sawit

GRANT RISET SAWIT 2019

RINGKASAN HASIL PENELITIAN

www.bpdp.or.id
www.risetsawit.id

sawit

GRANT RISET SAWIT 2019

Dicetak Oleh :
Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit
Oktober 2020

Pengarah : Eddy Abdurrachman (Direktur Utama)

Penanggungjawab : Edi Wibowo (Direktur Penyaluran Dana)

Koordinator : Arfie Thahar (Kepala Divisi Program Pelayanan)

Sekretariat : Fitriyah, Neila Amelia

Komite Litbang : Dr. Tony Liwang, Prof. Udin Hasanudin, Dr. Jenny Elizabeth, Dr. Arief RM Akbar, Dr. Tatang Hernas S., Dr. Didiek Hadjar Goenadi, Prof. Dr. Bustanul Arifin, Lila Harsyah Bakhtiar, Dr. Ir. Faridha, M.Si., Prof. Heri Hermansyah, Dr. M. Edwin S Lubis, Ir. Syafaruddin, Ph.D.

Nara Sumber : Dr. Darmono Taniwiryono (Ketua MAKSI), Dr. Witjaksana Darmosarkoro (R&D Industri Sawit), Dr. Dadan Kusdiana (Kepala Badan Litbang ESDM), Prof. Dr. Purwiyatno (Akademisi), Sahat Sinaga (GIMNI), Prof. Dr. Bambang Prastowo (Kementerian Pertanian)

Kontributor : Peneliti Libang GRS 2018

Artistik/Design : Arifin Zaein

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

KATA PENGANTAR

Direktur Utama
Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit

Program penelitian dan pengembangan perkebunan kelapa sawit dari aspek hulu hingga hilir yang dikembangkan Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS) merupakan salah satu diantara upaya BPDPKS untuk melakukan penguatan, pengembangan dan peningkatan pemberdayaan perkebunan dan industri kelapa sawit nasional yang saling bersinergi 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 yang 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 2019 ini merupakan media untuk diseminasi hasil penelitian yang telah dilakukan mulai tahun 2016. 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 BPDPKS, Komite Penelitian dan Pengembangan serta Narasumber Litbang BPDPKS, para peneliti *Grant* Riset Sawit, dan seluruh pihak lainnya yang turut memperkaya isi buku ini. Tentu saja apa yang telah kita lakukan sampai hari ini, masih jauh dari kata cukup untuk sektor sawit yang sangat besar dan strategis. Berbagai upaya harus terus dilakukan oleh semua pihak yang terkait dalam mendukung penelitian dan pengembangan guna mewujudkan industri kelapa sawit yang berkelanjutan.

Jakarta, Oktober 2020

Eddy Abdurrachman

DAFTAR ISI

Kata Pengantar		iii
Daftar Isi		iv
BIDANG BIOENERGI		
1	Pengembangan Proses Perengkahan Katalitik Minyak Sawit untuk Produksi Bahan Bakar Nabati: Rancang Bangun Unit Pilot Produksi Green Gasoline (Gasoline Nabati) **Dr. Ir. IGBN Makertihartha, IPM**	3
2	Pengembangan Teknik Rancang Bangun Melalui Pabrik Pilot untuk Produksi Bahan Bakar Terbarukan Tipe Drop-in Via Dekarboksilasi Sabun Logam Berbasis Minyakminyak Sawit **Dr. Ronny Purwadi**	5
3	Pengembangan Teknologi Produksi Minyak Mentah Nabati Pirolisis (Bio-Crude Oil) Berbahan Baku Limbah Biomassa Sawit (Tandan Kosong dan Pelepah Sawit) **Prof. Ir. Yazid Bindar, M.Sc. (Eng.), Ph.D**	7
4	Konversi Limbah Padat Sawit Menjadi Metanol dan Dimetil-Eter Melalui Proses Gasifikasi **Prof. Herri Santoso**	9
5	Perancangan Anaerobic Fluidized Bed Reactor Kontinyu dengan Imobilisasi Mikroorganisme dalam Modified Zeolite untuk Peningkatan Efisiensi Produksi Biogas dari Palm Oil Mill Effluent (Pome) **Wiratni Budhijanto, Ph.D**	11
6	Kajian Pemakaian Biodiesel Pada Engine Heavy Duty dengan Standard Euro 4 dan Pengaruhnya Terhadap Diesel Particulate System dan/atau Catalytic Converter (Sistem Exhaust After Treatment) **Dr. Hari Setiapraja**	13
BIDANG BIOMETERIAL – OLEOKIMIA		
7	Pengembangan Surfaktan Anionik dari Minyak Sawit untuk Peningkatan Produksi Minyak Bumi di Lapangan Tua Menggunakan Teknik Stimulasi Matrix **Prof. Dr. Erliza Hambali**	17
8	Produksi Bioplastik dari Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit **Dr. Isroi**	19
9	Optimasi Hingga Implementasi Pengolahan Limbah Padat Sawit Sebagai Material Filler Polimer Aplikasi Komponen Otomotif dan Bahan Anti Peluru untuk Diversifikasi Produk **Dr. Siti Nikmatin**	21
10	Sintesis, Formulasi dan Aplikasi Foaming Agent Dari Minyak Sawit untuk Pemadam Kebakaran **Dr. Mira Rivai**	23
11	Pengembangan Teknologi Produksi Stabiliser Termal Pvc Dari Palm Fatty Acid Distillate **Dr. Ir. I Dewa Gede Arsa Putrawan**	25
12	Rekayasa Proses Hidrolisis Tandan Kosong Sawit untuk Produksi Green Xylitol **Prof. Tjandra Setiadi, Ir., M.Eng., Ph.D**	27
13	Epoksidasi Minyak Sawit Terkatalisis Logam Transisi Awal: Formulasi Epo Ramah Lingkungan **Dr. Yessi Permana**	29
14	Sintesis Terminal Olefin Turunan Asam Lemak Sebagai Building Block dan Monomer Baru dari Minyak Kelapa Sawit Melalui Reaksi Olefin Metatesis **Dr.rer.nat. Didin Mujahidin**	31

15	Peningkatan Rendemen Nanokarbon Aktif untuk Superkapasitor Dari Limbah Kelapa Sawit **Dr. Tirto Prakoso**	33
16	Pengembangan Lanjut Teknologi Produksi Bio-Aromatik dan Biobtx Berbahan Mentah Tandan Kosong Sawit **Dr. Carolus Borromeus Rasrendra**	35
17	Pengembangan Konsep Biorefinery: Furfural, Asam Levulinat, dan Bioetanolberbasis Tandan Kosong Kelapa Sawit **Prof. Dr. Ing. Misri Gozan, M. Tech., IPM**	37
18	Pemanfaatan Total Limbah Padat Kelapa Sawit dalam Rantai Industri Pertanian dan Pangan: Produksi Enzim Ligninolitik, Carboxymethyl Cellulose (Cmc), Jamur Konsumsi, dan Pupuk Organik **Dr. Tri Panji, MS**	39
19	Kajian Pengembangan Pabrik Kayu Sawit Hasil Peremajaan dengan Teknologi Sandwich Laminated Lumber **Dr. rer. silv. Erwinsyah, SHut., MSc. forest trop**	41
20	Pengembangan Pemanfaatan Batang Pohon Kelapa Sawit Usia Tebang untuk Produksi Bahan Bermanfaat dan Energi **Dr. Ir. Agus Eko Tjahjono, M. Eng**	43
BIDANG PANGAN/KESEHATAN		
21	Pengembangan Teknologi Produksi Sabun Kalsium untuk Pakan Ternak Ruminansia Berbahan Baku Palm Fatty Acid Distillate (Pfad) Pada Skala Pilot **Dr.Ir. Lienda A. Handojo, M.Eng**	47
22	Produksi Vitamin E dan Magnesium Stearat Dari Pfad untuk Bahan Aditif Pangan dan Nutraseutikal **Dr. Dianika Lestari, S.T., M.T**	49
23	Sintesis Emulsifier Monoasilgliserol, Monolaurin dan Minyak Diasilgliserol (Dag - Oil) Berbasis Sawit Sebagai Ingridien Pangan dan Nutraceutical **Dr. Didah Nur Faridah, STP. MSi**	51
BIDANG LINKUNGAN		
24	Model Analisis Water Footprint Tandan Buah Segar Sawit untuk Optimasi Produksi dan Early Warning System Kekeringan Perkebunan Kelapa Sawit **Lisma Safitri, S.TP, M.Si**	55
25	Sejarah Asal-Usul Status, Riwayat Penggunaan Lahan dan Keanekaragaman Hayati Perkebunan Kelapa Sawit Di Provinsi Kalimantan Barat dan Sulawesi Barat **Prof. Dr. Ir. Yanto Santosa, DEA**	57
26	Inovasi Pengelolaan Perkebunan Sawit Rendah Emisi Co_2 Di Lahan Gambut dengan Pengaturan Tinggi Muka Air Tanah, Investigasi Dampak dan Pengendaliannya Pada Kondisi Biofisik dan Sosial Masyarakat **Prof. Dr Ir Dwi Astiani, M.Sc**	59
BIDANG BUDIDAYA/LAHAN/TANAH		
27	Peningkatan Ketahanan Kelapa Sawit Terhadap Cekaman Kekeringan Melalui Aplikasi Bio-Silika **Dr. Ir. Laksmita Prima Santi, MSi**	63
28	Pengembangan Bibit Klonal Kelapa Sawit Toleran Ganoderma Secara Cisgenik **Dr. Asmini Budiani, MSi**	65
29	Analisis Resequencing dan Perbanyakan Klonal Hibrida Elaeis Oleifera X Elaeis Guineensis (Hibrida Og) **Dr. Edy Suprianto**	67
BIDANG PASCA PANEN		
30	Rekayasa Teknologi Long-Range Detection Berbasis Machinevision untuk Penentuan Umur Panen Optimum Tandan Buah Segar Kelapa Sawit Secara Nondestructive Berbasis Gimbal dan Android **Dr. Dinah Cherie, STP, MSi**	71
31	Kajian Sistem Grading Otomatis untuk Tandan Buah Segar (Tbs) Kelapa Sawit Mengunakan Fluorescence Imaging dan Laser Speckle Imaging **Dr. Minarni, M. Sc**	73
32	Manajemen Produksi Kebun untuk Peningkatan Produktivitas Kelapa Sawit dengan Penerapan Sistem Pendukung Keputusan **Dr. Ir. Hermantoro, M.S**	75

Bidang Bioenergi

01

PENGEMBANGAN PROSES PERENGKAHAN KATALITIK MINYAK SAWIT UNTUK PRODUKSI BAHAN BAKAR NABATI: RANCANG BANGUN UNIT PILOT PRODUKSI GREEN GASOLINE (GASOLINE NABATI)

Dr. Ir. IGBN Makertihartha, IPM

Saat ini, Indonesia adalah negara pengimpor gasoline terbesar di dunia. Pada tahun 2030, konsumsi gasoline Indonesia akan menjadi 154% lebih besar dari konsumsi saat ini, yaitu 107 juta kL/tahun, dan 55,64% di antaranya dipenuhi dari import. Negara Eropa dan Amerika Serikat tidak memberikan perhatian yang besar pada penelitian produksi gasoline dari sumber terbarukan, karena sebagian besar mesin mobil di negara-negara tersebut adalah mesin diesel. Sehingga Indonesia tidak memiliki pilihan lain selain mengembangkan penelitian dalam bidang produksi green gasoline dari sumber terbarukan, yaitu minyak sawit; yang jumlahnya sangat melimpah di Indonesia.

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun unit produksi green gasoline berkapasitas 5-10 liter gasoline nabati perhari. Hasil dan capaian yang diharapkan dari penelitian lanjutan ini adalah:

1. Unit produksi green gasoline skala pilot berkapasitas 5-10 liter gasoline nabati/ hari.
2. Dasar-dasar perancangan yang lebih detail untuk membangun unit produksi gasoline skala komersial.
3. Kemampuan untuk memproduksi ZSM5 berpori hirarki dengan kapasitas 15 kg/ batch.

Pada penelitian ini, capaian utama yang telah diperoleh adalah pembangunan unit reaktor produksi gasoline dengan kapasitas 5-10 L/hari serta pengadaan beberapa peralatan yang dibutuhkan untuk pembuatan unit produksi gasoline. Produk gasoline nabati yang dihasilkan telah diuji dan dianalisa serta dibandingkan dengan beberapa produk gasoline komersial. Kandungan arometik dari gasoline nabati yang dihasilkan termasuk sangat tinggi, sehingga hal ini membuka kesempatan baru yakni produk ini dapat digunakan sebagai octane booster atau dijual sebagai komponen aromat yang nilai tambahnya justru jauh lebih tinggi dari bahan bakar gasoline.

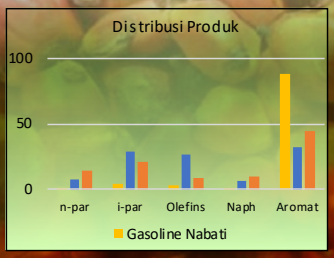
Rancang Bangun Unit Pilot Produksi Gasoline Nabati

Laboratorium Teknik Reaksi Kimia dan Katalisis (CaRE)
Program Studi Teknik Kimia – FTI
Institut Teknologi Bandung

Tim Peneliti CaRE/LPPM ITB
Dr. IGBN Makertihartha
Prof. Dr. Subagjo
Dr. Melia Laniwati
Dr. Rino R. Mukti
Dr. Grandprix M. T. Kadja
Fadhli, SS, MT

- Merancang dan membangun unit pilot proses perengkahan minyak sawit untuk roduksi gasoline nabati berkapasitas 5-10 L/hari.
- Menetapkan dasar-dasar perancangan yang lebih detail untuk membangun unit produksi gasoline nabati skala komersial.

Katalis Perengkahan dan Bensin Nabati

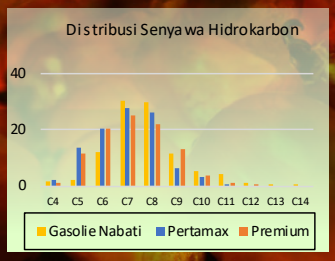


BAHAN BAKU
Minyak Sawit Industri (IPO)
(*Degummed & demetalized Palm Oil*)
ALB : tinggi

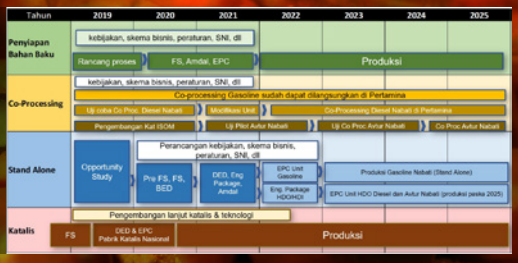
SPESIFIKASI UNIT
Dimensi : 5m x 1,5m x 3,5m
Luasan : min. 8 x 5 m^2
Utilitas : listrik, air dan udara
Kapasitas : 5-10 L bensin/hari
Bahan bakar : bensin & LPG nabati
Perolehan : 46-50%-v bensin
RON : 90-120

KONTAK
CaRE, Lab Teknik Reaksi Kimia dan Katalisis
Program Studi Teknik Kimia – FTI – ITB
Jalan Ganesha, 10 Bandung
T: +62-22-2500989 F: +62-22-2501438
E: IGBN.Makertihartha@itb.ac.id

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat
INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG



Peta Jalan Pengembangan Teknologi Produksi Bahan Bakar Nabati dari Sawit



02

PENGEMBANGAN TEKNIK RANCANG BANGUN MELALUI PABRIK PILOT UNTUK PRODUKSI BAHAN BAKAR TERBARUKAN TIPE DROP-IN VIA DEKARBOKSILASI SABUN LOGAM BERBASIS MINYAK SAWIT

Dr. Ronny Purwadi

Sejak tahun 2008, Indonesia sudah menjadi importir netto minyak bumi. Selain itu, penambahan kilang-kilang minyak baru belum terlaksana sehingga distribusi bahan bakar minyak (BBM) ke daerah-daerah pelosok menjadi sebuah kendala yang serius. Padahal, Indonesia sangat kaya dengan sumber daya hayati. Minyak nabati dari berbagai tanaman seperti sawit, kelapa, jarak pagar, kesambi, nyamplung, kemiri sunan, pongam dan lainnya dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bahan bakar nabati (BBN).

Beberapa teknologi konversi minyak nabati menjadi BBN drop - in (artinya BBN dapat digunakan seluruhnya sebagai bahan bakar tanpa dicampur BBM konvensional) umumnya membutuhkan bahan baku dari industri lain (seperti gas hidrogen), katalis khusus dan beroperasi pada kondisi yang ekstrim (temperatur dan tekanan tinggi). Tentunya, teknologi konversi ini sulit diaplikasikan di daerah terpencil. Proses produksi BBN drop - in via dekarboksilasi sabun logam dapat menjadi solusi dari masalah ini.

Fokus penelitian ini adalah mewujudkan teknologi produksi BBN drop - in via dekarboksilasi sabun logam baik secara ilmiah maupun dalam sebuah pabrik pilot. Pada perioda tahun pertama, penelitian difokuskan kepada penelusuran metodologi dan kondisi operasi proses produksi BBN drop - in. Pada perioda tahun kedua, sebuah pabrik pilot skala 20 kg minyak sawit/hari dirancang dan dibangun. Data-data operasi pabrik pilot ini dapat dijadikan dasar perancangan pabrik komersial yang dituangkan dalam Dokumen Rancangan Teknik Dasar (Basic Engineering Design). Hasil uji menunjukkan bahwa BBN fraksi diesel memiliki bilangan setana sebesar 60.1 (batas > 48) sehingga berpotensi layak digunakan pada kendaraan bermotor.

Secara umum, perolehan biohidrokarbon adalah 0.8 kg/kg umpan asam lemak. Nilai ini setara dengan perolehan fraksi diesel sebesar 0.46 kg/kg umpan dan perolehan fraksi bensin sebesar 0.15 kg/kg umpan. Sebanyak 0.19 kg residu/kg umpan dihasilkan dari hasil distilasi fraksionasi. Fraksi residu dapat digunakan sebagai sumber energi pabrik ini atau untuk keperluan lainnya. Selain itu, daur ulang logam dilaksanakan melalui proses kalsinasi. Sekitar 78% oksida logam dapat didaur ulang sehingga hanya perlu sekitar 22% tambahan oksida logam segar. Hal ini menjadi sangat penting ketika oksida logam segar tidak tersedia dengan mudah. Harga produk BBN drop - in sangat dipengaruhi oleh harga bahan baku, dalam hal ini adalah asam lemak bebas (PFAD).

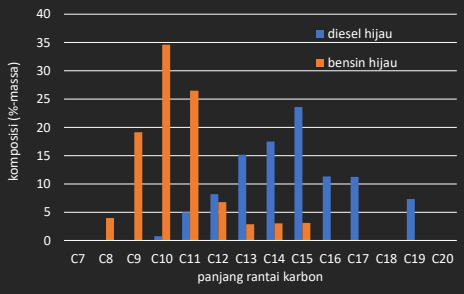
Saat ini, harga PFAD cukup tinggi dan kemungkinan tidak akan turun karena bahan ini semakin diminati sebagai bahan baku berbagai produk turunannya. Oleh sebab itu, harga produk BBN drop - in tidak dapat bersaing dengan produk BBM konvensional. Namun ketika BBN drop - in diproduksi menggunakan bahan baku yang tidak kompetitif, maka besar kemungkinan harga produk dapat menjadi lebih murah. Di daerah-daerah terpencil dimana BBM konvensional tidak dapat dijangkau dengan mudah, maka BBN drop - in akan sangat bermanfaat.

BAHAN BAKAR DI DAERAH TERPENCIL?

DISTRIBUSI BBM TIDAK SELALU LANCAR KE DAERAH TERPENCIL, PADAHAL BAHAN BAKAR SANGAT DIPERLUKAN UNTUK MENGGERAKKAN RODA PEREKONOMIAN MASYARAKAT DESA TERPENCIL

Sumber minyak nabati (minyak sawit maupun minyak nabati lainnya) yang mudah dijumpai di daerah terpencil dapat diproses menjadi bahan bakar. Teknologi proses produksi bahan bakar nabati yang membutuhkan hidrogen dan katalis bertemperatur dan tekanan tinggi tidak cocok digunakan di daerah terpencil. Proses produksi yang mudah dan sederhana sangat diperlukan agar dapat dan mudah diaplikasikan di daerah terpencil.

PROSES PRODUKSI BAHAN BAKAR TERBARUKAN MELALUI DEKARBOKSILASI SABUN LOGAM DAPAT DIGUNAKAN DI DAERAH TERPENCIL KARENA DAPAT DIOPERASI DENGAN MUDAH PADA TEKANAN ATMOSFERIK DAN TEMPERATUR < 400°C



FRAKSI DIESEL: CETANE NUMBER 60.1
FRAKSI BENSIN: OCTANE NUMBER 85

Dua proses utama: penyabunan – reaksi asam lemak dengan oksida logam; dan dekarboksilasi – pemecahan sabun menjadi hidrokarbon dan logam karbonat. Hidrokarbon didistilasi menghasilkan fraksi-fraksi bahan bakar.

Perolehan crude hidrokarbon (ton/ton umpan)	**0.80**
Perolehan diesel (liter/ton umpan)	**575**
Perolehan bensin (liter/ton umpan)	**188**
Kebutuhan make-up oksida logam (ton/ton umpan)	**0.14**
Ongkos produksi (juta rupiah/ton umpan)*	**1.9-3.0**

* Ongkos produksi tidak termasuk harga bahan-baku (PFAD) dan harganya minimal jika pembangkitan panas memanfaatkan biomassa sisa.

JUDUL PENELITIAN:
Pengembangan Teknik Rancang Bangun Melalui Pabrik Pilot untuk Produksi Bahan Bakar Terbarukan Tipe Drop-in via Dekarboksilasi Sabun Logam Berbasis Minyak- minyak sawit

TIM PENELITI:
Dr. Ronny Purwadi, Dr. Godlief F. Neonufa, Dr. Astri Nur Istiyami, Meiti Pratiwi ST.MT., Endar Puspawiningtiyas ST.MT.

KONTAK:
Program Studi Teknik Kimia ITB
Labtek X - Kampus ITB
Jl. Ganesha no. 10 Bandung
Telp. 022 - 2500989 – Fax. 022 – 2501438
Email: ronny.purwadi@che.itb.ac.id

03

PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PRODUKSI MINYAK MENTAH NABATI PIROLISIS (BIO-CRUDE OIL) BERBAHAN BAKU LIMBAH BIOMASSA SAWIT

Prof. Ir. Yazid Bindar, M.Sc. (Eng.), Ph.D

Pengembangan teknologi produksi bio-crude oil (BCO) ini dari biomassa sawit (tandan kosong dan pelepah sawit) memiliki peluang dalam peningkatan keekonomian industri sawit. BCO yang berhasil diproduksi akan menjadi bahan baku kilang minyak BCO menjadi bahan bakar minyak nabati pirolisis yang akan digunakan nanti untuk industri dan transportasi. Langkah pengembangan tuntas digambarkan oleh diagram alir produksi bahan bakar minyak nabati pirolisis berbahan baku biomassa sawit ini.

Pengembangan teknologi proses pirolisa biomassa sawit di atas untuk dapat mewujudkan BCO - Refinery plant, maka teknologi dan proses produksi BCO harus dikembangkan terlebih dahulu. BCO - Refinery plant tidak bisa dikembangkan bila mana pasokan BCO sendiri tidak tersedia. Maka dari itu, penelitian ini merupakan titik kritis dalam perwujudan proses BCO-refinary. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan teknologi produksi BCO dari biomassa biomassa ringan dan pengolahan awal dengan aplikasi bertahap.

