolong ke dalam limbah B3 yang harus diolah secara khusus.



Tiap tahunnya, Indonesia menghasilkan sekitar 650 ribu ton crude glycerol hasil industri biodiesel dan oleokimia.

Pemurnian crude glycerol menghasilkan *glycerine pitch* yang bersifat B3.

650.000 ton crude glycerol



GP menyerupai Bitumen dan mengandung asam lemak
Residu gliserol yang berpotensi menjadi poli gliserol

Potensi Menunjukkan

- ✓ Glycerine pitch sebagai aditif pada campuran aspal
- ✓ Senyawa bernilai tinggi dari glycerine pitch dari proses pemurnian glycerol

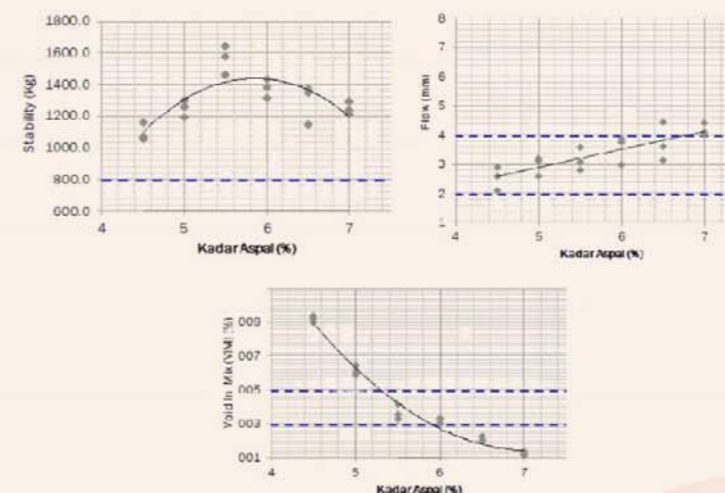
Metode Pendekatan 1 (Untuk campuran aspal)



Metode Pendekatan 2 (Ekstraksi GP)



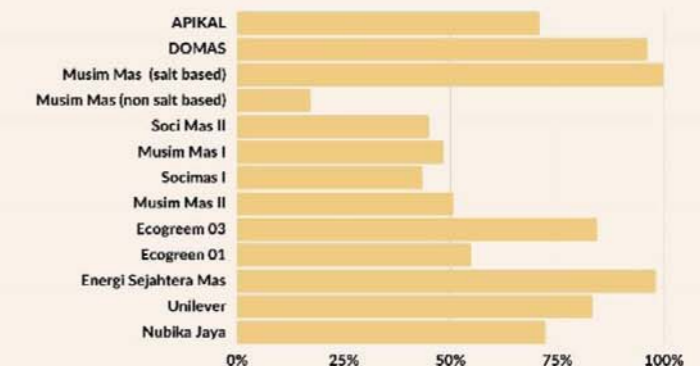
Pendekatan 1 (Untuk campuran aspal)



"Penambahan GP pada kadar tertentu bisa menghasilkan aspal dengan kualitas yang memenuhi standar SNI"

Hasil

Pendekatan 2 (Ekstraksi GP)



"Proses ekstraksi seluruh sampel glycerine pitch dengan menggunakan kondisi operasi ini mampu untuk menghasilkan yield senyawa organik yang cukup tinggi. Yield senyawa organik tertinggi dihasilkan oleh sampel glycerine pitch dari Musim Mas (Salted Based) yaitu 99,8%"

SINTESIS DAN APLIKASI GREEN VARNISH BERBAHAN MINYAK SAWIT PADA TINTA CETAK OFFSET LITHOGRAHY

Oleh :

Gema Sukmawati
Suryadi, Siti Nikmatin,
dan Handika Dany
Rahmayanti

Kebutuhan industri grafika terhadap tinta cetak terus meningkat seiring dengan peningkatan produksi, khususnya adalah industri pengemasan. Namun bahan baku tinta cetak tersebut berbasis minyak bumi dan sebagian besar merupakan produk impor. Bertitik tolak dari hal tersebut, maka potensi pengolahan produk tinta berbasis minyak sawit sangat tinggi khususnya dalam industri grafika. Pemanfaatan produk turunan sawit dalam tinta cetak dapat menambah diversifikasi produk hilir olahan sawit sebagai substitusi produk berbasis minyak bumi. Selain itu, penggunaan sawit sebagai sumber daya lokal dapat meningkatkan Tingkat Komponen Dalam Negeri (TKDN) yang diharapkan dapat mengurangi ketergantungan terhadap impor produk tinta cetak di Indonesia.

Tujuan penelitian ini adalah formulasi green varnish dengan menggunakan variasi methyl ester (biodiesel) sawit dari tiga jenis sumber bahan meliputi CPO, stearin dan olein sebagai pengganti solvent petrokimia; membuat tinta cetak offset menggunakan green varnish yang memiliki karakteristik sesuai dengan standar SNI untuk proses cetak; dan melakukan implementasi produk tinta pada mesin cetak offset, uji pasar, studi kelayakan, serta menyelidiki daya saing produk terhadap bahan yang digunakan secara konvensional (tinta berbasis minyak bumi) pada industri grafika. Varnish pada tinta cetak berperan sebagai vehicle yang membawa bahan pewarna dari bak tinta pada mesin cetak mengalir dengan baik hingga ke permukaan bahan cetak. Varnish pada tinta cetak ofset terdiri dari drying oil, resin, dan solvent. Dalam penelitian ini, formulasi green varnish menggunakan tiga jenis minyak nabati (linseed oil, soybean oil, dan oleic acid), resin rosin modified phenolic, dan variasi biodiesel sawit dari sumber bahan yang berbeda (CPO, stearin dan olein) sebagai solvent.

Formulasi tinta cetak telah dilakukan untuk tinta proses Cyan, Magenta, Yellow, dan Black dengan variasi green varnish yang telah dihasilkan. Karakterisasi produk tinta cetak offset yang dilakukan diantaranya pengujian sifat alir, uji cetak

dengan metode IGT printability test (ISO 2834-1:2020), optical density dan CIE L*a*b* (SNI ISO 12647-2:2017; SNI ISO 2846-1:2017), setting time, Volatile Organic Compound (ASTM D6491-00), ketahanan gosok warna tinta (ASTM D5264), ketahanan tinta terhadap berbagai zat (ISO 2836:2021).

Hasil pengujian sifat alir tinta cetak menunjukkan bahwa viskositas terbaik didapatkan pada tinta cetak dengan jenis green varnish berbahan biodiesel olein dan minyak soybean oil juga linseed oil, secara statistik tidak berbeda nyata dengan tinta cetak konvensional. Didapatkan viskositas 394 poise, 374 poise, 428 poise, 256 poise untuk tinta Cyan, Magenta, Yellow, dan Black masing-masing. Adapun nilai batas alir tinta cetak didapatkan 1.486 – 5.318 dyne/cm². Optical density optimum adalah nilai kepekatan warna tinta pada proses pencetakan yang dipergunakan untuk mencapai perbedaan warna paling minimal hasil cetak tinta. Hasil uji cetak tinta pada kertas coated paper didapatkan density optimum 1,36; 1,57; 0,88; dan 1,61 untuk tinta Cyan, Magenta, Yellow dan Black dengan varnish berbahan biodiesel olein dan minyak soybean oil. Identifikasi perbedaan warna menggunakan koordinat CIE L*a*b* menunjukkan hasil bahwa tinta memenuhi standar SNI ISO 12647-2:2017 dengan perbedaan warna (DE) < 5, yaitu didapatkan 2,6 – 3,4. Setting time (pengeringan pada permukaan kertas) untuk variasi tinta cetak berbasis green varnish baik Cyan, Magenta, Yellow, maupun Black menunjukkan waktu yang lebih cepat dibandingkan dengan tinta konvensional, yaitu 1-4 menit. Hal ini akan mengurangi risiko transfer tinta pada kertas lain selama proses cetak. Hasil pengujian Volatile Organic Compound (VOC) menunjukkan bahwa tinta berbahan green varnish lebih rendah dan menunjukkan penurunan hingga 65,5 % daripada tinta cetak offset konvensional yang beredar di pasar.

Penelitian ini masih terus berlanjut. Selain uji coba skala laboratorium, demonstrasi pada mesin cetak offset dilakukan dengan kerjasama beberapa mitra untuk melakukan uji mutu terhadap hasil cetak. Selain itu kajian tekno-ekonomi menjadi salah satu luaran untuk menggambarkan potensi komersialisasi terhadap produk hasil penelitian ini.

SINTESIS DAN APLIKASI GREEN VARNISH BERBAHAN MINYAK SAWIT PADA TINTA CETAK OFFSET LITHOGRAPHY



Gema Sukmawati Suryadi¹⁾, Siti Nikmatin²⁾, Handika Dany Rahmayanti³⁾

¹⁾Prodi Teknik Grafika, Politeknik Negeri Media Kreatif; ²⁾Departemen Fisika, IPB University; ³⁾Prodi Teknik Kemasan, Politeknik Negeri Media

TUJUAN PENELITIAN

1. Formulasi Green Varnish dengan methyl ester sawit sebagai pengganti solvent petrokimia
2. Membuat tinta cetak offset menggunakan Green Varnish berbasis minyak sawit yang memiliki karakteristik sesuai dengan standar untuk tinta cetak dan hasil cetak
3. Melakukan implementasi/demonstrasi cetak produk tinta pada mesin cetak offset, uji pasar, studi kelayakan, dan menyelidiki daya saing produk terhadap bahan yang digunakan secara konvensional (tinta berbasis minyak bumi) pada industri grafika

CAPAIAN HASIL

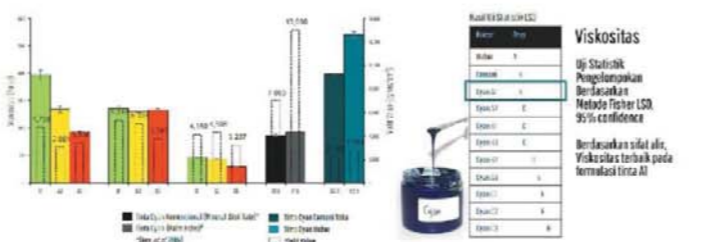
1. Prototipe Produk Green Varnish

Vegetemil: Glycerol Di, Soybean Oil, Diac Acid
 Resin: Rosin Modified Phenolic
 Modener: FAME Diol, FAME Searin, FAME EPO
 Additive: Antioxidant Gelling Agent
 FAME EPO
 FAME Diol
 Soybean Oil
 Glycerol Di
 Diac Acid
 Green Varnish
 Five necked reactor glass - mechanical stirrer, nitrogen inlet, thermometer and condenser

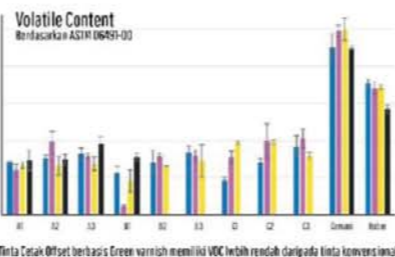
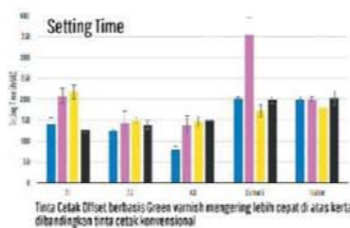
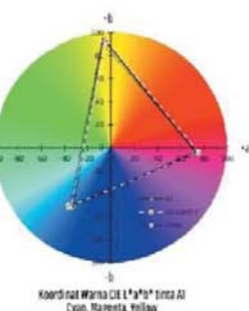
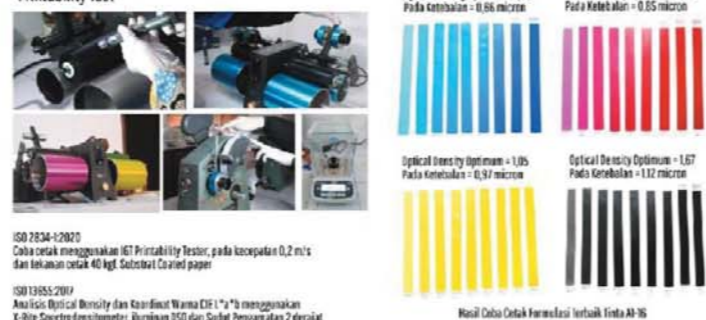
2. Prototipe Produk Tinta Cetak Offset

Varnish 72-75%
 Pigment 6-10%
 Additive 1.5%
 FAME 4.5%
 Blue 15.3
 Yellow 12
 Measuring, Mixing, Grinding, Blending & Packing
 Hasilkan Tinta Cetak Offset CMYK dengan variasi Green Varnish A1, A2, A3, B1, B2, B3, C1, C2, C3

3. Analisis Kinerja Tinta Cetak Offset



Printability test



4. Informasi Kelayakan Finansial

Kriteria Kelayakan Finansial	Nilai
NPV	2.027.988.559
Net B/C	4,16
IRR	89%
Manfaat bersih tahunan	405.597.792
Payback periode (PP)	1,98

17

PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PROSES PRODUKSI PENGOLAHAN TANDAN KOSONG SAWIT MENJADI GLUKOSA PADA SKALA PILOT DAN TEKNOLOGI PROSES TERINTEGRASI PRODUKSI GLUKOSA, XILOSA, DAN LIGNIN SKALA LAB

Oleh :

Krisna Septiningrum,
 Rina Mariyana,
 Azka Azkiya C,
 Yusuf Nugroho,
 Ngakan Timur Antara,
 Heru Kustanto,
 Fitri Hasanah,
 Nobel CH,
 Ronny Purwadi, dan
 MTAP Kresnowati

Industri pengolahan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) menjadi prekursor glukosa, xilosa dan lignin (GXL) merupakan salah satu industri hulu yang berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia. Hal ini didukung oleh ketersediaan TKKS di Indonesia yang melimpah, pemanfaatan yang belum optimal dan besarnya potensi pasar produk turunan dari glukosa, xilosa dan lignin. Rekind dan ITB telah berhasil mengembangkan teknologi pengolahan TKKS menjadi glukosa pada skala laboratorium hingga skala *bench* (TRL 5) dengan konsumsi enzim rendah (10-20 FPU/g selulosa), konsumsi NaOH rendah (0,1 – 0,2 kg NaOH/kg TKKS kering), *yield* glukosa yang tinggi (90% terhadap *yield* teoritis), dan konsentrasi glukosa yang tinggi (170 g/L). Desain optimum reaktor *pre-treatment* dan hidrolisis enzimatis yang dapat digunakan pada *solid loading* >15% telah diperoleh. Penelitian untuk mengolah TKKS menjadi xilosa dan lignin juga telah dilakukan oleh ITB pada skala laboratorium dengan TRL 4. Sedangkan, konsep teknologi *biorefinery* terintegrasi dan uji coba skema-skema fraksinasi telah dilakukan pada skala laboratorium (tahap *proof of concept*). Untuk memaksimalkan monetisasi TKKS dan mengintegrasikan penelitian-penelitian lain yang berbasis TKKS, BBIA-Rekind-ITB mengembangkan teknologi *biorefinery* terintegrasi yang mengolah TKKS menjadi *multi-products*, yaitu glukosa, xilosa, dan lignin. Untuk meningkatkan TRL teknologi pengolahan TKKS menjadi glukosa dan/atau teknologi *biorefinery* terintegrasi maka perlu dilakukan pengujian dan optimasi pada skala pilot, dengan merancang dan membangun fasilitas pilot terlebih dahulu, seperti bangunan dan *pilot plant*. Kapasitas fasilitas pilot yang akan dibangun adalah 125 kg TKKS basah/batch dan bersifat *multi-purpose* sehingga dapat digunakan untuk uji coba teknologi pengolahan TKKS menjadi glukosa/xilosa/lignin maupun glukosa-xilosa-lignin terintegrasi. Perancangan fasilitas skala pilot dilakukan secara bertahap, yaitu *Basic Engineering Design* (BED), *Front-End Engineering Design* (FEED), dan *Detailed Engineering Design* (DED). Penyusunan BED bertujuan untuk

PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PROSES PRODUKSI PENGOLAHAN TANDAN KOSONG SAWIT MENJADI GLUKOSA PADA SKALA PILOT DAN TEKNOLOGI PROSES TERINTEGRASI PRODUKSI GLUKOSA, XILOSA, DAN LIGNIN SKALA LAB

menerjemahkan proses desain dari paten teknologi skala *lab/bench* ke dalam dokumen rancang bangun fasilitas skala pilot. Pada tahap BED, fokus utama *engineering* adalah penentuan konfigurasi peralatan proses dan aliran-aliran antar peralatan proses, instrumentasi (sistem kontrol), neraca massa dan energi, perhitungan kebutuhan utilitas (*steam*, air, listrik, dll), dan perancangan reaktor. Untuk perancangan dan *upscaling* reaktor pretreatment dan hidrolisis enzimatis dari skala *bench* ke skala pilot digunakan metode *similarity approach* (dalam hal geometri peralatan dan bilangan tak berdimensi, seperti *Power number*, *Reynolds number*, *Froude number*). Penyusunan FEED bertujuan untuk mendetailkan BED dengan menentukan spesifikasi dari peralatan pendukung, seperti perpipaan, instrumentasi, *electrical* (kelistrikan), dan sipil. Sedangkan pada tahap DED, dilakukan pengerjaan dokumen-dokumen *engineering* yang terkait *procurement* dan konstruksi, *process safety*, serta optimasi *engineering* dan *value engineering* berdasarkan data vendor (spesifikasi/harga peralatan) sehingga *cost overrun* dapat dicegah dan dimitigasi. Tahapan selanjutnya adalah melakukan pengujian teknologi yang terdiri dari 1) optimasi teknologi pengolahan TKKS menjadi glukosa, 2) verifikasi teknologi pengolahan TKKS terintegrasi menjadi glukosa-xilosa-lignin, 3) uji *operability* dan *reliability* dari reaktor, peralatan proses lainnya, serta sistem pemroses, 4) kajian efisiensi konsumsi energi, 5) analisis unsur hara dan proksimat untuk setiap padatan/cairan keluaran setiap proses. Data-data tersebut digunakan untuk mengevaluasi kembali kelayakan ekonomi serta meninjau ulang kelayakan dari teknologi. Hasil kelayakan tersebut dijadikan dasar penyusunan *Process Engineering Design Package* Pabrik Skala Komersial dengan kapasitas 60.000 ton TKKS basis basah per tahun.



Teknologi Fraksionasi Tandan Kosong Kelapa Sawit pada Skala Pilot

Krisna Septiningrum, Rina Mariyana, Azka Azkiya C, Yusuf Nugroho, Ngakan Timur Antara, Heru Kustanto, Fitri Hasanah, Nobel CH, Ronny Purwadi, MTAP Kresnowati
Balai Besar Industri Agro | Jl. Ir. H. Juanda No. 11, Bogor 16122, Jawa Barat - Indonesia
Telp. (0251) 8324068 (Hunting) | Fax. (0251) 8323339 | email : cabi@bbia.go.id, krisnabio@gmail.com

PENDAHULUAN

Teknologi TKKS menjadi Glukosa

- Penelitian pada skala laboratorium hingga skala bench telah dilakukan (tingkat kesiapan teknologi TKT-5)
- Kinerja teknologi:**
 - konsumsi enzim rendah (10-20 FPU/g selulosa),
 - konsumsi NaOH rendah (0,1 – 0,2 kg NaOH/kg TKKS kering),
 - yield glukosa yang tinggi (90% terhadap yield teoritis), dan
 - konsentrasi glukosa yang tinggi (170 g/L), termasuk telah
- Telah diperoleh desain optimum reaktor pretreatment dan hidrolisis enzimatis untuk operasional solid loading di atas 15%
- Patent dan publikasi:**
 - Indonesia Patent No P00201803638;
 - International PCT-WIPO patent No.PCT/IB 2019/054125
 - 2 Publikasi internasional

Teknologi TKKS menjadi Xilosa dan Lignin

- Penelitian pada skala laboratorium telah dilakukan (tingkat kesiapan teknologi TKT-4)
- Kinerja teknologi:**
 - Yield xilosa: 0,44 g/g Hemiselulosa (xylose recovery: 40%),
 - Lignin recovery: 90%
- Publikasi:**
 - Harahap & Kresnowati, Biomass Conversion & Biorefinery, 2018
 - Diah & Kresnowati, et al., Applied Sciences, 2020, 10, 1391

LUARAN PENELITIAN

TAHUN I (Nov 2020 – Okt 2021)

- Dokumen perancangan/engineering (BED, FEED, DED)
- Fasilitas uji coba skala pilot *multipurpose* (bangunan)
- Peralatan utama fasilitas pilot

TAHUN II (Nov 2021 – Okt 2022)

- Fasilitas uji coba skala pilot *multipurpose* (termasuk fasilitas pendukung, seperti laboratorium)
- Hasil uji coba teknologi skala pilot: peningkatan tingkat kesiapan teknologi, publikasi ilmiah/paten/laporan fisik
- Process Engineering Design Package Pabrik Skala Komersial dengan kapasitas 60.000 ton TKKS basis basah per tahun.
- Teaching/living laboratory

STRATEGI PENGEMBANGAN TEKNOLOGI

Untuk memaksimalkan utilisasi TKKS dan mengintegrasikan penelitian-penelitian lain yang berbasis TKKS, BBIA-Rekind-ITB mengembangkan teknologi fraksionasi terintegrasi yang mengubah TKKS menjadi multi-products, yaitu glukosa, xilosa, dan lignin (GXL).

Untuk meningkatkan tingkat kesiapan teknologi dari teknologi pengolahan TKKS menjadi glukosa ataupun teknologi terintegrasi, perlu dilakukan pengujian dan optimasi pada skala/kapasitas yang lebih besar, yaitu skala pilot.

2025: Upscaling from Pilot Scale to Commercial Scale

TAHAPAN PENELITIAN & PENGEMBANGAN TEKNOLOGI

TAHUN I – Q1 TAHUN II: Nov 2020 – Januari 2022

Basis perancangan ditentukan berdasarkan data hasil penelitian sebelumnya dan target uji coba di tahap pengujian skala pilot

TAHUN II: Feb 2022 – Okt 2022

Feasibility Study: Mengevaluasi kelayakan ekonomi serta meninjau ulang kelayakan dari teknologi berdasarkan data yang diperoleh dari uji coba teknologi pada skala pilot

Upscaling to Skala Komersial: Melakukan optimasi engineering skala komersial

TUJUAN DAN SASARAN

TAHUN 1	TUJUAN	SASARAN
TAHUN 1	Konversi TKKS menjadi Glukosa skala pilot	Fasilitas Konversi TKKS Skala Pilot Basic dan Detailed Engineering Design
	Membangun fasilitas skala pilot	
TAHUN 2	Konversi TKKS menjadi Glukosa skala pilot	Fasilitas Konversi TKKS Skala Pilot Pengujian teknologi
	Teknologi Produksi Glukosa, Xilosa dan Lignin Terintegrasi	Teknologi produksi glukosa, xilosa, dan lignin terintegrasi Parameter kinerja dan kondisi proses

REKOMENDASI

Melanjutkan kegiatan tahun pertama sesuai dengan luaran yang telah disepakati pada kerjasama Iitbang Teknologi Fraksionasi Tandan Kosong Kelapa Sawit pada Skala Pilot dengan dukungan BPPDKS dan stakeholder terkait (BBIA, BSKJI, Rekind, ITB)

HASIL

Pekerjaan Konstruksi Bangunan (220 m²)
Lokasi : Laboratorium Proses BBIA, Cikaret Bogor

ENGINEERING DESIGN

Basic Engineering Design (30%)

- Basis desain dari penelitian
- Simulasi proses
- PFID, HMB
- PAID
- Main equipment sizing and specification
- Bahan kimia, utilitas, limbah
- Preliminary plot plan

Front-End Engineering Design (FEED) (60%)

Engineering design, including:

- All equipment
- Electrical
- Mechanical
- Piping
- Civil and structural
- Instrument datasheet

Detailed Engineering Design (100%)

Dan data dan harga vendor:

- Value engineering
- Optimization engineering
- Final engineering design and cost for construction

Untuk meminimalisir cost overrun dan re-work procurement/construction

REKAMATI

Basic Engineering Design (BED) & Front End Engineering Design

18

PENGEMBANGAN AMELIORANT PENAPIS MOLEKUL UNTUK MEMINIMALISIR POTENSI KEBAKARAN DAN EMISI GAS RUMAH KACA PADA BUDIDAYA KELAPA SAWIT DI LAHAN GAMBUT

Oleh :

Laksmi Prima Santi,
Supiandi Sabiham,
Yazid Bindar, dan
Donny Nugroho
Kalbuadi

Perubahan cara pengelolaan lahan gambut di Indonesia sangat penting dalam rangka mewujudkan komitmen nasional untuk mengurangi emisi gas rumah kaca (GRK) serta menurunkan potensi kebakaran pada lahan gambut. Melalui Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS) diusulkan teknologi yang sesuai untuk pengelolaan lahan gambut yang terkait dengan sekuestrasi C dan menekan potensi kebakaran lahan gambut dengan memanfaatkan material penapis molekul (MPM) berupa zeolit-klinoptilolit dan bahan penyerap gas lainnya berupa tandan kosong kelapasawit (TKKS) yang diproses dengan teknologi pirolisis (biochar). Kegiatan riset yang telah dilaksanakan pada Tahun Pertama 2020-2021 yaitu: (i) karakteristik zeolit asal Bayah dan arang pirolisis TKKS, (ii) formulasi dan produksi MPM, (iii) pengujian daya tahan gambut yang dilapisi MPM terhadap kebakaran di dalam reaktor bakar, dan (vi) pengujian lapang MPM yang diperkaya dengan bakteri penghasil eksopolisakarida untuk melihat potensi material penapis molekul (MPM) dalam menyerap GRK, sekuestrasi C, memperlambat laju dekomposisi bahan organik, meningkatkan kapasitas retensi air dan hara serta meningkatkan produktivitas tanaman kelapa sawit di lahan gambut petani plasma. Pengamatan di lapang meliputi: (i) sifat kimia tanah gambut, (ii) kelembaban, kadar oksigen, dan temperatur gambut secara *realtime* (iii) kadar air, (iv) emisi CO₂, dan (v) produktivitas tanaman. Berdasarkan kegiatan di atas maka keluaran yang diperoleh adalah: (i) informasi karakter kimia, fisika, mineralogi (XRD), SEM, dan daya jerap CO₂, NH₃, dan N₂ dari zeolite, biochar TKKS, dan kombinasi formulanya (ii) dosis MPM untuk aplikasi di lapang, (iii) pola data suhu, kelembaban, dan kadar oksigen secara *realtime*, serta (iv) data produksi. Hasil riset ini menunjukkan bahwa zeolit 100-150 mesh memiliki nilai KTK, daya retensi air, kapasitas adsorpsi CO₂, NH₃ dan N₂ yang lebih tinggi apabila dibandingkan dengan bahan MPM lainnya. Sementara biochar TKKS memiliki nilai pH dan kadar C organik yang lebih tinggi serta ruang pori yang lebih besar.

LAHAN / TANAH /
BIBIT / BUDIDAYA >

Penggunaan kombinasi dari kedua bahan MPM ini diharapkan dapat secara optimal memberikan kinerja yang baik terhadap upaya menurunkan emisi GRK, meretensi unsur hara dan air, sekuistrasi karbon serta meningkatkan produktivitas tanaman kelapa sawit di lahan gambut. Hasil pemantauan di lapang secara *realtime* untuk temperatur, kelembaban dan kadar oksigen yang terekam pada data logger diketahui bahwa pola grafik pada plot kontrol dan plot perlakuan tidak mengalami perubahan dari awal pengambilan data padabulan Februari sampai dengan September 2021. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa fluktuasi kelembaban lebih tinggi pada plot kontrol jika dibandingkan dengan plot perlakuan. Pada plot perlakuan, aplikasi MPM terlihat lebih mampu meretensi air yang ditunjukkan dengan nilai kelembaban gambut yang lebih tinggi serta fluktuasi temperatur dan kadar oksigen yang lebih stabil dibandingkan plot kontrol. Sementara itu untuk mengetahui dampak aplikasi MPM terhadap produktivitas kelapa sawit maka telah dilakukan aplikasi MPM di kebun petani plasma dengan luasan lebih kurang 90 Ha. Data produksi akan dikompilasi selama periode 2021-2023. Secara umum, kegiatan riset ini akan berlangsung selama 3 tahun untuk mendapatkan data di lapang yang dapat secara konsisten menunjukkan dampak aplikasi MPM terhadap upaya meminimalisir potensi kebakaran dan emisi gas rumah kaca serta meningkatkan produktivitas tanaman kelapasawit milik petani plasma di lahan gambut.



The Potensial Use of Molecular-Sieving Materials as Ameliorant to Reduce Greenhouse Gas Emission in the Tropical Peatland.



Laksmita Prima Santi, Supiandi Sabiham, Yazid Bindar, Donny Nugroho Kalbuadi

Indonesian Research Institute for Biotechnology and Bioindustry, Bogor, Bogor Agricultural University, Bogor, Bandung Institute of Technology, Bandung
E-mail: laksmita.santi@gmail.com

INTRODUCTION

Peat utilization for agriculture expansion area is commonly found extensively in tropical region during the last few decades. Most agronomical practices involve drainage resulting decomposition of organic materials and increasing drying. This study was carried out to determine the potential use of molecular-sieving materials (MPMs) as an ameliorant for peat soil targeted for reducing the potential hazard of peat degradation. A clinoptilolite-zeolite, empty fruit bunches oil palm biochar (EFBOPB), and their combination were studied its characteristics to evaluate the ability in adsorbing water and green-house gas emission.

MATERIAL AND METHOD

A series of laboratory analyses were conducted to determine physicochemical and mineralogical characteristics of both materials and its combination, including elemental analyses, cation exchange capacity (CEC), pH, pore spaces, water holding capacity (WHC), and adsorption capacity for CO_2 , NH_3 , and N_2 .

RESULTS

The study revealed that 100-150 mesh size of zeolite possesses higher values of CEC, WHC, and adsorption capacity for CO_2 , NH_3 , and N_2 compared to EFBOPB, whereas the latter indicated a higher organic-C content and pore spaces. The use of MPMs consisting of Bayah zeolite and EFBOPB could be used to achieve the forementioned target as the technology proved of having beneficial characteristics to adsorb GHG in the forms of CO_2 and NH_3 and improving water holding capacity of the peat materials. The results of the observation showed that humidity fluctuations were higher in the control plot than in the treatment plot. The MPM application was shown to be more capable of retaining water in the treatment plot, as evidenced by a higher value of peat moisture and more stable fluctuations in temperature and oxygen levels than the control plot.

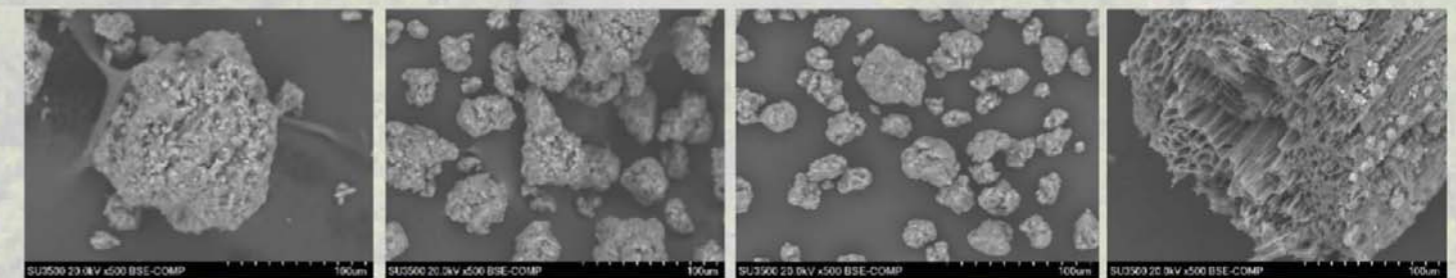


FIGURE 1. Scanning Electron Microscopes of Bayah zeolite indicating the particle size of zeolite: 60-80 mesh (a), 80-100 mesh (b), 100-150 mesh (c), and empty fruit bunches oil palm biochar (EFBOPB)

Sensors for soil moisture, oxygen, and temperature are used in conjunction with the ICT Soil Monitoring Station to observation water content, oxygen, and temperature in peatlands in real time.



Field application research the molecular-sieving materials consists of natural clinoptilolite-zeolite and biochar derived from empty fruit bunches of oil palm (EFBOPB) to reduce greenhouse gas (CO_2 , NH_3 , N_2) emission and land-fire hazard from peat soil used in oil palm plantations.





19

PENGEMBANGAN SISTEM REKOMENDASI PEMUPUKAN PERKEBUNAN KELAPA SAWIT RAKYAT BERBASIS ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Oleh :

Winarna,
Suroso Rahutomo,
Fandi Hidayat,
Eka Listia,
Muhdan Syarovy, Iput
Pradiko,
Rana Farrasati,
Bregas Budianto,
Erick Firmansyah,
Bens Pardamean,
Candra Ginting,
Hangger Gahara
Mawandha,
Dian Pratama Putra, dan
Teddy Suprayanto

Pada tahun 2018, perkebunan kelapa sawit di Indonesia memiliki total luas 14,3 juta ha didominasi oleh perusahaan swasta (51%), perkebunan rakyat (42%), dan perkebunan negara (6%). Namun, hasil penelitian tentang kesenjangan produktivitas perkebunan kelapa sawit di Indonesia pada tahun 2019 menunjukkan bahwa perkebunan rakyat memiliki nilai kesenjangan aktual dan potensial yang cukup besar yaitu mencapai 47%. Salah satu faktor dominan yang mempengaruhi produksi adalah pemupukan. Hal ini disebabkan oleh keterbatasan petani untuk menghitung dosis pupuk pada lahan secara tepat sesuai dengan potensi lahan dan produksi yang akan dicapai. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk membuat aplikasi berbasis smartphone yang efektif dan efisien serta dibangun berdasarkan umur tanaman, jenis tanah, topografi, produksi, kehijauan daun, iklim dan cara aplikasi pupuk sesuai kondisi lahan petani. Sistem rekomendasi pemupukan berbasis artificial intelligence yang dibangun memiliki 4 sub aplikasi yang saling terintegrasi yaitu aplikasi kehijauan daun, trossen telling (prediksi buah dan bunga untuk produksi), pembuatan data base iklim, dan aplikasi rekomendasi pemupukan.

Berdasarkan hasil penelitian pada tahun 2020-2021 telah dilakukan pengumpulan data lapangan untuk sampel kehijauan daun dengan klorofilmeter (SPAD) dan analisis menggunakan spektrofotometer, pengambilan foto dan perhitungan buah dan bunga (trossen telling), pengembangan model estimasi produktivitas berdasarkan trossen telling, serta pengembangan aplikasi rekomendasi pemupukan berdasarkan sistem pakar atau knowledge engineering dari hasil riset PPKS dan literatur ilmiah terkait. Progres aplikasi rekomendasi pemupukan bernama OPA (oil palm assistance) saat ini telah dapat diakses pada www.app.opa.co.id yang memiliki tampilan rekomendasi pemupukan dari integrasi data iklim, kondisi lapangan, serta rekap produktivitas dan histori pemupukan kebun petani sesuai gambar di bawah ini.

Selain dosis rekomendasi pemupukan, pada web aplikasi tersebut juga ditampilkan hasil rekap produksi saat ini dan proyeksi produksi mendatang, kondisi iklim (curah hujan) pada kebun petani, diagnosa penyebab rendahnya produksi serta artikel yang berisi saran terkait kultur teknis untuk optimalisasi produksi. Sementara, untuk aplikasi kehijauan daun, progres hasil analisis regresi linier ditampilkan pada tabel berikut ini.

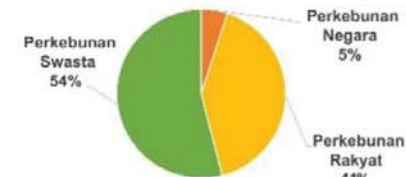
Parameter	Nilai korelasi (R)	Nilai Regresi (R ²)	n (jumlah sampel)
SPAD - Total klorofil	0.745	0.557	466
Total klorofil - N daun	0.407	0.165	104
Total klorofil - Mg daun	0.774	0.599	121
SPAD - N daun	0.612	0.375	104
SPAD - Mg daun	0.338	0.273	121

Lebih lanjut, kegiatan yang akan dilakukan berikutnya adalah pengumpulan data lapang untuk validasi model prediksi hara dan produksi, pengembangan metode image processing and analysis dari foto buah dan bunga di lapangan untuk aplikasi trossen telling, konversi OPA web app ke aplikasi smartphone, serta simulasi penggunaan aplikasi di lapangan yang dilakukan di salah satu perkebunan di Sumatera Utara.

REKOMENDASI PEMUPUKAN KELAPA SAWIT RAKYAT BERBASIS ARTIFICIAL INTELLIGENCE

Winarna¹, Suroso Rahutomo¹, Fandi Hidayat¹, Eka Listia¹, Muhdan Syarovy¹, Iput Pradiko¹, Rana Farrasati¹, Bregas Budianto², Erick Firmansyah³, Bens Pardamean³, Candra Ginting³, Hangger Gahara Mawandha³, Dian Pratama Putra³, dan Teddy Suparyanto⁴

Pendahuluan



Sumber: BPS, Kementerian Pertanian, 2019



Produktivitas Rendah

Penyebab

- Benih ilegal
- Kultur Teknis (terutama pemupukan)
- Blim (terutama curah hujan)

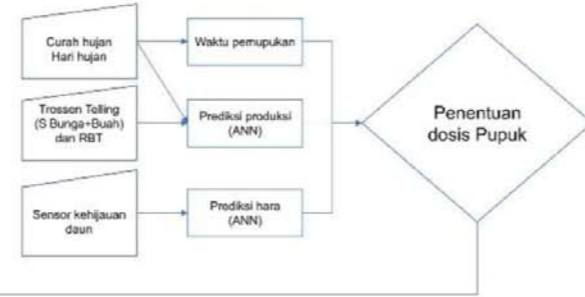
Biaya pemupukan sangat mahal, sehingga efektivitas dan efisiensi pemupukan menjadi faktor penting untuk memperoleh produksi yang optimal.

Pemupukan yang kurang tepat pada perkebunan rakyat disebabkan oleh:

- Keterbatasan pengetahuan petani.
- Biaya rekomendasi yang mahal untuk luasan lahan yang kecil.

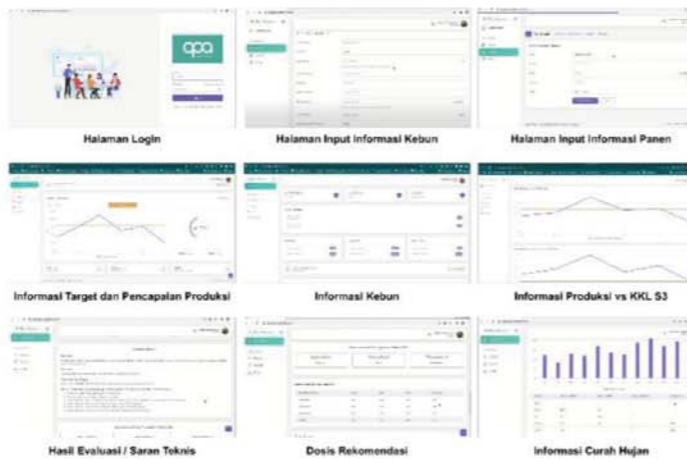
Diperlukan formulasi yang tepat agar pupuk yang diberikan sesuai dengan kebutuhan tanaman dan kemampuan petani.

- Salah satunya adalah membuat aplikasi *smartphone* berbasis AI yang mudah digunakan namun memiliki tingkat akurasi yang tinggi.



Hasil Penelitian Sementara

Progress Pengembangan Aplikasi



Progress Penelitian di Lapangan

Plot	Luas (m ²)	Jumlah Pohon	Luas (ha)
A1	70	105	3,87
A2	10	40	3,47
A3	14	40	2,29
A4	16	47	2,51
A5	18	125	3,92
A6	12	164	3,77
A7	12	75	2,54
A8	18	106	3,71
A9	15	93	3,7
A10	15	106	3,77
A11	12	75	2,54
A12	18	117	4,2
Total	186	1.083	8,15



Prediksi Total Klorofil Menggunakan Nilai SPAD

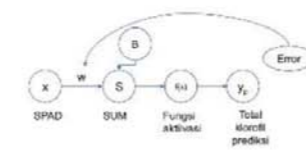
ANN single layer perceptron Backpropagation
 Total data training : 399 data
 Total data test : 72 data

$$y_p = x \cdot w + b$$

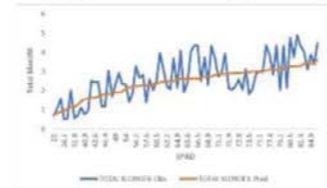
$$ODF = y_{predik} - y_{target}$$

$$w_{new} = w_{old} + error \cdot learning\ rate \cdot x \cdot f'(x)$$

$$b_{new} = b_{old} + error \cdot learning\ rate \cdot f'(x)$$



Epoch	MSE
5	0,6012
10	0,6011
50	0,6000
100	0,5992
200	0,5985
300	0,5980
400	0,5989
500	0,5994

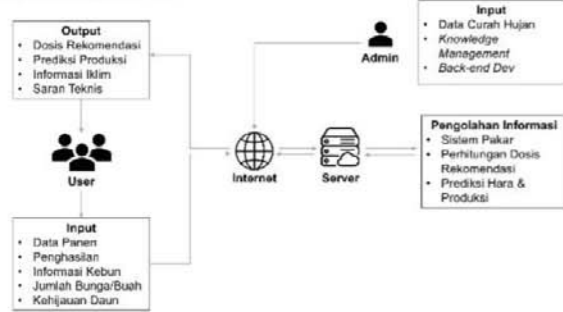


Kesimpulan

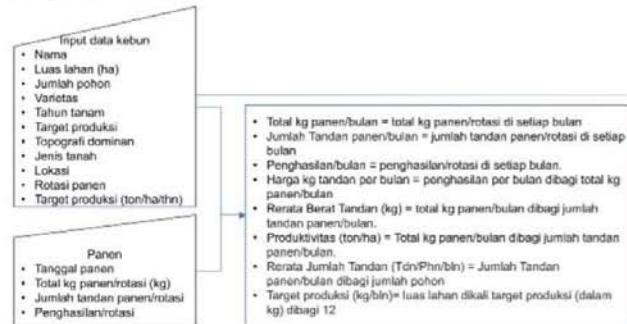
- Pengembangan aplikasi masih dalam versi web.
- Aplikasi *smartphone* dikembangkan apabila seluruh fitur aplikasi web sudah berjalan dengan baik.
- Perlu terus dilakukan validasi agar aplikasi yang dikembangkan sesuai dengan kondisi *real* di lapangan.

Metodologi

Flowchart Keseluruhan Sistem



Flowchart Sistem Pakar



¹ Pusat Pendidikan Kelapa Sawit, Jl. Brigjen Katamso No. 51 Medan, Indonesia
² IPB University, Kampus IPB Darmaga Bogor, Indonesia
³ JUSTIPR Yogyakarta, Jl. Mangrove, Yogyakarta, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia
⁴ BIRU University, Jl. Kiriwoj Anas Raya No. 27, Kiriwoj, Jember, Jawa Timur, Indonesia



PENANGANAN LIMBAH / LINGKUNGAN





20

PEMANFAATAN LIMBAH BATANG KELAPA SAWIT UNTUK PRODUK PERKAYUAN

Oleh :

Jamal Balfas dan
Jamaludin Malik

Proses replanting pada perkebunan sawit telah menghasilkan potensi biomassa atau bahan berlignoselulosa yang melimpah tidak kurang dari 100 juta m³/tahun dan masih dianggap sebagai limbah. Potensi tersebut hingga saat ini belum dimanfaatkan secara optimal. Berbagai kegiatan riset pemanfaatan batang sawit telah dilakukan namun masih bersifat parsial. Oleh karena itu dipandang perlu untuk melakukan kegiatan riset yang bersifat komprehensif dalam upaya pemanfaatan batang kayu sawit. Tujuan umum kegiatan ini adalah meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya alam melalui pemanfaatan limbah kelapa sawit menjadi produk-produk substitusi yang bermanfaat bagi pengelolaan perkebunan kelapa sawit dan bagi masyarakat.

Prosedur riset mencakup: 1) Determinasi karakteristik dasar kayu sawit; 2) Perakitan prototype mesin pengolah batang kelapa sawit; 3) Formulasi bahan perekat dan impregnan kulit kayu; 4) Produksi Kayu Solid dan Panil Kayu Lapis Sawit; dan 5) Analisis tekno-ekonomi produksi panel dan solid kayu sawit. Secara umum konsep pengolahan batang sawit mengikuti tahapan yang diuraikan dalam Paten nomor ID 0013043 (P-990449) untuk produk kayu solid dan Paten nomor ID 0028355 untuk kayu lapis.