Teknologi-teknologi reaktor pirolisis di atas tergolong rumit dan komplek untuk dioperasikan. Untuk keperluan usulan penelitian ini reaktor atau tungku pirolisis yang diperlukan adalah reaktor yang sederhana dan produk yang dihasilkan tidak bercampur dengan gas-agas hasil pembakaran. Maka dari itu, teknologi tinggi yang diusulkan disini adalah teknologi tungku pirolisis dua ruang pemanasan tidak langsung. Ruang pertama adalah ruang pembakaran biomassa sebagai pemasok panas dan ruang ke dua adalah ruang pirolisis. Panas dipasok dari ruang pembakaran ke ruang pirolisis secara tidak langsung.

Diameter reaktor memberikan pengaruh terhadap yield biocrude-oil yang diperoleh pada proses pirolisis. Yield biocrude - oil yang diperoleh berbeda ditiap variasi diameter yang digunakan. Hal tersebut dikarenakan sebaran temperatur yang tidak seragam ketika meningkatnya diameter reaktor yang digunakan pada proses pirolisis. Pada diameter 3 in, kenaikan temperatur pirolisis mengakibatkan penurunan yield bio crude - oil yang dihasilkan. Hal tersebut dikarenakan pada diameter tersebut temperatur pirolisis lebih cepat tercapai dan sebaran temperatur lebih seragam sehingga kenaikan temperatur mengakibatkan terjadinya reaksi kedua sehingga memecah komponen tersebut menjadi gas tidak terkondensasi (Mohan, 2006). Pada temperatur 400°C, yield yang diperoleh sebesar 35,93% dan mengalami penurunan pada temperatur 500oC dan 600oC menjadi 35,25% dan 34,49%. Namun demikian penurunan yield biocrude - oil yang terjadi pada reaktor diameter 3 in tidak begitu signifikan, hanya terjadi sebesar 1%.

Konsumsi spesifik bahan bakar Rbb/bu dapat diturunkan untuk alat pirolisis tipe kotak ini. Dalam hal ini konsumsi bahan bakar spesifik adalah 1,35. Ini jauh lebih kecil dibanding dengan alat pirolisis tipe tubular seperti yang disampaikan pada bagian 4.1.1 di atas yang Rbb/bu nya masih di atas 3.

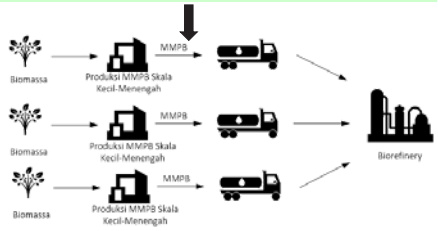
PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PRODUKSI BIO-CRUDE OIL (BCO) DARI BIOMASSA TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

Prof. Yazid Bindar, PhD, (Peneliti Utama), Dr. Anton Irawan,
Dr. Megawati Zunita Riset Grant Sawit 2015
LPPM ITB

LATAR BELAKANG

- **Keterbatasan bahan bakar Fosil seperti minyak dan gas alam**
- **Melimpahnya biomassa di Indonesia yang salah satunya biomassa sawit**
- **Teknologi pengolahan biomassa untuk bahan bakar cair semakin berkembang**
- **Produksi minyak mentah pirolisis biomassa (MMPB) atau Bio-Crude Oil (BCO) dalam skala komersial dapat diwujudkan**

BIOMASSA YANG MELIMPAH DI INDONESIA DAPAT DIOLAH MELALUI PROSES PIROLISIS MENJADI BAHAN BAKAR CAIR UNTUK INDUSTRI DAN KENDARAAN



Konsep desentraslisasi produksi BCO.

PROSES PRODUKSI DAN PENGELOHAN BCO

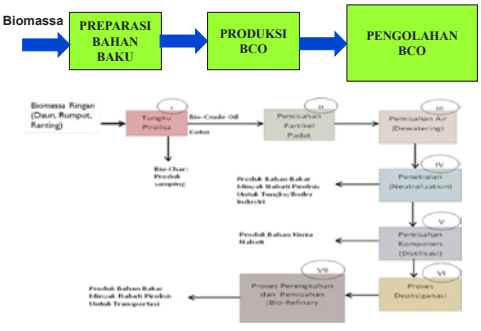
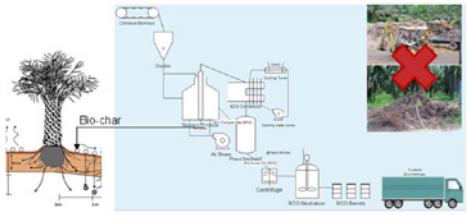
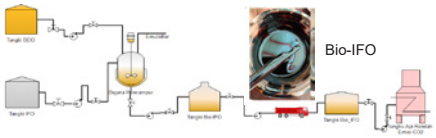


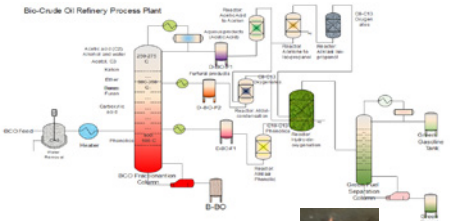
Diagram proses produksi minyak bakar nabati pirolisa berbahan baku biomassa ringan



Alur proses (flow-sheet) teknologi produksi Bio-crude Oil dari Biomassa yang hendak dikembangkan dengan produk Bio-Char yang dikembalikan ke lahan sawit



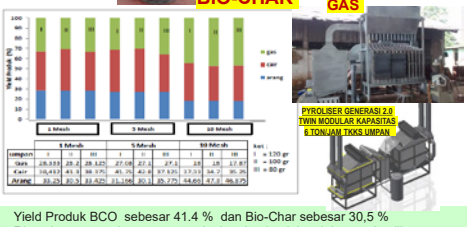
Proses produksi dan utilisasi antara Bio-IFO untuk bahan bakar di tungku api dengan capaian emisi CO_2 rendah



Alur proses kilang BCO di masa depan

HASIL PRODUKSI BCO DAN BIO-CHAR

Teknologi Produksi BCO



- Yield Produk BCO sebesar 41.4 % dan Bio-Char sebesar 30,5 %
- Riset dan pengembangan sampai tahun ke dua ini sudah menghasilkan teknologi produksi bio-crude oil (BCO), bio-pyrolisys gas (BPG) dan bio-char (BC) tipe industri dan implementatif di Pabrik Kelapa Sawit
- Teknologi produksi BCO dengan ruang pirolisis berbentuk kotak memberikan beberapa keunggulan dibanding alat pirolisis tipe tubular
- Densitas BCO mendekati angka 1.2 g/ml sebagai standar untuk Bio Oil

KESIMPULAN

Produk BCO dari Biomassa dapat dihasilkan dengan yield sebesar 41.4 %. Kualias BCO yang dihasilkan mendekati perlu dilakukan analisa lebih lanjut untuk mengamati komponen-komponen dari BCO tersebut. Pengolahan BCO menjadi produk olahan bahan bakar cair perlu diteliti dan dikembangkan. Produk samping bio-char menjadi attraktif yang memberikan keuntungan berlipat ganda buat industri sawit dalam pengembaliannya ke lahan sawit dari pada pengembalian TKKS.

printed by MegaPrint Inc. www.postersession.com

04

KONVERSI LIMBAH PADAT SAWIT MENJADI METANOL DAN DIMETIL-ETER MELALUI PROSES GASIFIKASI

Prof. Herri Santoso

Produksi minyak sawit mentah selalu diiringi dengan timbulan biomassa atau limbah organik padat, seperti tandan kosong sawit, pelepah daun dan bahkan batang sawit buangan program peremajaan kebun sawit. Sejalan dengan program bauran energi nasional, bahwa kontribusi biomassa yang tergabung dalam sumber energi baru dan terbarukan mencapai 25% pada tahun 2025, program nasional dan ketersediaan biomassa sawit mendorong perlunya pengembangan teknologi proses untuk mengkonversi biomassa menjadi bahan bakar cair (biomass to liquid , BTL).

Pada penelitian ini dilakukan pengolahan TKS yang memiliki banyak kekurangan ini dengan cara hidrotermal dan gasifikasi. Kedua proses ini dapat diharapkan untuk meningkatkan nilai jual TKS dan hasil proses yaitu gas sintesis dapat digunakan sebagai bahan baku proses sintesis dimetil eter (DME). DME telah ditunjuk sebagai bahan alternatif subtitusi parsial LPG untuk mengurangi impor LPG. Hal ini telah disebutkan didalam Rencana Umum Energi Nasional 2017 (RUEN 2017). DME telah menarik perhatian sebagai bahan bakar alternatif bersih yang ramah lingkungan dengan rendahnya emisi NOx, SOx, karakteristik pembakaran yang baik dan memiliki angka cetane yang tinggi.

Salah satu alur proses yang dipilih untuk dikembangkan dengan dana grant research sawit ini, secara garis besar adalah sebagai berikut:

a. Gasifikasi biomassa dengan steam sebagai medium utama gasifikasi menjadi gas sintesis (synthesis gas : CO dan H2). Topik ini mencakup pengembangan konfigurasi gasifier (reaktor proses gasifikasi) untuk menghasilkan gas sintesis dengan kandungan CO dan H2 mencapai 80%.
b. Sintesis metanol dan sintesis DME. Topik ini mencakup pengembangan katalis dan teknik reaksi untuk mencapatkan kondisi proses dengan tekanan di bawah 20 bar dan perolehan DME tidak kurang dari 30%.

Konversi Limbah Padat Sawit menjadi Metanol dan DME melalui Proses Gasifikasi (*Biomass to Liquid*)

PRJ-17/DPKS/2018

Herri Susanto, Chemical Engineering, Institut Teknologi Bandung, phone: +628122111329; email: herri@che.itb.ac.id

GASIFICATION PROCESS

Biomass + Air/Steam → CO + H_2 + others

AIR STEAM

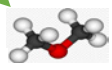
	Producer Gas (gaseous fuel)	Synthesis Gas (for chemicals)
CO	15 - 22%	30%
H_2	8 - 12%	65%
CO_2	5 - 8%	5%
CH_4	< 1%	trace
N_2	50 - 55%	trace

Syngas **(H_2 dan CO)**

methanol synthesis — direct synthesis

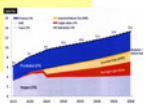
dehydration of methanol

Methanol **DME**



RUEN 2017

DME for Partial Substitution of LPG to reduce import of LPG



Reactions

Methanol synthesis : $CO + 2H_2 \rightleftarrows CH_3OH$

Methanol synthesis : $CO_2 + 3H_2 \rightleftarrows CH_3OH + H_2O$

Dehydration of methanol : $2CH_3OH \rightleftarrows CH_3OCH_3 + H_2O$

DME direct synthesis : $2CO + 4H_2 \rightleftarrows CH_3OCH_3 + H_2O$

Gasification of Biomass for Rural Electricity

2 fronds/(3 month); 130 trees/Ha

Feedstock: size of 5 cm and M.C. max. 15%

Operating data in Riau:

a. installed capacity = 100 -150 kW_e
b. oil cons. full oil mode = ± 0.3 L/kWh
c. oil cons. dual fuel mode = ± 0.1 L/kWh
d. biomass cons. dual fuel mode = ± 1.5 kg/kWh
e. diesel oil saving = ± 65%

Preparation of catalysts:

a. support : γ-Al_2O_3
b. tar cracking : Ni/γ-Al_2O_3
c. tar catalytic reforming : NiO/zeolite
d. methanol synthesis : CuO-ZnO
e. methanol synthesis : CuO-MgO
f. dehydration of methanol to DME : γ-Al_2O_3
g. direct synthesis of DME, bifunction: CuO-ZnO-Al_2O_3
h. direct synthesis of DME, bifunction: CuO-ZnO-MgO-Al_2O_3

Bifunction Catalyst

For direct synthesis of DME from syngas

a. Cu-ZnO-Al_2O_3 (CZMA**0**), without MgO
b. Cu-ZnO-MgO-Al_2O_3 (CZMA**20**) with MgO 20%.

Pore surface area: 285 dan 125 m^2/g respectively

Conversion of H_2 (from syngas to DME) 70%.

GASIFICATION of Empty Fruit Bunches

Characteristics of EFB:

bulky and ***high moisture content***

Processes:

hydrothermal process
drying
two stages gasification

Hydrothermal Treatment:

a. 2 L digester
b. 120 – 280°C, at sat. pressure
c. 30 – 120 min.

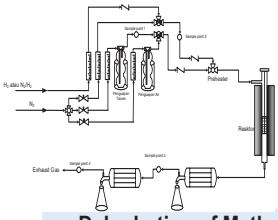
Pelletization

Compressive pressure: 50 – 500 bar

Pellet Properties

a. Particle: diam. 1 cm, height 1 cm
b. Particle density: 2.0 – 2.5 g/cm^3

Experimental Set up for Synthesis of MeOH and DME

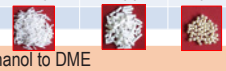


a. Tubular reactor
   i. diameter = ± 1.9 cm
   ii. height = ± 40 cm
b. Catalyst = ± 2.5 g
c. Catalyst bed = ± 4 cm
d. Gas flowrate = ± 70 mL/min

Dehydration of Methanol to DME

Catalyst Pore Properties

Pore properties	ITB γ-Al_2O_3	Commercials JH202	Commercials KADH5
Surface area, m^2/g	194.4	128.3	370.9
Volume, mL/g	0.55	0.72	0.24
Diameter, Å	112.3	225.8	26.1



Conversion of Methanol to DME

Temp. °C	Thermo. Eqilbr.	ITB γ-Al_2O_3	Commercials JH202	Commercials KADH5
240	90.3%	45.2%	79.1%	68.8%
260	89.4%	64.6%	71.2%	83.5%
280	88.5%	69.6%	61.6%	72.1%
290	88.2%	61.6%	-	-

Economic Feasibility of DME Production in Riau

a. EFB from CPO Mills in the radius of 100 km, Riau
b. EFB specific consumption 4 kg/kg DME
c. DME plant capacity: 1,090 ton/hari
d. Life time 20 year
e. Total Investment USD 990 (2018)
f. EFB price 300 Rp/kg (as received)
g. **Model-A**: if DME price 14,000 Rp/(kg equiv. LPG) → IRR = 10%
h. **Model-B**: if IRR 8%→ production cost of DME 7,143 Rp/kg

Department of Chemical Engineering, ITB
Jalan Ganesha 10, Bandung-40132, Indonesia
www.che.itb.ac.id

05

PERANCANGAN ANAEROBIC FLUIDIZED BED REACTOR KONTINYU DENGAN IMOBILISASI MIKROORGANISME DALAM MODIFIED ZEOLITE UNTUK PENINGKATAN EFISIENSI PRODUKSI BIOGAS DARI PALM OIL MILL EFFLUENT (POME)

Wiratni Budhijanto, Ph.D

Teknologi yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah reaktor kolom vertikal untuk mengolah POME menjadi biogas. Tipe reaktor yang dipilih disebut Anaerobic Fluidized Bed Reactor (AFBR) yang terdiri atas dua kolom: kolom pertama diatur pada kondisi ideal untuk proses asidogen dan reaktor kedua untuk proses metanogen. Masing-masing reaktor ini berisi serbuk zeolite alam yang telah dimodifikasi untuk imobilisasi mikroorganisme sehingga tahan terhadap racun-racun yang terdapat di dalam POME. Keunggulan dari reaktor ini adalah efisiensinya yang lebih tinggi daripada reaktor biogas konvensional karena terjadi imobilisasi mikroorganisme pada partikel zeolite. Selain itu, desain reaktor yang memungkinkan bentuk vertikal akan menghemat luas lahan.

Hingga bulan November 2019, kegiatan riset yang telah dilaksanakan meliputi: a) Detailing informasi terkait zeolite sebagai material imobilisasi (komparasi dua jenis zeolite, yaitu zeolite yang diperoleh dari Tasik dan zeolite yang diperoleh dari Bayah, komparasi dua nilai berbeda untuk rasio massa zeolite terhadap volume POME, dan komparasi kinerja zeolite dengan impregnasi kation); b) Detailing separasi proses asidogen dan metanogen (seleksi inokulum, injeksi udara secara terbatas/ microaeration, dan pengaturan pH); c) Eksperimen kontinu AFBR skala mini pilot plant (di prototipe laboratorium UNILA); d) Analisis asam-asam karboksilat pada volatile fatty acid (VFA) sebagai hasil antara dalam proses anaerob; e) Penyusunan analisis teknoekonomi sederhana dan komparasi teknologi AFBR dengan teknologi lain.

ANAEROBIC FLUIDIZED BED REACTOR

UNTUK PENINGKATAN EFISIENSI PRODUKSI BIOMETAN DARI PALM OIL MILL EFFLUENT (POME)

Teknologi yang Dikembangkan dalam Penelitian ini:

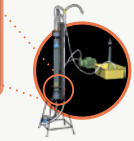
KOLAM menjadi KOLOM

Anaerobic Fluidized Bed Reactor (AFBR) adalah reaktor yang dioperasikan tanpa keberadaan oksigen (anaerob) untuk mengubah limbah menjadi biometan. Bagian dalam reaktor berisi partikel zeolite yang difluidisasi sebagai tempat hidup mikroorganisme anaerob.

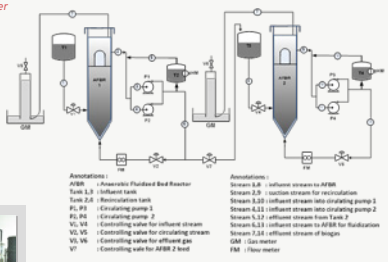
Masalah Limbah POME

Dengan target pada tahun 2020, Indonesia memproduksi 30 juta ton minyak kelapa sawit curah (Crude Palm Oil/CPO) per tahun, maka diperkirakan jumlah POME dari seluruh PKS di Indonesia mencapai 90 juta ton per tahun. POME adalah limbah cair dengan kandungan minyak tinggi sehingga menjadi racun bagi mikroorganisme pengurai limbah. Oleh karena itu, proses konversi POME menjadi biogas secara alamiah dengan kondisi tanpa oksigen (anaerob) biasanya memerlukan waktu panjang, yaitu 30-40 hari waktu tinggal.

*gas metana terlepas ke atmosfer



Inovasi: Two-Stage Process



Kolom 1: Dominasi mikroorganisme pembentuk asam organik
Kolom 2: Dominasi mikroorganisme pembentuk biogas
Teknik:Media Imobilisasi dan pengaturan kondisi operasional

Manfaat Penelitian:

Mencegah green-house-gases
- lepasnya gas metan dari kolam limbah POME ke atmosfer

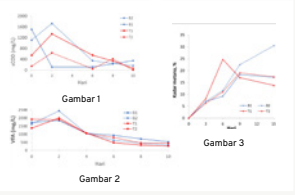
Memperoleh energi terbarukan dalam
- bentuk biogas dari POME yang dapat dikonversi menjadi listrik
- Proses produksi biogas lebih cepat

Hasil dan Pembahasan Penilitian

1. Dua jenis zeolite alam diuji, yaitu zeolite Tasikmalaya dan zeolite Bayah. Dari segi morfologi, zeolite Tasikmalaya memiliki fraksi pori yang lebih besar daripada zeolite Bayah (Tabel 1). Walaupun demikian, kinerja proses tidak jauh berbeda dalam hal pengurangan polutan terukur sebagai sCOD pada (gambar 1) dan VFA (gambar 2). Zeolite Bayah menunjukkan kecepatan degradasi limbah lebih cepat (gambar 2) dan produktivitas metana yang lebih tinggi (gambar 3).

Tabel 1. Hasil Analisis Zeolite Tasikmalaya dan Zeolite Bayah

Keterangan	Z. Tasikmalaya	Z. Bayah
Luas Permukaan (m^2/g)	33.828	27.491
Total Volume (cc/g)	0.1290	0.07598
Diameter Pori Rata-rata (nm)	7.62733	5.52753
Volume Mikropori (cc/g)	0.000	0.000
Volume Pori (cc/g)	0.117	0.073
Luas Permukaan (BJH) (m^2/g)	15.602	13.890

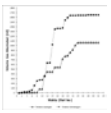


Gambar 1

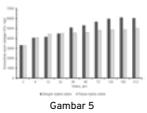
Gambar 2

Gambar 3

2. Pemisahan proses produksi biogas dalam dua tahap AFBR meningkatkan kecepatan dan jumlah produksi biogas karena kondisi masing-masing reaktor bisa dioptimalkan untuk dua tahapan proses: a) pembentukan asam (pH 4-5) dan dengan injeksi udara terkontrol (mikro-aerasi) pada AFBR Asidogen, b) pembentukan metana (pH 7-8) dalam kondisi anaerob sempurna pada reaktor AFBR Metanogen. Gambar 4 adalah komparasi produksi biogas di reaktor asidogen dan reaktor metanogen.

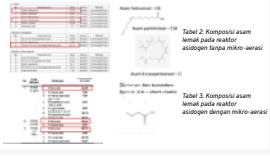


Gambar 4



Gambar 5
Efek injeksi udara terkontrol 20mL/hari) pada reaktor asidogen

3. Pada AFBR Asidogen teramati bahwa injeksi udara secara terkontrol mengubah komposisi asam lemak yang terbentuk. Pada AFBR tanpa injeksi udara, ditemukan asam lemak long chain fatty acids dengan ikatan rangkap (Tabel 2). Injeksi udara secara terkontrol memunculkan asam lemak yang didominasi oleh asam butirat (Tabel 3). Hal ini merupakan indikasi bahwa potensi POME sebagai penghasil asam-asam organik perlu dipelajari lebih mendalam pada penelitian selanjutnya.



Tabel 2. Komposisi asam lemak pada reaktor asidogen tanpa mikro-aerasi

Tabel 3. Komposisi asam lemak pada reaktor asidogen dengan mikro-aerasi

Grup Riset

- Wiratni Budhijanto, Ph.D (Ketua)
- Rochim Bakti Cahyono
- Muhammad Mufti Azis
- Sri Ismiyati, M.Eng
- Simparmin Br. Ginting, ST, MT

Email
wiratni@ugm.ac.id

Publikasi

- Damayanti, S.I, Sarto, Astiti, D., and Budhijanto, W. (2019). Inoculum Selection And Micro-aeration For Biogas Production In Two-stage Anaerobic Digestion Of Palm Oil Mill Effluent (Pome), Jurnal Bahan Alam Terbarukan (accepted for
- Damayanti, S.I., Sarto, Astiti, D, Budhijanto, W. (2018). The Effectiveness of pH Adjustment and Controlled Oxygen Injection to Enhance Acidogenic Performance in Two Stage Anaerobic Digestion of Palm Oil Mill Effluent,AIP Proceeding 11st Regional Conference on Chemical Engineering (RCChE), Yogyakarta.
- Damayanti, S.I., Br.Ginting, S., Sofyan, A.V., Putri, AT, Budhijanto, W., 2018, Utilization of Lampung Natural Zeolite as ImmobilizationMediaon Biogas Production from Palm Oil Mill Effluent (POME), Materials Science Forum, Vol. 929, pp 18-24.
- Azis, M.M, Sudaryo, H., Budhijanto, W. (2018), Modeling lab-sized Anaerobic Fluidized Bed Reactor (AFBR) for Palm Oil Mill Effluent (POME) treatment: from batch to continue reactors, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 316, conference1, QualityinResearch International Conference, NusaDuaBali.
- Cahyono, R.B., Damayanti, S.I., Budhijanto, W. (2018), Characterization of Modified Zeolite as Microbial Immobilization Media on POME Anaerobic Digestion, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, Volume 316, conference1, QualityinResearch International Conference, NusaDuaBali.
- Halim, L., Mellyanawaty, M., Cahyono, R.B., and Budhijanto, W. (2017). Anaerobic digestion of palm oil mill effluent with Lampung natural zeolite as microbial immobilization medium and digested cow manure as starter. AIP Conference Proceedings 1840 of International Seminar on Fundamental and Applied Chemical Engineering, Institut Teknologi Surabaya.
- Ayu, E.D., Halim, L., and Budhijanto, W., (2017). Evaluation on the effect of natural zeolite as microbial immobilization medium in anaerobic digestion for various concentrations of palm oil mill effluent using digested biodiesel waste as inoculum. AIP Conference Proceedings 1840 of International Seminar on Fundamental and Applied Chemical Engineering, Institut Teknologi Surabaya.
- Hari, P.A, Halim, L., and Budhijanto, W., (2017). Enhancement of biogas production in anaerobic treatment of palm oil mill effluent by the addition of digested biodiesel waste as inoculum and microbial immobilization using natural zeolite. AIP Conference Proceedings 1840 of International Seminar on Fundamental and Applied Chemical Engineering, Institut Teknologi Surabaya.