Karakteristik dasar kayu sawit memiliki keragaman yang signifikan menurut posisi pada batang baik arah radial maupun longitudinal. Secara umum terdapat peningkatan sifat fisis dan mekanis kayu sawit dari bagian dalam kearah luar batang (radial) dan terdapat penurunan sifat fisis dan mekanis dari bagian pangkal kearah tajuk pohon (longitudinal). Karakteristik dasar kayu sawit juga dipengaruhi secara nyata oleh faktor umur pohon, semakin tua umur pohon sawit maka cenderung memiliki karakteristik lebih baik. Dalam penelitian ini diketahui bahwa kayu sawit yang berasal dari pohon umur 37 tahun memiliki sifat fisis, mekanis dan pengeringan lebih baik daripada kayu yang diperoleh dari pohon umur 32 tahun.

Pengolahan batang sawit dalam bentuk solid, yaitu merubah kayu bulat menjadi sortimen kayu gergajian berupa papan atau balok cenderung menghasilkan nilai rendemen yang tinggi pada saat kondisi kayu basah/segar. Nilai rendemen kayu gergajian sawit mengalami penurunan secara drastis selama proses pengeringan. Penurunan ini terutama disebabkan oleh terjadinya kerusakan struktur kayu sawit selama proses pengeringan, yaitu munculnya berbagai bentuk kerusakan pengeringan seperti pecah, retak, bengkok, mencawan, honeycombing dan lain sebagainya. Penyempurnaan efisiensi pengolahan kayu sawit dalam penelitian ini dilakukan melalui pembatasan panjang log 1,30 m dan konsentrasi produksi venir tebal (6 mm). Metode ini menghasilkan nilai rendemen venir dan kayu lapis lebih dari 60%, serta kualitas kayu lapis yang memenuhi standar SNI maupun Jepang.

Rekayasa mesin dan peralatan pengolahan sawit telah berhasil merakit empat unit mesin, yaitu mesin extractor, mesin vacuum-pressure, mesin kukus (steaming) dan mesin kempa panas (hot-press). Semua unit mesin telah selesai dirakit sesuai dengan rancangan fungsional yang telah dipersiapkan sebelumnya. Namun demikian, karena keterbatasan waktu perakitan, pada masing-masing mesin belum dilakukan uji-coba efektifitas dan efisiensi perlakuan menurut rancangan mesin.

Penggunaan impregnan dan perekat hasil formulasi ekstrak kulit sawit dapat menyempurnakan kualitas fisis dan mekanis kayu sawit. Perekat yang dihasilkan dapat digunakan untuk pembuatan produk laminasi eksterior. Formula impregnan dan perekat dari kulit sawit cenderung memiliki performa lebih baik daripada formulasi serupa yang menggunakan ekstrak kayu biasa.

TEKNOLOGI PENGOLAHAN LIMBAH BATANG SAWIT UNTUK PRODUK PANEL

Jamal Balfas & Jamaludin Malik

Badan Riset dan Inovasi Nasional

Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor

Corresponding author: jmalik.brin@gmail.com



21

TEKNOLOGI DAUR ULANG AIR LIMBAH PKS DENGAN AEROBIC GRANULAR SLUDGE (AGS) DALAM SEQUENCING BATCH REACTOR (SBR)

Oleh :

Wiratni Budhijanto, Sri Puji Saraswati, dan Johan Syafri Mahathir Ahmad, Dewi Agustina, Simpamin Br. Ginting, dan Sri Ismiyati Damayanti

Industri sawit memerlukan air dalam jumlah banyak, baik untuk keperluan perkebunan maupun pabrik kelapa sawit. Saat ini, air diambil dari badan air di area perkebunan dan pabrik kelapa sawit, sementara di banyak area perkebunan kelapa sawit, ketersediaan air relatif terbatas. Di lain pihak, yang menjadi ironi adalah pabrik kelapa sawit juga menghasilkan limbah cair dalam jumlah kurang lebih tiga kali lipat jumlah CPO yang dihasilkan. Limbah cair ini merupakan problem bagi lingkungan karena kandungan bahan organik yang tinggi berupa dispersi minyak sawit dalam air.

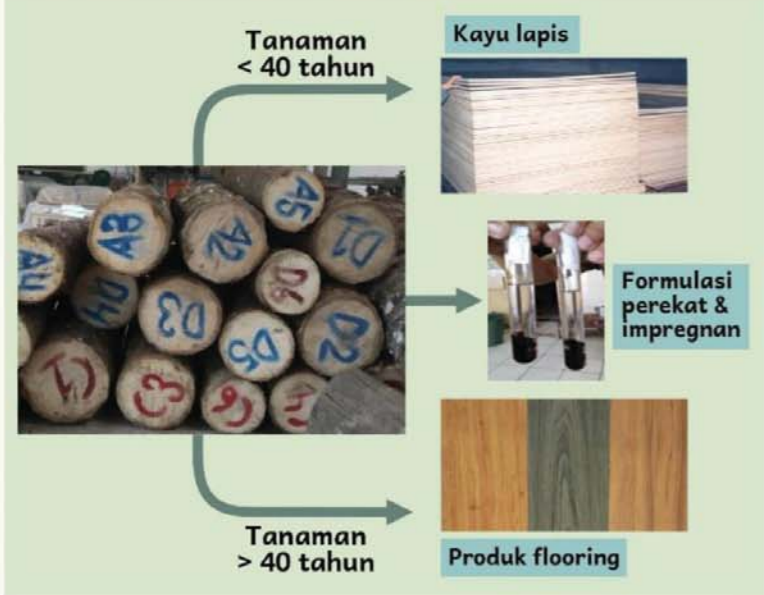
Pada periode pendanaan riset BPD PKS tahun 2015 dan tahun 2018, tim kolaborasi UGM dan UNILA telah menghasilkan blue print teknologi anaerobic fluidized bed reactor (AFBR) untuk memproses palm oil mill effluent (POME) menjadi biogas. Teknologi ini telah menghasilkan 8 buah publikasi ilmiah dan saat ini dalam tahapan pengajuan hak karya intelektual (HKI). Setelah melalui teknologi ini, efluen masih mengandung COD yang cukup tinggi, yaitu 1000-2000 mg/L. Nilai ini masih jauh di atas ambang batas POME yang boleh dibuang ke lingkungan yaitu 350 mg/L (sesuai Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 51/1996). Usulan penelitian yang diajukan dalam proposal ini merupakan rangkaian yang akan terintegrasi dengan AFBR untuk menurunkan COD dalam luaran AFBR sampai memenuhi baku mutu dan bahkan memungkinkan untuk di-recycle kembali ke pabrik kelapa sawit.

Teknologi yang dikembangkan adalah Aerobic Granular Sludge – Sequencing Batch Reactor (AGS-SBR) yang memodifikasi activated sludge ke dalam bentuk granular sehingga akan lebih mudah dipisahkan dari cairan, performa penguraian limbah lebih baik, dan memungkinkan diperoleh air dengan COD sangat rendah. Kebutuhan energi untuk sistem pengolahan POME terintegrasi antara unit anaerob untuk menghasilkan biogas dan unit AGS-SBR ini dapat dirancang sebagai energy-self-sufficiency unit dengan memanfaatkan biogas yang dihasilkan pada unit AFBR.

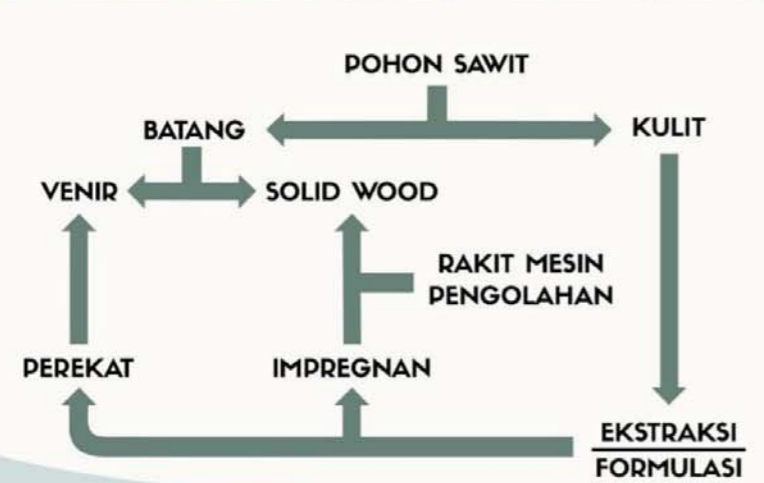
Latar Belakang

- Limbah batang sawit hasil peremajaan melimpah sekitar 100 juta M³/tahun
- Limbah batang sawit belum dimanfaatkan secara optimal
- Batang sawit berpotensi untuk diolah menjadi produk per kayu sebagai salah satu alternatif memenuhi kebutuhan bahan baku industri per kayu
- Panel lapis merupakan produk yang paling prospektif

Diversifikasi Produk Batang Sawit



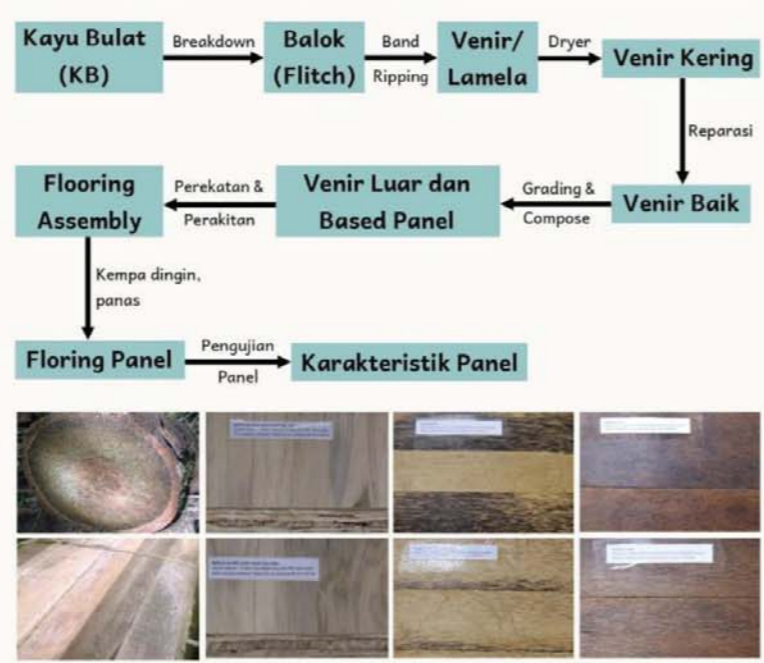
Kerangka Pikir Teknologi Pengolahan Batang Sawit



Proses Produksi Kayu Lapis Sawit



Proses Produksi Flooring Sawit



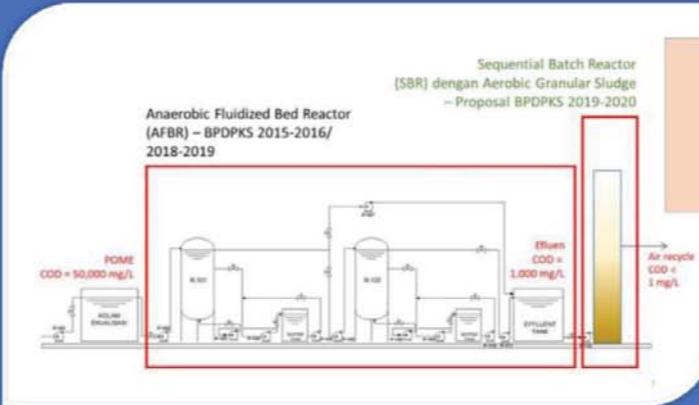
Kesimpulan

Limbah batang sawit dapat diproses menjadi produk bernilai tambah tinggi antara lain panel kayu lapis dan fancy flooring.

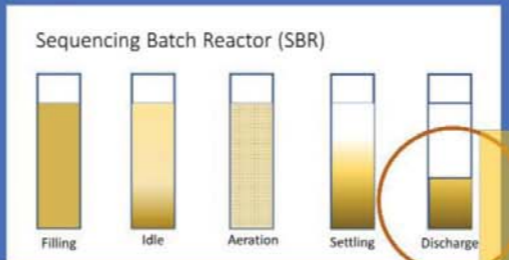
Eksperimen yang dijalankan secara paralel di UGM dan UNILA memberikan hasil sebagai berikut: 1) Siklus SBR (kapasitas 10 liter) yang optimum untuk pembentukan bakteri granular yang stabil dan penguraian COD 80-90% terdiri atas fase pengisian 1 menit, fase idle 59 menit, fase aerasi 289 menit, fase pengendapan 10 menit, dan fase pengeluaran beningan 1 menit, 2) Penumbuhan granular bakteri dapat menggunakan sumber bakteri dari berbagai sumber (misalnya activated sludge dari instalasi pengolah limbah, lumpur kolam POME, dan sebagainya), yang dengan pengaturan nutrisi serta optimasi durasi siklus SBR memerlukan waktu 1-2 bulan sampai terbentuk granul yang stabil dengan bakteri pembentuk granul didominasi oleh genus *Thaera*, 3) Pada input SBR 600-1000 mg sCOD/L, luaran SBR masih berkisar 100-200 mg sCOD/L; dan jika luaran SBR ini dijadikan input pada batch SBR berikutnya, maka diperoleh luaran pada konsentrasi 0-30 mg sCOD/L. Dengan demikian diperlukan minimal dua tahap proses dalam SBR untuk mendapatkan kualitas air yang dapat didaur ulang dalam pabrik kelapa sawit, 4) Konsumsi energi dalam SBR-AGS ini dapat dipenuhi dari sebagian biogas yang dihasilkan oleh unit reaktor biogas dari POME; oleh karena itu, untuk meminimalkan biaya pengoperasian SBR, unit ini perlu dirancang terintegrasi dengan AFBR untuk produksi biogas dari POME.



Teknologi Daur Ulang Air Limbah PKS dengan *Aerobic Granular Sludge (AGS)* dalam *Sequencing Batch Reactor (SBR)*



Palm oil mill effluent (POME) adalah limbah cair pabrik kelapa sawit dengan kandungan senyawa organik 60-100 g/L. Proses anaerobik maksimum bisa mengkonversi 80-90% kandungan organiknya menjadi biogas. Jika diinginkan untuk daur ulang air dari efluen reaktor biogas POME, diperlukan tambahan unit aerobik.



Durasi siklus optimum (umpan 10 liter):
 Filling=1 menit, Idle=59 menit, aerasi=289 menit, settling 10 menit, discharge=1 menit



Aerobic granular sludge (AGS) adalah mikroorganisme yang hidup berkelompok dengan pengikat berupa senyawa polimer yang diekspresikan oleh bakteri tersebut. AGS mampu menjerap dan menguraikan senyawa organik dalam limbah.

Bibit bakteri bisa diambil dari berbagai sumber. Dengan prosedur yang kami kembangkan, akan terbentuk granul stabil setelah 1-2 bulan.

Analisis 16s rRNA

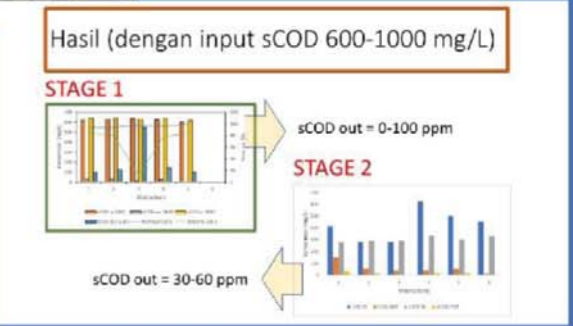


Teknologi AGS-SBR: Menjernihkan POME tanpa koagulan

Kelompok Peneliti:
 Wiratni Budhijanto (UGM)
 Sri Puji Saraswati (UGM)
 Johan Syatri Mahathir Ahmad (UGM)
 Dewi Agustina (UNILA)
 Simparmin Br. Ginting (UNILA)
 Sri Ismiyati Damayanti (UNILA)
 Kontak: wiratni@ugm.ac.id



Hasil optimum: dua stage SBR





22

FAKTOR EMISI LAHAN GAMBUT INDONESIA YANG DIDRAINASE UNTUK BUDIDAYA KELAPA SAWIT: PERHITUNGAN ULANG FAKTOR EMISI BERDASARKAN BEBERAPA METODE PENGUKURAN EMISI KARBON

Oleh :

Syaiful Anwar,
Basuki Sumawinata,
Dwi Sadono, Heru
Bagus Pullunggono,
Siswanto, Happy
Widiastuti, Darmono
Taniwiryono, dan
Supiandi Sabiham

Subsiden

Hasil pengukuran menunjukkan subsiden semakin tinggi dengan semakin tua umur sawit. Komponen utama subsiden adalah konsolidasi. Terdapat fenomena “*bouncing back*” dimana permukaan lahan naik kembali sehubungan dengan peningkatan kembali muka air tanah (MAT). Selama pengamatan 16 bulan, terjadi 1 sampai 3 kali “*bouncing back*”, yaitu pada Oktober 2019, Juni 2020, dan Juni 2021. Subsiden akhir berturut-turut untuk sawit umur 9, 12 dan 17 tahun (awal pengamatan Januari 2019) adalah 1.60, 1.97, dan 2.76 cm. Hasil perhitungan terhadap dekomposisi gambut, didapatkan kontribusi relatif dekomposisi terhadap subsiden adalah 41-43.2%.

Fluktuasi Muka Air Tanah, Curah Hujan, dan Kadar Air Tanah

Terdapat 3 periode muka air tanah (MAT) yang berhubungan dengan curah hujan (CH) dan kadar air tanah pada 0-20 cm (KA), yaitu (1) April 2019 - Agustus 2019: MAT -0.65 cm, CH 2.73 mm/hari, dan KA 40.1% (v/v); (2) September 2019 - Maret 2020: MAT -0.54 cm, CH 5.13 mm/hari, dan KA 40.6% (v/v); dan (3) April 2020 - Jul1 2020: MAT -0.45 cm, CH 6.58 mm/hari, dan KA 41.7% (v/v). Muka air tanah semakin dangkal dengan semakin tinggi curah hujan. Sementara kadar air tanah pada 0-20 cm relatif tetap tinggi, yaitu 40.4% v/v atau sekitar 300% (w/w). Hal ini berarti kondisi gambut pada lapisan atas masih berada di atas batas kritis, atau masih bersifat hidrofilik.

Fluks CO₂: Respirasi Tanah, Dekomposisi Gambut, Fluks di Atas Kanopi

Fluks CO₂ dari permukaan tanah gambut diukur dengan sungkup otomatis (LiCor Li-8100) pada jarak 1.5, 2.5, 3.5 dan 4.5 m dari pohon sawit berturut-turut 0.204±0.125, 0.157±0.100, 0.178±0.120 dan 0.076±0.061 Mg CO₂ ha⁻¹ hari⁻¹. Pada tiga jarak pertama fluks merupakan total dari respirasi

akar dan dekomposisi gambut, sementara pada jarak terjauh merupakan dekomposisi gambut. Selain dengan sungkup otomatis, dekomposisi akar diukur juga dengan metode *trenching* dan metode inkubasi dengan hasil yang relatif sama, berturut-turut 0.08±0.02 dan 0.076±0.025 Mg CO₂ ha⁻¹ hari⁻¹. Fluks di atas kanopi yang merupakan fluks netto adalah sebesar 0.052±0.074 Mg CO₂ ha⁻¹ hari⁻¹. Dekomposisi serasah 0.034 Mg CO₂ ha⁻¹ hari⁻¹.

Berdasarkan tiga periode MAT (-0.65, -0.54 dan -0.45 m), didapatkan hubungan dengan berbagai fluks dan serapan CO₂ sebagai berikut. Semakin dalam MAT, semakin tinggi fluks CO₂ dari permukaan tanah yang berasal dari respirasi akar. Sebaliknya, dekomposisi bahan gambut dan fluks CO₂ di atas kanopi relatif tetap. Lebih lanjut didapatkan dengan semakin dalam MAT, semakin meningkat serapan CO₂ oleh proses fotosintesis tanaman (sawit dan *undercover crops*). Hasil ini menunjukkan walaupun benar penurunan MAT meningkatkan fluks CO₂, namun akan diserap melalui fotosintesis oleh keberadaan vegetasi atau tanaman.

Serapan CO₂ dan

Total fluks dari permukaan lahan gambut yang mencakup fluks tanah gambut dan dekomposisi serasah adalah setara 68.9 Mg CO₂ ha⁻¹ thn⁻¹. Dengan mengurangi fluks di atas kanopi yang 19 Mg CO₂ ha⁻¹ thn⁻¹, maka didapatkan serapan tanaman melalui fotosintesis 49.9 Mg CO₂ ha⁻¹ thn⁻¹, atau setara dengan 27.3 Mg biomasa ha⁻¹ thn⁻¹.

Faktor Emisi

Berdasarkan hasil penelitian ini, faktor emisi lahan gambut Indonesia yang didrainase untuk budidaya kelapa sawit diusulkan sekitar 20 Mg CO₂ ha⁻¹ thn⁻¹ (fluks di atas kanopi). Pada kondisi yang sama tanpa tanaman, faktor emisinya diusulkan sekitar 28 sampai 40 Mg CO₂ ha⁻¹ thn⁻¹ (dekomposisi gambut dan serasah).

PENDAHULUAN

Faktor emisi lahan gambut ditanami kelapa sawit masih menjadi bahan perdebatan. Usulan 95 Mg CO₂ ha⁻¹ thn⁻¹ (US-EPA 2012) hasil dengan metode subsidi dinilai terlalu tinggi. Usulan IPCC (2014) 40 Mg CO₂ ha⁻¹ thn⁻¹ dari rata-rata emisi lahan gambut beberapa negara tropis tidak merepresentasikan gambut Indonesia yang mempunyai curah hujan tinggi. Oleh karena itu, riset ini penting dilakukan sebagai upaya untuk memperoleh faktor emisi lahan gambut Indonesia yang lebih realistis. Penelitian penetapan faktor emisi lahan gambut yang didrainase untuk budidaya kelapa sawit menggunakan tiga metode, yaitu subsidi, sungkup otomatis dan *eddy covariance*, dengan tujuan: (1) memahami faktor lingkungan terutama tinggi muka air yang mempengaruhi fluks CO₂, (2) menetapkan fluks CO₂ dari lahan gambut, fluks CO₂ di atas kanopi, dan serapan CO₂ oleh tanaman, (3) menetapkan subsidi dan kontribusi dekomposisi gambut terhadap subsidi, dan (4) menetapkan faktor emisi lahan gambut yang didrainase untuk budidaya kelapa sawit.

METODE

Lokasi: Lahan gambut yang ditanami sawit; 0°44' 55,89" N dan 101°45' 14,04" E; Koto Gasib, Slak, Riau

Subsidi: Diukur menggunakan tongkat subsidi pada tiga blok tanaman kelapa sawit berbeda umur dan pada lahan semak. **Dekomposisi gambut:** ditetapkan juga dengan *trenching* dan inkubasi dengan LiCor LI-830. **Dekomposisi serasah:** LiCor LI-830.



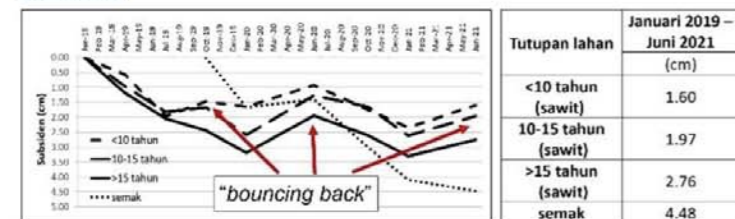
Analisis data LI-8100 dan LI-7500 menggunakan Software Soilflux-Pro.

Total fluks permukaan gambut = fluks permukaan tanah gambut + dekomposisi Serasah.

Serapan CO₂ (fotosintesis) = total fluks permukaan gambut - fluks di atas kanopi.

HASIL

Subsidi



Terjadi 1 - 3 kali "bouncing back" (permukaan lahan naik kembali).

Kontribusi relatif dekomposisi gambut terhadap subsidi: 41 - 43%.

Fluktuasi MAT dan CH



3 group priode MAT, CH, dan KA.

Semakin tinggi curah hujan (CH) mengakibatkan semakin tinggi muka air tanah (MAT).

Kadar air (KA) tanah permukaan (0-20 cm) relatif tetap.

Rataan	Apr '19 - Aug '19	Sep '19 - Mar '20	Apr '20 - Jul '20
MAT (m)	-0.65	-0.54	-0.45
CH (mm hr ⁻¹)	2.73	5.13	6.58
KA (% v/v)	40.1	40.6	41.7

Fluks CO₂ permukaan gambut (respirasi akar & dekomposisi gambut), dan fluks di atas kanopi

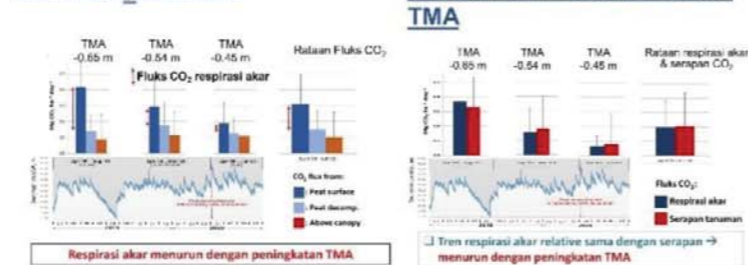
PERIOD	GWL (m) (Av.)	Rainfall (mm day ⁻¹) (Av.)	AVERAGE of CO ₂ flux (Mg ha ⁻¹ day ⁻¹)							
			Root resp. & peat decomp			Peat decomp	Peat surface	Root resp.	Above canopy	Absorbed-CO ₂
			1.5 m	2.5 m	3.5 m	4.5 m				
Apr '19-Aug '19	-0.65	2.73	0.270 ± 0.141	0.217 ± 0.074	0.279 ± 0.098	0.071 ± 0.049	0.209 ± 0.077	0.184 ± 0.076	0.044 ± 0.077	0.166 ± 0.101
Sep '19-Mar '20	-0.54	5.13	0.194 ± 0.108	0.147 ± 0.103	0.134 ± 0.097	0.088 ± 0.073	0.077 ± 0.064	0.147 ± 0.090	0.057 ± 0.071	0.090 ± 0.112
Apr '20-Jul '20	-0.45	6.58	0.131 ± 0.077	0.094 ± 0.079	0.093 ± 0.069	0.062 ± 0.048	0.095 ± 0.064	0.033 ± 0.035	0.055 ± 0.085	0.040 ± 0.106
Apr '19-Jul '20	-0.53	4.70	0.204 ± 0.125	0.157 ± 0.100	0.178 ± 0.120	0.076 ± 0.061	0.155 ± 0.091	0.100 ± 0.094	0.051 ± 0.076	0.103 ± 0.117

Pada 3 periode MAT:

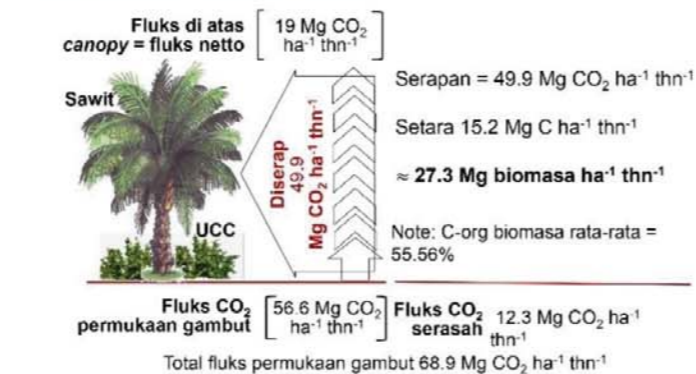
- ❖ Dekomposisi gambut & fluks di atas kanopi relatif tetap.
- ❖ Respirasi akar & serapan dipengaruhi dinamika MAT.

- ❑ Rataan emisi permukaan gambut, dekomposisi gambut, dan emisi di atas kanopi dengan sungkup otomatis berturut-turut 56.6, 27.7, dan 19 Mg CO₂ ha⁻¹ thn⁻¹.
- ❑ Dekomposisi gambut dengan inkubasi dan *trenching* berturut-turut 27 dan 30 Mg CO₂ ha⁻¹ thn⁻¹.
- ❑ Dekomposisi serasah 12.3 Mg CO₂ ha⁻¹ thn⁻¹.

Fluks CO₂ dan TMA



Serapan CO₂ (fotosintesis)



Sekitar 72% (49.9 Mg CO₂ ha⁻¹ thn⁻¹) total fluks diserap kembali, setara dengan 27.5 Mg biomasa ha⁻¹ thn⁻¹

KESIMPULAN

- Subsidi lahan gambut mengalami "bouncing back" akibat pengisian kembali air tanah. Kontribusi relatif dekomposisi terhadap subsidi 41-43%.
- Fluks CO₂ tanah gambut (respirasi akar dan dekomposisi gambut) dan berturut-turut 56.6 dan 12.3 Mg CO₂ ha⁻¹ thn⁻¹, sehingga total fluks dari permukaan lahan gambut 68.9 Mg CO₂ ha⁻¹ thn⁻¹. Fluks di atas kanopi 19 Mg CO₂ ha⁻¹ thn⁻¹, sehingga serapan CO₂ oleh fotosintesis vegetasi di pertanaman kelapa sawit sebesar 49.9 Mg CO₂ ha⁻¹ thn⁻¹, setara 27.3 Mg biomasa ha⁻¹ thn⁻¹.
- Faktor emisi lahan gambut Indonesia yang didrainase untuk budidaya kelapa sawit umur 13-14 tahun sekitar 20 Mg CO₂ ha⁻¹ thn⁻¹ (fluks di atas kanopi). Pada kondisi yang sama tanpa tanaman, faktor emisinya adalah 28-40 Mg CO₂ ha⁻¹ thn⁻¹ (dekomposisi gambut dan serasah).

PANGAN / KESEHATAN





23

PENGEMBANGAN NANO-STRUCTURED LIPID CARRIER (NLC) BERBASIS MINYAK SAWIT UNTUK PEMANFAATAN FITONUTRIEN SAWIT SEBAGAI NUTRASETIKAL DAN INGREDIEN PANGAN FUNGSIONAL

Oleh :

Sri Raharjo, Supriyadi,
Aulia Ardhi, dan
Maria Ulfah

Minyak sawit merah (RPO) meskipun sudah cukup lama diproduksi dan diperdagangkan namun penggunaannya oleh konsumen relatif masih sangat sedikit. Hal ini disebabkan antara lain wujud dari minyak sawit merah dan cara pemanfaatannya belum banyak dikenal oleh masyarakat. Minyak sawit merah dapat dimanfaatkan untuk memasak dengan pemanasan sedang dan waktu pendek misalnya menumis, tetapi tidak cocok untuk menggoreng. Oleh karena itu RPO yang kaya akan fitonutrien ini perlu dimanfaatkan dalam bentuk yang lain yaitu nanostructured lipid carrier (NLC)-RPO sebagai ingredien pangan yang memiliki nilai kesehatan. Jika hal ini dapat dihasilkan maka dapat berpotensi dikonsumsi oleh masyarakat melalui produk-produk makanan/minuman yang sudah lazim dikonsumsi namun di dalamnya diperkaya dengan fitonutrien dari RPO. Dengan demikian diharapkan dapat meningkatkan asupan pro-vitamin A maupun vitamin E bagi masyarakat konsumen dengan memanfaatkan bahan-bahan yang dapat diproduksi di dalam negeri.

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mendapatkan formulasi optimum suatu sistem pembawa bahan bioaktif (fitonutrien) sawit dari RPO dalam bentuk NLC yang berpotensi memiliki loading capacity komponen bioaktif-lipida yang cukup tinggi dan memiliki bioaksesibilitas yang cukup tinggi, (2) mengembangkan suatu model minuman berbasis RPO-NLC yang berpotensi dapat diterima oleh calon konsumen produk nutrasetikal atau pangan fungsional.

NLC adalah suatu sistem pembawa (carrier) bahan bioaktif lipofilik seperti β -karoten (pro-vitamin A) dan vitamin E yang akan dicampurkan dalam produk minuman yang banyak mengandung air. NLC tersusun dari 3 komponen yaitu fase lipid, fase air, dan surfaktan atau emulsifier. Lebih lanjut fase lipid ini terdiri dari lipid padat dan lipid cair. Wujud dari NLC ini adalah berupa partikel yang padat di bagian luarnya dan berisi lipid cair di bagian dalamnya yang terdispersi dalam fase air. Hal ini dapat terbentuk dengan adanya surfaktan

yang sesuai. Lipid padat dapat berupa lemak yang memiliki titik leleh yang tinggi atau dalam suhu kamar wujudnya padat. Sedangkan lipid cair dapat berupa minyak yang memiliki titik leleh yang lebih rendah daripada suhu kamar. Lipid padat dapat menggunakan fraksi stearin dari minyak sawit (palm stearin) ataupun inti sawit (palm kernel stearin) yang banyak diproduksi di dalam negeri. Selanjutnya fase lipid cair dapat menggunakan fraksi olein minyak sawit (palm olein) ataupun minyak sawit merah (red palm oil atau RPO). Dalam penelitian ini digunakan fase lipid cair berupa RPO yang secara alami kaya akan bahan bioaktif lipofilik.

NLC telah dicoba untuk diaplikasikan pada beberapa jenis produk minuman seperti jus jeruk dan minuman yoghurt. Hasilnya, secara umum pada parameter kenampakan dan aroma tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Akan tetapi ketika digunakan surfaktan Tween 80, perubahan pada rasa terutama after taste masih dapat dideteksi oleh panelis. Masalah ini kemudian sudah dapat diatasi dengan menggunakan surfaktan lain yang pengaruhnya terhadap aroma dan rasa relatif lebih netral. Produk minuman jus jeruk ataupun minuman yoghurt yang ditambahkan NLC-RPO dengan formulasi surfaktan yang baru masih dapat memiliki kenampakan, aroma, dan rasa yang tidak berbedanya dengan produknya semula.



POSTER KEMAJUAN PENELITIAN TAHUN I

Pengembangan Nano-Structured Lipid Carrier (NLC) Berbasis Minyak Sawit untuk Pemanfaatan Fitonutrien Sawit sebagai Nutrasetikal dan Ingredien Pangan Fungsional



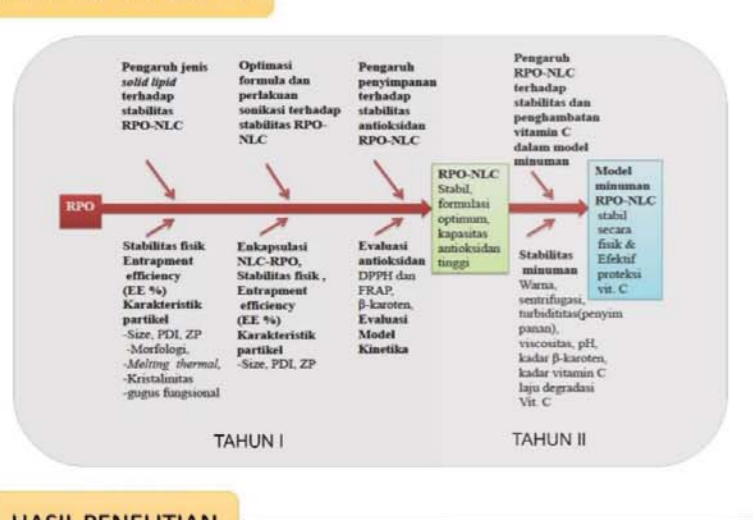
Sri Raharjo, Supriyadi, Aulia Ardhi
Departemen Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Gadjah Mada

Maria Ulfah
Institut Pertanian STIPER, Yogyakarta

ABSTRAK

Sistem pembawa komponen bioaktif pangan banyak diteliti, di antaranya menggunakan sistem *nano-structured lipid carrier* (NLC) karena keunggulannya membentuk matriks yang stabil secara termodinamika, sehingga memberi perlindungan terhadap komponen bioaktif pangan. Banyak peneliti membuat NLC, namun belum diteliti kemampuan fraksi liquid dari *red palm oil* (RPO) sebagai medium pembawa komponen bioaktif terutama β -karoten dan *liquid lipid* yang diperlukan sebagai syarat pembentukan NLC serta palm stearin (PS) dan palm kernel stearin (PKS) sebagai *solid lipid*. Tujuan penelitian adalah (1) mendapatkan formulasi dan metode pembuatan RPO-NLC yang memiliki *loading capacity* komponen bioaktif yang tinggi, stabil selama penyimpanan dan tahan terhadap kondisi pengolahan; (2) mengembangkan suatu model minuman berbasis RPO-NLC yang berpotensi dapat diterima oleh calon konsumen produk pangan fungsional. Penelitian ini dilakukan dengan formulasi NLC-RPO-PS dan NLC-RPO-PKS pada solid lipid to RPO ratio 6:4; 7:3; dan 8:2 dalam level lipid : surfaktan : aquabidest = 6 : 24 : 70 (b/b). Hasil penelitian menunjukkan NLC-RPO-PKS stabil proses *cooling* dan *heating*, terutama rasio 6:4 dan 7:3 juga relatif stabil terhadap sentrifugasi. Secara visual, NLC-RPO-PKS cenderung menunjukkan kenampakan yang transparan, berpotensi sebagai carrier β -karoten terutama rasio 6:4, ukuran partikel relatif lebih kecil dalam rentang nanopartikel 37,32-44,70 nm, PDI dalam rentang 0,011-0,214, polaritas negatif dengan z-potential terendah pada NLC-RPO-PKS 6:4 (rata-rata -19,6 mV).

PROGRES PENELITIAN



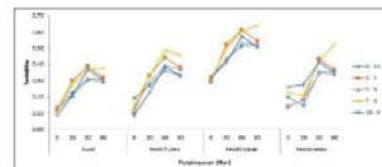
HASIL PENELITIAN

NLC-RPO yang dibuat dengan palm stearin dan RPO dan palm kernel stearin dan RPO

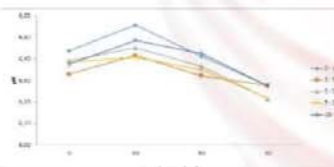
NLC-RPO dengan rasio PS:PKS = 0:10; 3:7; 5:5; 7:3; dan 10:0



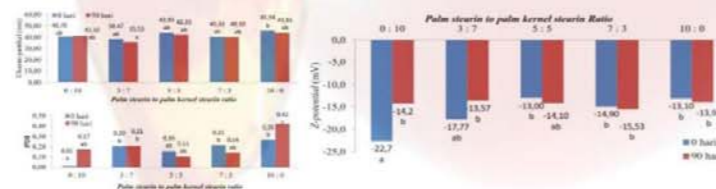
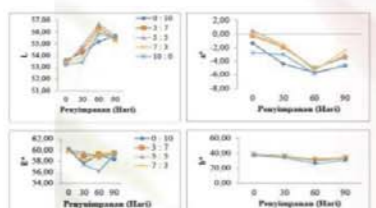
Stabilitas NLC-RPO selama penyimpanan 90 hari pada suhu kamar dan uji sentrifugasi, pendinginan dan pemanasan



Perubahan pH NLC-RPO selama penyimpanan 90 hari pada suhu kamar



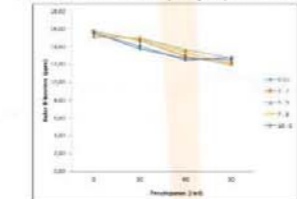
Pengaruh kombinasi *solid lipid* (PS:PKS) terhadap stabilitas warna NLC-RPO selama penyimpanan 90 hari pada suhu kamar



Pengaruh kombinasi solid lipid (PS:PKS) terhadap ukuran partikel NLC-RPO sebelum dan setelah penyimpanan 90 hari pada suhu kamar

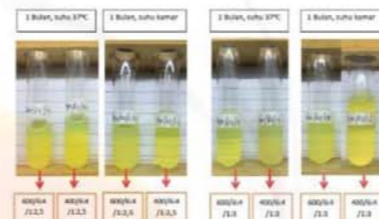
Pengaruh kombinasi solid lipid (PS:PKS) terhadap zeta potensial NLC-RPO sebelum dan setelah penyimpanan 90 hari pada suhu kamar

Pengaruh kombinasi solid lipid (PS:PKS) terhadap retensi beta-karoten dalam NLC-RPO selama penyimpanan 90 hari pada suhu kamar



Rasio PS/PKS	Perubahan retensi β -karoten
0:10	$y = -0,9768x + 16,166$ $R^2 = 0,8234$
3:7	$y = -1,3011x + 17,086$ $R^2 = 0,9819$
5:5	$y = -0,8444x + 16,242$ $R^2 = 0,922$
7:3	$y = -1,0939x + 16,645$ $R^2 = 0,9576$
10:0	$y = -1,0259x + 16,206$ $R^2 = 0,8767$

Kenampakan NLC-RPO yang dipreparasi dengan *high pressure homogenizer* selama penyimpanan 1 bulan pada suhu kamar dan 37°C



Pengukuran warna NLC-RPO powder dengan bahan pembawa maltodektrin dan rasio maltodektrin:NLC-RPO (1:4 b/b)



NLC-RPO powder	Trial 1	Trial 2	Trial 3	Rata-rata	Maltodektrin
L*	+82,77	+82,52	+81,28	+82,19	+90,17
a*	-4,92	-5,13	-5,00	-5,02	-1,72
b*	+29,11	+28,00	+28,86	+28,66	+1,24

KESIMPULAN

- NLC-RPO yang diformulasi dengan kombinasi PS dan PKS sebagai *solid lipid* relatif stabil selama penyimpanan sampai 90 hari pada suhu kamar dalam kondisi gelap.
- Komponen bioaktif (β -karoten) dalam NLC-RPO yang disimpan selama 90 hari memiliki tingkat retensi sekitar 80%.
- NLC-RPO yang dipreparasi dengan metode *high pressure homogenization* (HPH) menunjukkan stabilitas yang lebih baik dari pada NLC-RPO yang dibuat dengan menggunakan *ultrasound* selama penyimpanan 30 hari pada suhu 37°C.
- Selama penyimpanan 4 minggu pada suhu ruang dan suhu inkubasi, bubuk NLC masih memenuhi standar mutu stabilitas oksidatif di mana angka peroksida <10 mEq/kg dan angka anisidine <20 mEq/kg.
- NLC-RPO dalam bentuk cairan masih stabil selama penyimpanan 6 bulan pada suhu ruang.

SOSIAL /
EKONOMI /
ICT

KAJIAN TERHADAP EUROPEAN UNION RENEWABLE ENERGY DIRECTIVE (EU DIRECTIVE 2019/28/EC DAN EU COMMISSION REGULATION 2019/807) SERTA PERUMUSAN POSISI INDONESIA TERHADAP KEBIJAKAN TERSEBUT

Oleh :

Gede Wibawa,
 Rosediana Suharto,
 Petrus Gunarso,
 Tungkot Sipayung,
 Fahmuddin Agus, Yanto Santosa,
 Donald Siahaan,
 Winarna,
 Sachnaz Desta Oktarina,
 Ansori Nasution,
 Hernawan,
 Riski Amalia,
 Valentina Sokoastri, dan
 Andrea Mawardi.

Uni Eropa telah menyusun kebijakan terkait yaitu (RED) diundangkan pada April 2009 (Directive 2009/28/EC; atau **RED I**). Kebijakan tersebut diikuti oleh (disebut **RED II**), 24 Desember 2018, (Directive (EU) 2018/2001 disingkat RED II). RED II diimplementasi pada 2021-2030 dengan target kontribusi energi terbarukan minimal 32%, sektor transportasi minimal 14%, kontribusi maksimal 7%. Kemudian, tanggal 13 Maret 2019 diundangkan, atau (EU) 2019/807, disingkat **DR**, tentang: Perubahan penting dari RED I, RED II dan DR adalah diperketat dengan meminimalisasi emisi dari perubahan lahan secara tidak langsung atau (**ILUC**), yang dihitung berdasarkan formula yang tidak jelas metodologinya. Biofuel yang diproduksi dari **high ILUC risk feedstock** penggunaannya sejak awal Januari 2024 dikurangi () secara bertahap sampai 0% pada akhir Desember 2030. **Minyak kelapa sawit satu-satunya feedstock biofuels yang digolongkan kepada high ILUC risk feedstock**, yang sangat merugikan Indonesia. Kebijakan ini merugikan industri kelapa sawit Indonesia karena menghambat dan mendiskriminasi ekspor produk biofuels berbasis minyak sawit Indonesia ke EU dan dikhawatirkan juga berefek domino terhadap harga dan serapan minyak sawit dunia.

Kebijakan EU RED II dan DR berpangkal dari kebijakan jangka panjang EU terkait komitmennya terhadap **perubahan iklim**. Kepedulian pada perubahan iklim diinisiasi sejak tahun 1990 melalui forum (IPCC) dan lebih lanjut dituangkan dalam dalam sidang UNFCCC ke-3 pada 1997. (Directive 2009/28/EC, RED I) merupakan salah satu instrumen dalam 2009 dalam pengurangan emisi melalui penggunaan energi terbarukan tahap pertama (periode 2008-2012), memenuhi komitmen EU pada untuk pengurangan emisi GRK sedikitnya 8% terhadap kondisi 1990. RED I fokus pada pengurangan emisi dalam aspek kelistrikan, pemanasan/pendinginan dan transportasi.