06

KAJIAN PEMAKAIAN BIODIESEL PADA ENGINE HEAVY DUTY DENGAN STANDARD EURO 4 DAN PENGARUHNYA TERHADAP DIESEL PARTICULATE SYSTEM DAN/ATAU CATALYTIC CONVERTER (SISTEM *EXHAUST AFTER TREATMENT)*

Dr. Hari Setiapraja

Pada pengujian tahun pertama pengaruh pemakaian biodiesel rasio tinggi (B20 dan B30) pada kendaraan penumpang (light duty) teknologi Euro2 dan B20 pada kendaraan truk (heavy duty) teknologi Euro4 terhadap emisi gas buang menunjukkan trend yang sama baik untuk kendaraan penumpang maupun truk. Emisi partikulat, asap, karbon monoksida (CO) dan Hidrokarbon (HC) dengan penambahan biodiesel (B20 dan B30) menunjukkan hasil emisi yang lebih rendah dibandingkan dengan B0. Walaupun emisi NOx untuk Biodiesel menunjukkan hasil yang lebih tinggi tetapi nilainya masih memungkinkan untuk di optimasi melalui setting parameter engine maupun penambahan sistem exhaust after treatment yang mencakup emisi NOx juga, sehingga levelnya dapat memenuhi ambang batas emisi NOx EURO 4 yang di tetapkan pemerintah Indonesia. Selain pengujian emisi, pada tahun pertama juga telah dilakukan pengujian untuk parameter power dan konsumsi bahan bakar. Trend yang sama juga di tunjukkan oleh kendaraan penumpang dan truk yakni penambahan biodiesel sedikit menurunkan power maksimum dan juga menaikkan konsumsi bahan bakar. Hasil pengujian tahap pertama untuk parameter emisi, power dan konsumsi bahan bakar akan memberikan informasi berharga untuk industri kendaraan terkait optimasi parameter maupun komponen *exhust after treatment* yang diperlukan untuk pemakaian bahan bakar biodiesel rasio tinggi untuk memenuhi ambang batas emisi EURO 4 yang ditetapkan Pemerintah Indonesia.

Pada tahun ke dua, kajian difokus terhadap B30 untuk aplikasi kendaraan penumpang dan truk dengan teknologi Euro4. Untuk pengujian B30 pada kendaraan penumpang, emisi, gas buang, power dan konsumsi bahan bakar akan dikaji dengan menggunakan B30 dengan berbagai variasi B0: FAME dan HVO. Sedangkan untuk aplikasi kendaraan truk, fokus terhadap durabiliti pemakaian B30 terhadap komponen engine dengan teknologi EURO 4. Selain hal tersebut, dilakukan juga kajian terkait presipitasi B30 dengan B0 yang rendah sulfur yang di blending dengan FAME dan HVO. Hasil kajian tahun ke dua telah diperoleh pengaruh pemakaian B30 pada emisi kendaraan penumpang dengan teknologi Euro4. Pengujian presipitasi B30 pada tahap I dilakukan dengan berbagai variasi campuran B0:FAME:HVO, temperatur dan waktu penyimpanan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa presipitasi B30 HVO setara dengan B30 FAME ekspor, dimana presipitat yang ditimbulkan lebih sedikit dibandingkan dengan B30 FAME SNI. Kenaikan persentasi HVO sebagai blending FAME SNI dapat menurunkan jumlah presipitat. Presipitat B30 pada base fuel Euro 3 lebih rendah dari Euro 4. Jumlah presipitat pada suhu rendah relatif lebih tinggi dibanding pada suhu 25 ^{o}C pada B30 blending antara FAME SNI dan HVO.

Pengujian emisi gas buang B30 pada kendaraan penumpang dengan teknologi Euro4 menunjukkan bahwa dengan base fuel solar Euro4 yang memenuhi standar Euro4 maka pemakaian B30 dapat memenuhi ambang batas emisi yang ditetapkan. Tetapi untuk B30 dengan base fuel solar Euro3 maka untuk beberapa campuran B30 emisi partikulat yang dihasilkan melebihi ambang batas yang ditetapkan.

KAJIAN PEMAKAIAN BIODIESEL B30 PADA KENDARAAN DENGAN STANDARD EURO 4 DAN PENGARUHNYA TERHADAP *DIESEL OXIDATION CATALYST*

Hari Setiapraja, Mokhtar (BPPT) , Dieni Mansur (LIPI)
Andi Tauji (HINO Motor Manufacturing Indonesia), Mutia Ekasari (PT. Pertamina (Persero)),
Abdul Rochim (Toyota Motor Manufacturing Indonesia)

LATAR BELAKANG

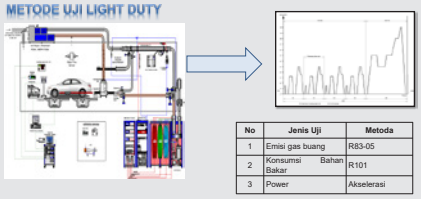
- Kebijakan Pemerintah Indonesia dalam bidang Lingkungan (penerapan Euro4-PerMen LHK No.20 Th.2017) dan kebijakan dalam bidang Energi (mandatori biodiesel rasio tinggi): **Perlu adanya penelitian terkait aplikasi biodiesel rasio tinggi untuk regulasi Euro4**
- Perbaikan karakteristik bahan bakar (B0 & B100) yang selaras dengan kemajuan teknologi kendaraan: B30 Euro4 akan berjalan dengan dukungan industri otomotive dan bahan bakar sehingga kebijakan lingkungan & energi dapat berjalan sesuai dengan target pemerintah RI

TUJUAN

- Memperoleh data pengaruh pemakaian B30 pada kendaraan (penumpang & truk) berteknologi Euro4 terhadap limit gas buang yang ditetapkan dalam Permen LHK No.20/2017.
- Memperoleh data hasil pengujian pengaruh pemakaian B30 terhadap sistem *exhaust after treatment (DOC)* dan komponen engine lainnya (sistem bahan bakar, katup, piston dan filter bahan bakar; sistem *exhaust Gas Recirculation*; sistem Turbo Charger).
- Menghasilkan rekomendasi teknis karakteristik bahan bakar B30 (termasuk B0 dan B100) yang sesuai untuk aplikasi Euro4 Tahun 2021.

METODOLOGI PENGUJIAN

METODE UJI LIGHT DUTY



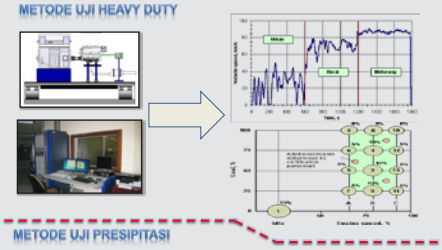
No	Jenis Uji	Metoda
1	Emisi gas buang	R83-05
2	Konsumsi Bahan Bakar	R101
3	Power	Akselerasi

Kendaraan Penumpang Euro4: Common Rail, Turbo, EGR, DOC

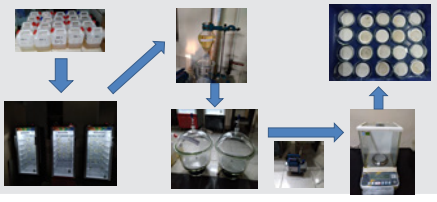
Komposisi B30						
HVO	0%	0%	5%	10%	15%	30%
FAME	0%	30%	25%	20%	15%	0%
Base fuel	100%	70%	70%	70%	70%	70%

Base fuel : Diesel Euro4 & Diesel Euro 3
FAME : FAME SNI & FAME Eksport

METODE UJI HEAVY DUTY

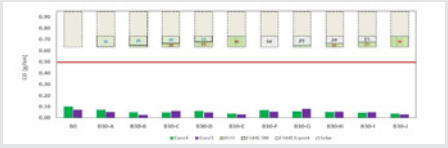


METODE UJI PRESIPITASI

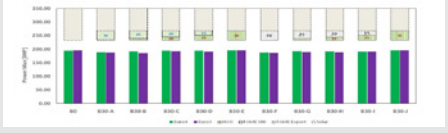


HASIL PENGUJIAN

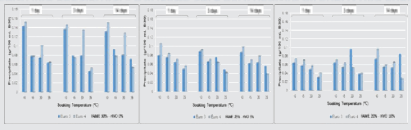
EMISI B30 VS PERMEN KLHK NO.20/17

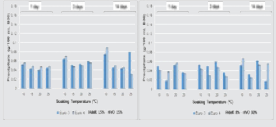


POWER B30



PENGUJIAN PRESIPITASI – B30 (FAME SNI + HVO) DENGAN B0 EURO3 DAN EURO4





KESIMPULAN

- B30 dengan base fuel Euro4 & Euro3 dapat memenuhi limit emisi Permen KLHK No.20/2017 untuk kendaraan penumpang.
- Power B30 mengalami penurunan dibandingkan dengan B0. B30 HVO dapat menekan perbedaan power maksimum dengan B0 menjadi kurang dari 1%.
- Lamanya waktu soaking tidak menambah jumlah presipitat, tetapi temperatur yang rendah mempercepat jumlah presipitat B30
- Semakin besar rasio volume FAME SNI dalam campuran B30 FAME SNI+HVO memiliki kecenderungan meningkatkan jumlah presipitat.

Bidang
Biometerial – Oleokimia

07

PENGEMBANGAN SURFAKTAN ANIONIK DARI MINYAK SAWIT UNTUK PENINGKATAN PRODUKSI MINYAK BUMI DI LAPANGAN TUA MENGGUNAKAN TEKNIK STIMULASI MATRIX

Prof. Dr. Erliza Hambali

Lapangan minyak Indonesia terdiri dari 629 lapangan dimana 73% nya merupakan lapangan minyak tua yang akan menjadi target dari penelitian ini. Lapangan tua masih mengandung residual oil sekitar 65%, namun tidak dapat diproduksikan secara optimal dengan teknologi yang tersedia saat ini. Selain itu, pada beberapa lapangan di Indonesia jumlah produksi heavy oil sekitar 384.000 barel/hari atau sekitar 34% kebutuhan BBM nasional atau 60% kebutuhan BBM di Pulau Jawa. Oleh karena itu, diperlukan chemical untuk meningkatkan produktivitas lapangan minyak tua dan menangani permasalahn wax tersebut. Salah satu chemical yang dapat digunakan adalah surfaktan berbasis minyak sawit menggunakan teknik stimulasi matrix.

Saat ini chemical yang banyak digunakan dalam industri perminyakan adalah surfaktan berbasis petrokimia yang sebagian besar diimpor dari luar negeri. Namun demikian surfaktan yang dihasilkan dari turunan produk minyak bumi semakin terbatas jumlahnya, karena itu dibutuhkan surfaktan yang berbasis renewable resources dan berkinerja baik seperti surfaktan anionik Metil Ester Sulfonat (MES). Tujuan dari penelitian ini secara umum adalah memanfaatkan oil based surfaktan dari minyak sawit untuk aplikasi stimulasi matrix pada sumur minyak yang mengandung wax sehingga mampu meningkatkan kapasitas produksi sumur minyak di lapangan tua yang mengandung wax dengan biaya produksi yang lebih ekonomis.

Hasil riset pendahuluan menunjukkan formula surfaktan terbaik adalah formula 5% oil based surfaktan yang dilarutkan ke dalam media pelarut kombinasi xilen dan solar pada rasio 1:1. Saat ini Tim Peneliti SBRC telah berhasil menscale up reaktor sulfonasi surfaktan. Hasil formulasi tersebut memiliki nilai pH berkisar 5,98 – 7,08 dan nilai viskositas 1,79 – 1,83 cP. Hasil uji coreflood core Berea terhadap fluida lapangan Kawengan P-25 menunjukkan incremental oil recovery menggunakan solvent sebesar 29.0% IOIP, sedangkan jika menggunakan larutan oil based surfaktan 5% dalam solvent campuran xylene:solar (1:1) oil recovery yang didapatkan sebesar 46,7%IOIP. Dengan demikian penambahan larutan surfaktan S-MES 5% dalam solvent campuran xylene dan solar dengan perbandingan 1:1 pada uji coreflood core Berea untuk fluida lapangan Kawengan sumur P-25 memberikan pengaruh terhadap peningkatan oil recovery yang diperoleh.

PEKAN RISET SAWIT INDONESIA 2019

PENGEMBANGAN SURFAKTAN ANIONIK DARI MINYAK SAWIT UNTUK PENINGKATAN PRODUKSI MINYAK BUMI DI LAPANGAN TUA MENGGUNAKAN STIMULASI MATRIX

Erliza Hambali [1,2], Pudji Permadi[1,3], Ari Imam Sutanto[1], Rista Fitria[1] , Agatha Maria Gadi[1]

[1]Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi, LPPM-IPB University; [2]Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fateta-IPB University; [3]Teknik Perminyakan, ITB

(GRANT RISET SAWIT Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS))

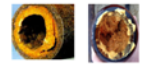
ABSTRAK

Berdasarkan hasil riset tahun pertama, prototipe larutan surfaktan berbasis sawit yang dihasilkan pada tahun pertama potensial untuk diujicobakan pada lapangan minyak. Hal ini mengingat di Indonesia jumlah produksi *heavy oil* sekitar 384.000 barel/hari atau sekitar 34% kebutuhan BBM nasional. Tujuan penelitian ini adalah memanfaatkan *oil based* surfaktan dari minyak sawit untuk aplikasi stimulasi matrix pada sumur minyak yang mengandung wax sehingga mampu meningkatkan kapasitas produksi sumur minyak di lapangan tua yang mengandung wax tersebut. *Scale up miniplant* proses produksi *oil based* surfaktan dari minyak sawit kapasitas 1-3 ton/hari sudah dihasilkan. Hasil riset menunjukkan formula surfaktan terbaik adalah formula 5% oil based surfaktan yang dilarutkan ke dalam media pelarut kombinasi xilen dan solar pada rasio 1:1. Hasil formulasi tersebut memiliki nilai pH berkisar 5,98 – 7,08 dan nilai viskositas 1,79 – 1,83 cP. Hasil uji coreflood core Berea terhadap fluida lapangan "K" P-25 menunjukkan incremental oil recovery menggunakan solvent sebesar 29.0% IOIP, sedangkan jika menggunakan larutan oil based surfaktan 5% dalam solvent campuran xylene:solar (1:1) oil recovery yang didapatkan sebesar 46,7%IOIP.

Kata Kunci : Surfaktan Anionik, Methyl Ester Sulfonat, Stimulsi Matrix, Solvent, Oil Recovery

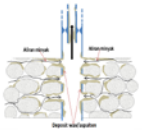
Latar Belakang

- 78% lapangan Minyak Indonesia sudah mengalami depleted'
- 46% lapangan minyak Indonesia jenis parafinik
- Penyumbatan lubang sumur, pipa dan peralatan produksi oleh wax.
- Jumlah produksi heavy oil di Indonesia sekitar 384.000 barel/hari



Laju alir minyak mengecil akibat timbulnya deposit wax/asphlten

Source : http://www.tupdp.ubaya.edu



Karakteristik Produk yang Dihasilkan pada Tahun 1:

- Kompatibel dengan fluida lapangan minyak,
- Stabil selama uji thermal stability dengan nilai tegangan antar muka berkisar 10^{-2} - 10^{-1} dynes/cm,
- Uji phase behavior menunjukkan fasa II (-) bawah,
- Nilai filtration ratio menunjukkan < 1,2,
- Meningkatkan sifat kebasahan native core dengan nilai 20 – 31,9° ,
- Uji imbibisi menunjukkan nilai oil recovery berkisar 36,96% - 51,72%
- Uji coreflood menunjukkan nilai oil recovery yang didapat berkisar 29,2 – 50,4 % IOIP.

Sangat potensial untuk diujicobakan pada lapangan minyak

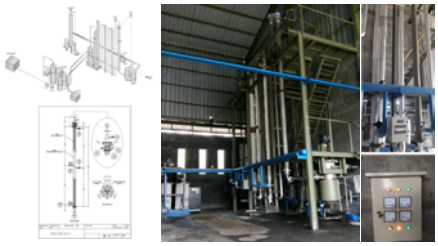
- Meningkatkan **produktivitas** sumur minyak di lapangan tua
- Biaya produksi yang lebih ekonomis
- Meningkatkan local content di industri perminyakan
- Stimulan bagi Indonesia untuk mengembangkan aplikasi produk hilir sawit ke berbagai jenis industri,
- Mendorong berkembangnya sektor riil berbasiskan produk-produk hasil penelitian
- Menumbuhkan kemandirian perekonomian bangsa, khususnya yang berbasiskan minyak sawit.

Ruang Lingkup

1. **Scale up proses produksi surfaktan anionik minyak sawit.**
2. **Formulasi surfaktan dengan solvent yang sesuai untuk teknik stimulasi matrix.**

Hasil

Miniplant Oil Based Surfaktan

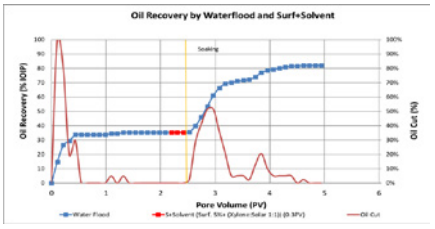


Uji Coba Produksi dan Produk

Tabel. Hasil analisis pH dan viskositas formulasi *oil based* surfaktan yang dihasilkan.

Jenis Surfaktan yang digunakan	Ratio Pelarut yang Digunakan					
	1:1		1:2		2:1	
	pH	Viskositas (cP)	pH	Viskositas (cP)	pH	Viskositas (cP)
AV 45 TA	6,86	1,83	6,97	1,96	6,56	1,66
AV 44 TA	6,05	1,81	5,87	2,04	5,83	1,72
AV 45 A	7,08	1,79	7,08	1,97	7,30	1,63
AV 44 A	5,98	1,80	5,80	1,91	5,86	1,65

Uji Coreflood Oil Based Surfaktan



Paten

(1) Paten. Formulasi Wax Dissolver Menggunakan Surfaktan Metil Ester Sulfonate (MES) dari Minyak Sawit (No. Pendaftaran P00201709778)

UCAPAN TERIMA KASIH KEPADA

- Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS) sesuai dengan surat perjanjian Nomor: PRJ-22/DPKS/2018

Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, LPPM - IPB University
Gedung Andi Hakim Nasoetion Lantai 5 Kampus IPB Dramaga Bogor 16680
Tel : +62-251-8622093 Fax : +62-251-8622323
Website : http://lppm.ipb.ac.id email : lppm@ipb.ac.id; ipb.lppm@yahoo.com

Contact Person
Erliza Hambali
Surfactant and Bioenergy Research Center (SBRC), LPPM IPB University
Email : erliza.h@gmail.com

08

PRODUKSI BIOPLASTIK DARI SELULOSA TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

Dr. Isroi

Pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebagai bahan baku pembuatan bioplastik komposit telah berhasil dilaksanakan melalui kegiatan penelitian ini. Salah satu kandungan utama TKKS yang dimanfaatkan untuk bahan baku bioplastik adalah selulosa. Kegiatan tahun pertama menghasilkan: a) selulosa termodifikasi, b) prototipe bijih bioplastik dan c) prototipe kantong bioplastik. Isolasi dan modifikasi selulosa dari TKKS melalui 7 tahapan proses dan diperoleh selulosa termodifikasi dengan kandungan >90%. Formulasi bioplastik komposit mengandung selulosa dengan persentase 12,5%; 25%; 37,5% dan 50%. Prototipe bijih bioplastik dibuat dengan teknik ekstrusi dengan kandungan selulosa 5%. Bijih bioplastik tersebut berhasil dibuat menjadi prototipe kantong bioplastik. Nilai kuat tarik tertingi dari lembaran bioplastik 293 kgf/cm2. Nilai modulus elastisitas tertinggi 325 kgf/cm2. Nilai elongasi tertinggi 3%. Nilai WVTR terendah 11 g/m2/jam. Hasil pengujian ketahanan terhadap jamur (ASTM G21-90) menunjukkan bioplastik mendapatkan nilai skor 4. Pengujian biodegradasi bioplastik dilakukan dengan mengukur evolusi gas CO_2 selama 60 hari. Kegiatan yang sudah dilaksanakan hingga tahap kedua adalah: 1) penyempurnaan metode purifikasi dan modifikasi selulosa, 2) perbaikan prototipe lembaran bioplastik, 3) pengembangan produk jadi bioplastik dengan teknik injection molding , 4) uji biodegradasi bioplastik dengan metode iso 14855, 5) rancang bangun mesin compounding bioplastik dan 6) Compounding bioplastik komposit. Selulosa telah diperoleh dengan tingkat kemurnian >90%. Produk turunan selulosa yang sudah diperoleh, yaitu: MFC (micro fibre cellulose) dan MCC (microcrystalline cellulose).

Proses pembuatan MFC, yaitu: pencacahan TKKS, pencucian, delignifikasi, pemutihan, pengeringan, grinding. MFC yang dihasilkan berdiameter 570 nm dan ukuran tidak seragam. MCC dibuat dari selulosa yang sudah teroksidasi dengan menggunakan HEM (high energy milling) dalam waktu 3 dan 4 jam. Perbaikan kualitas lembaran bioplastik dilakukan dengan menggunakan kombinasi plastisizer glyserol, sorbitol dan aditif. Kombinasi plastisizer menurunkan sifat higroskopis bioplastik, sehingga prototipe bioplastik lebih tahan terhadap air dan tidak mudah menyerap air pada suhu ruang dengan RH >60%. Uji biodegradabilitas dilakukan dengan modifikasi metode ISO 14855 selama 90 hari. Bioplastik terbukti bisa terdegradasi pada pengujian pengomposan terkontrol dalam waktu 32 hari.

Rancang bangun mesin compounding bioplastik sawit menggunakan twin - screw extruder dengan 6 zona ekstrusi, dilengkapi dengan ventilasi di zona ekstrusi dan ventilasi vaccum pada zona 6. Kecepatan maksimal putaran screw 500 rpm. Pendinginan dan pengeringan bioplastik menggunakan conveyor belt yang dilengkapi dengan kipas pendingin. Pembuatan compound bioplastik sawit melalui tahapan, yaitu: 1) pencampuran bahan, 2) compounding, 3) pengeringan dan 4) pencacahan. Tahapan kritis pembuatan bioplastik sawit adalah pada tahapan 1 dan 2. Metode dan urutan pencampuran bahan sangat menentukan hasil bioplastik sawit. Pengaturan penting dalam proses compounding bioplastik sawit adalah: kecepatan masuk bahan (5 / sd 15 rpm), putaran screw (>300 rpm) dan suhu pada zona compounding (>130oC). Bijih bioplastik dengan berbagai rasio selulosa-pati berhasil dibuat dengan mesin twin - screw ekstruder. Bijih bioplastik berhasil dibuat menjadi prototipe produk jadi menggunakan teknik injection molding.