EU RED II mempersyaratkan setiap usaha wajib menerapkan untuk biomass dan diperluas ke bioliquid seperti tertuang dalam Artikel 29 pada EU RED II. Pemenuhan persyaratan dimaksud harus divalidasi dengan menggunakan sistem verifikasi nasional atau satu dari 17 sistem yang disahkan oleh dan berlaku di negara anggota EU. mensyaratkan untuk melindungi biodiversitas dan lahan yang mengandung tinggi sehingga biofuel tidak boleh dibuat dari bahan baku yang ditanam (i) di lahan dengan nilai biodiversitas tinggi seperti hutan; (ii) di lahan berkayu dan lahan yang secara alami dilindungi; (iii) di padang rumput yang mengandung biodiversitas tinggi, dan (iv) di lahan gambut dan rawa.

Kajian ini dilakukan dengan menganalisis berbagai dokumen kebijakan EU terkait Perubahan Iklim, berbagai hasil kajian yang menjadi dasar terbitnya kebijakan RED II dan DR, berbagai kebijakan global terkait perubahan iklim, deforestasi, biodiversitas, emisi gas rumah kaca (GRK), berbagai kebijakan Indonesia terkait dengan hutan, biodiversitas, lingkungan dan perubahan iklim, pemanfaatan lahan gambut, industri hulu, tengah dan hilir kelapa sawit, kebijakan biodiesel, dan aspek pasar minyak nabati (global dan nasional). (FGD) juga dilakukan untuk mendapatkan berbagai masukan stakeholders, terhadap hasil kajian ini.

Hasil kajian ini dibagi menjadi dua komponen besar yaitu: dokumen hasil analisis para ahli ditinjau dari berbagai aspek: teknis, sosial (terutama), ekonomis, lingkungan (emisi gas rumah kaca, biodiversitas, lahan gambut) dan kebijakan perdagangan yang ditujukan untuk menjadi acuan bagi pemerintah Indonesia dalam membuat respons internal memperkuat posisi industri kelapa sawit untuk semakin sesuai tolok ukur global yang berkembang. Hasil kajian ini juga berupa usulan bagi Pemerintah Indonesia dalam menjawab kebijakan EU RED II dan DR.

Berdasarkan hal di atas, tiga usulan rekomendasi disampaikan:

Pertama, Presiden perlu secara tegas dan konsisten menyampaikan ke pimpinan-pimpinan tertinggi EU, bahwa kebijakan EU RED II berdampak buruk terhadap Industri berbasis sawit di Indonesia yang menjadi salah satu di Indonesia. Kekuatan kebijakan ini akan semakin meningkat jika dilakukan melalui kerjasama dengan Malaysia, dan produsen kelapa sawit lainnya. Indonesia perlu terus melakukan

diplomasi tingkat tinggi untuk meyakinkan bahwa industri berbasis sawit adalah sangat strategis bagi Indonesia dan merupakan "" bagi Indonesia.

Kedua, Opsi ini menjadi pilihan paling penting, karena Indonesia memiliki peluang yang cukup besar untuk memenangkan proses hukum tersebut. Untuk mendukung posisi tersebut, Indonesia telah memiliki : Pertama, ada bukti bahwa RED II bersifat diskriminatif terhadap komoditas kelapa sawit terutama tercermin dari sejumlah definisi dan kriteria (definisi, kriteria, dan perhitungan yang tidak transparan baik dalam hal perhitungan dan dasar ilmiahnya ()); Kedua, perluasan kelapa sawit tidak banyak mengonversi lahan yang nilai dari biodiversitas tinggi seperti hutan (i) tingkat deforestasi sangat kecil, (ii) penggunaan hutan primer hanya sekitar 1% dan hutan sekunder sekitar 15%, (iii) lahan berkayu dan lahan yang secara alami dilindungi; (iv) padang rumput yang mengandung biodiversitas tinggi karena sekitar 98,56 % calon lahan kebun sawit berasal dari lahan berstatus "sudah bukan kawasan hutan, dan (v) lahan gambut dan rawa. Tim telah mengidentifikasi beberapa kelemahan kebijakan EU RED II tersebut untuk dapat dibawa ke forum WTO, apakah dengan menggunakan Technical Barriers to Trade (TBT) artikel 2.1, 2.2. dan 2.8 dan/atau GATT artikel III, X, XI, dan XIII. Disamping itu tim juga telah mengidentifikasi kemungkinan EU memakai GATT artikel XX (g). Salah satu keterbatasan opsi ini adalah proses biasanya memerlukan waktu lama sekitar 3 tahun. Selama proses hukum tersebut, kebijakan EU RED II telah berdampak negatif terhadap industri berbasis sawit Indonesia

Ketiga Pengembangan industri hilir untuk peningkatan konsumsi minyak sawit domestik, termasuk konsistensi menjalankan kebijakan biodiesel (B-20 dan B-30) di dalam negeri serta perluasan dan penguatan pasar di luar EU-28 untuk biodiesel. Proses ini tentu memerlukan sumberdaya yang besar dan waktu yang panjang. Brazil yang kini menjadi salah satu produsen dan konsumen biofuel () terbesar di dunia, memulai upaya ini sejak tahun 1972.

KAJIAN TERHADAP EUROPEAN UNION RENEWABLE ENERGY DIRECTIVE (EU DIRECTIVE 2018/2001 DAN EU COMMISSION REGULATION 2019/807) SERTA PERUMUSAN POSISI INDONESIA TERHADAP KEBIJAKAN TERSEBUT.

Tim Kajian: Dr. Gede Wibawa, Dr. Rosediana Suharto, Dr. Petrus Gunarso, Dr. Tungkot Sipayung, Prof. Dr. Fahmuddin Agus, Prof. Dr. Yanto Santosa, dan Dr. Donald Siahaan. Supporting Researchers: Dr. Winarna, Dr. Sachnaz Desta Oktarina, Dr. Ansori Nasution, Hernawan, Y.P, SP, MSc, Riski Amalia, SE, MSi, Valentina Sokoastri, Skom, MA, Andrea Mawardi, SP.

LATAR BELAKANG

- **European Union (EU)** telah menyusun kebijakan *Renewable Energy Directive*: Directive 2009/28/EC; **RED I**, Directive (EU) 2018/2001; **RED II**: tentang *on the promotion of the use of energy from renewable sources (recast)*, **RED II**) dan *Supplementing Directive 2018/2001*, atau *Commission Delegated Regulation (EU) 2019/807*; **DR** tentang *supplementing Directive (EU) 2018/2001 as regards the determination of high indirect land-use change-risk feedstock for which a significant expansion of the production area into land with high carbon stock is observed and the certification of low indirect landuse change-risk biofuels, bioliquids and biomass fuels*.
- **RED II** diimplementasi pada 2021-2030 dengan target kontribusi energi terbarukan minimal 32%, sektor transportasi minimal 14%, kontribusi *crop-based biofuel* maksimal 7%.
- Perubahan penting dari **RED I**, **RED II** dan **DR** adalah *sustainable criteria* diperketat dengan meminimalisasi emisi dari perubahan lahan secara tidak langsung atau *Indirect Land Use Change (ILUC)*, yang dihitung berdasarkan formula *land expansion*.
- Biofuel yang diproduksi dari *high ILUC risk feedstock* penggunaannya sejak awal Januari 2024 dikurangi (*phase out*) secara bertahap sampai 0% pada akhir Desember 2030. Minyak kelapa sawit satu-satunya *feedstock biofuels* yang digolongkan kepada *high ILUC risk feedstock*, yang sangat merugikan Indonesia.
- Kebijakan EU **RED II** dan **DR** berpangkal dari kebijakan jangka panjang EU terkait komitmennya terhadap **perubahan iklim**. *Renewable Energy Directive* (Directive 2009/28/EC, **RED I**) merupakan salah satu instrumen dalam *Climate and Energy Package* 2009 dalam pengurangan emisi melalui penggunaan energi terbarukan tahap pertama (periode 2008-2012), memenuhi komitmen EU pada *Kyoto Protocol* untuk pengurangan emisi GRK sedikitnya 8% terhadap kondisi 1990. RED I fokus pada pengurangan emisi dalam aspek kelistrikan, pemanasan/pendinginan dan transportasi.
- **EU RED II** mempersyaratkan setiap usaha wajib menerapkan *sustainability criteria* untuk biomass dan diperluas ke *bioliquid*. Pemenuhan persyaratan dimaksud harus divalidasi dengan menggunakan sistem verifikasi nasional atau satu dari 17 sistem yang disahkan oleh *European Commission (EC)* dan berlaku di negara anggota EU.
- *Sustainability criteria* mensyaratkan untuk melindungi biodiversitas dan lahan yang mengandung *carbon stock* tinggi sehingga *biofuel* tidak boleh dibuat dari bahan baku yang ditanam (i) di lahan dengan nilai biodiversitas tinggi seperti hutan; (ii) di lahan berkayu dan lahan yang secara alami dilindungi; (iii) di padang rumput (*grassland*) yang mengandung biodiversitas tinggi, dan (iv) di lahan gambut dan rawa.

METODOLOGI

- Kajian ini dilakukan dengan menganalisis berbagai dokumen kebijakan EU terkait Perubahan Iklim, berbagai hasil kajian yang menjadi dasar terbitnya kebijakan RED II dan DR, berbagai kebijakan global terkait perubahan iklim, deforestasi, biodiversitas, emisi gas rumah kaca (GRK), berbagai kebijakan Indonesia terkait dengan hutan, biodiversitas, lingkungan dan perubahan iklim, pemanfaatan lahan gambut, industri hulu, tengah dan hilir kelapa sawit, kebijakan biodiesel, dan aspek pasar minyak nabati (global dan nasional). *Focus Group Discussion (FGD)* juga dilakukan untuk mendapatkan berbagai masukan stakeholders, terhadap hasil kajian ini.

HASIL & REKOMENDASI

- Hasil kajian ini dibagi menjadi dua komponen besar yaitu: **hasil analisis para ahli** dari berbagai aspek: teknis, sosial (terutama *smallholders*), ekonomis, lingkungan (*land cover*, emisi gas rumah kaca, biodiversitas, lahan gambut) dan kebijakan perdagangan yang ditujukan untuk menjadi acuan bagi pemerintah Indonesia dalam membuat respons internal memperkuat posisi industri kelapa sawit untuk semakin *sustainable* sesuai tolak ukur global yang berkembang. Hasil kajian ini juga berupa **usulan position paper** bagi Pemerintah Indonesia dalam menjawab kebijakan EU RED II dan DR.

1

Presiden perlu secara tegas dan konsisten menyampaikan ke pimpinan-pimpinan tertinggi EU, bahwa kebijakan EU RED II berdampak buruk terhadap Industri berbasis sawit di Indonesia yang menjadi salah satu *leading sector* di Indonesia. Kekuatan kebijakan ini akan semakin meningkat jika dilakukan melalui kerjasama dengan Malaysia, dan produsen kelapa sawit lainnya. Indonesia perlu terus melakukan diplomasi tingkat tinggi untuk meyakinkan bahwa industri berbasis sawit adalah sangat strategis bagi Indonesia dan merupakan "*hot button*" bagi Indonesia.

3

Pengembangan industri hilir untuk peningkatan konsumsi minyak sawit domestik, termasuk konsistensi menjalankan kebijakan biodiesel (B-20 dan B-30) di dalam negeri serta perluasan dan penguatan pasar di luar EU-28 untuk biodiesel. Proses ini tentu memerlukan sumberdaya yang besar dan waktu yang panjang. Brazil yang kini menjadi salah satu produsen dan konsumen biofuel (*bioethanol*) terbesar di dunia, memulai upaya ini sejak tahun 1972.

2

Ligitasi DBS World Trade Organization (WTO) Opsi ini menjadi pilihan paling penting, karena Indonesia memiliki peluang yang cukup besar untuk memenangkan proses hukum tersebut. Untuk mendukung posisi tersebut, Indonesia telah memiliki *scientific evidences*: Pertama, ada bukti bahwa RED II bersifat diskriminatif terhadap komoditas kelapa sawit terutama tercermin dari sejumlah definisi dan kriteria (definisi *low ILUC risk feedstock*, kriteria *high ILUC risk feedstock*, dan perhitungan *ILUC factor* yang tidak transparan baik dalam hal perhitungan dan dasar ilmiahnya (*scientific*)); Kedua, perluasan kelapa sawit tidak banyak mengonversi lahan yang nilai dari biodiversitas tinggi seperti hutan (i) tingkat deforestasi sangat kecil, (ii) penggunaan hutan primer hanya sekitar 1% dan hutan sekunder sekitar 15%, (iii) lahan berkayu dan lahan yang secara alami dilindungi; (iv) padang rumput yang mengandung biodiversitas tinggi karena sekitar 98,56 % calon lahan kebun sawit berasal dari lahan berstatus "sudah bukan kawasan hutan, dan (v) lahan gambut dan rawa. Tim telah mengidentifikasi beberapa kelemahan kebijakan EU RED II tersebut untuk dapat dibawa ke forum WTO, apakah dengan menggunakan Technical Barriers to Trade (TBT) artikel 2.1, 2.2. dan 2.8 dan/atau GATT artikel III, X, XI, dan XIII. Disamping itu tim juga telah mengidentifikasi kemungkinan EU memakai GATT artikel XX (g). Salah satu keterbatasan opsi ini adalah proses *ligitasi di Dispute Settlement Body (DSB) dari WTO* biasanya memerlukan waktu lama sekitar 3 tahun. Selama proses hukum tersebut, kebijakan EU RED II telah berdampak negatif terhadap industri berbasis sawit Indonesia

25

PETA JALAN PENGEMBANGAN BIOFUELS BERBASIS CPO UNTUK MEMENUHI TARGET BAURAN ENERGI 2020 – 2045

Oleh :

Ragil Darmawan,
dkk

Defisit neraca perdagangan yang mencapai minus 8.4 Juta USD pada tahun 2018 mayoritas di sebabkan oleh impor minyak dan gas, menjadi alasan mengapa pengembangan kelapa sawit sebagai salah satu bahan pengganti untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar . Harga komoditas kelapa sawit mengalami penurunan dikarenakan over produksi kelapa sawit, pada tahun 2010 harganya mencapai 1.219 USD/ Ton lalu menurun menjadi 470 USD / Ton pada tahun 2018. Penggunaan kelapa sawit sebagai salah satu bahan untuk pembuatan bahan bakar energi terbarukan perlu maksimalkan, yang tujuannya adalah selain menurunkan defisit neraca perdagangan juga membantu dalam mencapai target EBT di tahun 2025 sebesar 23% dan 31% di tahun 2050.

Pertumbuhan kegiatan ekonomi yang tinggi ini tentunya memberikan konsekuensi terhadap terus bertumbuhnya kebutuhan terhadap sumber daya energi yang digunakan sebagai modal pembangunannya yakni di kisaran 3,95% rata – rata pertahun dengan detail sektoral yaitu Industri 4.26%, Rumah Tangga 2.61 %, Transportasi 3.76%, Komersial 6%, lainnya 2.62%. Roadmap biofuel berbasis CPO ini diharapkan mampu mengurangi konsumsi bahan bakar berbasis fosil dengan cara memaksimalkan dan memperluas penggunaan CPO untuk bahan bakar nabati. Meskipun Berbasis CPO memiliki peluang dalam pengembangannya, namun pada saat ini masih terdapat tantangan dalam implementasinya. Pengembangan berbasis kelapa sawit saat ini masih menggunakan metode untuk memproduksi bahan bakar minyak fosil sehingga produksi biofuel yang berbasis CPO belum dapat optimal.

Pada penyusunan roadmap dibuat tiga skenario yang didasari oleh kondisi pertumbuhan kebutuhan energi dan ketersediaan CPO sebagai Skenario pertama adalah skenario optimis, dimana pertumbuhan kebutuhan energi mengikuti proyeksi yang dibuat oleh BPPT dengan pemodelan MARKAL yang menghasilkan pertumbuhan kebutuhan energi dengan CAGR sebesar 3,5%. Di sisi feedstock digunakan

proyeksi Dirjen Perkebunan, dimana produksi CPO tumbuh dengan CAGR sebesar 2,45%. Skenario ke dua, moderat, menggunakan pertumbuhan kebutuhan energi dengan CAGR 2,1% dan pertumbuhan produksi CPO dengan CAGR 1,8%. Skenario ke tiga, konservatif, digunakan asumsi pertumbuhan energi yang lebih kecil berdasarkan data pertumbuhan kebutuhan bahan bakar solar sebesar 1,65% sedangkan pertumbuhan produksi CPO menggunakan masukan dari anggota GAPKI dengan CAGR sebesar 1,3%.

Pada skenario kondisi optimis, seluruh produk berbasis CPO diterapkan dengan pentahapan dimulai dari jangka pendek dengan mandatori biodiesel B30 sejak tahun 2020 dan CPO Pembangkit program. Jangka menengah diterapkan program tambahan CPO Pembangkit tahap 2, diesel dan dengan metode serta dengan membangun 1 unit kilang berkapasitas 3 juta KL. Untuk jangka panjang, ditambahkan CPO untuk Pembangkit program 3 dan 4. Dengan asumsi teknologi dan partial FAME sudah siap secara komersial, pada tahun 2040 sudah dapat dibangun fasilitas kilang standalone dengan kapasitas 1 juta KL serta pabrik pemrosesan partial FAME dengan kapasitas produksi 4 juta KL. Pada skenario kondisi moderat, mandatori biodiesel B30 dan program 1 CPO untuk pembangkit diterapkan pada jangka pendek, dilanjutkan dengan program 2 CPO untuk pembangkit, diesel dan . Pembangunan kilang diesel berkapasitas 3 juta KL baru dimulai pada jangka panjang juga program 3 dan 4 CPO untuk pembangkit. Pada skenario konservatif, dimana kebutuhan bahan bakar minyak dan CPO diproyeksikan kecil pertumbuhannya, hanya diterapkan beberapa program yang secara komersial teknologinya sudah terbukti dengan volume yang disesuaikan dengan ketersediaan CPO. Mandatori Biodiesel B30 dan program 1 CPO pembangkit menjadi program pada jangka pendek. Selanjutnya program diesel dan dengan metode menjadi program jangka menengah ditambah pembangunan kilang diesel dengan metode . Dalam skenario konservatif tidak ada penambahan program baru untuk berbasis CPO ini, hanya penambahan volume disesuaikan dengan proyeksi ketersediaan CPO untuk energi.

PETA JALAN PENGEMBANGAN BIOFUELS BERBASIS CPO UNTUK MEMENUHI TARGET BAHAN ENERGI 2020 - 2045

Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit
Kementerian Keuangan
Tahun 2019



26

KAJIAN PENETAPAN PUNGUTAN EKSPOR DAN BEA KELUAR UNTUK KEBERLANJUTAN INDUSTRI KELAPA SAWIT NASIONAL

Oleh :

- Febrio Kacaribu,
- Khoirunurrofik,
- Teuku Riefky,
- Nauli A. Desdiani,
- Anita Theresia,
- Nisrina Qurratu'Ain,
- Syahda Sabrina, dan
- Amalia Cesarina

Industri sawit Indonesia berkontribusi besar tidak hanya bagi industri sawit sendiri, namun juga terhadap perekonomian dan tenaga kerja. Di tengah tren perdagangan dunia yang melemah, yang membuat ekspor secara keseluruhan cenderung melemah, ekspor kelapa sawit berhasil untuk tetap tumbuh positif dalam kurun 2008-2017. Isu negative campaign oleh Uni Eropa serta trade war antara AS-China sejak tahun 2018 menyebabkan berkurangnya permintaan sawit secara global. Hal ini menyebabkan harga sawit turun tajam sehingga kontribusi sawit terhadap total ekspor turun ke 9,2% di tahun 2018 dari 11% di tahun sebelumnya.

Dengan struktur yang ada, tren penurunan harga sempat membuat beban ekspor sawit yakni bea keluar dan dana pungutan ekspor nol. Kondisi ini diindikasikan dapat menginsentif pelaku industri hulu untuk langsung mengekspor minyak sawit dalam bentuk mentah dan berpotensi terjadi kekurangan bahan baku bagi industri hilir sawit domestik. Ini diprediksi dapat membuat hilir sawit melesu yang kemudian berpotensi pada stagnansi ekspor produk hilir. Kondisi ini berpotensi lebih buruk akibat adanya penurunan 5 persentase lebih rendah tarif impor sawit India dari Malaysia sebagai hasil perjanjian dagang antara kedua negara di Januari 2019. Sebagai hasilnya, terlihat bahwa jumlah ekspor RBDPO Indonesia ke India mengalami penurunan signifikan hingga paruh awal 2019. Meski demikian, diprediksikan kondisi ini akan membaik seiring rencana pengembalian tarif impor RBD India dari Malaysia menjadi 50% (serupa dengan Indonesia) dalam waktu dekat.

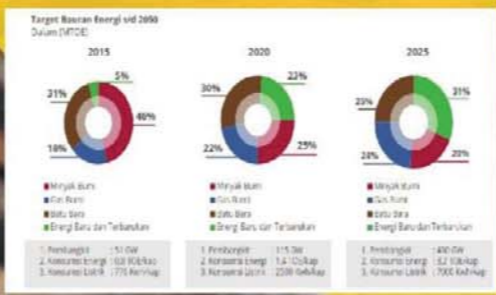
Bagaimanapun, ketiadaan bea ekspor maupun dana pungutan juga diperkirakan akan menahan upaya hilirisasi Pemerintah yang sudah dibangun sejak beberapa tahun terakhir. Namun, terlihat adanya sinyal dan peluang kenaikan kembali harga CPO dalam waktu dekat. Dengan tren kenaikan harga tersebut, ada ruang untuk menaikkan bea keluar dan atau danapungutan ekspor tanpa mengganggu kinerja ekspor, produksi, dan kesejahteraan petani dalam jangka panjang. Sementara itu, enguatan industri sawit Indonesia dalam jangka menengah akan tergantung pada seberapa sukses program biofuel dan keberhasilan diversifikasi tujuan pasar ekspor baru.

sawit Latar Belakang

Visi dan Misi Peta Jalan Biofuel Berbasis Kelapa Sawit

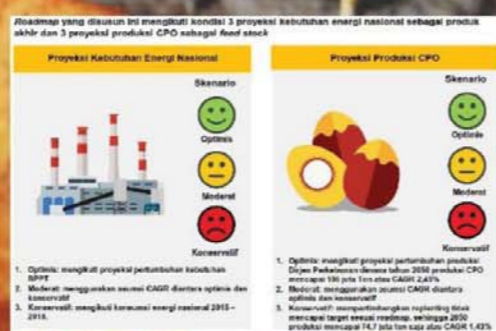


Indonesia merupakan negara kepulauan yang memiliki kekayaan alam yang melimpah, namun sejak tahun 2004 Indonesia yang semula merupakan salah satu negara pengeksportir minyak dan gas. Pada tahun 2050 peranan Energi Baru Terbarukan juga akan semakin didorong hingga mencapai 31% sedangkan minyak bumi hanya 20%, batu bara menjadi 25%, dan gas bumi 23%. Kemampuan kelapa sawit sebagai bahan pengganti bahan bakar fosil sudah banyak terbukti di luar negeri untuk pembuatan Green Diesel dan Green Gasoline. Biofuel berbasis kelapa sawit diharapkan menjadi salah satu solusi pengurangan penggunaan fosil fuel dan mengurangi defisit neraca perdagangan Indonesia.