PEKAN RISET SAWIT 2018

Biodegradability of oil palm cellulose based bioplastics

Isroi[1], Anggun Rahman[2] and Khaswar Syamsu[3]

[1]Indonesian Research Institute for Biotechnology and Bioindustry, Jalan Taman Kencana No 1, Bogor, 16128, Indonesia
[2]Program Study of Natural Resources and Environmental Management, Bogor Agricultural University, Bogor 16680, Indonesia
[3]Department of Agroindustrial Technology, Bogor Agricultural University, Bogor 16680, Indonesia
*Corresponding authors: isroi93@gmail.com

1. Research background

Oil palm bioplastic has been developed in the previous research [1]. The bioplastic was a cellulose starch based composite. However, although all components in the bioplastic are biodegradable, but biodegradability of the bioplastic has been not tested. Aims of this research is to test the biodegradability of the bioplastic in landfill soil by natural inoculum. Degradation of the bioplastic in aerobic condition by microorganism would release carbon dioxide as degradation result. The carbon dioxide was measured by titration methods

2. Research Methodology

Biodegradation test was conducted in glass jar arrangement as Figure 1 according to the reference [2]. Bioplastic (Figure 2) and reference plastics samples were placed and buried into the land fill soil. A bottle without bioplastic samples was used as control test to corrected the CO_2 released during the test. Carbon dioxide was channeled using tube to the other bottle with 0.1 N NaOH solution as CO_2 trap.

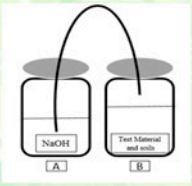


Figure 1. Experimental set up of the bioplastic biodegradation test.

The carbon dioxide would react with NaOH. All experiment held in room temperature (28°C) for 45 days. Every three days the CO_2 reacted in NaOH solution was replaced and analyzed by titration methods.

3. Results

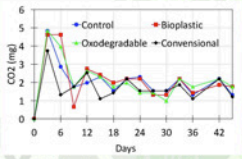


Figure 3. Carbon dioxide evolution during the biodegradation test.

Figure 2. Bioplastic samples used in the experiment.

Microbes activities to degrade the plastics shown by carbon dioxide evolution during the experiment (Figure 3). Microbes was very active in first week, then gradually become slower until in the end of the experiment. CO2 from the control experiment was native CO_2 evolution from the landfill soil. However, the CO_2 evolution from the bioplastic samples experiment was higher than from the control experiment. Differences between the bioplastic experiment and the control experiment used to estimates the CO_2 from the biodegradation of the bioplastic samples.

4. Discussion

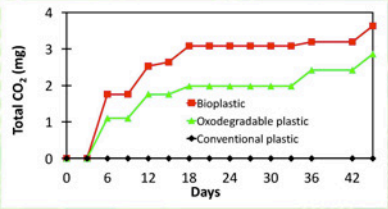


Figure 4. Total carbon dioxide (mg) as a degradation result of the bioplastic and the references plastic samples.

Carbon dioxide as a degradation result during the test shown in Figure 4. There was no CO_2 from the conventional plastic as the plastic is not biodegradable. Carbon dioxide was released from the bioplastic and oxodedradable plastic samples. It is proofed that the samples could be degrade by microorganism in the landfill soil {3,4].

The degradation rates were 0.067 mg CO_2/day and 0.052 mg CO_2/day for the bioplastic and oxodegradable plastic sample, respectively. All the ingredient of the bioplastic is from biodegradable materials. So, these bioplastic is more easier to degrade by microbes than oxodegradable plastic.

5. Conclusion

The oil palm cellulose based bioplastics could be degrade by microorganism in the landfill soil as shown by evolution of the CO_2 during the biodegradation test. The biodegradability of the bioplastic was higher than the oxodegradable plastic. The conventional plastic as predicted could not be degraded by microorganism. The degradation rate of the bioplastic samples was 0.067 mg CO_2 per day. The bioplastic samples need further biodegradation test by using other natural inoculum in the soil, water, marine condition and in composting facilities according to the standard procedures

6. Reference

[1] Isroi, A. Cifriadi, T. Panji, N.A. Wibowo, and K. Syamsu, *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, 65, 12011 (2017).
[2] S. Khaswar, K. Setyowati, and A.A. Khoiri, *J. Teknol. Pertan.*, **4**, 4–14 (2008).
[3] N.E. Wahyuningtiyas and H. Suryanto, *J. Mech. Eng. Sci. Technol.*, **1**, 40–53 (2017).
[4] L.B. Gomes, J.M. Klein, R.N. Brandalise, M. Zeni, B.C. Zoppas, and A.M.C. Grisa, *Mater. Res.*, **17**, 121–126 (2014).

PUSAT UNGGULAN IPTEK

Indonesian Research Institute for Biotechnology and Bioindustry

Accredited by

09

OPTIMASI HINGGA IMPLEMENTASI PENGOLAHAN LIMBAH PADAT SAWIT SEBAGAI MATERIAL FILLER POLIMER APLIKASI KOMPONEN OTOMOTIF DAN BAHAN ANTI PELURU UNTUK DIVERSIFIKASI PRODUK

Dr. Siti Nikmatin

Helm green composite merupakan diversifikasi produk pemanfaatan TKKS dalam bentuk serat lignoselulosa yang telah dihasilkan pada penelitian K-15. Karya inovasi helm yang didanai BPDPKS ini sekaligus membuktikan secara ilmiah bahwa penambahan serat TKKS pada polimer (biokomposit) dengan konsentrasi optimum dapat meningkatkan kekuatan mekanis, termal dan memperbesar konstanta redaman.1,2,9,30 Berdasarkan hal tersebut, maka penelitian dilanjutkan pada K-18 dengan tujuan utama pengembangan dan optimasi serat TKKS sebagai penguat polimer pada produk aplikatif lainnya yaitu komponen otomotif dan bahan anti peluru sehingga dapat dihasilkan diversifikasi dalam pemanfaatan limbah. Pemilihan produk tersebut berdasarkan pada kebutuhan Indonesia terhadap serat sintetis yaitu fiber glass pada otomotif dan serat kevlar pada rompi anti peluru adalah 100% impor.3

Sementara itu, keberadaan serat TKKS yang melimpah dapat di optimalisasi penggunaannya melalui rekayasa material secara molekuler dan kajian permukaan dengan konsep solid state physics guna menggantikan serat sintetis dan mengurangi laju impor. Hal ini seiring dengan kebijakan industri Indonesia yang telah merumuskan strategi di bidang riset material maju nasonal yang sampai pada produk scale up industri untuk kemandirian teknologi hilir dan bahan baku.

Serat nonwoven TKKS dilapisi fire retardant dengan variasi bahan (NH2)2CO, Ca(OH)2, FA, dan PG pada variasi konsentrasi (0.5, 1.5, 3 M) serta variasi waktu perendaman (30 dan 1 menit). Optimasi berdasarkan pengujian dan analisa data kristalografi, gugus fungsi molekul, flame test, uji tarik, uji komposisi kimia, morfologi mikro, dan dimensi serat. Serat non woven TKKS terlapisi bahan tahan api terbaik adalah Ca(OH)2 3 M dalam waktu 30 menit yang kemudian digunakan pada biokomposit anti peluru (30 x 30 x 1) cm dengan variasi matrik polimer epoksi dan polyester. Serat TKKS digunakan pada konsentrasi rendah (12%, 15%, 18%) dan tinggi (50%, 60%, 70%). Hasil yang diperoleh pada uji tembak adalah biokomposit mampu menahan laju proyektil dan tidak tembus, namun peluru bersarang didalam sheet 2-3 mm, sehingga diperlukan penelitian lanjutan modifikasi domain serat pada K-19 hingga peluru tidak tembus pada kedalaman 0 mm. Sementara itu prototipe komponen otomotif polimer berpenguat serat TKKS telah dihasilkan dalam front cover RL sepeda motor dan bumper mobil. Analisa data pengujian pada sampel test piece front cover adalah optimasi komposisi yaitu serat mikropartikel TKKS 15%, ABS ori 84% dan 1% aditif.

Pada sampel bumper mobil pada konsentrasi 25% serat TKKS panjang, 10% serat TKKS mikropartikel dan 65% resin. Namun masih diperlukan penelitian lanjutan untuk modifikasi sifat permukaan serat sehingga proses adhesi dan difusi pada resin dapat lebih optimal.

Optimasi Hingga Implementasi Pengolahan Limbah Pada Sawit sebagai Material Filler Polimer Aplikasi Komponen Otomotif dan Bahan Anti Peluru untuk Diversifikasi Produk

NO KONTRAK : PRJ-30/DPKS/2018

3 Gambar Capaian Hasil

Serat TKKS Non Woven

TKKS

Serat TKKS Woven

Bumper Mobil Filler Serat Panjang TKKS

Front Cover RL Motor Filler Serat TKKS

Bahan Anti Peluru

1 Tujuan Penelitian

1. Menghasilkan diversifikasi produk dalam memanfaatkan tandan kosong kelapa sawit sebagai filler komponen otomotif dan bahan anti peluru menggantikan serat sintesis
2. Melakukan pengujian terstandarisasi dan komersialisasi serta paten dari produk yang dihasilkan

2 Capaian Hasil

1. **Prototipe Bahan Anti Peluru**
   Ukuran: (30 x 30 x 1) cm
   Pada konsentrasi optimum serat TKKS nonmoven 18% terlapisi *fire retardant* 3 M $Ca(OH)_2$ dengan polimer epoxy.
   Sampel dapat menahan energi kinetik dan tumbukan proyektil pada jarak 30 meter (proyektil bersarang di dalam sampel).
   Tidak nampak adanya keretakan dan memiliki berat ringan.

2. **Prototipe Lab Komponen Sepeda Motor *Front Cover RL***
   Optimasi pada penggunaan serat mikropartikel TKKS konsentrasi 15%, matrik ABS original 84% dan 1% aditif.
   Pengujian *test piece* menghasilkan biokomposit dengan sifat mekanik dan termal lebih tinggi dari komposit filler serat fiber glass yang ada di industri otomotif.

3. **Prototipe Bumper Mobil**
   Komposisi :
   resin 65%,
   serat panjang TKKS 25% yang dikombinasi dengan serat partikulat TKKS 10%.

Kelompok Peneliti
1. Dr. Siti Nikmatin (Ketua)
   081102668
   sitinikmatin@yahoo.co.id
2. Dr. Irmansyah
3. Dwi Arso Yedi Irwanto, ST

10

SINTESIS, FORMULASI DAN APLIKASI FOAMING AGENT DARI MINYAK SAWIT UNTUK PEMADAM KEBAKARAN

Dr. Mira Rivai

Selama ini upaya pemadaman api di lahan gambut yang dilakukan hanya menggunakan air saja, akibat harga chemical pemadam kebakaran yang merupakan produk impor yang relatif mahal dan adanya kekhawatiran efek chemical tersebut terhadap lingkungan gambut. Karenya, perlu dikembangkan alternatif konsentrat foaming agent dari minyak sawit yang ketersediaannya melimpah di Indonesia, yang memiliki karakteristik sesuai untuk pemadaman kebakaran dan bersifat aman dan ramah pada lingkungan. Konsentrat foaming agent berbasis minyak sawit bersifat ramah lingkungan karena mudah didegradasi dan keberadaannya akan sustainable karena bahan baku minyak sawit di Indonesia yang melimpah. Keberadaan alternatif konsentrat foaming agent dari minyak sawit ini akan mensubstitusi pemakaian chemical impor yang umumnya berasal dari minyak bumi.

Hasil ujicoba produksi menunjukkan bahwa konsentrat foaming agent yang dihasilkan memiliki nilai stabilitas busa rata-rata 84% pada hari ke-3 dan kemampuan pembusaan rata-rata yaitu 427%, yang menunjukkan bahwa peralatan produksi yang dihasilkan memiliki kinerja yang baik. Produk konsentrat foaming agent yang dihasilkan memiliki karakteristik stabilitas busa (konsentrasi 1%) berkisar 72-92% pada pengukuran hari ke-3, kemampuan pembusaan (konsentrasi 1%) berkisar 295-344%, tegangan permukaan (konsentrasi 100%) berkisar 25,21-32,58 dyne/cm, tegangan antarmuka (konsentrasi 100%) berkisar 0,24-0,31 dyne/cm, viskositas (konsentrasi 100%) berkisar 16,3-44,9 cP, sudut kontak (konsentrasi 3%) berkisar 43,5-49^{o} pada menit ke-0 menjadi 0-9,4^{o} pada menit ke-30. Hasil uji efisiensi dan efektivitas menunjukkan bahwa produk konsentrat foaming agent yang dihasilkan memiliki diameter droplet 234,77-404,15 mm, kerapatan droplet 33,55-602,04 droplet/cm_{2}, lebar penyemprotan efektif 40-72 cm dan debit aplikasi 1,81-2,09 liter/menit. Formula foaming agent NF45 dan NF46 adalah formula foaming agent terbaik (paling optimum) untuk pemadaman kebakaran, karena diameter dropletnya minimum sebesar 234.77 µm, kerapatan dropletnya maksimum sebesar 602.04 droplet/cm2, dan lebar penyemprotan (pengabutan) efektifnya maksimum sebesar 72 cm.

Ujicoba pemadaman kebakaran di lapangan skala terbatas menunjukkan bahwa penggunaan foaming agent lebih hemat dibanding pemadaman menggunakan air tanpa dicampur foaming agent. Hal ini menguatkan hasil ujicoba di laboratorium bahwa pemakaian foaming agent dapat mereduksi kebutuhan waktu dan jumlah air untuk pemadaman api. Perhitungan biaya pemadaman menunjukkan bahwa biaya aplikasi per ha produk konsentrat foaming agent yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan menggunakan produk komersial untuk metode pemadaman konvensional. Pada proses pemadaman non konvensional, yaitu melibatkan pengadaan air menggunakan pesawat maka biaya aplikasi per ha produk konsentrat foaming agent yang dihasilkan lebih rendah dibandingkan menggunakan produk komersial ataupun air.

PEKAN RISET SAWIT INDONESIA 2019

SINTESIS, FORMULASI DAN APLIKASI FOAMING AGENT DARI MINYAK SAWIT UNTUK PEMADAM KEBAKARAN

Mira Rivai[1], Erliza Hambali [1,2], Ani Suryani [1,2], Gatot Pramuhadi [3], Rista Fitria [1], Shaeful Firmansyah [1]

[1]Pusat Penelitian Surfaktan dan Bioenergi, LPPM-IPB University; [2]Departemen TIP, Fateta-IPB University; [3] Departemen TMB, Fateta-IPB University

(GRANT RISET SAWIT Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS))

ABSTRAK

Kebakaran lahan dan hutan mengakibatkan terjadi kerusakan hutan, lingkungan dan berdampak negatif terhadap ekologi, sehingga diperlukan upaya pengendaliannya secara intensif dan berkelanjutan. Air telah lama menjadi agen universal untuk memadamkan kebakaran, namun pada kasus kebakaran lahan gambut sulit jika hanya mengandalkan air saja mengingat karakteristik spesifik dari tanah gambut yang mudah mengalami kering tak balik (irreversible drying). Upaya pemadaman api di lahan gambut cukup sulit dan umumnya membutuhkan air yang sangat banyak akibat perubahan sifat gambut yang terbakar menjadi hidrofobik sehingga kemampuan dalam menyerap air berkurang hingga 50%. Riset ini bertujuan mengembangkan foaming agent dari minyak sawit yang ramah lingkungan untuk aplikasi sebagai bahan pemadam kebakaran yang mampu meningkatkan efisiensi penggunaan air pada proses pemadaman api di gambut. Ruang lingkup kegiatan penelitian ini meliputi : (1) Peningkatan produksi konsentrat foaming agent skala 100 L/hari dan uji kinerjanya; (2) Uji kinerja konsentrat foaming agent sebagai pemadam kebakaran lahan gambut skala lapangan terbatas; (3) Kajian perilaku dan strategi pemadaman api di lahan gambut; (4) Analisis finansial industri foaming agent dari minyak sawit

Kata Kunci : *palm oil foaming agent concentrate, fire extinguisher, lahan gambut, reduksi waktu pemadaman*

HASIL KEGIATAN

1. Peningkatan Produksi Konsentrat Foaming Agent dari Minyak Sawit Skala 100 L/hari dan Uji Kinerjanya

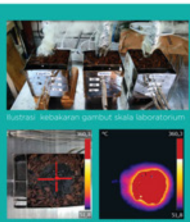
Reaktor saponifikasi | Reaktor pre-homogenisasi dan mixing

Produk Foaming Agent | Produk konsentrat foaming agent

Tabel hasil uji kinerja konsentrat foaming agent yang dihasilkan dan perbandingannya dengan produk komersial

No	Parameter	Produk yang dihasilkan: Tanpa Fire Retardant	Produk yang dihasilkan: Dengan Fire Retardant	Produk Komersial
1	Stabilitas busa (%, pada hari ke-3)	79 – 92	74 – 95	[illegible]
2	Kemampuan pembusaan (%)	295 – 344	231 – 320	195
3	Tegangan permukaan (100%, dyne/cm)	25,21 – 32,58	27,12 – 32,73	24,34
4	Tegangan antarmuka (100%, dyne/cm)	0,24 – 0,31	0,16 – 0,3	0,16
5	Viskositas (100%, cP)	16,3 – 44,9	8,03 – 51,38	7,3
6	Sudut kontak (3%, °) a. Menit ke-0	43,5 – 49	27,46 – 46,70	20,7
	b. Menit ke-15	7,1 – 15,5	4,85 – 14,45	[illegible]
	c. Menit ke-30	0 – 5,6	0 – 3,74	[illegible]
7	Diameter droplets (mm)	234,77 – 404,15	289,09 – 444,84	324,3 – 336,83
8	Kerapatan droplet (droplet/cm2)	33,55 – 602,04	88 – 587	257,61 – 321,96
9	LPE (cm)	40 – 72	48 – 72	56 – 64
10	Debit aplikasi (liter/menit)	1,81 – 2,09	0,48 – 0,90	2,35

2. Kajian Perilaku dan Strategi Pemadaman Api di Lahan Gambut



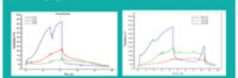
Ilustrasi kebakaran gambut skala laboratorium

Kontur penjalaran kebakaran gambut

Penjalaran api	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata-rata
Horisontal (cm²/jam)	3.60	3.60	3.60	3.60
Vertikal turun (cm/jam)	2.13	2.38	2.25	2.25

Pemadaman api dengan metode foam dan non-foam (penggunaan sprayer elektrik + penghembus udara (air blower)) memberikan hasil yang sama baiknya.

- Kinerja pemadaman menggunakan larutan foaming agent NF46
- Kinerja pemadaman menggunakan air sumur



3. Uji Kinerja Konsentrat Foaming Agent Sebagai Pemadam Kebakaran Pada Lahan Gambut Skala Lapangan Terbatas

Keterangan	Larutan NF25	Larutan AFFF
T pra (°C, thermokopel)	490,6	389,1
T pasca (°C, camera,)	44,6	59,3
T pasca (90 min, °C, thermokopel)	49,1	62,2

Uji peamadaman api pada sampel gambut

4. Informasi Kelayakan Finansial Industri Foaming Agent Dari Minyak Sawit

Indikator	Nilai
Net B/C	2.80
IRR	41.16%
NPV (Rp 000)	57,724,019
PBP	2.36
HPP (Rp/Liter)	30,336
ROI	30,07 – 66,57%

Komposisi biaya HPP

No	Uraian	Biaya (Rp)	Presentase (%)	Biaya HPP per Liter Foaming Agent (Rp)
1	Biaya sabun	12.479.573.620	46.97%	14.248
2	Biaya bahan foaming agent	8.799.608.276	33.12%	10.047
3	Biaya utilitas	186.638.016	0.70%	213
4	Biaya tenaga kerja	2.618.000.000	9.85%	2.989
5	Biaya umum	2.299.160.874	8.65%	2.625
6	Biaya penyusutan	187.000.000	0.70%	214
	Total	26.569.980.785	100.00%	30.336

Kesimpulan

1. Peningkatan produksi skala 100 L/hari menghasilkan produk konsentrat foaming agent dengan nilai stabilitas busa rata-rata 84% pada hari ke-3 dan kemampuan pembusaan rata-rata yaitu 427%, yang menunjukkan bahwa peralatan produksi yang dihasilkan memiliki kinerja yang baik.
2. Formula konsentrat foaming agent terbaik untuk aplikasi pemadaman kebakaran di lahan gambut adalah formula NF46.
3. Ujicoba pemadaman kebakaran di lapangan skala terbatas menguatkan hasil ujicoba di laboratorium bahwa pemakaian foaming agent dapat mereduksi kebutuhan waktu dan jumlah air untuk pemadaman api.
4. Hasil analisis finansial menunjukkan bahwa industri foaming agent dari minyak sawit dengan perhitungan project life time selama 15 tahun layak untuk dilaksanakan.

Penghargaan/Paten

1. 109 Inovasi Indonesia Prospektif. BIC - Kemenristekdikti, tahun 2017.
2. Paten. Formulasi konsentrat foaming agent dari minyak sawit sebagai racun api untuk aplikasi pemadam kebakaran (No. Pendaftaran P00201709757).

Ucapan Terima Kasih Kepada

Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS) sesuai dengan surat perjanjian Nomor: PRJ-3/DPKS/2018
Balai PPIKHL Wilayah Kalimantan dan Wilayah Sumatera

Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, LPPM - IPB University
Gedung Andi Hakim Nasoetion Lantai 5 Kampus IPB Dramaga Bogor 16680
Tel : +62-251-8622093
Fax : +62-251-8622323
Website : http://lppm.ipb.ac.id
email : lppm@ipb.ac.id; ipb.lppm@yahoo.com

Contact Person
Mira Rivai
Telp/HP : (0251) 8330970/ 081218929101
Email : mira.rivai2705@gmail.com

Surfactant and Bioenergy Alliance

11

PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PRODUKSI STABILISER TERMAL PVC DARI PALM FATTY ACID DISTILLATE

Dr. Ir. I Dewa Gede Arsa Putrawan

Stabiliser termal merupakan aditif yang berfungsi mencegah kerusakan polyvinyl chloride (PVC) akibat pengerjaan panas. Stabiliser timah merkaptida ester-balik adalah jenis stabiliser termal yang sangat efektif untuk pipa PVC dan aplikasi buram (opaque) lainnya. Stabiliser ester-balik diproduksi melalui dua tahap senyawa, yakni: merkapto etil ester asam lemak (MEAL) dan metil timah merkapto etil ester asam lemak sulfida (MTMEALS). MEAL dibuat melalui esterifikasi merkaptoetanol dan asam lemak bebas (ALB). Sumber ALB yang populer saat ini adalah TOFA (tall oil fatty acid), produk samping pabrik kertas berbahan baku kayu pinus. Akan tetapi, ketersediaan TOFA dunia mulai terbatas sebagai akibat dari kerusakan lingkungan sehingga dibutuhkan sumber ALB alternatif. Bahan yang berpotensi untuk dimanfaatkan adalah Palm Fatty Acid Dis tillate (PFAD), yang tersedia dalam jumlah besar karena Indonesia merupakan penghasil minyak sawit terbesar dunia. Di samping asam lemak, bahan utama lain yang dibutuhkan untuk pembuatan stabiliser termal ester balik adalah timah. Timah merupakan bahan baku pembuatan metil timah klorida yang digunakan untuk memproduksi MTMEALS. Timah juga merupakan sumber alam lokal Indonesia. Ketersediaan dua bahan baku utama dalam jumlah cukup menjadikan stabiliser termal PVC berbasis timah organik ester balik menarik untuk dikembangkan di tanah air.