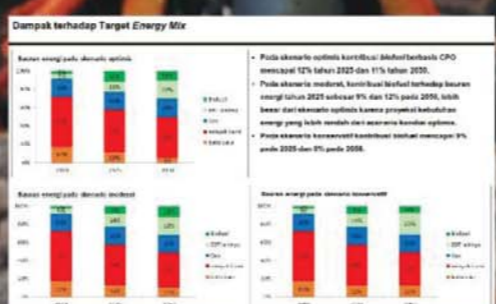
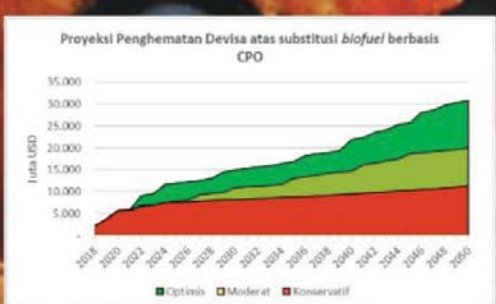


Asumsi, Indikasi dan Skenario

No	Asumsi	Keterangan
1	Pertumbuhan Energi	Pertumbuhan permintaan energi primer sehingga provinsi Energi Primer hingga 2050 BPPF dengan pendekatan MARKAL
2	Pertumbuhan Sektoral	Sektor primaria BPPF pertumbuhan permintaan energi 30-36 juta KL pada tahun 2018 akan meningkat 2,3% setiap tahunnya hingga 2050 menjadi 175 juta KL
3	Pemilihan Defisit Berbasis CPO	Pemilihan Defisit Berbasis CPO akan ditargetkan 4 program utama yaitu: 1) FAME untuk masalah defisit dengan maksimum loading 30% 2) CPO yang diproses untuk memenuhi pembangkit listrik 3) Pengembangan Green Diesel melalui co-processing dengan klamp Perampas dan stand Alone 4) Pengembangan Green Gasoline co-processing dengan klamp Perampas serta stand alone
4	Sisa CPO	Penggunaan CPO untuk biofuel akan diawasi oleh sisa CPO yang tersedia
5	Inventori Program Biofuel	Inventori program biofuel termasuk biaya dan program BPPF KL, jika terjadi total energi dari BPPF KL akan menunjukkan pengalokasian
6	Harga CPO	Harga CPO diproyeksikan akan naik sesuai naiknya permintaan dan kurangnya stok
7	Harga Crude Oil	Harga proyek energi di mengkaiti proyeksi yang diawasi oleh Bloomberg



Proyeksi Harga, Penghematan dan Bauran Energi



Program dan Kebijakan Jangka Pendek, Menengah & Panjang

	Optimis	Moderat	Konservatif
2018	Rp. 22.266.363 /Ha Per tahun	Rp. 22.266.363 /Ha Per tahun	Rp. 22.266.363 /Ha Per tahun
2020	Rp. 31.725.958 /Ha Per tahun	Rp. 28.337.785 /Ha Per tahun	Rp. 25.740.464 /Ha Per tahun
2025	Rp. 61.837.203 /Ha Per tahun	Rp. 47.075.879 /Ha Per tahun	Rp. 38.974.827 /Ha Per tahun

No.	Program	Jangka Pendek (2018-2020)	Jangka Menengah (2021-2025)	Jangka Panjang (2026-2050)
1	Biobase B30	✓	✓	✓
2	Biobase FAME halogenasi parsial	✓	✓	✓
3	CPO Peningkatan	✓	✓	✓
4	Green Diesel co-processing	✓	✓	✓
5	Green Gasoline co-processing	✓	✓	✓
6	Green Diesel Stand Alone	✓	✓	✓
7	Green Gasoline Stand Alone	✓	✓	✓

Kategori	2018-2020	2021-2025	2026-2050
Kebijakan Jangka Pendek	1. Memastikan biofuel sebagai input dominan faktor EET dalam bauran energi nasional	1. Mendukung inventori P.TB baru	1. Mendukung pengembangan teknologi proses standar global
Kebijakan Jangka Menengah	2. Mengembangkan program biofuel energi CPO	2. Mendukung Pembangunan pemrosesan Tenggul Perampasan FAME pada Setap RU B3N sebagai pilot	2. Mendukung pemrosesan green diesel co-processing dan stand alone Perampasan
Kebijakan Jangka Panjang		3. Mendukung pemrosesan green diesel co-processing dan stand alone Perampasan	3. Mendukung pengembangan IPO (Industrial Pilot Oil) di dalam sawit untuk energi

Penggantian konsumsi minyak bumi utamanya solar dan bensin menjadi biofuel berbasis CPO, secara langsung akan membuat volume impor solar dan bensin dapat dikurangi secara signifikan. Di sisi lain, dengan program ini tetap mempertahankan pertumbuhan ekspor CPO.

Pengurangan volume impor minyak bumi dan pertumbuhan ekspor komoditas CPO dan turunannya diyakini akan dapat mengembalikan neraca perdagangan nasional kita kembali surplus.



Dampak Pungutan Ekspor terhadap Kesejahteraan Pekebun dan Keberlanjutan Industri Sawit

Industri sawit berkontribusi besar bagi perekonomian nasional, baik terhadap PDB, ekspor, maupun pencapaian SGDs. Isu *negative campaign* oleh Uni Eropa serta *trade war* antara AS-China sejak tahun 2018 menyebabkan berkurangnya permintaan sawit secara global yang menyebabkan harga CPO turun tajam di awal tahun 2019. Hal ini berimplikasi pada BK dan PE yang menjadi nol.

Beban Ekspor (bea keluar + dana pungutan) terhadap Harga Referensi (%)



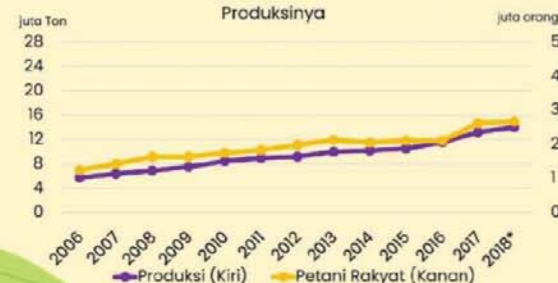
Kenaikan Kuantitas Ekspor Sawit (CPO & RBD) (%)	Kenaikan Beban Ekspor Sawit Indonesia ke Semua Negara			
	0%	5% CPO / 2% RBD	10% CPO / 4% RBD	15% CPO / 6% RBD
Kenaikan Harga CPO	3% (525 USD/ton)	7%	4%	1%
	6% (541 USD/ton)	15%	11%	8%
	12% (571 USD/ton)	29%	26%	25%

Kenaikan Kuantitas Ekspor (juta ton)	Kenaikan Beban Ekspor Sawit Indonesia ke Semua Negara						
	0%		5% CPO / 2% RBD		10% CPO / 4% RBD		
	CPO	RBD	CPO	RBD	CPO	RBD	
Kenaikan Harga CPO	3% (525 USD/ton)	7,0	24,4	6,8	23,7	6,6	23,0
	6% (541 USD/ton)	7,5	26,1	7,3	25,3	7,1	24,6
	12% (571 USD/ton)	8,5	29,4	8,3	28,7		

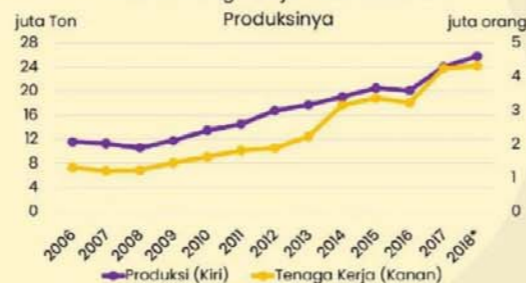
Kenaikan Penerimaan Pemerintah dari Beban Ekspor (juta USD)	Kenaikan Beban Ekspor Sawit Indonesia ke Semua Negara						
	0%		5% CPO / 2% RBD		10% CPO / 4% RBD		
	CPO	RBD	CPO	RBD	CPO	RBD	
Kenaikan Harga CPO	3% (525 USD/ton)	0	0	179	268	347	539
	6% (541 USD/ton)	0	0	198	294	384	572
	12% (571 USD/ton)	0	0	236	350		

- Kondisi ini diindikasikan menginsentif **pelaku industri hulu** untuk langsung mengekspor minyak sawit mentah karena pajak ekspor produk hilir menjadi relatif lebih tinggi dibanding produk hulu
- Terjadi penurunan ekspor produk hilir sawit Indonesia ke India hingga awal 2019 akibat penerapan tarif impor yang lebih rendah untuk Malaysia dibanding Indonesia.
- Menggunakan metode perhitungan Computable General Equilibrium (CGE) dengan basis data Global Trade Analysis Project (GTAP), studi ini menemukan bahwa pengenaan BK maupun PE akan **meningkatkan pendapatan negara**. Sementara jumlah sawit yang diekspor **cenderung tidak terpengaruh**.

Jumlah Petani Perkebunan Rakyat dan Produksinya



Jumlah Tenaga Kerja Perkebunan dan Produksinya



- Berdasarkan data historis, untuk setiap 1% kenaikan produksi sawit, akan ada tambahan 0,75% kenaikan jumlah petani rakyat dan kenaikan 1,76% perkebunan swasta dan PTPN.
- Pada kondisi pertengahan tahun 2019, studi menemukan bahwa ada peluang untuk menaikkan BK dan PE sawit tanpa mengganggu kinerja ekspor, produksi, dan kesejahteraan petani dalam jangka menengah karena adanya sinyal kenaikan kembali harga CPO global.
- Dalam jangka menengah dan panjang, penguatan industri sawit Indonesia akan tergantung pada seberapa sukses program *biofuel* dan keberhasilan diversifikasi tujuan pasar ekspor baru.

27

PENGARUH PENGEMBANGAN KEBUN SAWIT TERHADAP UKURAN POPULASI ORANGUTAN, GAJAH DAN HARIMAU SUMATERA

Oleh :

Yanto Santosa, Dede Aulia Rahman, Intan Purnamasari, dan Marini Machdi Putri

Perluasan kebun kelapa sawit yang signifikan di Pulau Sumatera () dituding sebagai penyebab penurunan populasi Orangutan, Harimau dan Gajah di Pulau Sumatera. Ketiga spesies tersebut merupakan spesies langka dan dilindungi sehingga banyak pihak yang menyoroti penurunan populasi ketiga spesies tersebut, sehingga tuduhan-tuduhan tersebut terus bergulir dan memberikan dampak yang sangat melemahkan dan merugikan posisi Indonesia dalam perdagangan global minyak kelapa sawit. Oleh karena itu penelitian ini dipandang perlu untuk mendapatkan jawaban ilmiah yang lugas dan valid atas pertanyaan “benarkah pengembangan kelapa sawit berpengaruh terhadap penurunan ukuran populasi orangutan, harimau dan gajah Sumatera?”. Selain itu, analisis DNA terhadap feces ke-3 species dimaksud diharapkan dapat menjelaskan apakah populasi yang dianalisis memiliki keragaman genetik (haplotype) yang berbeda satu sama lain.

Data tentang perkembangan ukuran populasi (2014-2018) diperoleh atas kebaikan Ditjen KSDAE-LHK cq Dit-KKH, lalu data sebaran spasial dan pergerakan masing-masing populasi diperoleh dengan bantuan Dit-PTKL-LHK. Adapun data perkembangan/perubahan tutupan lahan untuk periode yang sama dengan data ukuran populasi diperoleh melalui penafsiran citra landsat. Survey lapangan yang dilakukan di kawasan BTN Way Kambas, BTN Bukit Barisan Selatan, BBTN Gunung Leuser dan BKSDA Aceh lebih difokuskan untuk mendapatkan data dan informasi terkait sebaran spasial jejak aktifitas ke-3 spesies yang diteliti dan juga untuk pengambilan sampel fecesnya.

Sampai saat ini data yang sudah diperoleh terbatas pada (a) perkembangan ukuran populasi gajah, harimau dan orangutan Sumatera (periode 2000-2018); dan (b) perkembangan/perubahan type tutupan lahan pada habitat alami ke-3 spesies yang dikaji. Data terkait sebaran spasial jejak aktifitas dan analisis DNA masih dalam proses pengambilan di lapangan (saat ini Tim Survey sedang di kawasan BBTNGL dan BKSDA Aceh). Terkait dengan perkembangan kebun

sawit di habitat alami ke-3 spesies yang dikaji diperoleh informasi menarik sbb : (a) dari 51 habitat alami sebagai lokasi pemantauan harimau sumatera, hanya 14 lokasi (27,45%) yang “dimasuki” kebun sawit, sedangkan sisanya (72,55%) terjadi perubahan type tutupan lahan cukup signifikan yang bukan disebabkan oleh pengembangan kebun sawit; (b) dari 21 Lokasi habitat alami gajah sumatera, terdapat 13 Lokasi (61,90%) yang “dimasuki” kebun sawit, sedangkan sisanya yang 38,10% terjadi perubahan type tutupan lahan yang cukup signifikan tetapi bukan oleh pengembangan kebun sawit; (c) dari 19 Lokasi habitat alami orangutan sumatera, terdapat 6 lokasi (31,58%) yang “dimasuki” kebun sawit, sedangkan sisanya yang 68,42% terjadi perubahan type tutupan lahan yang cukup signifikan tetapi bukan oleh pengembangan kebun sawit.

Jika dilihat dari kondisi populasi ketiga spesies di lokasi habitat/site pengamatan yang “dimasuki” kelapa sawit, untuk orangutan dan harimau lebih banyak lokasi yang mengalami penurunan populasi (8 dari 14 lokasi/site pengamatan harimau dan 2 dari 3 lokasi/site orangutan) sedangkan untuk gajah diperoleh hasil yang berbeda yakni lebih banyak lokasi/site pengamatan yang mengalami kenaikan populasi (5 dari 13 lokasi) dan sisanya 4 lokasi tidak mengalami perubahan populasi (tetap), 2 lokasi mengalami penurunan dan 2 lainnya mengalami fluktuasi. Sementara itu, pada lokasi/site pengamatan yang “tidak dimasuki sawit” juga terjadi penurunan populasi pada 6 lokasi/site dan hanya 3 lokasi yang mengalami peningkatan jumlah populasi harimau. Hasil yang sama juga terjadi pada populasi gajah dimana populasinya mengalami penurunan pada 2 lokasi dan kenaikan populasi di 1 lokasi. Sementara untuk orangutan terdapat 3 lokasi penurunan populasi dan tidak ada lokasi yang mengalami kenaikan ukuran populasi.



PENGARUH PENGEMBANGAN KEBUN SAWIT TERHADAP UKURAN POPULASI ORANGUTAN, GAJAH DAN HARIMAU SUMATERA

PENDAHULUAN

Perluasan kebun kelapa sawit yang signifikan khususnya di Pulau Sumatera dituding sebagai penyebab kerusakan hutan dan penurunan

Perkembangan kebun kelapa sawit yang masif tersebut dinilai tumpang tindih dengan habitat alami khususnya Orangutan, Harimau dan Gajah di Pulau Sumatera

Ketiga spesies tersebut merupakan spesies langka dan dilindungi sehingga banyak pihak yang menyoroti penurunan populasi ketiga spesies tersebut

“Tudingan-tudingan tersebut terus bergulir hingga saat ini dan diduga akan terus bergulir memberikan dampak yang sangat melemahkan dan merugikan posisi Indonesia dalam perdagangan global minyak kelapa sawit”



TUJUAN

Untuk memperoleh data/informasi ilmiah dan valid tentang:

- (a) Perkembangan ukuran populasi ketiga species yang dikaji
- (b) Perkembangan luas kebun sawit dan atau tipe tutupan lahan lainnya pada habitat alami ketiga species yang diteliti
- (c) Hubungan antar butir (a) dengan (b) sehingga akan diperoleh jawaban ilmiah yang lugas dan valid atas pertanyaan “benarkah pengembangan kelapa sawit berpengaruh terhadap penurunan ukuran populasi orangutan, harimau dan gajah sumatera?”
- (d) Apakah populasi yang dianalisis memiliki keragaman genetik (haplotype) yang berbeda satu sama lain dengan melakukan analisis DNA terhadap leses ketiga species

METODE



HASIL SEMENTARA

Perkembangan kebun sawit di habitat alami ke-3 spesies yang dikaji adalah sebagai berikut :

- (a) dari 51 habitat alami sebagai lokasi pemantauan harimau sumatera, hanya 14 lokasi (27,45%) yang “dimasuki” kebun sawit;
- (b) dari 21 Lokasi habitat alami gajah sumatera, terdapat 13 lokasi (61,90%) yang “dimasuki” kebun sawit; dan
- (c) dari 19 Lokasi habitat alami orangutan sumatera, terdapat 5 lokasi (26,32%) yang “dimasuki” kebun sawit

Spesies	Jumlah lokasi/site penelitian populasi	Jumlah lokasi/site yang terdapat sawit didalamnya	Jumlah lokasi/site yang tidak ada sawitnya
Gajah	21 lokasi	13 lokasi	8 lokasi
Harimau	51 lokasi	14 lokasi	37 lokasi
Orangutan	19 lokasi	5 lokasi	14 lokasi

Kondisi populasi ketiga spesies di lokasi habitat/site pengamatan yang “dimasuki kelapa sawit” menunjukkan informasi sebagai berikut: untuk spesies orangutan dan harimau lebih banyak lokasi yang mengalami penurunan populasi (8 dari 14 lokasi/site pengamatan harimau dan 2 dari 3 lokasi/site orangutan) sedangkan untuk gajah diperoleh hasil yang berbeda yakni lebih banyak lokasi/site pengamatan yang mengalami kenaikan populasi (5 dari 13 lokasi) dan sisanya 4 lokasi tidak mengalami perubahan populasi (tetap), 2 lokasi mengalami penurunan dan 2 lainnya mengalami fluktuasi.

Spesies	Jumlah lokasi/site (terdapat sawit) dimana kondisi populasinya				Jumlah lokasi/site (tidak terdapat sawit) dimana kondisi populasinya			
	Naik	Turun	Tetap	Fluktuatif	Naik	Turun	Tetap	Fluktuatif
Gajah	5 lokasi	2 lokasi	4 lokasi	2 lokasi	1 lokasi	2 lokasi	-	2 lokasi
Harimau	2 lokasi	8 lokasi	1 lokasi	3 lokasi	3 lokasi	6 lokasi	1 lokasi	5 lokasi
Orangutan	1 lokasi	2 lokasi	-	-	-	3 lokasi	3 lokasi	2 lokasi



LEGENDA PETA :

- Sebaran Orangutan
- Sebaran Harimau
- Sebaran Gajah
- Kebun Kelapa Sawit

Contact Person:
Prof. Dr. Ir. Yanto Santosa, DEA
081904101960
yantohaurjaya@yahoo.co.id

Oleh :

Mohamad Dian Revindo,
Teuku Riefky,
Nauli A. Desdiani,
Syahda Sabrina,
Amalia Cesarina,
Meila Husna, dan
Sean Hambali

Tren kenaikan konsumsi biodiesel dalam rangka peningkatan penggunaan energi terbarukan merupakan sinyal positif dari upaya melepaskan diri dari ketergantungan energi fosil. Namun dalam perkembangannya, ditemukan beberapa isu terkait industri biodiesel, utamanya ialah kepastian ketersediaan produksi biodiesel di dalam negeri yang sangat dipengaruhi oleh skema insentif selisih Harga Indeks Pasar (HIP) bahan bakar nabati jenis biodiesel dengan bahan bakar solar. HIP acuan dari insentif merupakan komponen penting untuk menentukan besaran pembayaran oleh BPDP-KS kepada BU BBN. Harga ini sebagaimana mungkin dapat merepresentasikan kondisi produksi yang sesungguhnya dengan harapan dapat mendukung keberlanjutan dan perkembangan biodiesel kedepannya.

Berdasarkan studi literatur dan , studi ini menemukan bahwa komponen total biaya konversi CPO menjadi biodiesel yang ada di dalam perhitungan HIP BBN Biodiesel untuk tahun 2016- 2017 dihitung sekitar US\$100 per ton (skenario normal). Angka ini serupa dengan penetapan konversi CPO menjadi biodiesel pada di formulasi HIP Biodiesel tahun 2017. Sementara untuk perhitungan HIP terkini dengan menerapkan formulasi serupa, biaya konversi per September 2020 didapatkan sebesar US\$80 per ton (skenario normal). Nilai ini lebih rendah dibandingkan perhitungan di tahun 2016-2017 mengingat tingginya fluktuasi harga bahan baku proses produksi biodiesel. Dalam rangka menetapkan HIP BBN Biodiesel yang paling mendekati kondisi sebenarnya pada saat melakukan pembayaran insentif kepada BU BBN Biodiesel, perhitungan HIP BBN Biodiesel sebaiknya diperbarui menggunakan data-data paling terkini.

Studi ini juga menemukan bahwa masih banyak ruang perbaikan untuk meningkatkan efisiensi rantai pasok industri biodiesel agar dapat mencapai program mandatori biodiesel yang berkelanjutan di Indonesia. Beberapa aspek yang dapat ditingkatkan mulai dari efisiensi rantai pasok proses produksi dengan memanfaatkan PFAD untuk biodiesel, membangun integrasi pabrik dengan perkebunan dan PKS, serta

meningkatkan produktivitas lahan. Seluruh upaya perbaikan ini tentunya dapat terealisasi apabila ada koordinasi yang kuat di antara para pelaku usaha dan pemerintah.

Lebih lanjut, terkait dengan keberlanjutan skema insentif dana pungutan, terdapat beberapa keuntungan dan tantangan dari berbagai skema insentif yang telah diusulkan. Jika mengikuti skema insentif saat ini, keuntungannya adalah relatif tidak membebani pengusaha dan petani sawit. Namun, terdapat risiko defisit yang cukup besar untuk BPDP-KS apabila gap harga solar-biodiesel semakin tinggi, terutama untuk keberlanjutan dana untuk rencana program B50 kedepannya. Selanjutnya, jika ada kenaikan dana pungutan, maka terdapat peluang peningkatan harga CPO maupun produk-produk turunannya. Tetapi, jika peningkatan dana pungutan semakin tinggi, maka akan berdampak pada penurunan volume ekspor produk sawit yang pada akhirnya juga akan menyebabkan kenaikan harga biodiesel melalui peningkatan biaya produksi biodiesel akibat harga CPO dan RBDPO yang semakin mahal. Skema insentif dana pungutan perlu dibuat lebih fleksibel mengikuti pergerakan selisih harga HIP Biodiesel dan HIP Solar. Apabila selisih harga semakin tinggi, maka diperlukan sumber pendapatan yang dapat menutupi defisit pembayaran salah satunya dengan meningkatkan tarif dana pungutan ekspor maupun pembuatan tarif berjenjang. Kesiapan penerapan tingkat campuran biodiesel (B40 dan B50) juga perlu diperhatikan mengingat kenaikan tingkat campuran akan semakin meningkatkan besaran insentif biodiesel yang dibutuhkan.

Analisis Kesesuaian Formula HIP BBN Biodiesel

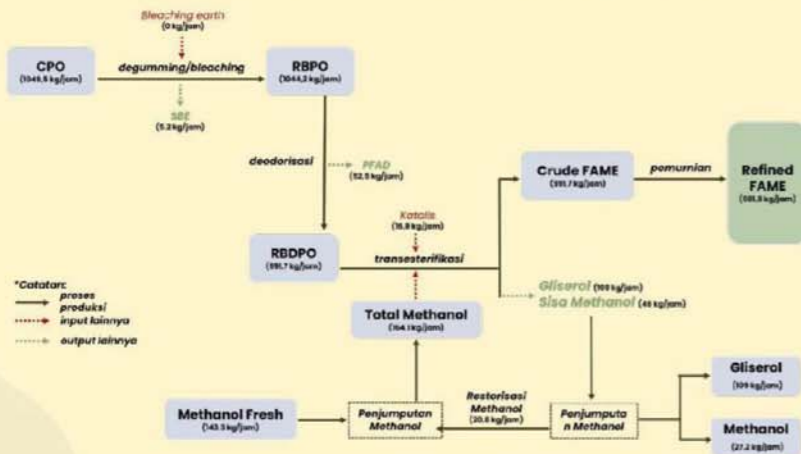
HIP Biodiesel digunakan sebagai acuan dalam menghitung selisih bayar akibat perbedaan HIP BBN Biodiesel dan HIP Solar. Oleh karena itu, penentuan HIP biodiesel harus dapat merepresentasikan keadaan industri biodiesel yang sebenarnya.

Formula HIP Biodiesel

$$(CPO + 100 \text{ USD/ton}) \times 870 \text{ kg/m}^3 + \text{Ongkos Angkut}$$

*100 USD adalah biaya konversi CPO menjadi Biodiesel (FAME)

Produksi CPO menjadi Biodiesel (FAME)



Proses produksi CPO menjadi Biodiesel FAME menyertakan biaya tetap maupun biaya variabel.

Perhitungan formula HIP Biodiesel turut memperhitungkan keluaran yang bersifat mengurangi biaya seperti komponen PFAD yang dapat dijual dan dimanfaatkan kembali.

Perhitungan menggunakan tiga skenario (*lowest*, *normal*, dan *highest*) untuk memasukkan unsur fluktuasi harga bahan baku.

Sumber: Neraca Kimia Tim Teknik Kimia ITB

Biaya Konversi 100 USD/Ton (2017)		Perhitungan LPEM UI (Kondisi Normal per 2017)		Perhitungan LPEM UI (Kondisi Normal per Agustus 2020)	
Biaya Produksi	Biaya (USD/ton)	Biaya Produksi	Biaya (USD/ton)	Biaya Produksi	Biaya (USD/ton)
Plant Overhead	9	Depresiasi	6	Depresiasi	9
Depresiasi	12	Cost of Fund	18	Cost of Fund	11
Cost of Fund	20	Biaya Overhead	9	Biaya Overhead	13
Utilities	20	Utilitas	5	Utilitas	5
		Margin	10	Margin	9
Total	61	Total	48	Total	46

KOMPONEN	HARGA SATUAN (USD/TON)	SKENARIO		KOMPONEN	RATE (%)	SKENARIO NORMAL		KOMPONEN	RATE (%)	SKENARIO NORMAL	
		RATE (%)	BIAYA (USD/TON)			HARGA SATUAN (USD/TON)	RESARAN (USD/TON)			HARGA SATUAN (USD/TON)	RESARAN (USD/TON)
Konversi CPO menjadi RBDPO			10,4	Konversi CPO menjadi RBDPO			6,1	Konversi CPO menjadi RBDPO			5,5
Kompensasi RBDPO ke Refined Biodiesel		0,25	± 1	Oil Loss Conversion - CPO ke Biodiesel	6,8	625	42,3	Oil Loss Conversion - CPO ke Biodiesel	6,8	602	40,7
Methanol	396,31	13	51,5	Methanol	14,3	278	39,9	Methanol	14,3	267	38,3
Methylate	692,76	2	13,9	Methylate	1,7	723	12,2	Methylate	1,7	724	12,2
Crude Glycerin	374,37	10	-(37,4)	Crude Glycerin	10,3	198	-20,4	Crude Glycerin	10,3	250	-25,8
				PFAD	5,2	531	-27,8	PFAD	5,2	570	-29,9
TOTAL VARIABLE COST			39	TOTAL VARIABLE COST			52,2	TOTAL VARIABLE COST			41,1
			± 100				± 100,2				± 87,2

- Berdasarkan hasil hitungan per Agustus 2020, total biaya konversi CPO menjadi Biodiesel dalam kondisi normal di tahun 2016-2017 sekitar **US\$100** per ton yang terdiri dari US\$48 biaya produksi dan US\$52 biaya bahan baku yang bersifat tidak tetap. **Angka ini serupa dengan penetapan biaya konversi CPO-Biodiesel dalam formula HIP Biodiesel di tahun 2017 sebesar US\$100 per ton.**
- Pada hasil perhitungan juga menunjukkan bahwa untuk kondisi harga bahan baku terendah adalah sebesar US\$66 dan pada kondisi tertinggi sebesar US\$108.
- Terdapat indikator yang berbeda dari formula, seperti konversi kehilangan minyak dari konversi CPO ke Biodiesel, penjualan PFAD sebagai *byproduct* proses produksi, dan keuntungan (*margin*) untuk membuat investasi layak.



29

KEBIJAKAN PENGEMBANGAN INDUSTRI BIOHIDROKARBON YANG MENDUKUNG KETAHANAN ENERGI

Oleh :

Retno Gumilang,
Arsegianto, Ucok WR
Siagian, Sanggono
Adisasmito, dkk

Upaya pengembangan biofuel untuk menggantikan bahan bakar minyak solar telah meningkat dalam dua decade terakhir. Pemerintah Indonesia saat ini berencana meningkatkan kontribusi bahan bakar nabati (BBN) dalam campuran bahan bakar minyak (BBM) solar dari komposisi B30 menjadi B40 dan B50. Pada jenis BBM lainnya seperti bensin dan avtur, substitusi BBN juga berada pada posisi pengembangan saat ini. BBN yang dikembangkan harus memiliki karakteristik yang mirip dengan BBM. BBN biodiesel-FAME berperan sebagai pengganti solar memiliki karakteristik yang mirip dengan BBM solar yang diproduksi dari minyak kelapa sawit dengan biaya produksi yang paling murah. Namun, biodiesel-FAME masih memiliki keterbatasan teknologi konversi energi yang tidak dapat digunakan lebih dari 30% dan dalam pemanfaatannya (menambah biaya pemeliharaan). Oleh karena itu diperlukan kontribusi jenis BBN lain yang memiliki karakteristik yang mirip dengan BBM dan tidak memiliki permasalahan terkait pemeliharaan. Salah satu jenis BBN yang dimaksud dikenal dengan biohidrokarbon (dikenal dengan bio-hydrofined diesel, BHD) sebagai pelengkap dan peningkatan karakteristik B30 menjadi B40 dan B50. Jenis biohidrokarbon lainnya adalah green gasoline dan bioavtur.

Biohidrokarbon dapat diproduksi dari minyak kelapa sawit (crude palm oil/CPO). Pemanfaatan CPO untuk produksi BBN saat ini diarahkan untuk memenuhi permintaan B30, dimana pemanfaatan CPO akan meningkat untuk memenuhi program B40, B50 dan kandungan BBN yang lebih tinggi dalam bauran pasokan bahan bakar untuk sektor transportasi. Peningkatan pemanfaatan CPO di sektor transportasi bertujuan untuk mewujudkan ketahanan energi, mengurangi ketergantungan impor BBM dan menurunkan emisi gas rumah kaca (GRK).

Dalam rangka Menyusun strategi pengembangan industri biohidrokarbon berbasis kelapa sawit untuk mendukung ketahanan energi nasional sektor transportasi, dikembangkan model pendekatan menggunakan Analytic Network Process (ANP), analisis Strengths-Weaknesses-Opportunities-Threats (SWOT), dan analisis System Dynamics.

Kesimpulan yang didapat dari kajian/penelitian antara lain: kondisi ketahanan energi Indonesia saat ini berada pada skor 6,44 atau pada kondisi "tahan". Biodiesel sebagai BBN berbasis kelapa sawit telah berhasil menembus pasar energi sejak 2013 dan terus meningkat produksinya. Dengan sifat keterbaruan dan menghasilkan emisi GRK yang lebih rendah dibandingkan bahan bakar fosil yang digantikannya, penggunaan biohidrokarbon/green fuel memberikan kontribusi dalam peningkatan ketahanan energi Indonesia. Kebijakan pungutan Dana Perkebunan (DP) yang diambil dari ekspor yang menjadi sumber utama subsidi biofuel, akan menyebabkan conflicting objective karena makin besar produksi biohidrokarbon memerlukan subsidi lebih besar dari pungutan ekspor yang makin mengecil. Pada dasarnya subsidi yang berkelanjutan bertentangan dengan kaidah optimisasi. Subsidi merupakan strategi dalam mengatasi hambatan tercapainya keadaan optimum, jadi sifatnya sementara. Subsidi diberikan agar kilang green fuel yang berbahan baku CPO mampu menembus pasar energi sehingga mencapai skala ekonomi, terbangunnya infrastruktur distribusi dan pemasaran, learning curve serta hal-hal lain yang berpengaruh terhadap penurunan biaya jangka panjang untuk kemudian berpindah menggunakan bahan baku IVO yang harganya lebih rendah dari CPO. Kebijakan dengan strategi jangka panjang ini memerlukan perencanaan yang akurat dan hati-hati, karena apabila terhenti di tengah jalan akan menimbulkan kerugian yang cukup besar karena tidak kembalinya investasi "subsidi" yang telah dikeluarkan.

KEBIJAKAN PENGEMBANGAN INDUSTRI BIOHIDROKARBON YANG MENDUKUNG KETAHANAN ENERGI

LATAR BELAKANG

Upaya pengembangan biofuel untuk menggantikan bahan bakar minyak solar meningkat dalam dua dekade terakhir. Pemerintah Indonesia berencana meningkatkan kontribusi bahan bakar nabati (BBN) dalam campuran BBM solar dari komposisi B30 menjadi B40 dan B50. BBN yang dikembangkan harus memiliki karakteristik yang mirip dengan BBM. Pengembangan Biodiesel-FAME sebagai pengganti solar masih memiliki keterbatasan teknologi konversi energi yang tidak dapat digunakan lebih dari 30% sehingga perlu dicari sumber BBN lain. Salah satu jenis BBN yang dapat menggantikan BBM dengan karakteristik yang mirip dan tidak memiliki permasalahan terkait pemeliharaan adalah biohidrokarbon (dikenal dengan *bio-hydrofined diesel*, BHD) sebagai pelengkap dan peningkatan karakteristik B30 menjadi B40 dan B50. Jenis biohidrokarbon lainnya adalah *green diesel* dan bioavtur. Biohidrokarbon dapat diproduksi dari minyak kelapa sawit (*crude palm oil*/CPO). Penggunaan BBN dari CPO sebagai substitusi BBM akan memperkuat industri minyak kelapa sawit secara signifikan dan perlu ditegaskan visi bahwa industri kelapa sawit akan menjadi industri andalan ekonomi nasional karena pasarnya ada di dalam negeri. Untuk menuju visi tersebut diperlukan kebijakan pengelolaan industri kelapa sawit secara komprehensif dengan mempertimbangkan kepentingan baik dari pihak-pihak yang bertransaksi maupun pihak lain yang akan terkena dampaknya (eksternalitas) jangka pendek dan panjang dari aspek-aspek ekonomi dan sosial.

LINGKUP KAJIAN

- Pengumpulan data dan informasi yang berkaitan dengan statistik industri kelapa sawit dan turunannya dari tahun 2000
- Pengumpulan peraturan yang berkaitan dengan industri kelapa sawit dan BBN
- Mempelajari kebijakan fiskal dan pungutan sawit yang diberlakukan dan mengevaluasi dampaknya
- Merumuskan kebijakan fiskal dan pungutan sawit yang optimal optimal sepanjang planning horizon sampai tahun 2050
- Bagaimana Analisa biaya-manafaat dari penerapan kebijakan fiskal terhadap industri kelapa sawit dan ekonomi nasional
- Mempelajari ketahanan energi nasional serta pengaruh masuknya BBN terhadap ketahanan energi nasional

METODOLOGI

TUJUAN	METODA	LUARAN
Menganalisis kondisi ketahanan energi nasional dan tantangan perdagangan energi di pasar internasional	Survei literatur dan wawancara	Daftar literatur dan data perdagangan energi internasional
Menganalisis ketahanan Energi Nasional	Survei literatur dan wawancara	Daftar ketahanan energi nasional dan laporan energi nasional
Memformulasikan kebijakan fiskal ekspor CPO dan produk turunannya serta kebijakan pungutan dana sawit, baik dalam bentuk maupun pemenuhannya	Analisis SWOT Banco Diagram	Skenario ketahanan energi nasional dan kebijakan energi nasional
Mempertimbangkan dampak ketahanan terhadap para stakeholders dan ekonomi nasional, dan ketahanan ketahanan energi nasional	System Dynamics	Daftar kebijakan ketahanan energi nasional
	ANP	Prinsip Optimal Kebijakan sawit terhadap ketahanan energi nasional

MODEL SISTEM INDUSTRI KELAPA SAWIT DAN BIOENERGI

RASIONAL PENGEMBANGAN INDUSTRI BIOHIDROKARBON

Berdasarkan pembobotan dan perhitungan pada kluster *strategic criteria*, didapatkan Ketahanan Energi (*Energy Security*) sebagai variabel dengan prioritas tertinggi sebesar 45%

Strategic Criteria		
Inconsistency		5%
Name	Normalized	Idealized
Econ Growth	26%	58%
Energy Security	45%	100%
Environment	19%	43%
Trade Balance	10%	22%

Hasil akhir yang didapatkan dari model ANP-BOCR ialah *Biodiesel* dengan nilai normal sebesar 39%. Walaupun persentase yang didapatkan cenderung kecil namun hal ini merupakan hal yang positif, mengingat prioritasnya lebih tinggi dari pada Fossil, hal ini menunjukkan bahwa bahan bakar nabati sudah unggul berdasarkan *control* dan *strategic criteria*.

Overall Synthesized Priorities			
Name	Ideals	Normals	Raw
Bansa	49%	19%	64%
Biodiesel	100%	39%	132%
Oilseed	50%	20%	66%
Fossil	57%	22%	75%

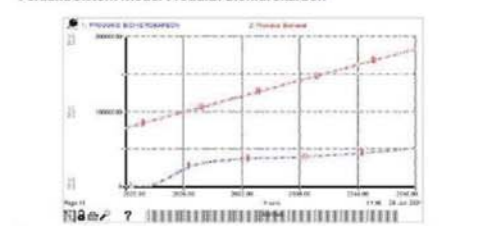


STRATEGI MENCAPI KONDISI IDEAL

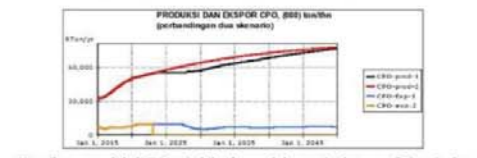
- Menaikkan ketersediaan sumber bahan baku melalui peningkatan produktivitas lahan maupun peningkatan rendemen CPO dari pabrik kelapa sawit.
- Menerapkan konsep kedekatan lokasi antara pabrik kilang biohidrokarbon dengan lokasi perkebunan kelapa sawit diharapkan dapat memangkas biaya distribusi minyak kelapa sawit sehingga biaya produksi biohidrokarbon menjadi lebih kecil
- Diperlukan penelitian-penelitian mengenai pemanfaatan minyak dari jenis tanaman selain kelapa sawit menjadi BBN seperti tanaman kelapa (*Cocos nucifera*), Pongam (*Pongamia pinnata*), dan Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*).
- Pemberlakuan DMO dan tarif ekspor serta disertai dengan harga jual yang kompetitif dengan harga jual internasional

DINAMIKA PENGEMBANGAN INDUSTRI BIOHIDROKARBON

Perilaku Sistem Model Produksi Biohidrokarbon



Perilaku Sistem Model Kaitan Produksi dan Ekspor Biohidrokarbon



REKOMENDASI

- Pengembangan industri green fuel diarahkan pada *green gasoline* dan bukan *green diesel* karena kebutuhan bensin akan lebih tinggi sementara biodiesel B10 cukup untuk menutupi kekurangan bahan bakar diesel untuk periode sampai tahun 2050.
- Mengembangkan kebun energi IVO non sawit seperti jarak pagar, nyamplung, kemiri sunan sebagai pengganti CPO untuk bahan baku industri *green gasoline*, atau CPKO apabila *green avtur* juga akan dikembangkan.
- Melakukan pemisahan terhadap TBS yang kualitasnya tidak dapat diterima oleh PKS untuk diproses oleh pabrik biodiesel langsung. Untuk itu perlu dikembangkan teknologi pabrik biodiesel yang memproses TBS secara langsung dalam skala mini. Studi tentang pengorganisasian dan pengelolaan usaha ini perlu dilakukan lebih lanjut terhadap pembukaan lahan baru.
- Pungutan Dana Perkebunan diusulkan tidak dikaitkan dengan ekspor produk sawit, melainkan pada produksi CPO dan CPKO. Salah satu tujuan utama DP adalah mengembangkan industri hilir yang pencapaiannya akan berdampak pada menurunnya ekspor produk hulu (CPO/CPKO) yang justru memberikan kontribusi besar dalam pungutan DP. Hal merupakan *counter-productive* dan menjadikan sistem tidak *sustainable* dan menjadikan sistem tidak *sustainable*. Mekanisme pemungutan DP dapat dilakukan langsung terhadap PKS. *Invisible hand*, meminjam istilah dari Adam Smith, akan bekerja secara otomatis dalam mendistribusikan biaya pungutan DP tersebut kepada industri-industri yang lain.





30

PILOT PROJECT IMPLEMENTASI SISTEM INFORMASI PENILAIAN KINERJA DAN PENGUATAN KELEMBAGAAN RANTAI PASOK KELAPA SAWIT DI PROVINSI RIAU, JAMBI DAN KALIMANTAN SELATAN

Oleh :

Marimin, Machfud,
Sapta Raharja,
Taufik Djatna,
Dadang Kurnia,
Petir Papilo,
Fitra Lestari Norhiza,
Ernawati Hamid,
Dompok Napitupulu,
Hesty Heryani, dan
Agung Cahyo Legowo

Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Mengimplementasikan dan mengoperasionalkan prototipe aplikasi sistem informasi penilaian kinerja rantai pasok dan model penguatan kelembagaan rantai pasok kelapa sawit petani swadaya (SIP-Kinerja sawit) yang dihasilkan pada penelitian tahun 2018/2019; (2) Mengetahui permasalahan dan mengidentifikasi kebutuhan penerapan SIP-Kinerja sawit pada level strategis; (3) Merumuskan Prosedur Operasional Baku (POB) SIP-Kinerja sawit; (4) Memperkuat kelembagaan rantai pasok kelapa sawit terintegrasi; dan (5) Mengintegrasikan POB SIP-Kinerja sawit dengan mekanisme penguatan kelembagaan rantai pasok kelapa sawit melalui inisiasi pengembangan prototipe kontrak digital.

Penelitian ini telah menghasilkan (1) Implementasi prototipe aplikasi SIP-Kinerja sawit; (2) POB dan manual pengoperasian SIP-Kinerja sawit; (3) Peningkatan dan penguatan kapasitas kelembagaan terintegratif; (4) Prototipe model kontrak digital penjualan tandan buah segar kelapa sawit (TBS) petani swadaya; (5) dan publikasi ilmiah.

SIP-Kinerja sawit mengelola informasi umum usaha kelapa sawit bagi petani swadaya, harga referensi TBS, penilaian kinerja rantai pasok dengan model SCOR (Supply Chain Operation Reference) pada pelaku rantai pasok: petani, pedagang, koperasi/gapoktan/kelompok usaha bersama (KUB) dan PKS. SIP-Kinerja sawit telah dilengkapi prototipe kontrak digital penjualan TBS ke PKS. SIP-Kinerja sawit sangat bermanfaat bagi petani, koperasi/Gapoktan/KUB, PKS, Asosiasi dan dinas/SKPD terkait untuk pengembangan usaha kelapa sawit.