Penelitian ini bertujuan mengembangkan teknologi produksi stabiliser termal PVC dari PFAD. Proses produksi yang dikaji terdiri dari dua tahap: reaksi PFAD dengan merkaptoetanol menjadi merkapto etilester asam lemak (MEAL) dan reaksi MEAL dengan metil timah klorida dan natrium sulfida menjadi stabiliser termal PVC. Karena dibuat dari bahan berbasis sawit (palm) , MEAL hasil penelitian ini dinamakan merkapto etil palmat (MEP), analog dengan mercapto ethyl tallate (MET) yang diproduksi dari tall oil fatty acid . Stabiliser termal PVC yang dihasilkan diberi nama metil timah merkapto etil palmat sulfida (MTMEPS).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa stabiliser termal PVC berbasis MTMEPS dapat disintesis dari PFAD. Proses sintesis telah diuji pada skala pabrik mini yang beroperasi secara batch dengan volume kerja 15 liter. Stabiliser termal PVC yang dihasilkan telah memenuhi referensi spesifikasi teknis dan bersaing dengan stabiliser termal di pasaran.

Uji stabilitas menunjukkan bahwa stabiliser termal PVC yang dihasilkan memiliki efektivitas yang bersaing dengan stabiliser sejenis yang ada di pasaran, mampu menjaga stabilitas PVC pada 190°C selama 15 s/d 30 menit, pada dosis penggunaan yang umum, yakni 1,5 phr (per seratus bagian resin). Stabiliser termal PVC yang dihasilkan telah diuji di lapangan dan mampu menghasilkan pipa PVC yang stabil (tidak berubah warna atau gosong selama dicetak). Dalam penelitian ini, paket basic engineering design pabrik stabiliser termal PVC pada kapasitas 8000 kg/ batch juga telah disusun.

THERMAL STABILIZER FOR POLYVINYL CHLORIDE FROM PALM FATTY ACID DISTILLATE

RESEARCH TEAM :
Dr. IDG Arsa Putrawan
Dr. Dendy Adityawarman
Dicka Ar Rahim, M.T.
Adli Azharuddin, S.T.
Yona Octavia, S.T.

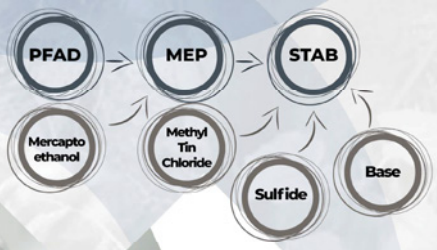
INSTITUTION :
LPPM ITB

CORRESPONDENCE :
Dr. IDG Arsa Putrawan
Prodi Teknik Kimia FTI-ITB
Gedung Labtek X Lt.2
Jl. Ganesa 10, Bandung 40132

BACKGROUND

Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) is a byproduct in Crude Palm Oil (CPO) refineries. As the largest CPO producer, Indonesia produces a large amount of PFAD. PFAD mainly consists of free fatty acids with can be converted into Polyvinyl Chloride Thermal Stabilizer (PVC STAB). PVC STAB is used as an additive to avoid thermal degradation of PVC.

PRODUCTION ROUTE



PRODUCT SPECIFICATIONS

	%Tin	%Sulfur
STAB ITB	18-20	7-9
Commercial	18	9
Reference	≥18	≥7

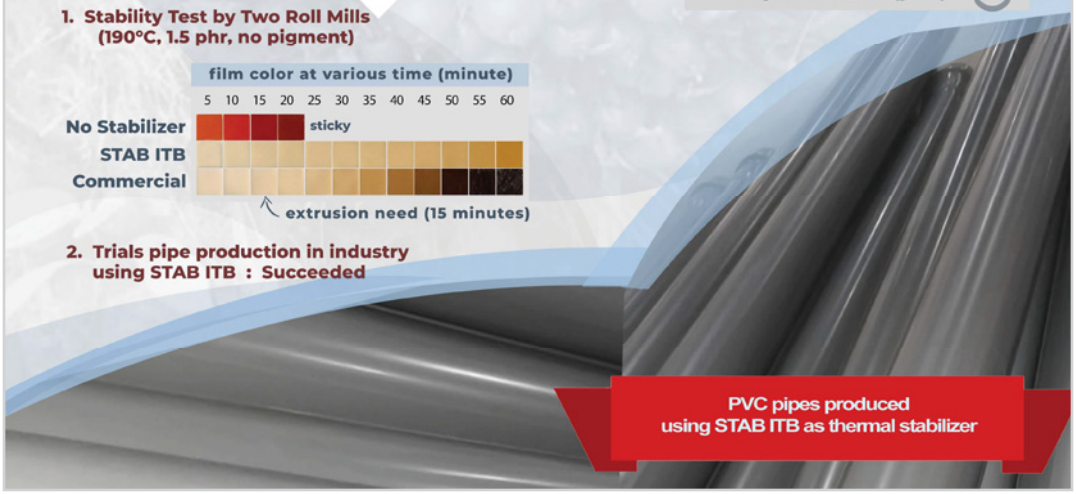
ECONOMIC INDICATORS (4000 tpy capacity)

Internal Rate of Return (%)	20
Payback Period (year)	5-6

PERFORMANCE TESTS

1. **Stability Test by Two Roll Mills (190°C, 1.5 phr, no pigment)**

2. **Trials pipe production in industry using STAB ITB : Succeeded**



PVC pipes produced using STAB ITB as thermal stabilizer

12

REKAYASA PROSES HIDROLISIS TANDAN KOSONG SAWIT UNTUK PRODUKSI GREEN XYLITOL

Prof. Tjandra Setiadi, Ir., M.Eng., Ph.D

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapat manfaat antara lain berupa peningkatan nilai tambah limbah terutama tandan kosong kelapa sawit menjadi xilitol yang dibutuhkan oleh industri pangan, farmasi dan kimia yang selama ini masih diimpor. Selain itu dari sisi keilmuan teknik kimia adalah berupa pengembangan proses yang lebih ramah lingkungan. Proses hidrolisis yang diterapkan dalam penelitian ini difokuskan pada proses hidrolisis secara enzimatis yang lebih aman untuk pangan dan lebih ramah lingkungan. Penguasaan teknologi yang terkait dengan industri kelapa sawit, maupun limbahnya, merupakan hal yang mutlak dilakukan dalam rangka membangun kemandirian teknologi Indonesia.

Xilanase adalah enzim yang berperan penting dalam menghidrolisis xilan menjadi xilosa yang merupakan substrat dalam fermentasi xilitol. Proses produksi xilanase dari TKS dimulai dengan menyiapkan TKS dalam ukuran kecil dan disteril kemudian disusun dalam tray bioreaktor fasa padat. Produksi crude xilanase dibantu oleh jamur Aspergillus fumigatus ITBCC L70 dengan menggunakan media cair Prado. Inkubasi berlangsung selama 2,5 hari pada temperatur yang dikendalikan pada 32°C dengan laju pengudaraan 0,1 L/menit dan kelembaban bioreaktor yang dijaga stabil. Pengendalian kelembaban dilakukan dengan menyuplai udara lembab terus menerus dan disirkulasikan oleh kipas angin. Crude xilanase dipanen di akhir hari ke 2,5 dan diekstrak dengan menggunakan buffer sitrat pH 5,0 selanjutnya disimpan didalam freezer. Aktivitas crude xilanase diuji dengan menggunakan metode DNS dengan substrat uji beechwood xylan.

Hasil di tahun pertama penelitian adalah lebih baik bila TKS diproses dengan perlakuan awal terlebih dahulu, dan perlakuan awal terpilih adalah proses hidrotermal. Selanjutnya proses produksi xilitol terbaik adalah secara simultan (Simultaneous Saccharification Fermentation) dengan hidrolisis enzimatik TKS.

Enzim xilanase yang dipakai sebelumnya adalah xilanase komersial sedangkan dari hasil pengujian sebelumnya di tahun pertama, xilanase yang diproduksi dari TKS memiliki afinitas yang lebih baik. Sehingga diupayakan memproduksi xilanase dari TKS yang dilangsungkan secara Solid State Fermentation (SSF). Akan tetapi xilanase yang diproduksi dari TKS belum memiliki aktivitas yang tinggi, sehingga dicoba meningkatkan dengan memproses TKS terlebih dahulu dengan perlakuan awal secara hidrotermal. Upaya ini dapat meningkatkan aktivitas xilanase sebesar 2,4 kali lipat. Selain itu juga dicoba menambahkan xilosa ke dalam media yang juga dapat meningkatkan aktivitas crude xilanase hingga 20%, tetapi proses inkubasi berlangsung lebih lama yaitu menjadi 3 hari. Peningkatan skala produksi menjadi 1 kg membuat aktivitas crude xilanase menurun hingga 50%, sehingga diperlukan perbaikan desain bioreaktor bila skala produksi akan ditingkatkan lagi.

PEMANFAATAN TANDAN KOSONG SAWIT SEBAGAI MEDIA PRODUKSI EKSTRAK KASAR XILANASE

Prof. Tjandra Setiadi, Ir., M.Eng., Ph.D, Dr. M.T.A.P. Kresnowati, ST, M.Sc, Ir. Diah Meilany, MT
Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Bandung
tjandra@che.itb.ac.id

XILANASE

ENZIM yang berperan penting dalam hidrolisis **XILAN** menjadi **XILOSA** yang merupakan substrat dalam produksi **XILITOL**

TANDAN KOSONG SAWIT

REAKTOR TRAY FASA PADAT

Produksi enzim xylanase melalui **fermentasi fasa padat** jamur *Aspergillus fumigatus* pada substrat Tandan Kosong Sawit

EKSTRAK KASAR XILANASE

PENGEMBANGAN PROSES PRODUKSI EKSTRAK ENZIM KASAR XILANASE

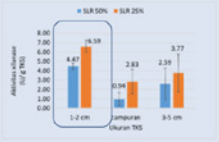
A Evaluasi awal proses produksi xilanase skala laboratorium*

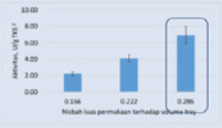
Variasi ukuran TKS dan SLR (10 g TKS)

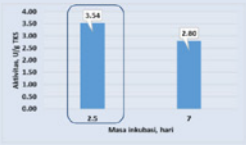
Variasi nisbah luas permukaan terhadap volume tray (50 g TKS)

Variasi waktu inkubasi (250 g TKS)

**SUBSTRAT UJI: CORNCOB XYLAN*





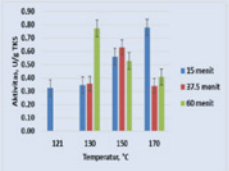


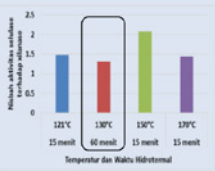
B Evaluasi perlakuan awal TKS terhadap produksi xilanase*

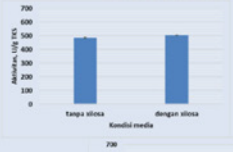
Variasi temperatur dan waktu perlakuan awal hidrotermal (10 g TKS)

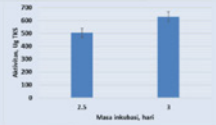
Variasi penambahan gula (xilosa) dalam media produksi xilanase

**SUBSTRAT UJI: CORNCOB XYLAN*







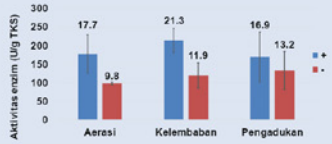


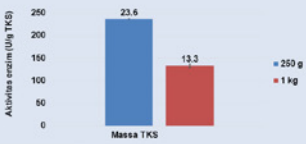
C Evaluasi kondisi operasi kultivasi**

Variasi kondisi operasi: pengudaraan, pengaturan kelembaban, dan pengadukan (250 g TKS)

Uji peningkatan skala: 250 g → 1000 g

***SUBSTRAT UJI: BEECHWOOD XYLAN*





PERBANDINGAN AKTIVITAS XILANASE DENGAN SUBSTRAT UJI YANG BERBEDA	
Aktivitas (corncob xylan), U/g TKS	0,77
Aktivitas (beechwood xylan), U/g TKS	485,12

PUSTAKA

Jakaria, B. Optimization of Xylanase Production using Empty Fruit Bunches by Solid State Fermentation in a Tray Bioreactor. (Institut Teknologi Bandung, 2017)
Harahap M., B. & Kresnowati, M. T. A. P. Moderate Pretreatment of Oil Palm Empty Fruit Bunches for Optimal Production of Xylitol via Enzymatic Hydrolysis and Fermentation. Biomass Convers. Biorefinery (2017).
E. Mardawati, Stephanie, Arlina, M.T.A.P. Kresnowati, T. Setiadi. 2013. "Optimization of Xylanase Production from Palm Oil Empty Fruit Bunches." International Seminar on Bioreneweable Resources Utilization For Energy and Chemicals 2013 In Conjuction with Chemical Engineering Seminar of Soehadi Reksowardojo 2013. Bandung: ITB.

PENELITIAN INI DIDUKUNG OLEH:
BADAN PENGELOLA DANA PERKEBUNAN KELAPA SAWIT (BPDP SAWIT)-GRS 2018-PRJ-24/DPKS/2018

13

EPOKSIDASI MINYAK SAWIT TERKATALISIS LOGAM TRANSISI AWAL: FORMULASI EPO RAMAH LINGKUNGAN

Dr. Yessi Permana

Konversi minyak sawit menjadi beragam bahan kimia bernilai ekonomi tinggi seperti pelumas, perekat, surfaktan dan material biofungsi lain dapat dilakukan melalui tahapan reaksi epoksidasi ikatan karbon rangkap bagian dalam (internal olefin) dari minyak sawit yang mengandung senyawa oleat atau linoleat menjadi minyak sawit terepoksidasi (Epoxidiz ed Palm Oil atau EPO). Material EPO juga memiliki fungsi langsung sebagai bahan pemlastis (plasticizer) material PVC, sepatu karet, perkakas plastik lain. Jumlah kebutuhan bahan pemlastis di Indonesia mencapai 70 ribu ton per tahun. Namun, bahan ini belum dapat diproduksi oleh industri kimia Indonesia.

Formulasi epoksidasi minyak sawitsecara umum dilaporkan menggunakan kombinasi peroksida air (H2O2) dan asam mineral (seperti H2SO4), yang bersifat mudah melepaskan panas (eksotermik) dan korosif terhadap reaktor reaksi. Kandungan air dari sistem peroksida/asam mineral ini juga dapat menghidrolisis minyak sawit menjadi asam lemak bebas (free fatty acid atau FFA) atau menginisiasi reaksi pembukaan cincin epoksida yang tidak dikehendaki dalam proses pembuatan EPO. Selain itu, proses tersebut umumnya memerlukan penambahan pelarut non polar seperti toluena yang menyebabkan sukarnya proses pemisahan. Reaksi epoksidasi dengan metoda inijuga dilaporkan peneliti lain berlangsung pada suhu reaksi yang tinggi (>100 °C).

Pada penelitian ini, dipaparkan teknologi reaksi epoksidasi minyak sawit terkatalisis logam transisi seperti oksida vanadium, kompleks oxo-vanadium (V) diketonato dan oxo-molibdenum (VI) dithiokarbamat. Hasil penelitian tahun kedua menunjukkan bahwa minyak sawit dan ester oleat sawit dapat langsung diepoksidasi (tanpa pelarut) menjadi EPO bahkan pada suhu 50-70 ^{0}C dengan waktu reaksi 7–24 jam ketika menggunakan katalis oxo-Vanadium(V)diketonato dan oksidator organik berupa ter -butil hidrogen peroksida (TBHP). Penelitian ini juga mengamati potensi penggunaan gas oksigen (O2) pada tekanan ambien (1 bar) sebagai oksidator reaksi epoksidasi meskipun hasil yang diperoleh masih relatif rendah. Hal lain yang dikerjakan pada penelitian ini adalah kajian peluang diversifikasi produk EPO dalam bentuk bioresin.

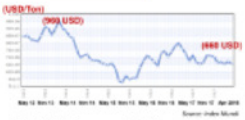
Epoxidation of Palm Oil using Vanadyl β-diketonate (Mild EPO Process)

Yessi Permana, Aep Patah, Muhammad Iqbal, Novita Sari Sinambela
Inorganic & Physical Chemistry Division, Institut Teknologi Bandung
yessi@chem.itb.ac.id

Research Motivation

Indonesia Palm oil:

#1 Commodity Product From Indonesia
33 million tons in 2018
Cheap Resource; Unstable price

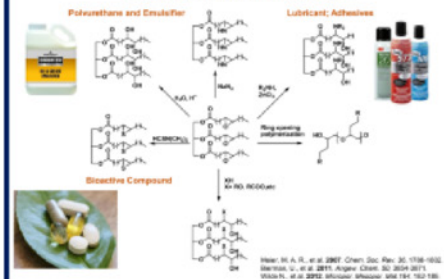


Epoxidized Palm oil (EPO) Demand & Supply

EPO demand in Indonesia 70,000 ton/year
EPO Producers in Asia:

- Shandong Terry SCM Hebei Longhai Bioenergy Anhui Herman
- Power 2SME, India
- Thai Poly Chemicals
- Sky Petro Chem, Singapore
- Indonesia: none

EPO as Versatile Intermediates:



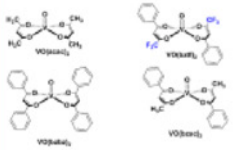
Previous Works

Catalyst	Condition	Conversion (%)
H_3PO_4	55 °C; 0.5 h	78
H_2SO_4	55 °C; 0.5 h	80
Ti-Si	60 °C; 5 h	84
Ion-exchange resin (Amberlite IR-120)	50 °C; 10 h	78

Drawback:
- Use of solvent & mineral acid
- Exothermic
- Oxidant : H_2O_2
- Harsh reaction

Current Work:
- Epoxidation without solvent & mineral acid
- Non exothermic
- Oxidant : TBHP and O_2
- Mild reaction

Catalyst Selection



- Series diketonate
Electron donating
Electron withdrawing

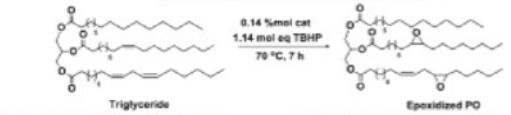
$VO(acac)_2 > VO(bzac)_2 > VO(bzbz)_2 > VO(bztf)_2$

less donating

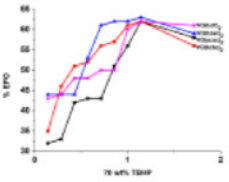
Conclusions

- The work provided mild epoxidation of palm oil without solvent & mineral acid, by oxometal complexes.
- The reaction went through a single electron transfer (SET) mechanism. Pseudo 2nd order reaction towards PO with E_a of 6.0 kJ/mol

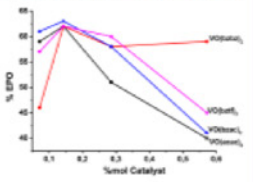
Catalytic Performance



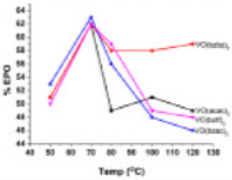
1. Palm oil epoxidation : Effect of TBHP amount



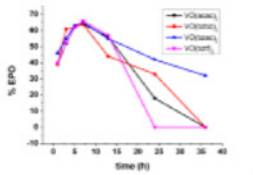
2. Palm oil epoxidation : Effect of catalyst amount



3. Palm oil epoxidation : Effect of temperature

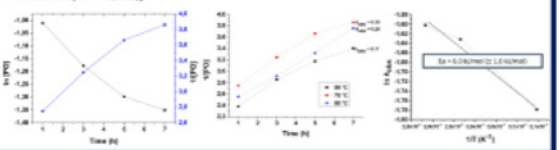


4. Palm oil epoxidation : Effect of reaction time

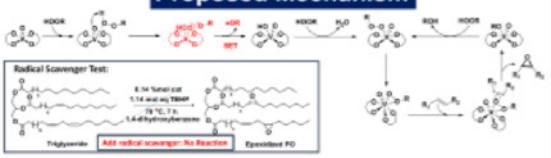


Kinetic Study

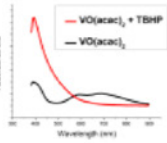
1. Kinetic study for $VO(acac)_2$



Proposed Mechanism

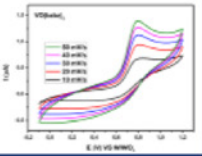


UV-Vis



Catalytic pathway:
- Single electron transfer (S.E.T) on vanadium to be an active catalyst;
- Active catalyst may at the highest oxidation state, with minimum of one oxo ligand.

Cyclic Voltametry V(IV) -> V(V)



Outcomes

1. Prototype of EPO (Lab Scale);
2. Prototype of acrylated bio-resin from EPO (Lab Scale);
3. Two registered patents (HaKI) P00201703454 and P00201902086 ;
4. One preprint paper at ChemRxiv ("Vanadium-Catalyzed Oxidation of Terminal Olefin with Molecular Oxygen: Competing Products between Epoxide and Aldehyde"], DOI: 10.26434/chemrxiv.8516753;
5. Six master theses.

14

SINTESIS TERMINAL OLEFIN TURUNAN ASAM LEMAK SEBAGAI BUILDING BLOCK DAN MONOMER BARU DARI MINYAK KELAPA SAWIT MELALUI REAKSI OLEFIN METATESIS

Dr.rer.nat. Didin Mujahidin

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan bahan kimia antara (building block) bernilai strategis berupa senyawa asam 9-dekenoat dan 1-dekena untuk transformasi bahan bernilai ekonomi tinggi dari minyak kelapa sawit melalui reaksi olefin metathesis serta mendapatkan produk diversifikasi berupa parfum dan feromon dengan durasi penelitian selama 3 (tiga) tahun. Pada tahun pertama telah berhasil diproduksi 1-dekena dan asam 9-dekenoat serta produk samping berupa senyawa reference dari minyak sawit pada skala laboratorium. Pada tahun telah berhasil dikembangkan sintesis parfum dan feromon pada skala laboratorium yang hasilnya dapat dijadikan sebagai senyawa acuan (working standard) pada proses scale up. Senyawa aktif parfum yang berhasil disintesis adalah civeton (dedes musang jantan) yang diperoleh melalui 3 tahap reaksi dengan menggunakan bahan baku asam oleat komersial yang diperoleh dari minyak sawit. Feromon yang berhasil disintesis adalah feromon yang bekerja untuk kumbang Oryctes rhinoceros yaitu senyawa rac etil 4-metiloktanoat.

Berdasarkan pembuktian melalui analisis spektrum NMR terhadap produk reaksi, senyawa civeton dan etil 4-metilokanoat telah berhasil disintesis dalam skala milligram. Senyawa parfum civeton diperoleh melalui reaksi kopling dua unit asam oleat dengan dikatalisis oleh besi, yang diikuti dengan siklisasi melalui olefin (ring-closing metathesis) dengan dikatalisis oleh katalis kompleks ruthenium. Sementara senyawa etil 4metiloktanoat disintesis melalui serangkaian reaksi yang melibatkan halogenasi C-alfa, eliminasi, metilasi C-gamma dan esterifikasi terhadap asam lemak dari kelapa sawit.

Hasil perhitungan memperlihatkan masing-masing nilai gross profit margin mendekati 60% untuk civeton dan ~93% untuk feromon metil 4-metiloktanoat. Hasil ini cukup menjanjikan sebagai bahan pertimbangan untuk melanjutkan ke proses produksi skala masal kedua produk tersebut.

Penelitian ini akan dilanjutkan pada tahun ketiga dengan kegiatan meliputi pemantapan metoda sintesis civeton dan etil 4-metiloktanoat serta scale up pada skala multigram untuk sintesis kedua senyawa aktif parfum dan feromon tersebut. Tahapan yang akan dilakukan pada tahun ketiga ini adalah 1. mendapatkan kondisi optimasi untuk setiap tahapan reaksi agar berlangsung lebih efisien dengan menghasilkan rendemen yang tinggi mendapatkan stereoselektifitas cis tinggi pada civeton, 3. mendapatkan stereoselektivitas C-4 kiral S pada etil 4-metiloktanoat, 4. mendapatkan metoda pemisahan produk civeton dan etil 4-metiloktanoat agar diperoleh kadar yang tinggi dan memenuhi standar halal, dan 5. mendapatkan proses produksi pada skala multigram.