Simpulan utama Penelitian ini adalah (1) Telah disempurnakan dan diimplementasikannya prototipe SIP-Kinerja sawit; (2) Telah diperoleh hasil penilaian kinerja rantai pasok, nilai efektivitas (terdiri atas atribut responsivitas, realibilitas dan agilitas), efisiensi (terdiri atas pengelolaan atribut biaya dan asset) dan total nilai untuk setiap pelaku (petani,

pedagang, koperasi dan PKS) dengan hasil penilaian yang bervariasi dari sampai ; (3) Telah disusun basis pengetahuan untuk perbaikan nilai atribut rantai pasok model SCOR yang nilainya untuk masing masing anggota rantai pasok; (4) Inisiasi pengembangan prototipe kontrak digital yang mampu menjalankan siklus pengelolaan kontrak mulai dari mekanisme penawaran TBS hingga eksekusi dan pengelolaan data pengiriman dan pembayaran; (5) Setiap wilayah amatan (Kab. Kampar dan Pelalawan propinsi Riau, Kab. Batang Hari dan Tanjung Jabung Barat propinsi Jambi dan Kab. Tanah Laut dan Tanah Bumbu propinsi Kalimantan Selatan) memiliki keunikan permasalahan dan bentuk penguatan kelembagaannya.

Rekomendasi penelitian ini adalah (1) Implementasi SIP-Kinerja sawit secara mandatori membutuhkan Peraturan Daerah (Perda) di tingkat Propinsi dan Kabupaten untuk mendukung kelancaran dan jaminan penggunaan sistem; (2) Implementasi SIP-Kinerja sawit dan penguatan kelembagaan rantai pasok di petani/koperasi/PKS dapat disesuaikan sejalan dengan variasi peraturan daerah yang terkait; (3) Diharapkan BPDPKS memfasilitasi untuk: Implementasi SIP-Kinerja sawit pada daerah yang tidak termasuk dalam ini; Penyempurnaan dan uji coba prototipe kontrak digital di wilayah amatan yang sudah siap; Memfasilitasi baik dalam pengadaan perangkat keras, perangkat lunak, dan menyiapkan Sumber Daya Manusia dalam implementasi SIP-Kinerja sawit pada wilayah prospektif; Memfasilitasi kelembagaan petani swadaya (koperasi/Gapoktan/KUB) dalam hal kemampuan modal usaha agar secara efektif melaksanakan transaksi pembelian TBS dari petani anggota; (4) Perlu dibentuk unit kerja dan administrator di tingkat Provinsi atau Kabupaten sebagai pelaksana penerapan SIP-Kinerja sawit yang melibatkan tim peneliti perguruan tinggi daerah dengan memperhatikan keamanan data dan sistemnya; (5) Perlu pendampingan petani dan koperasi untuk peningkatan kemampuan usaha kelapa sawit dan penggunaan SIP-Kinerja sawit.

Pilot Project Implementasi Sistem Informasi Penilaian Kinerja dan Penguatan Kelembagaan Rantai Pasok Kelapa Sawit Di Provinsi Riau, Jambi dan Kalimantan Selatan

Marimin, Machfud, Sapta Raharja, Taufik Djatna, Petir Papilo, Dadang Kurnia, Fitra Lestari Norhiza, Ernawati Hamid, Dompok Napitupulu, Hesty Heryani

31

RUMAH SAWIT: INOVASI KELEMBAGAAN DAN TEKNOLOGI INFORMASI UNTUK PEMENUHAN HAK DAN PERLINDUNGAN PEREMPUAN DAN ANAK PADA PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

Oleh :

Anna Fatchiya,
Fredian Tony Nasdian,
Julio Adisantoso,
Mahmudi Siwi,
Asri Sulistiawati,
Tri Budiarto, dan
Kunandar Prasetyo

Perkebunan kelapa sawit merupakan salah satu sub sektor pertanian yang cukup besar memberikan kontribusi bagi perekonomian Indonesia. Namun di sisi lain muncul pandangan negatif sebagai akibat dari adanya praktek-praktek pengelolaan perkebunan yang tidak menggunakan prinsip-prinsip keberlanjutan, dari aspek ekonomi, lingkungan, maupun sosial. Isu yang terkait dengan kurangnya perhatian tentang pemenuhan hak dan perlindungan perempuan dan anak yang terlibat dalam perkebunan kelapa sawit tersebut, menjadi catatan Amnesty Internasional tahun 2016 yang mempublikasikan laporannya tentang hasil investigasinya pada pelanggaran hak asasi manusia pada perusahaan kelapa sawit.

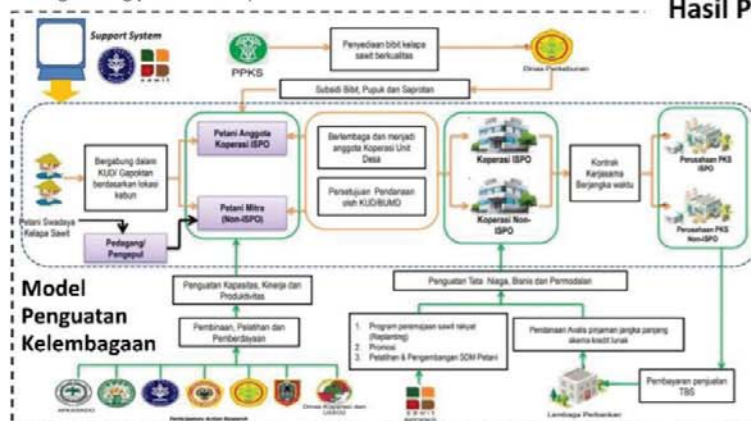
Penelitian dilakukan di Provinsi Lampung, Provinsi Kalimantan Tengah, dan Sumatera Utara berdasarkan potensi perkebunan kelapa sawit, sejarah perkembangannya, permasalahan sosial yang terkait dengan perkebunan sawit, serta faktor sosial budayanya. Penelitian dilakukan melalui beberapa tahap, yakni pra survei, survei, (FGD) dengan pendekatan (PRA), wawancara mendalam, dan pembuatan video pendek profil perempuan pekerja di perkebunan kelapa sawit. Jumlah responden dalam penelitian ini sebanyak 421 yang terdiri dari 121 responden di Lampung, 150 responden di Kalimantan Tengah dan 150 responden di Sumatera Utara.

Terdapat beberapa temuan hasil penelitian pada tahun pertama. , karakteristik pekerja perempuan di perkebunan sawit terdiri dari petani sawit, karyawan perkebunan, buruh harian lepas, dan pekerja perempuan. Pada lokasi di Lampung karakteristik responden terdiri dari petani sawit (38 persen), buruh harian lepas (28,9 persen), pekerja perusahaan (23,1 persen) dan (9,9 persen). Sedangkan di Kalimantan Tengah terdiri dari petani sawit (69,3 persen) dan karyawan perkebunan (30,7 persen); dan di Sumatera Utara terdiri dari petani sawit (50 persen) dan karyawan perkebunan (50 persen). , telah terjadi transisi penggunaan media komunikasi dari yang konvensional ke digital, perubahan perilaku dalam berdigital yang dapat dilihat dari penggunaan media sosial dan

Sistem informasi Penilaian Kinerja Rantai Pasok Sawit Petani Swadaya dimaksudkan guna menilai kinerja dari masing-masing pelaku dalam lingkungan rantai pasok untuk mendapatkan suatu gambaran mengenai efisiensi dan efektivitas kerja di lingkungan tersebut. Penilaian kinerja yang dilakukan menggunakan metode SCOR (Supply Chain Operations References) yang terdiri dari atribut Responsibilitas, Realibilitas, Agilitas, Aset dan Biaya. Hasil penilaian berupa nilai kinerja serta rekomendasi perbaikan dari masing-masing pelaku rantai pasok.



Hasil Penelitian

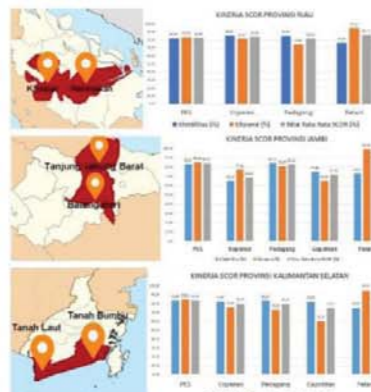


- | | |
|---|---|
| Petani <ul style="list-style-type: none"> Tersedianya sarana evaluasi kinerja rantai pasok dan saran perbaikan. Tersedianya akses informasi terkait usaha kelapa sawit. Tersedianya akses informasi harga referensi. Terjalinnnya hubungan dengan Koperasi/PKS/Asosiasi/SKPD. Lancarnya transaksi TBS. | Koperasi/Gapoktan/KUB <ul style="list-style-type: none"> Tersedianya sarana evaluasi kinerja rantai pasok dan saran perbaikan. Tersedianya akses informasi terkait usaha kelapa sawit. Tersedianya akses informasi harga referensi. Terjalinnnya hubungan dengan Petani/ PKS/Asosiasi/SKPD. Tersedianya database transaksi TBS. |
| Pabrik Kelapa Sawit <ul style="list-style-type: none"> Tersedianya sarana evaluasi kinerja rantai pasok dan saran perbaikan. Tersedianya akses informasi terkait usaha kelapa sawit. Terjalinnnya hubungan dengan Petani/ Koperasi/Asosiasi/SKPD. Lancarnya pasokan TBS dari petani/ koperasi. Tersedianya database pasokan TBS dari Petani/Koperasi. | Pemerintah <ul style="list-style-type: none"> Tersedianya sarana monitoring dan evaluasi kinerja rantai pasok sawit swadaya. Tersedianya akses informasi dan basis data usaha kelapa sawit petani swadaya. Lancarnya monitoring dan pembinaan usaha kelapa sawit. Terjalinnnya hubungan pelaku rantai pasok dan pemerintah. |

Manfaat Penelitian

Dampak Penelitian

Dari Sisi Sistem Informasi : Diperolehnya informasi kinerja rantai pasok dalam rangka menunjang peningkatan efektifitas dan efisiensi kerja dalam rantai pasok. Data, proses dan administrasi pada setiap pelaku menjadi tertata rapi dan mudah untuk diakses. Meningkatkan keterbukaan informasi terkait usaha kelapa sawit termasuk ketertelusurannya.
Dari Sisi Kelembagaan : Atensi pelaku untuk bermitra dan bergabung dengan organisasi kelembagaan meningkat, meningkatnya motivasi dari pelaku rantai pasok (Gapoktan/KUB) untuk meningkatkan legalitas lembaganya dan mendapatkan sertifikasi ISPO/RSPO, serta meningkatnya kemampuan literasi digital di lingkungan rantai pasok sawit swadaya.



Rekomendasi

1. Perlunya duplikasi / replikasi Sistem Penilaian Kinerja Sawit Petani Swadaya di daerah lain, sebagai sistem pendukung Perda dan Tata Niaga Sawit.
2. Perlu uji coba kontrak digital di daerah yang telah siap untuk menggunakan SIP-KinerjaSawit.
3. Perlunya keterlibatan dan dukungan pemerintah daerah dalam bentuk Perda.

Kesimpulan

- SIP-KinerjaSawit telah dapat berjalan baik sesuai fungsi dan kepentingannya .
- Metode SCOR mampu menunjukkan kinerja serta memberikan rekomendasi.
- Menghasilkan Prototipe kontrak digital sebagai bagian pengembangan SIP-KinerjaSawit
- Menghasilkan POB dan Panduan penggunaan SIP-KinerjaSawit
- Meningkatnya keinginan legalitas para pelaku rantai pasok
- Pelibatan kelompok/kelembagaan (Koperasi/Gapoktan/KUB)
- Mendukung implementasi peraturan daerah.
- Menghasilkan 2 policy brief (policy brief SIP-Kinerja dan policy brief Kelembagaan)

aktivitas belanja online. , pemenuhan hak dan perlindungan kerja di perkebunan sawit menunjukkan adanya perbedaan antar tipe perempuan pekerja. Perempuan dengan status THL dan tercatat paling rentan karena tidak mendapatkan hak-hak sebagai pekerja yang memiliki hubungan kerja dengan pihak lain. , dari temuan kajian diperoleh informasi hanya sekitar 2,8 persen perempuan yang pernah mengalami tindak kekerasan berupa kekerasan verbal dan none fisik.

RUMAH SAWIT menjadi “hub” antara petani dan multi stakeholder dalam pemenuhan hak dan perlindungan perempuan dan anak di perkebunan sawit. Melalui kajian ini telah berhasil membangun relasi dan jejaring () antara Rumah Sawit dengan perusahaan perkebunan negara, perusahaan perkebunan swasta, organisasi dan kelembagaan sosial di aras komunitas perkebunan sawit. Dalam relasi dan jejaring tersebut, peneliti berhasil mengidentifikasi dan menetapkan sejumlah partisipan sebagai “internet opinion leader” dalam kerangka pengembangan teknologi informasi untuk pemenuhan hak-hak dan perlindungan pekerja perempuan dan anak. Transformasi teknologi digital diintegrasikan pada tingkat lokal mulai dari komunitas, desa sampai tingkat pusat guna menciptakan komunikasi, informasi, dan edukasi multipihak. Pada aspek kelembagaan sangat penting untuk memperkuat daya saing petani kelapa sawit melalui pembentukan korporasi petani sawit, sehingga dapat menjamin perkebunan sawit yang berkeadilan dan berkelanjutan. Kolaborasi multipihak dalam pengembangan kelembagaan sawit juga menjadi strategi yang penting untuk pencapaian pembangunan perkebunan kelapa sawit yang berkeadilan dan berkelanjutan.

Latar Belakang & Tujuan

Besarnya kontribusi ekonomi perkebunan kelapa sawit terbukti mendorong laju ekonomi bangsa, namun di sisi lain muncul pandangan negatif sebagai akibat dari adanya praktek-praktek pengelolaan perkebunan yang tidak menggunakan prinsip-prinsip keberlanjutan khususnya dari aspek sosial dimana perempuan seringkali menjadi pihak yang tidak diuntungkan (termarjinalkan)

Penelitian ini mencoba untuk mengungkap berbagai masalah sosial yang dihadapi oleh masyarakat petani kecil dan buruh tani, terutama pada perempuan dan anak sebagai pihak yang paling rentan dalam pembangunan sektor perkebunan kelapa sawit.

Metode Penelitian

SURVEI
Survei dilakukan pada lokasi terpilih di Lampung, Kalimantan Tengah dan Sumatera Utara, masing-masing di 2 desa, jangkauan responden 100 - 150

FGD
Dilakukan minimal 1 kali di tingkat komunitas dan desa

WAWANCARA MENDALAM
Wawancara pada informan kunci untuk menelusuri potensi permasalahan dan solusi

WEBINAR TEMATIK
Webinar dengan bentuk diskusi untuk mengedukasi pemangku dan pendengar dari berbagai stakeholder

OBSERVASI
Tim peneliti melakukan pengamatan langsung di lokasi terhadap praktik-praktik kerja perempuan dan anak di perkebunan sawit

PENEKATAN KUANTITATIF DAN KUALITATIF

Karakteristik Responden

SUMATERA UTARA

- Umur: 47,3% usia 30-39 tahun
- Tingkat Pendidikan: 50,6% SMA
- Status Bekerja: 50,0% petani sawit
- Status Perkawinan: 96,0% kawin

LAMPUNG

- Umur: 32,5% usia 40-49 tahun
- Tingkat Pendidikan: 52,5% SD
- Status Bekerja: 38,0% petani sawit
- Status Perkawinan: 92,0% kawin

KALIMANTAN TENGAH

- Umur: 30,5% usia 30-39 tahun
- Tingkat Pendidikan: 58,8% SD
- Status Bekerja: 69,3% petani sawit
- Status Perkawinan: 91,0% kawin

SUMATERA UTARA (lanjutan)

- Umur Suami: 34,0% usia 40-49 tahun
- Pendidikan Suami: 82,6% SMA
- Status Bekerja Suami: 46,1% Buruh Lepas

LAMPUNG (lanjutan)

- Umur Suami: 27,1% usia 50-59 tahun
- Pendidikan Suami: 44,9% SD
- Status Bekerja: 33,3% Karyawan Swasta

Status Bekerja

BURUH HARIAN LEPAS (BHL)
Perempuan yang bekerja di perkebunan kelapa sawit yang dibayar harian

PEKERJA PERUSAHAAN
Perempuan yang bekerja sebagai pekerja di perusahaan perkebunan kelapa sawit dengan status PKWT, PKWTI dan pekerja tetap

FAMILY CAMP
Perempuan yang bekerja membantu suaminya yang bekerja di perusahaan perkebunan kelapa sawit

PEREMPUAN PETANI
Perempuan yang bekerja di perkebunan kelapa sawit tidak hanya bekerja sebagai pihak, dan menemani juga bekerja di perkebunan keluarga sendiri

Pola Nafkah

LAMPUNG

SUMBER DAN WAKTU PENDAPATAN UTAMA

- Buruh Harian Lepas: 100% apun bekerja di perusahaan kecil dan menengah
- Family Camp: 100% apun bekerja di perusahaan kecil, menengah, dan buruh
- Pekerja Perusahaan: 78,6% apun bekerja di perusahaan kecil dan menengah
- Petani Kelapa Sawit: 93,3% peti sawit petani sawit, dan musiman

PROFIL POLA NAFKAH

- Buruh Harian Lepas: suami, istri dan anak sebagai pencari nafkah, 82,7% suami bertanggung jawab lebih tinggi, 100% kerja di dalam desa
- Family Camp: suami, istri dan anak sebagai pencari nafkah, 81,3% suami bertanggung jawab lebih tinggi, 100% kerja di dalam desa
- Pekerja Perusahaan: suami, istri dan anak sebagai pencari nafkah, 80,7% suami bertanggung jawab lebih tinggi, 84,4% kerja di dalam desa
- Petani Kelapa Sawit: suami, istri dan anak sebagai pencari nafkah, 87,0% suami bertanggung jawab lebih tinggi, 78,3% kerja di dalam desa

KALIMANTAN TENGAH

SUMBER DAN WAKTU PENDAPATAN UTAMA

- Karyawan Perkebunan: 97,8% dari sawit dan 100% buruh
- Petani Sawit: 95,2% dari sawit dan 86,5% buruh

PROFIL POLA NAFKAH

- Karyawan Perkebunan: suami, istri dan anak sebagai pencari nafkah, 84,8% suami bertanggung jawab lebih tinggi, 100% kerja di dalam desa
- Petani Sawit: suami, istri dan anak sebagai pencari nafkah, 92,3% suami bertanggung jawab lebih tinggi, 98,2% kerja di dalam desa

SUMATERA UTARA

SUMBER DAN WAKTU PENDAPATAN UTAMA

- Karyawan Perkebunan: 100% dari sawit dan 100% buruh
- Petani Sawit: 42,7% dari sawit dan 80,0% buruh

PROFIL POLA NAFKAH

- Karyawan Perkebunan: suami dan istri sebagai pencari nafkah, 40,0% suami bertanggung jawab lebih tinggi, 42,7% kerja di dalam desa
- Petani Sawit: suami, istri dan anak sebagai pencari nafkah, 90,7% suami bertanggung jawab lebih tinggi, 83,7% kerja di dalam desa

Isu anak di perkebunan sawit

- Sebanyak 20 anak (responden) berhasil di wawancara
- Sebanyak 35% responden menyatakan membantu orang tua di kebun
- Kepemilikan kebun: 100% orang tua
- Alasan membantu orang tua: 42,9% meringankan beban orang tua, 42,9% mendapat uang jajan, 14,2% mengisi waktu luang
- Sebanyak 65% responden menyatakan tidak membantu orang tua di kebun
- Alasan tidak membantu orang tua: 61,5% tidak diperbolehkan orang tua, 38,5% masih kecil
- Pekerjaan di kebun: membersihkan semak/rumpuk (42,9%), menyiapkan lokasi/membersihkan peralatan (57,3%)
- Sebanyak 71,4% responden menyatakan tidak pernah membantu di kebun
- Alasan membantu orang tua: 42,9% meringankan beban orang tua, 42,9% mendapat uang jajan, 14,2% mengisi waktu luang
- Lama di kebun: 42,9% selama 1-2 jam, 57,3% selama 3-4 jam, 100% tidak bekerja tiap hari, 100% kerja saat libur sekolah
- Pengalaman di kebun: 100% tidak mengalami kekerasan, 100% mendapat uang jajan, 85,7% masih sempat main, 100% tidak mengganggu aktivitas sekolah

KEKERASAN PADA PEREMPUAN DI PERKEBUNAN SAWIT

LAMPUNG

Mengalami Sendiri

- 99,23 % tidak pernah dijejak karena ibu sebagai perempuan
- 100 % tidak pernah dipukul/dibentak/ kekerasan fisik lainnya
- 100 % tidak pernah dilecehkan secara seksual (dipegang/dicium/dibaca dll)

Dialami Orang Lain

- 98,91 % tidak pernah dijejak karena ibu sebagai perempuan
- 100 % tidak pernah dipukul/dibentak/ kekerasan fisik lainnya
- 99,44 % tidak pernah dilecehkan secara seksual (dipegang/dicium/dibaca dll)

KALTENG

Mengalami Sendiri

- 100 % tidak pernah dijejak karena ibu sebagai perempuan
- 100 % tidak pernah dipukul/dibentak/ kekerasan fisik lainnya
- 100 % tidak pernah dilecehkan secara seksual (dipegang/dicium/dibaca dll)

Dialami Orang Lain

- 100 % tidak pernah dijejak karena ibu sebagai perempuan
- 100 % tidak pernah dipukul/dibentak/ kekerasan fisik lainnya
- 100 % tidak pernah dilecehkan secara seksual (dipegang/dicium/dibaca dll)

SUMUT

Mengalami Sendiri

- 100 % tidak pernah dijejak karena ibu sebagai perempuan
- 100 % tidak pernah dipukul/dibentak/ kekerasan fisik lainnya
- 100 % tidak pernah dilecehkan secara seksual (dipegang/dicium/dibaca dll)

Dialami Orang Lain

- 100 % tidak pernah dijejak karena ibu sebagai perempuan
- 100 % tidak pernah dipukul/dibentak/ kekerasan fisik lainnya
- 100 % tidak pernah dilecehkan secara seksual (dipegang/dicium/dibaca dll)

Rekomendasi Kebijakan

- Pelaksanaan pembangunan sub sektor perkebunan sawit yang memperhatikan kesetaraan dan keadilan gender (KG)
- Penerapan Pengarusutamaan Gender (PUG) pada seluruh stakeholder yang terlibat dalam pembangunan perkebunan sawit
- Kebijakan dan program yang dibuat oleh pemerintah pusat dan daerah yang responsif gender
- Transformasi teknologi digital yang terintegrasi baik lokal maupun pusat untuk menciptakan komunikasi, informasi, dan edukasi multipihak
- Pembentukan korporasi petani sawit sehingga dapat menjamin perkebunan sawit yang berkeadilan dan berkelanjutan
- Kolaborasi multipihak dalam pengembangan kelembagaan sawit yang berkeadilan dan berkelanjutan



**Badan Pengelola Dana
Perkebunan Kelapa Sawit (BPD PKS)**

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