Sintesis Terminal Olefin Turunan Asam Lemak sebagai *Building Block* dan Monomer Baru dari Minyak Kelapa Sawit melalui Reaksi Olefin Metatesis

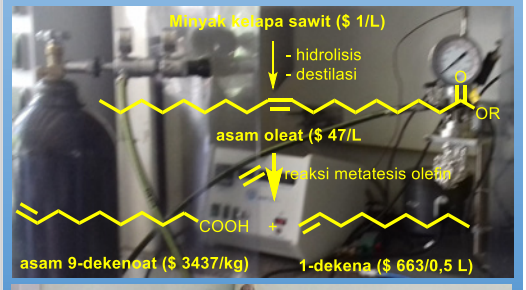
Peneliti: Didin Mujahidin, Yana Maolana Syah, Robby Roswanda, Anita Alni, Eka Nuryanto
Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Institut Teknologi Bandung (LPPM-ITB),
Jalan Ganesa 10, Bandung 40132, Indonesia.
Kontak: didin@ chem.itb.ac.id / +62-22-2502103

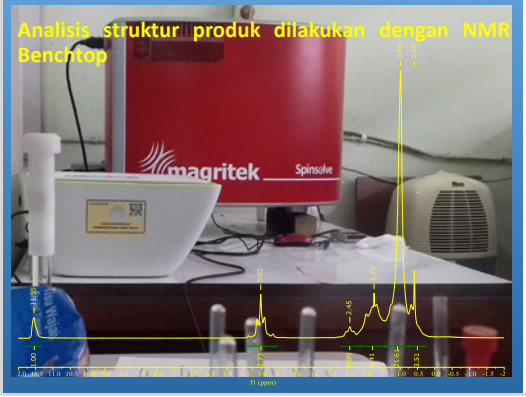
Pendahuluan

Diversifikasi senyawa turunan dari minyak kelapa sawit akan memberikan dampak langsung dalam peningkatan nilai ekonomi dari komoditas nasional yang sangat melimpah ini. Secara konvensional minyak nabati memiliki sektor khusus dalam industri kimia yaitu bidang oleokimia. Produk oleokimia konvensional biasanya merupakan produk yang diperoleh melalui satu atau 2 tahap reaksi terhadap minyak nabati untuk menghasilkan senyawa sabun, alkohol, ester, amida atau amina yang biasanya dipasarkan sebagai *bulk chemical* atau bahkan sebagai bahan bakar. Reaksi multitahap terhadap minyak nabati dapat menghasilkan senyawa aktif sediaan kosmetik, obat atau additif makanan yang biasa dipasarkan sebagai *fine chemicals* atau *specialty chemicals* dengan nilai ekonomi yang sangat tinggi.

Metodologi

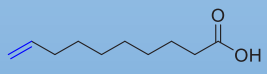
Dengan reaksi Metatesis olefin antara asam oleat (komponen kedua utama minyak sawit) dengan etilen mampu mengubah nilai ekonomi hingga ribuan kali.



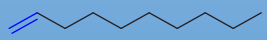


Hasil Penelitian

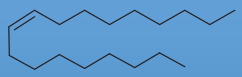
Pada penelitian ini berhasil mendapatkan proses pada skala laboratorium untuk mendapatkan beberapa senyawa bernilai ekonomi tinggi berikut:



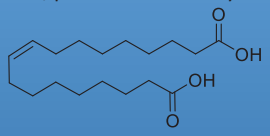
Asam 9-dekenoat (CAS No. 14436-32-9) adalah senyawa aditif pada makanan yang dapat mengutakan rasa dengan FEMA Number 3660 dan Flavis Number 8.065. Senywa ini juga adalah *building block* untuk produksi *specialty chemicals* seperti parfum dan feromon



1-Dekena (CAS No. 872-05-9) adalah senyawa kimia yang menjadi *building block* untuk produksi dekanol, pelargonaldehid, asam pelargonat dan bahan baku polimer pengkilat permen dan buah-buahan jenis poli-1-deken (E 907).



9-Oktadekena (CAS No. 112-88-9) berpotensi menjadi pelumas, plastisizer dan minyak trafo



asam 9-oktadekendioat (CAS No. 24753-49-9) merupakan bahan kosmetik pemutih kulit, monomer untuk polyester dan bahan baku sintesis civeton

9-Sikloheptanon atau civeton (CAS No. 542-46-1) adalah bahan parfum dengan bau khas musang afrika dengan FAME Number 3425.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dibiayai Grant Riset BPDP Sawit dengan No. Kontrak PRJ-23/DPKS/2018. Sebagaian bahan diperoleh melalui kerjasama dengan PT Ecogreen Oleochemicals, Batam.

15

PENINGKATAN RENDEMEN NANOKARBON AKTIF UNTUK SUPERKAPASITOR DARI LIMBAH KELAPA SAWIT

Dr. Tirto Prakoso

Limbah dari hasil produksi minyak sawit meningkat seiring dengan meningkatnya produksi minyak sawit tersebut. Proses pengolahan kelapa sawit selain menghasilkan minyak sawit (CPO) juga menghasilkan limbah sangat banyak. Data Dirjen perkebunan menunjukkan bahwa pada tahun 2015 Indonesia menghasilkan CPO 31 juta ton. Dari angka tersebut diperkiraan limbah pabrik sawit yang dihasilkan dalam setahun berupa tandan buah kosong sebanyak 33 juta ton dan cangkang kelapa sawit sebanyak 8,8 juta ton (Dirjen Perkebunan, 2015). Upaya pemanfaatan limbah padat kelapa sawit perlu dilakukan untuk membantu mengatasi permasalahan lingkungan. Pemanfaatan limbah padat ini dapat dilakukan dengan mengubah limbah menjadi barang bernilai jual lebih tinggi. Salah satu produk yang dapat dibuat dari bahan baku limbah padat kelapa sawit adalah nanokarbon aktif.

Riset ini dilakukan dengan tujuan untuk meningkatkan rendemen karbon aktif dan nanokarbon aktif termodifikasi, yakni carbon nanotube (CNT) dan graphene, dari biomassa kelapa sawit untuk material penyusun superkapasitor.

Proses deashing sebelum proses hidrotermal, dapat meningkatkan rendemen karbon aktif. Rendemen karbon aktif meningkat dari 13,4% menjadi 15,82% (maksimum 17,17%). Proses scale up pembuatan CNTs menghasilkan peningkatan rendemen MWCNTs. Rendemen CNT penelitian sebelumnya 0,46% dan pada penelitian ini meningkat menjadi 0,96% (maksimum 2,94%). Peningkatan rendemen pembuatan graphene dapat dicapai dengan menggunakan metode pirolisis dua tahap pada temperatur yang berbeda. Rendemen graphene meningkat dari 9,57% menjadi 15,06% (maksimum 17,17%).

Riset pengembangan superkapasitor sebagai alat penyimpanan energi untuk kendaraan listrik ini akan menjadi landasan pengembangan kendaraan listrik di Indonesia. Berangkat dari riset ini, pengembangan teknologi sistem transportasi berbasis energi listrik akan semakin mandiri dan beralih ke kendaraan yang ramah lingkungan serta mengupayakan target bauran energi nasional. Riset tahap I telah terbukti berhasil menghasilkan material karbon aktif termodifikasi graphene dan carbon nanotube (CNT) dengan meningkatkan luas permukaan material yang dihasilkan dari limbah kelapa sawit. Riset tahap II telah terbukti berhasil meningkatkan rendemen dari karbon aktif, graphene dan CNT yang dihasilkan dari limbah kelapa sawit, serta terbukti memiliki potensi besar sebagai bahan superkapasitor. Selanjutnya, riset akan difokuskan untuk membuat purwarupa superkapasitor dari nanokarbon yang dihasilkan dari limbah kelapa sawit.

PENINGKATAN RENDEMEN NANOKARBON AKTIF UNTUK ELEKTRODA SUPERKAPASITOR DARI LIMBAH KELAPA SAWIT

TIM PEMANFAATAN LIMBAH KELAPA SAWIT UNTUK SUPERKAPASITOR

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT

INSTITUT TEKNOLOGI BANDUNG

Dr. Tirto Prakoso, Dr. Isdiriayani Nurdin, Dr. Hary Devianto, dan Dr. Pramujo Widiatmoko

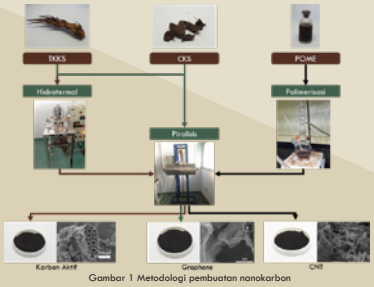
PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara perkebunan kelapa sawit terluas di ASEAN dengan luas mencapai 12 Ha. Kapasitas produksi minyak kelapa sawit meningkat setiap tahunnya dan mencapai 31,07 juta ton pada tahun 2015. Tingginya kapasitas produksi akan berdampak pada semakin banyaknya limbah yang dihasilkan. Limbah tersebut terdiri dari limbah cair yaitu *Palm Oil Mill Effluent* (POME) dan limbah padat yaitu tandan kosong kelapa sawit (TKKS), cangkang kelapa sawit (CKS) dan sabut. Sebagai salah satu solusi permasalahan lingkungan, limbah kelapa sawit dapat digunakan sebagai sumber biomassa untuk membuat bahan elektroda superkapasitor seperti karbon aktif, *graphene* dan *Carbon Nanotubes*. Nanokarbon aktif berbasis limbah biomassa memiliki luas permukaan tinggi, ukuran dan volume nanopori yang tersebar merata, serta berasal dari sumber bahan baku terbarukan dalam jumlah melimpah dan murah.

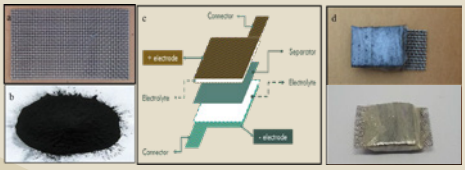
TUJUAN PENDAHULUAN

1. Meningkatkan rendemen karbon aktif, CNT, dan *graphene* dari limbah kelapa sawit untuk diaplikasikan pada elektroda superkapasitor.
2. Mengetahui pengaruh penghilangan kadar abu bahan baku, serta temperatur karbonisasi terhadap karbon aktif yang diperoleh.
3. Mengetahui pengaruh variasi dan rasio *activating agent* terhadap karakteristik karbon aktif yang diperoleh.
4. Mengetahui pengaruh konsentrasi *activating agent* $ZnCl_2$ dan temperatur pirolisis pada dua tahap pemanasan terhadap perolehan *graphene*.

METODE PENELITIAN

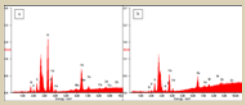


Gambar 1 Metodologi pembuatan nanokarbon



Gambar 2 (a) SS mesh, (b) nanokarbon, (c) rangkaian sel superkapasitor, (d) sel superkapasitor

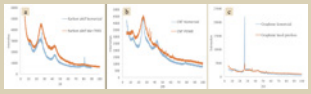
HASIL PENELITIAN



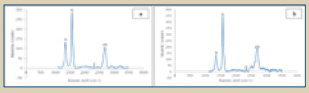
Gambar 3 Hasil analisis XRF TKKS (a) tanpa *deashing*, dan (b) setelah ***deashing***

Tabel 1 Kadar abu TKKS sebelum dan sesudah *deashing*

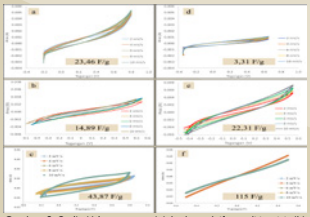
Sampel	Kadar Abu (%)
TKKS	4,19
TKKS Deashing	2,86



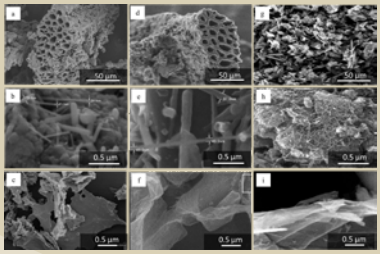
Gambar 6 Grafik XRD perbandingan antara nanokarbon penelitian ini dengan komersial (a) Karbon aktif, (b) CNT, (c) *graphene*



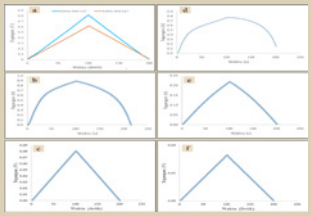
Gambar 7 Spektra Raman *graphene* hasil pirolisis (a) TKKS (b) CKS



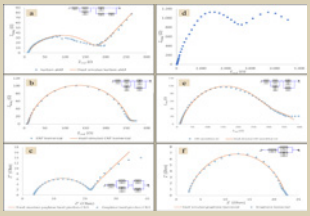
Gambar 8 *Cyclic Voltammogram* (a) karbon aktif penelitian ini, (b) CNT penelitian ini, (c) *graphene* penelitian ini, (d) karbon aktif komersial, (e) CNT komersial, (f) *graphene* komersial



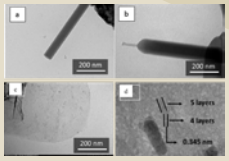
Gambar 4 SEM (a) karbon aktif penelitian sebelumnya, (b) CNT penelitian sebelumnya, (c) *graphene* penelitian sebelumnya, (d) Karbon aktif penelitian ini, (e) CNT penelitian ini, (f) *graphene* penelitian ini, (g) Karbon aktif komersial, (g) CNT komersial, (h) *graphene* komersial



Gambar 9 Grafik GCD (a) karbon aktif penelitian ini, (b) CNT penelitian ini, (c) *graphene* penelitian ini, (d) karbon aktif komersial, (e) CNT komersial, (f) *graphene* komersial



Gambar 10 Nyquist plot (a) karbon aktif penelitian ini, (b) CNT penelitian ini, (c) *graphene* penelitian ini, (d) karbon aktif komersial, (e) CNT komersial, (f) *graphene* komersial



Gambar 5 TEM (a) & (b) CNT penelitian ini, (c) & (d) *graphene* penelitian ini

Tabel 2 Luas permukaan nanokarbon

Material	Luas permukaan (m^2/g)
AC	1571
AC KO	164
CNT	1635
CNT KO	645
Graphene	880
Graphene KO	58

LUARAN

1. *Nano Carbon Produced by Advanced Mild Hydrothermal Process of Oil Palm Biomass for Supercapacitor Material* diterbitkan IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 543 012031 https://doi.org/10.1088/1757-899X/543/1/012031
2. *CNT Synthesis from POME by Pyrolysis Using Tubular Furnace* diterbitkan di IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 543 012029 https://doi.org/10.1088/1757-899X/543/1/012029
3. *Increasing Yield of Graphene Synthesis from Oil Palm Empty Fruit Bunch via Two-stages Pyrolysis* iterbitkan di IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 543 012032 https://doi.org/10.1088/1757-899X/543/1/012032
4. Paten: Metode Produksi Karbon Aktif untuk Elektroda Karbon dari TKKS (P00201905141)
5. Paten: Metode Produksi *Graphene* untuk Elektroda Karbon dari CKS (P00201905579)
6. Paten: Metode Produksi *Carbon Nanotubes* (CNTs) untuk Elektroda Karbon dari Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (Submitted)

KESIMPULAN

1. Dengan proses *deashing* sebelum proses hidrotermal, rendemen karbon aktif dapat ditingkatkan menjadi 15,82%. Rendemen karbon aktif penelitian sebelumnya 13,4%.
2. Proses *scale up* pembuatan CNTs menghasilkan peningkatan rendemen MWCNTs. Rendemen CNT meningkat dari penelitian sebelumnya 0,46%, menjadi 0,96%.
3. Peningkatan rendemen pembuatan *graphene* dapat dicapai dengan menggunakan metode pirolisis dua tahap pada temperatur yang berbeda. Rendemen *graphene* meningkat dari 9,57% menjadi 15,06%.
4. Rasio *activating agent* dan temperatur berpengaruh terhadap luas permukaan karbon aktif dan nanokarbon. Rasio *activating agent*: bahan baku 2:1 dan temperatur 275 °C menghasilkan nilai luas permukaan karbon aktif tertinggi sebesar 1.571 m^2/g. Rasio *activating agent*: bahan baku 2:1 dan temperatur 350 °C pada tahap pertama pirolisis menghasilkan nilai luas *graphene* tertinggi sebesar 880 m^2/g.

16

PENGEMBANGAN LANJUT TEKNOLOGI PRODUKSI BIO-AROMATIK DAN BIOBTX BERBAHAN MENTAH TANDAN KOSONG SAWIT

Dr. Carolus Borromeus Rasrendra

Ketersediaan Tandan Kosong Sawit (TKS) yang melimpah (diperkirakan sekitar 48 juta ton pada tahun 2018) memberikan tantangan dan kesempatan pemanfaatan limbah kebun sawit tersebut sebagai bahan mentah produksi bahan kimia industri yang bernilai ekonomi tinggi. TKS yang tersusun atas komponen selulosa, hemiselulosa, dan terutama fraksi lignin merupakan bahan mentah yang atraktif untuk produksi senyawa aromatik benzena, toluena, dan xilena (dikenal dengan istilah BTX) dan senyawa fenolik. Senyawa BTX dan fenolik merupakan bahan mentah industri polimer dan plastik yang hingga saat ini masih diproduksi dari minyak bumi. Penelitian produksi Bio-BTX dan Bio-aromatik berbahan mentah tandan kosong sawit didanai dari program Grant Riset Sawit K16 (PRJ-41/DPKS/2019) dan dilanjut K18 (PRJ- 8 /DPKS/2018).

Hasil riset diringkaskan sebagai berikut:

1. Sistem produksi Bio-BTX dari TKS meliputi fraksionasi TKS dan konversi lanjut menjadi BTX (skala lab) telah dibangun.
2. Pelarut gamma-valerolactone (GVL, 4 pentalactone, C5H8O2) diidentifikasi sebagai pelarut yang potential untuk isolasi lignin dari TKS. Hampir 70% lignin dapat diisolasi satu tahap dengan menggunakan pelarut GVL pada temperature 180°C. Eksplorasi lanjut menunjukkan bahwa fraksionasi dapat diselenggarakan dengan sistem satu tahap biphasic menggunakan sistem butanol-air untuk memisahkan fraksi selulosa, fraksi hemiselulosa dan fraksi lignin dalam satu tahap operasi.
3. Katalis berbasis zeolite untuk produksi bio-BTX telah berhasil diformulasi. Perolehan Bio-BTX meningkat 30 kali dari katalis parent. Katalis Zn-H-ZSM-5 (2%Zn) memberikan hasil tertinggi. Distribusi produk BTX didominasi oleh toluen, xylene dan benzene.
4. Rancangan dan operasi reaktor memegang peranan penting dalam konversi katalitik produksi bio-BTX. Sistem perpindahan panas dan kontak yang efisien dapat meningkatkan perolehan Bio-BTX. Sistem produksi Bio-BTX dari TKS dan senyawa turunannya baru dengan rekomendasi optimasi dari tahap riset sebelumnya telah dibangun. Dua sistem reaktor yang memungkinkan pelaksanaan reaksi perengkahan dalam dua unggun katalis yang berbeda telah diselesaikan dan memasuki tahapan pengoperasian.
5. Katalis H-ZSM-5 dengan penambahan atom Mg dan Zn dalam jumah yang optimum, dapat memperpanjang umur katalis dua kali lipat daripada capaian sebelumnya. Hal ini berpotensi mengurangi kebutuhan waktu regenerasi katalis pada tiap tempuhan
6. Fraksionasi TKS yang lebih efisien & ekonomis (terintegrasi dengan Pabrik Kelapa Sawit) dan peningkatan perolehan BTX serta produksi terintegasi (Kilang Biomassa TKS) menjadi kunci keekonomian produksi bahan kimia dari TKS

Hasil-hasil riset ini mengonfirmasi bahwa pengembangan katalis, teknologi reaktor, dan konfigurasi proses produksi bioaromatik dan bio-BTX berbahan mentah TKS memiliki potensi untuk dieksplorasi dan dikembangkan secara mandiri dalam rangka untuk memberikan nilai tambah/komersial pada limbah TKS yang melimpah di Indonesia.

PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PRODUKSI BIO-AROMATIK DAN BIO-BTX BERBAHAN MENTAH TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

Dr. CB Rasrendra*, Prof. Dr. D. Sasongko, Dr. J. Rizkiana, Dr. M.A. Kariem, Dr. Haryo Pandu W
LPPM – Institut Teknologi Bandung, Lab Teknik Reaksi Kimia dan Katalis, FTI-ITB (*cbr@che.itb.ac.id)

Grant Riset Sawit K18

LATAR BELAKANG

01

Ketersediaan Tandan Kosong Sawit (TKS) yang melimpah (~48 juta ton pada tahun 2018)

02

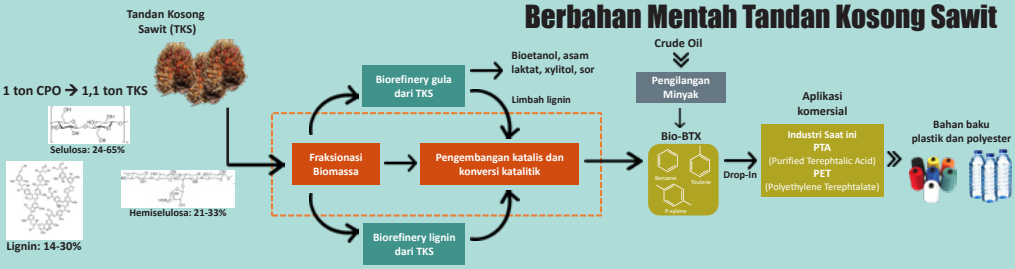
14-30% Lignin 24-65% Selulosa 21-33% Hemiselulosa

Fraksi lignin pada TKS merupakan bahan mentah senyawa aromatik yang potensial.

03

Senyawa Benzen, Toluen, Xylene (BTX) dan fenolik merupakan bahan mentah industri polimer dan plastik yang hingga saat ini masih diproduksi dari minyak bumi. Impor senyawa BTX mencapai 900.000 ton/tahun

Skema Produksi Bio-BTX Berbahan Mentah Tandan Kosong Sawit



TARGET RISET

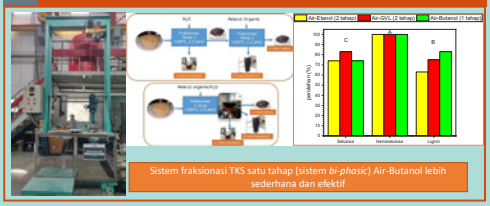
- **Target Tahun I**: Pengembangan katalis dan sistem reaksi untuk produksi bio-BTX dari TKS.
- **Target Tahun II:** Pengembangan proses dan optimasi sistem produksi bio-BTX dan bio-aromatik dari TKS

HASIL RISET

1. Sistem produksi Bio-BTX dari TKS telah dikembangkan.
2. Katalis berbasis zeolite ZSM-5 adalah katalis terbaik.
3. Perolehan BTX tertinggi 30%; umur katalis: 3 jam; regenerasi katalis dapat mengembalikan kinerja katalis

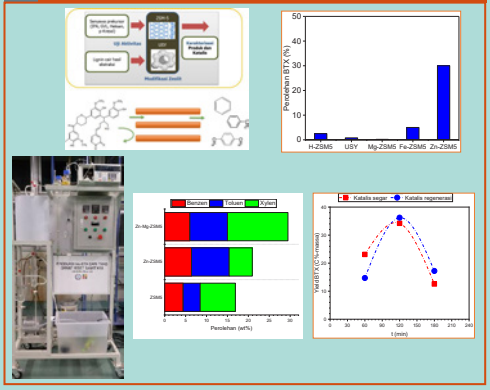
Tindak lanjut: Fraksionasi TKS yang lebih efisien & ekonomis dan peningkatan perolehan BTX serta produksi terintegasi (Kilang Biomassa TKS)

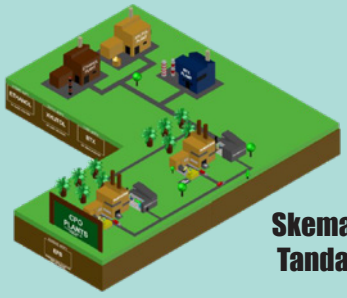
Fraksionasi TKS



Sistem fraksionasi TKS satu tahap (sistem *bi-phasic*) Air-Butanol lebih sederhana dan efektif

Pengembangan Produksi dan Katalis Bio-BTX





Skema Terpadu Kilang Biomassa (*Biorefinery*) Tandan Kosong Sawit

17

PENGEMBANGAN KONSEP BIOREFINERY: FURFURAL, ASAM LEVULINAT, DAN BIOETANOL BERBASIS TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

Prof. Dr. Ing. Misri Gozan, M. Tech., IPM

Pada saat ini industri perkelapa-sawitan Indonesia menghadapi masalah besarnya limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), yaitu sekitar 36,85 juta ton pada tahun 2014 (USDOA, 2014) dan 40 juta ton pada tahun 2016. Jumlah ini diperkirakan akan terus meningkat. Di sisi lain, TKKS dapat dikonversi menjadi produk bernilai tinggi seperti furfural melalui reaksi hidrolisis secara bertahap. Namun, saat ini belum ada integrasi unit praperlakuan, hidrolisis serta pemurnian produk-produknya. Dari penelitian tahun pertama didapatkan bahwa pendirian pabrik Bioetanol, Furfural, dan LA memenuhi pertimbangan kelayakan teknologi dan keekonomian. Harga industri LA, furfural dan asam format yang dipakai adalah US $ 17, US $ 1.1, dan US $ 0.77 per kilogram. Berdasarkan harga jual produk, pendapatan total pabrik adalah US $ 96.345.000 dengan nilai ROI, IRR, dan PBP secara berurutan sebesar 28,64%; 22,73%; dan 3,49 tahun. Nilai ini menunjukkan bahwa Pabrik LA-Furfural terintegrasi layak untuk dibangun di Indonesia.

Fokus penelitian tahun kedua diarahkan pada produksi Furfural dengan pertimbangan kebutuhan menggantikan import Furfural yang bernilai sekitar 2 Trilyun rupiah per tahun. Tujuan khusus riset ini adalah memperoleh konstruksi dan analisis keekonomian pabrik Furfural dalam skala mini pilot (25 kg bahan baku TKKS/per batch). Perancangan kembali akan dilakukan berdasarkan fokus baru yaitu pabrik Furfural terintegrasi. Adapun pada usulan hibah tahun kedua ini dilakukan penelitian dengan luaran meliputi konstruksi Pabrik Furfural dalam skala mini pilot (25 kg bahan baku TKKS/per batch); submit 1 buah jurnal ilmiah internasional Scopus; presentasi 1 publikasi konferensi internasional Scopus; submit paten proses pabrik furfural; dan buku Biorefinery.

Berdasarkan hasil optimasi yang dilakukan pada tahap prapenelitian, kandungan furfural optimum yang dapat diperoleh adalah sebesar 2481 ppm pada kondisi operasi hidrolisis meliputi suhu reaksi reaksi 140 °C, waktu reaksi 60 menit, dan konsentrasi H2SO4 0,3 M. Berdasarkan hasil tersebut, maka dapat dihitung yield furfural optimum berdasarkan model yang diperoleh yakni sebesar 6,3% dan 31,6% masing-masing terhadap TKKS dan hemiselulosa. Kondisi ini nantinya akan diaplikasikan pada reaktor hidrolisis pilot plant furfural untuk memperoleh konsentrasi furfural tertinggi.

Penelitian optimasi reaksi hidrolisis TKKS untuk produksi furfural pada skala lab juga telah berhasil dilakukan sehingga kondisi optimum yang diperoleh akan diaplikasikan pada uji coba pilot plant furfural. Tahap berikutnya digunakan untuk melanjutkan beberapa peralatan yang belum selesai diikuti dengan instalasi alat-alat tersebut agar kemudian dapat dilakukan uji coba sehingga data-data yang diperoleh.

LAPORAN AKHIR PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN
BADAN PENGELOLA DANA PERKEBUNAN KELAPA SAWIT (BPDPKS)
NO KONTRAK: PRJ-201DPKSI2018

PENGEMBANGAN KONSEP BIOREFINERY: FURFURAL, ASAM LEVULINAT, DAN BIOETANOL BERBASIS TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

Prof. Dr. Ing. Misri Gozan, M. Tech., IPM., Prof. Dr. Heri Hermansyah, Dr. Muhamad Sahlan, Dr. Siti Fauziyah Rahman, dan Sirly Eka Nur Intan, S.T.

BIDANG PENELITIAN: BIOFUEL
LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN/PERGURUAN TINGGI, FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS INDONESIA
Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit, Kementerian Keuangan, Tahun 2019

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mengembangkan Konsep Biorefineri Dalam Perancangan Pabrik Furfural, Asam Levulinat (LA), dan Bioetanol yang Terintegrasi Berbasis Tandan Kosong Kelapa Sawit. Dari penelitian tahun pertama didapatkan bahwa pendirian pabrik Bioetanol, Furfural, dan LA memenuhi pertimbangan kelayakan teknologi dan keekonomian. Harga industri LA, furfural dan asam format yang dipakai adalah US $ 17, US $ 1.1, dan US $ 0.77 per kilogram. Berdasarkan harga jual produk, pendapatan total pabrik adalah US $ 96.345.000 dengan nilai ROI, IRR, dan PBP secara berurutan sebesar 28,64%; 22,73%; dan 3,49 tahun. Nilai ini menunjukkan bahwa Pabrik LAFurfural terintegrasi layak untuk dibangun di Indonesia. Berdasarkan masukan saat presentasi Laporan kemajuan, fokus penelitian tahun kedua akan diarahkan pada produksi Furfural dengan pertimbangan kebutuhan menggantikan impor Furfural yang bernilai sekitar 2 Trilyun rupiah per tahun. Asam levulinat yang menjadi fokus awal merupakan arahan untuk menunjang produksi dan kualitas biodisel. Namun, mengingat urgensi kebutuhan Furfural maka untuk hibah tahun kedua ini fokus diarahkan pada produksi Furfural. Pada usulan hibah tahun kedua ini dilakukan penelitian dengan luaran: 1. Konstruksi Pabrik Furfural dalam skala Small pilot (25 kg bahan baku TKKS/per batch). Perancangan kembali akan dilakukan berdasarkan fokus baru yaitu pabrik Furfural terintegrasi 2. Submit 1 buah jurnal ilmiah internasional Scopus. 3. Presentasi 1 publikasi konferensi ilmiah internasional Scopus 4. HAKI: Submit Paten Proses Pabrik Furfural 5. Buku Biorefinery Hingga pertengahan Juli 2019, konstruksi pabrik furfural skala small pilot telah mencapai ± 70% dan akan terus berlanjut hingga akhir Agustus 2019. Presentasi konferensi ilmiah internasional Scopus, submit paten proses pabrik furfural, dan submit buku biorefinery ke penerbit telah selesai dilaksanakan.

PENDAHULUAN

Pada saat ini industri perkelapa-sawitan Indonesia menghadapi masalah besarnya limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), yaitu sekitar 36,85 juta ton pada tahun 2014 (USDOA, 2014) dan 40 juta ton pada tahun 2016. Jumlah ini diperkirakan akan terus meningkat. Di sisi lain, TKKS dapat dikonversi menjadi produk bernilai tinggi seperti furfural melalui reaksi hidrolisis secara bertahap. Namun, saat ini belum ada integrasi unit praperlakuan, hidrolisis serta pemurnian produk-produknya. Dari penelitian tahun pertama didapatkan bahwa pendirian pabrik Bioetanol, Furfural, dan LA memenuhi pertimbangan kelayakan teknologi dan keekonomian. Harga industri LA, furfural dan asam format yang dipakai adalah US $ 17, US $ 1.1, dan US $ 0.77 per kilogram. Berdasarkan harga jual produk, pendapatan total pabrik adalah US $ 96.345.000 dengan nilai ROI, IRR, dan PBP secara berurutan sebesar 28,64%; 22,73%; dan 3,49 tahun. Nilai ini menunjukkan bahwa Pabrik LA-Furfural terintegrasi layak untuk dibangun di Indonesia. Berdasarkan masukan dari para juri saat presentasi Laporan kemajuan tahun pertama maka fokus penelitian tahun kedua akan diarahkan pada produksi Furfural dengan pertimbangan kebutuhan menggantikan import Furfural yang bernilai sekitar 2 Trilyun rupiah per tahun. Fokus awal pada Levulinic Acid sebenarnya diarahkan untuk menunjang produksi dan kualitas biodisel. Namun, mengingat urgensi kebutuhan Furfural maka untuk hibah tahun kedua ini fokus diarahkan pada produksi Furfural. Tujuan khusus riset ini adalah memperoleh konstruksi dan analisis keekonomian pabrik Furfural dalam skala mini pilot (25 kg bahan baku TKKS/per batch). Perancangan kembali akan dilakukan berdasarkan fokus baru yaitu pabrik Furfural terintegrasi. Adapun pada usulan hibah tahun kedua ini dilakukan penelitian dengan luaran meliputi konstruksi Pabrik Furfural dalam skala mini pilot (25 kg bahan baku TKKS/per batch); submit 1 buah jurnal ilmiah internasional Scopus; presentasi 1 publikasi konferensi internasional Scopus; submit paten proses pabrik furfural; dan buku Biorefinery.

METODE RISET

Gambar 1. Skema Penelitian Tahun kedua untuk Pabrik Small Pilot Scale Integrated Furfural-Asam Levulinat (F-AL) Plant

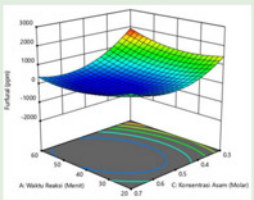
HASIL DAN PEMBAHASAN

$$Y = -28A - 269{,}75B - 510{,}50C - 379{,}75AB - 256{,}75AC - 68{,}25BC + 401{,}37A^2 - 21{,}63B^2 + 780{,}88C^2 \quad (1)$$

$$Y = -132{,}53 + 102{,}322A + 50{,}32B - 16776{,}88C - 0{,}95AB - 64{,}19AC - 17{,}06BC + 1{,}00A^2 - 0{,}05B^2 + 19521{,}88C^2 \quad (2)$$

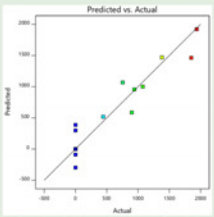
Tabel 1. Ringkasan ANOVA Hidrolisis Asam TKS

Sumber Variasi	Sum of Squares	Derajat Bebas	Rerata Kuadrat	F-value	p-value	
Model	6259000	9	695400	4,96	0,04	signifikan
A-Waktu reaksi	6272	1	6272	0,04	0,84	
B-Suhu	582100	1	582100	4,16	0,09	
C-Konsentrasi	2085000	1	2085000	14,88	0,01	
AB	576800	1	576800	4,12	0,09	
AC	263700	1	263700	1,88	0,23	
BC	18632	1	18632	0,13	0,73	
A^2	594800	1	594800	4,25	0,09	
B^2	1727	1	1727	0,01	0,92	
C^2	2251000	1	2251000	16,07	0,01	
Residual	700400	5	700400			
Lack of Fit	700400	3	700400			
Pure Error	0,0000	2	0,0000			
Cor Total	6959000	14				
Parameter Statistik Lainnya						
Deviasi Standar	374,27		R^2		0,8994	
Rerata	619,00		*Adjusted* R^2		0,7182	
C.V. %	60,46					

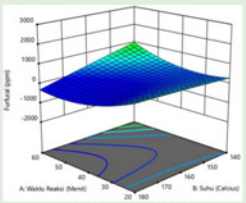


Gambar 3. Pengaruh Waktu Reaksi dan Konsentrasi Asam terhadap Konsentrasi Furfural

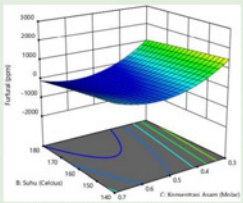
Gambar 6. Kontainer pilot plant furfural Fakultas Teknik Universitas Indonesia



Gambar 2. Kurva Aktual dan Prediksi Hidrolisis Asam TKS



Gambar 4. Pengaruh Waktu Reaksi dan Suhu Reaksi terhadap Konsentrasi Furfural



Gambar 5. Pengaruh Suhu Reaksi dan Konsentrasi Asam terhadap Konsentrasi Furfural

Gambar 7. Reaktor Hidrolisis dan Reaktor Praperlakuan untuk Produksi Furfural

KESIMPULAN

Pada tahap kedua penelitian (hingga pertengahan Juli 2019) telah dilakukan pemasangan alat-alat yang telah dirakit pada tahap pertama, pembangunan shelter gudang pilot plant furfural, pengiriman bahan baku TKKS sebanyak 250 kg, submit paten ke Kementerian Hukum dan HAM RI, kegiatan FGD untuk diseminasi riset produksi furfural berbasis TKKS pada skala pilot, dan konferensi internasional untuk publikasi prosiding terindeks Scopus. Penelitian optimasi reaksi hidrolisis TKKS untuk produksi furfural pada skala lab juga telah berhasil dilakukan sehingga kondisi optimum yang diperoleh akan diaplikasikan pada uji coba pilot plant furfural. Tahap berikutnya digunakan untuk melanjutkan beberapa peralatan yang belum selesai diikuti dengan instalasi alat-alat tersebut agar kemudian dapat dilakukan uji coba sehingga data-data yang diperoleh. Tahap berikutnya juga akan digunakan untuk menyelesaikan publikasi jurnal internasional dan buku biorefinery.

18

PEMANFAATAN TOTAL LIMBAH PADAT KELAPA SAWIT DALAM RANTAI INDUSTRI PERTANIAN DAN PANGAN: PRODUKSI ENZIM LIGNINOLITIK, CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC), JAMUR KONSUMSI, DAN PUPUK ORGANIK

Dr. Tri Panji, MS

Pemanfaatan TKKS untuk enzim ligninolitik, jamur konsumsi, Carboxy Methyl Cellulose (CMC), serta pupuk organik secara terintegrasi akan memberikan nilai tambah yang lebih tinggi dibandingkan hasil teknologi yang diterapkan saat ini. Penelitian pada tahun pertama mengenai jamur tiram, enzim ligninolitik, CMC, dan pupuk organik berhasil membuktikan bahwa TKKS dapat dijadikan sebagai media pertumbuhan jamur tiram, ekstraksi enzim ligninolitik dan sebagai bahan baku CMC.

Pemanfaatan TKKS sebagai media pertumbuhan jamur tiram yang terbaik adalah menggunakan Nilai Biological Efficiency Ratio (BER) 50% TKKS: 50% serbuk gergaji sebesar 56,25%. Aktivitas enzim lignin peroksidase tertinggi terdapat pada komposisi TKKS 50% dengan nilai 1,720 U/mL. Aktivitas enzim manganase tertinggi terdapat pada komposisi TKKS 100% dengan nilai 23,003 U/mL. Aktivitas enzim lakase tertinggi dihasilkan dari jamur tiram pada baglog dengan komposisi TKKS 100% dengan nilai 0,145 U/mL. Secara keseluruhan, untuk aktivitas enzim tertinggi terdapat pada komposisi baglog 100% TKKS.

Media jamur tiram yang telah diekstrak enzimnya masih dapat dimanfaatkan untuk diproses lebih lanjut menjadi Carboxymetil Cellulose (CMC). Proses awal membuat CMC adalah melalui ekstraksi sisa baglog menjadi selulosa kemudian di alkalisasi dan karboksimetilasi menjadi CMC. Kualitas CMC yang dihasilkan dari penelitian pada tahun pertama menghasilkan CMC grade II dengan kualitas derajat subtitusi 0,64; kemurnian 73,40%; dan viskositas 43 Cp.

Pada tahun kedua penelitian difokuskan pada perbesaran skala produksi jamur tiram dan CMC food grade. Dalam satu siklus penanaman jamur tiram selama 5 bulan, rata-rata 1 kg baglog mampu menghasilkan sebanyak 562 gr jamur tiram. Bahan baku TKKS yang diolah sebanyak 100 kg mampu menghasilkan 200 baglog dan total jamur tiram yang dihasilkan sebanyak 112,4 kg. Pemanfaatan sisa baglog untuk produksi CMC menghasilkan selulosa yang bersih dan putih dengan kemurnian 98,52% dan. Sedangkan CMC yang dihasilkan memiliki kemurnian 92,37%; derajat subtitusi 1,04; dan viskositas 43,6 cP. Hasil tersebut mendekati standar CMC komersial dengan kemurnian 97,18%; derajat subtitusi 0,79; dan viskositas 13,5 cP.

Pengembangan produksi jamur tiram bersamaan dengan produksi CMC dengan skala usaha 8 kumbung yang setara dengan kapasitas 16.000 baglog tersebut mampu menghasilkan NPV positif, nilai IRR jauh diatas tingkat bunga pasar komersial dan B/C > 1 sehingga layak untuk direalisasikan sebagai kegiatan usaha. Kelayakan tersebut didukung pula oleh kenyataan hasil analisis FS bahwa investasi yang ditanamkan dapat kembali pada tahun ke 2,6 setelah berproduksi. Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa produksi jamur tiram relatif tahan terhadap peningkatan biaya produksi hingga 20% yang disertai tanpa adanya kenaikan harga jual produk. Peningkatan biaya produksi 20% yang disertai dengan kenaikan harga 20% akan memberikan dampak positif pada kinerja keuangan.

TAHUN I: PEMANFAATAN TOTAL LIMBAH PADAT KELAPA SAWIT DALAM RANTAI INDUSTRI PERTANIAN DAN PANGAN: PRODUKSI ENZIM LIGNINOLITIK, CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC), JAMUR KONSUMSI,DAN PUPUK ORGANIK
TAHUN II: PERBESARAN SKALA PRODUKSI JAMUR TIRAM DAN PRODUKSI CARBOXYMETHYL CELLULOSE (CMC)

Tri Panji[1)], Firda Dimawarnita[1)*], Suharyanto[1)], Sidik Marsudi[2)],Urip Perwitasari[3)]

[1)] Indonesian Research Institute for Biotechnology and Bioindustry, Jl Taman Kencana 1, Bogor, Indonesia
[2)] Institute of Technology Indonesia, Jl. Raya Puspitek, Pademangan Setu, Banten, Indonesia
[3)]Indonesian Institute of Science, Jl. Raya Bogor Km.46, Cibinong, Bogor, Indonesia
*Corresponding authors: : firda.dimawarnita@gmail.com

Abstract

Pemanfaatan TKKS secara optimal untuk produksi jamur tiram, enzim ligninolitik, CMC, dan pupuk organik dalam satu alur produksi telah dilakukan. Hasil yang diperoleh menunjukkan nilai BER tertinggi ada pada variasi komposisi 50% TKKS dengan nilai BER sebesar 56,3%. Sisa baglog pertumbuhan jamur diekstraksi enzim ligninolitiknya (Li-P, Mn-P, dan lakase). Aktivitas enzim lignin peroksidase tertinggi terdapat pada komposisi TKKS 50% dengan nilai 1,720 U/mL. Aktivitas enzim manganase tertinggi terdapat pada komposisi TKKS 100% dengan nilai 23,003 U/mL. Aktivitas enzim lakase tertinggi terdapat pada komposisi TKKS 100% dengan nilai 0,145 U/mL. Secara keseluruhan, untuk aktivitas enzim tertinggi terdapat pada komposisi baglog 100% TKKS. Pemanfaatan sisa baglog untuk produksi CMC menghasilkan selulosa yang bersih dan putih dengan kemurnian 98,52% dan. Sedangkan CMC yang dihasilkan memiliki kemurnian 92,37%; derajat subtitusi 1,04; dan viskositas 43,6 cP. Hasil tersebut mendekati standar CMC komersial. Pengembangan produksi jamur tiram bersamaan dengan produksi CMC dengan skala usaha 8 kumbung yang setara dengan kapasitas 16.000 baglog mampu menghasilkan NPV positif, nilai IRR jauh diatas tingkat bunga pasar komersial dan B/C > 1 sehingga layak untuk direalisasikan sebagai kegiatan usaha. Kelayakan tersebut didukung pula oleh kenyataan hasil analisis FS bahwa investasi yang ditanamkan dapat kembali pada tahun ke 2,6 setelah berproduksi. Analisis sensitivitas menunjukkan bahwa produksi jamur tiram relatif tahan terhadap peningkatan biaya produksi hingga 20% yang disertai tanpa adanya kenaikan harga jual produk. Peningkatan biaya produksi 20% yang disertai dengan kenaikan harga 20% akan memberikan dampak positif pada kinerja keuangan.

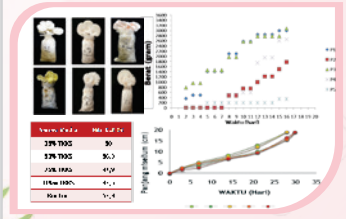
Latar Belakang

Kandungan Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) hasil pengujian di Balai Besar Pulp dan Kertas adalah 32,57% selulosa, 27,70% hemiselulosa, dan 26,49% lignin. Penelitian pada tahun pertama mengenai jamur tiram, enzim ligninolitik, CMC, dan pupuk organik berhasil membuktikan bahwa TKKS dapat dijadikan sebaga media pertumbuhan jamur tiram, ekstraksi enzim ligninolitik dan sebagai bahan baku CMC. Penerapan teknologi dalam satu rotasi sistem produksi pada skala implementatif seperti tersebut di atas dapat meningkatkan nilai tambah yang tinggi dan ramah lingkungan, karena tanpa menyisakan limbah baru (zero waste).

Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia (PPBBI) memiliki tujuan umumuntuk pemanfaatkan total limbah padat kelapa sawit dalam aplikasinya pada rantai industri pertanian dan pangan, yaitu : produksi enzim ligninolitik,carboxymethyl cellulose (cmc), jamur konsumsi, dan pupuk organik secara simultan.

Metodologi Penelitian

Hasil yang telah dicapai



Enzim Lignin Peroksidase

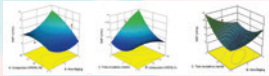
A Komposisi TKKS (%)	B Area sampling baglog	C Waktu Inkubasi (Bulan)	Aktivitas lignin peroksidase (U/mL)	
100	3 (Top area)	2	RSM prediction	Experimental
			1.38	1.720

Lignin Peroksidase (LiP):
0.67094 + 0.054992 (A) + 0.180289 (B) + 0.007148 (C) – 0.04487 (AB) + 0.004949 (AC) – 0.01929 (BC) – 0.58248 (A2) + 0.530419 (B2) – 0.60738 (C2)

Enzim Manganese

A Komposisi TKKS (%)	B Area sampling baglog	C Waktu Inkubasi (Bulan)	Aktivitas mangan peroksidase (U/mL)	
100	1 (Bottom area)	3	RSM prediction	Experimental
			22.89142	23.003

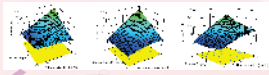
Mangan Peroksidase (MnP):
3.896452 + 2.245306 (A) – 1.14928 (B) + 2.079986 (C) – 1.8575 (AB) + 4.240224 (AC) – 3.40629 (BC) – 1.21465 (A2) + 1.960383 (B2) +



Enzim Lakase

A Komposisi TKKS (%)	B Area sampling baglog	C Waktu Inkubasi (Bulan)	Aktivitas lakase (U/mL)	
100	3 (Top area)	1	RSM prediction	Experimental
			0.15542	0.145

Lakase:
0.027378 + 0.014021 (A) + 0.006059 (B) – 0.02097 (C) + 0.017229 (AB) – 0.0128 (AC) – 0.00743 (BC) – 0.00031 (A2) + 0.003958 (B2) – 0.00409 (C2)



Kondisi Optimum Enzim Ligninolitik

ENZIM	A Komposisi TKKS (%)	B Area sampling baglog	C Waktu Inkubasi (bulan)
Lignin peroksidase	50	3 (Top area)	2
Mangan peroksidase	100	1 (Bottom area)	3
Lakase	100	3 (Top area)	1

Pembuatan CMC

Rangkuman Hasil Analisa

Komposisi selulosa	Tahun I Kadar (%)	Tahun II (1) Kadar (%)	Tahun II (2) Kadar (%)
α-Selulosa	80,20	93,66	98,52
Hemiselulosa	12,32	12,72	1,48
Lignin	-	-	-

Parameter Uji (CMC)	Tahun I	Tahun II (1)	Tahun II (2)	CMC Komersial
Derajat Subtitusi	0,64	0,82	**1,04**	0,5-0,8
Kemurnian	73,40 %	84,44 %	92,37 %	92-97 %
Viskositas *)	43 cP	17 cP	**43,6 cP**	13-22 cP

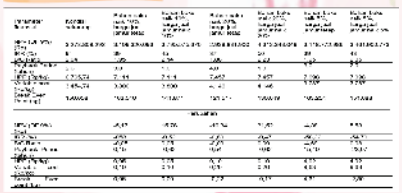
Hasil Selulosa dan CMC

Hasil Selulosa dan CMC

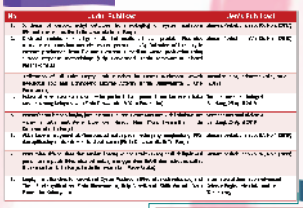
Potensi Sisa Baglog Menjadi Pupuk Organik

Sisa baglog yang belum termanfaatkan diperkirakan masih cukup banyak, sehingga dapat digunakan sebagai kompos. Hal ini mengingat kebutuhan pupuk organik yang tinggi di perkebunan kelapa sawit. Sisa baglog yang diperkirakan memiliki C/N sekitar 30,73 % (Marsudi, 2015) memerlukan sedikit proses dan waktu untuk menjadi kompos yang matang dengan kriteria C/N ratio sekitar 20 (Pumanyani, 2013). Tahapan ini akan membutuhkan waktu yang jauh lebih pendek dibandingkan pengomposan dari TKKS segar dengan C/N sekitar 56,45% (Marsudi, 2015),yang membutuhkan waktu sekitar enam minggu.

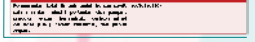
Analisis Teknoekonomi (160.000 Baglog/Tahun)



Publikasi



Hak Paten



Kesimpulan

- Nilai BER yang dihasilkan sebesar 56,25%. Yang artinya, dalam satu siklus tanam jamur tiram selama 5 bulan, rata-rata 1 kg baglog mampu menghasilkan sebesar 562 gram jamur tiram. Dari TKKS sebanyak 100 kg mampu menghasilkan 200 baglog dan 112,4 kg jamur tiram.
- Kemurnian selulosa yg dihasilkan 98,52% dan hemiselulosa sebesar 1,48%.
- CMC yang dihasilkan memiliki kemurnian 92,37%; derajat subtitusi 1,04; dan viskositas 43,6 cP. Setara dengan produk CMC komersial dipasaran dan mendekati SNI.
- Produksi jamur tiram tetap menunjukkan kinerja keuangan NPV positif, nilai IRR jauh diatas tingkat bunga pasar (komersial) dan B/C > 1 walaupun mengalami kenaikan biaya produksi sebesar 20%.

Indonesian Research Institute for Biotechnology and Bioindustry

19

KAJIAN PENGEMBANGAN PABRIK KAYU SAWIT HASIL PEREMAJAAN DENGAN TEKNOLOGI SANDWICH LAMINATED LUMBER

Dr. rer. silv. Erwinsyah, SHut., MSc. forest trop

Hasil kajian penentuan nilai ekonomi batang sawit dilakukan dengan pendekatan kandungan unsur hara dalam batang, dosis pemupukan baik tanaman belum menghasilkan maupun tanaman menghasilkan selama masa pengusahaan (25-30 tahun) dan harga pupuk. Nilai batang sawit yang digunakan untuk bahan baku papan laminasi sebesar Rp. 108.476,- per batang atau sekitar Rp. 10 - 13 juta per hektar dengan jumlah tanaman 100 sampai 120 pohon.

Jumlah batang sawit dari batang yang digunakan untuk bahan baku produk laminasi mencapai 164,5 m3 per hektar atau mencapai 203,2 ton per hektar atau sekitar 52,5% dari total biomasa tanaman sawit untuk setiap hektarnya, sehingga masih tersisa di lapangan sekitar 47,7% yang dapat dijadikan sumber bahan organik untuk menjaga melestarikan ketersediaan bahan organik tanah yang dibutuhkan tanaman. Prototipe Mobile Oil Palm Trunk Sawmill / Mobile OPT Sawmill (MOS) dan Mobile OPT Mill. Mobile OPT Mill (MOM) terdiri atas unit Carrier Mill, Hot & Cold Press Machine, Kilang Pengering dan Glue Spreader.

Nira sawit yang berasal dari penderesan batang sawit hasil peremajaan kebun mencapai 3-5 liter per hari yang dilakukan pada pagi dan sore hari. Penderesan nira sawit dapat dilakukan selama 45 sampai 60 hari. Kandungan gula nira sawit mencapai 10 sampai 12 % dengan potensi sebesar 13500 – 18000 liter per hektar selama masa penderesan. Berdasarkan hasil ujicoba pemanfaatan batang sawit sebanyak 15 m3 diatas diperoleh bahwa pada produksi PLS 4mm dengan komposisi 80% batang sawit diperoleh rendemen sebesar 48,8% dan untuk PLS 7,5mm dengan komposisi 60% batang sawit diperoleh rendemen sebesar 37%.

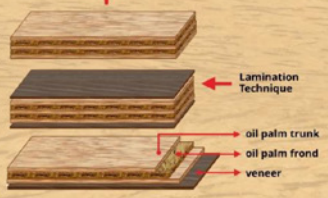
Hasil Net Present Value (NPV) positif dan Interest Rate Return (IRR) lebih besar dari bunga bank, menunjukkan investasi dapat menghasilkan nilai tambah yang lebih besar dari tingkat suku bunga. B/C rasio adalah rasio penerimaan terhadap biaya produksi, dimana lebih dari 1, yang berarti kegiatan produksi menghasilkan keuntungan. Payback period adalah waktu mengembalian investasi, yaitu 4 tahun yang relative cepat. Dari hasil indikator analisis tersebut maka investasi pembangunan pabrik laminasi sawit LAYAK untuk dilaksanakan. Selain itu BEP dapat tercapai jika minimal menghasilkan 400.000 lembar pertahun atau 35% dari kapasitas produksi. Capaian BEP tersebut menunjukkan potensi margin di usaha laminasi sawit yang besar.

Oil Palm Trunk Based Products

Oil Palm Trunk (OPT) Processing

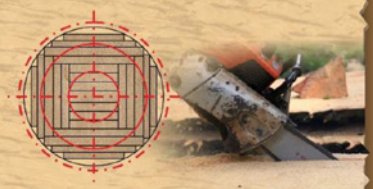
Oil palm trunk after felling

Raw material

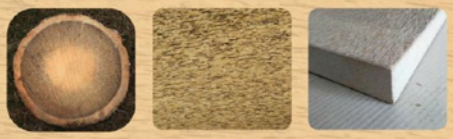


Sandwich Laminated Lumber (SLL)

Oil Palm Trunk Characteristic

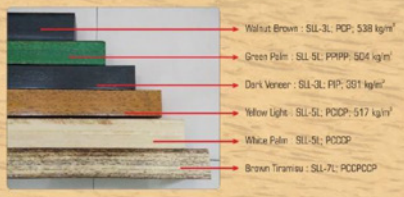


OPT Structure



Lumbering Process

OPT Products



PUSAT PENELITIAN KELAPA SAWIT
Indonesian Oil Palm Research Institute
Jl. Brigjen Katamso No. 51, Medan 20158 Indonesia.
Telp. 061-7862477 • Fax. 061-7862488
e-mail : admin@iopri.org; http://www.iopri.org

Funded by: BPDP-SAWIT
in collaboration with: CIPI

20

PENGEMBANGAN PEMANFAATAN BATANG POHON KELAPA SAWIT USIA TEBANG UNTUK PRODUKSI BAHAN BERMANFAAT DAN ENERGI

Dr. Ir. Agus Eko Tjahjono, M. Eng

Batang pohon kelapa sawit usia tebang mengandung gula dalam jumlah besar, terutama pati dan glukosa. Berbagai hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa batang pohon kelapa sawit yang berusia antara 25 – 30 tahun,, selain mengandung selulosa (lignoselulosa) juga mengandung karbohidrat pati dan gula sebanyak 15 sampai 40 % (basis kering). Komponen-komponen tersebut sangat potensial untuk dikonversikan menjadi berbagai bahan bermanfaat turunan pati serta energi.

Pemanfaatan batang pohon kelapa sawit usia tebang di wilayah dimana pohon tersebut tumbuh akan meningkatkan ”sustainability” dari industri berbasis kelapa sawit, karena nutrisi dan mineral yang ada pada pohon kelapa sawit akan dapat dikembalikan ke lahan di wilayah tersebut. Pada penelitian-penelitian kami sebelumnya, telah berhasil dikembangkan teknologi produksi gula glukosa dan bioetanol dari batang pohon sawit usia tebang (antara 25 -30 tahun) dengan memanfaatkan gula dan pati yang terkandung dalam batang pohon tersebut. Teknologi ekstraksi gula-pati dengan proses kering dan produksi serbuk biomassa untuk energi juga telah berhasil dikembangkan pada skala pilot pada tahun 2016/2017 dengan pendanaan dari BPDP KS.

Invensi teknologi proses pemisahan kandungan pati dan gula terlarut dalam batang pohon kelapa sawit dilakukan dengan cara ekstraksi kering pada skala 50 - 100 kg/jam bahan baku batang pohon sawit, yang dilanjutkan dengan uji kemudahan konversinya menjadi berbagai bahan bermanfaat seperti asam laktat, asam glutamat dan juga bioetanol. Sedangkan sisa biomassa yang sebagian besar adalah lignoselulosa diuji kelayakannya untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar pembangkit listrik (biopower = listrik biomassa). Dengan melakukan invensi sistem proses pemisahan biomass secara kering tersebut dapat diperoleh tepung kaya pati-gula sebanyak 21 – 33%w/w terhadap berat biomass total, yang memiliki kandungan total sugar minimal 72%w/w. Adapun produk sisanya (67 – 79%) berupa tepung biomass yang cocok untuk sistem pembakaran „entrained flow□, yang memiliki nilai kalor 4300 – 4500 kcal per kg.

Berdasarkan kajian tekno-ekonomi terhadap penerapan invensi teknologi pengolahan batang kelapa sawit usia tebang tersebut pada kapasitas kerja pengolahan 2 x 100 batang per hari dapat menghasilkan produk tepung kaya patigula sebesar 4,000 ton per tahun, dan tepung biomassa untuk bahan bakar sebanyak 16,000 ton per tahun. Dengan berbagai asumsi harga pembelian alat produksi dan harga penjualan produk yang reasonable hingga lima tahun kemudian, dapat disimpulkan bahwa penerapan hasil invensi teknologi pengolahan batang sawit tersebut secara komersial memiliki prospek yang menguntungkan.

PEMANFAATAN BATANG POHON SAWIT USIA TEBANG UNTUK PRODUKSI PATI - GULA DAN ENERGI

BPPT

BPDP Kelapa Sawit

- Pohon Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*) yang berusia > 25 tahun kurang produktif sehingga perlu dilakukan *replanting*
- Dalam kurun waktu yang tidak terlalu lama, akan terdapat lebih dari 400.000 ha pohon kelapa sawit yang harus ditebang untuk *replanting* setiap tahun
- Perlu pemanfaatan yang setara dengan potensi tanaman yang di*replanting*
- Setiap hektar (100 - 125 batang) tersedia 43 - 50 ton biomasa kering yang mengandung gula-pati 15-40%
- Dengan proses pemisahan secara kering yang effisien akan dapat diperoleh sekitar 20% tepung pati sawit dan selebihnya berupa tepung biomasa sebagai bahan bakar yang berkalori tinggi (4.300 kcal/kg)

BIAYA INVESTASI

Kapasitas : 110 Batang Pohon Sawit per hari (1 *Line*).
Pabrik memiliki 2 *Line* produksi
Produk : 4.000 Ton Tepung Kaya Pati/tahun (US$ 225 per Ton)
16.000 Ton Tepung Biomasa/tahun (US$ 55 per Ton)

Biaya Investasi : US$ 1.100.000 ~ Rp 15,8 M
Modal Kerja : US$ 525.000 ~ Rp 7,4 M
Pay Back Period : 4 Tahun
IRR : 21,5%

Bidang
Pangan/Kesehatan

21

PENGEMBANGAN TEKNOLOGI PRODUKSI SABUN KALSIUM UNTUK PAKAN TERNAK RUMINANSIA BERBAHAN BAKU PALM FATTY ACID DISTILLATE (PFAD) PADA SKALA PILOT

Dr.Ir. Lienda A. Handojo, M.Eng

Sebagai produsen minyak kelapa sawit terbesar dunia, Indonesia menghasilkan PFAD yang merupakan hasil samping refining CPO dalam jumlah melimpah. Namun pemanfaatan PFAD di dalam negeri masih sangat terbatas. Sabun Kalsium atau Lemak Kalsium berbahan baku PFAD bermanfaat untuk meningkatkan produksi susu sapi perah dan meningkatkan fertilitas sapi. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan suplemen pakan sapi perah berisikan lemak terproteksi (rumen by - pass) yang berkualitas baik yang dapat meningkatkan produktivitas susu, kesehatan, dan fertilitas sapi. Dengan demikian pengembangan teknologi dan industri Lemak Kalsium berbahan baku PFAD diharapkan dapat menjawab tantangan rendahnya produktivitas susu sapi perah nasional.

Pembuatan Lemak Kalsium dari PFAD dilaksanakan melalui reaksi saponifikasi asam lemak bebas dengan hidroksida atau oksida kalsium. Pada penelitian tahun kedua, pembuatan Lemak Kalsium telah dilakukan pada skala bangku (bench scale) dan skala pilot. Analisis produk yang dilakukan berupa pengujian fisik produk (angka asam dan kadar air) serta pengujian nutrisi produk (uji proksimat, in vitro , analisis vitamin E dan aktivitas antioksidan). Uji coba produk secara in vivo dilakukan kepada kelompok ternak sapi perah di Lembang, Jawa Barat dan Karangploso, Jawa Timur serta dilakukan juga uji coba suplementasi ransum ayam petelur dan broiler di Bukit Jimbaran, Bali.

Produksi Lemak Kalsium menggunakan peralatan proses skala pilot dalam rentang kondisi operasi tertentu dapat menghasilkan produk yang memenuhi kriteria. Uji nutrisi menunjukkan bahwa produk Lemak Kalsium pada skala bench dan pilot tidak berbeda signifikan serta menunjukkan bahwa produk Lemak Kalsium memiliki aktivitas antioksidan dan vitamin E yang lebih rendah 57 kali dibandingkan dengan PFAD. Pemberian Lemak Kalsium pada sapi perah dapat meningkatkan produktivitas serta memperpanjang masa laktasi susu sapi perah. Selain kuantitas susu, kualitas susu juga meningkat dengan adanya peningkatan pada kadar lemak dan berat jenis yang menyebabkan peningkatan pada harga susu. Selain itu, penambahan 2-3% Lemak Kalsium dalam ransum ayam petelur signifikan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan ransum masingmasing: 8,39% dan 8,09% lebih tinggi daripada kontrol, sedangkan efisiensi penggunaan ransum ayam broiler meningkat 8,05% lebih tinggi daripada kontrol.

Pengembangan Teknologi Produksi Sabun Kalsium untuk Pakan Ternak Ruminansia Berbahan Baku Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) pada Skala Pilot

Peneliti: Dr. Lienda A. Handojo, Dr. Antonius Indarto, Dr. Dian Shofinita
Korespondensi: lienda@che.itb.ac.id

Latar Belakang

- **PFAD** merupakan produk samping refining CPO, lebih dari 90% diekspor tanpa diolah terlebih dahulu
- Pemanfaatan PFAD sebagai bahan baku **sabun kalsium** memberikan **nilai tambah PFAD**
- **Sabun Kalsium** atau disebut juga **Lemak Kalsium adalah asupan energi** untuk mencegah kekurangan gizi pada sapi perah sekaligus bermanfaat untuk **meningkatkan produktivitas serta kualitas** susu sapi perah

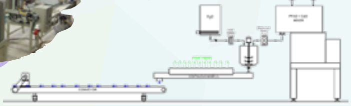
Pembuatan Lemak Kalsium

2 RCOOH + Ca(OH)2 → (RCOO)2Ca + 2H2O

Sabun Kalsium atau Lemak kalsium terbentuk ketika asam lemak bebas direaksikan dengan hidroksida atau oksida kalsium

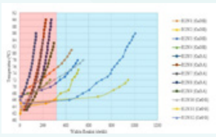
Peralatan Skala Pilot

Metode semi kontinu dengan mencampur bahan baku PFAD dan CaO dalam *mixing tank*, lalu dicampur dengan air pada tangki CSTR. Setelah dicapai tempertur tertentu, campuran dialirkan ke *screw reactor*, selanjutnya ke *belt conveyer*.



Hasil Penelitian

HUBUNGAN TEMPERATUR TERHADAP WAKTU REAKSI



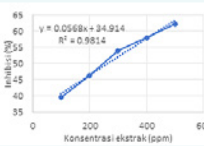
Kadar CaO:
CaO A (Kadar Aktif ± 79%)
CaO B (Kadar Aktif ± 72%)

Laju kenaikan temperatur reaksi dengan CaO A lebih besar daripada reaksi dengan CaO B
Hasil tersebut menunjukkan bahwa kenaikan temperatur dipengaruhi oleh kualitas CaO

ANGKA ASAM LEMAK KALSIUM SKALA PILOT DAN SKALA BENCH

Waktu analisis	Januari 2019		Februari 2019
Sampel no	1	2	3
Keterangan sampel	Skala Pilot	Skala bench	Skala bench
Angka asam (mgKOH/g)	0,41	0,22	0,50

HASIL UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN



Persen inhibisi terhadap konsentrasi ekstrak sampel Lemak Kalsium dengan pelarut metanol

Bahan	IC_{50} (ppm)
PFAD	49,9
Lemak Kalsium	265,6

Kandungan antioksidan Lemak Kalsium sekitar 5,3 kali lebih rendah daripada PFAD

Nilai IC_{50} Lemak Kalsium lebih kurang setara dengan sekitar 1100 IU vitamin E (berdasarkan uji nilai IC_{50}).

HASIL UJI ANALISIS KANDUNGAN TOTAL TOKOFEROL

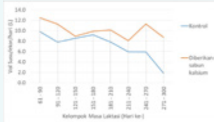
Analisis kandungan tokoferol dilakukan dengan spektofotometri menggunakan standar α-tokoferol 99% pada panjang gelombang 520 nm.

Hasil		
Abs	0,601	0,170
Conc. (ppm)	2900	575
Keterangan	PFAD Batch Feb 2019	Produk sabun Batch Feb 2019

Kandungan tokoferol pada Lemak Kalsium sekitar 5 kali lebih rendah daripada PFAD.

HASIL UJI *IN VIVO* LEMAK KALSIUM PADA SAPI PERAH

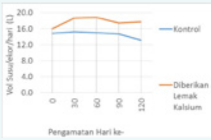
Lokasi : Lembang, Jawa Barat
Peternakan:
- UPTD Balai Pengembangan Ternak Sapi Perah dan Hijauan Pakan Ternak Cikole



Dengan pemberian sabun kalsium, laju penurunan produksi susu tidak **setajam pada sapi kontrol**

Sebagai contoh, di sekitar masa kering kandang, sapi tanpa perlakuan mengalami penurunan laju produksi susu sebesar 69%, sedangkan sapi dengan pemberian lemak kalsium hanya mengalami penurunan laju produksi sebesar 23%

Lokasi : Lembang, Jawa Barat
Peternakan:
- Peternakan milik rakyat di Cihideung



Pemberian lemak kalsium selama 30 hari dapat meningkatkan produksi susu sekitar 18%, dibandingkan dengan sapi kontrol yang hanya mengalami peningkatan sekitar 3%. Pemberian selanjutnya, seperti yang ditunjukkan pada kurva s.d 120 hari dapat menahan laju penurunan produksi susu dibandingkan kontrol

Lokasi : Malang, Jawa Timur.
Peternakan : KUD Karangploso, Malang

Secara kuantitas, produksi susu di KUD mengalami peningkatan setelah pemberian lemak kalsium. Kualitas susu juga meningkat yang ditunjukkan dengan naiknya kadar lemak dan berat jenis rata-rata susu yang selanjutnya meningkatkan harga jual seperti yang ditunjukkan oleh tabel dibawah ini.

Keterangan	Rata-rata kadar lemak (%)	Rata-rata berat jenis (g/cm3)	Rata-rata harga susu (Rp/liter)
Sebelum	4,03	1,0247	5.386
Setelah 10 hari	4,04	1,0246	5.374
Setelah 20 hari	4,10	1,0250	5.454

lemak kalsium

Publikasi dan Paten

L. Handojo, A. Indarto, D. Shofinita, M.R. Saadi, D. Yulistia, F.I. Hasyyati, Calcium soap from Palm Fatty Acid Distillate for Ruminant Feed: CaO Particle Size, MATEC Web Conf. Volume 268, 2019; DOI https://doi.org/10.1051/matecconf/201926803001

L. Handojo, A. Indarto, D. Shofinita, M.R. Saadi, D. Yulistia, F.I. Hasyyati, Calcium Soap from Palm Fatty Acid Distillate for Ruminant Feed: Analysis of Antioxidant, AIP Conference Proceedings 2085, 020031 (2019); https://doi.org/10.1063/1.5095

L. Handojo, A. Indarto, D. Shofinita, M.R. Saadi, D. Yulistia, F.I. Hasyyati, Calcium soap from Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) for Ruminant Feed: The Influence of Free Fatty Acid Source Temperature, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 543 (2019) 012017, DOI:10.1088/1757-899X/543/1/012017

L. Handojo, A. Indarto, D. Shofinita, M.R. Saadi, D. Yulistia, F.I. Hasyyati, Sabun Kalsium dari Palm Fatty Acid Distillate untuk Pakan Ruminansia: Kualitas PFAD sebagai Sumber Asam Lemak Bebas, Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia 2018, Padang, 4-5 Oktober 2018

L. Handojo, A. Indarto, D. Shofinita, M.R. Saadi, D. Yulistia, F.I. Hasyyati, Calcium soap from Palm Fatty Acid Distillate for Ruminant Feed: Analysis of Product Quality (FTIR), International Journal of Sustainable Biomass and Bioenergy; http://isbb.site/journal/index.php/ijsbb/article/view/18, ISSN 2434-8309

L. Handojo, "Proses Pembuatan Suplemen Pakan Ternak Diperkaya Lemak Kalsium", 2018, Paten S00201803641.

L. Handojo, "Komposisi Suplemen Pakan Ternak Diperkaya Lemak Kalsium", 2018, Paten S00201803642.

L. Handojo, "Alat Produksi Sabun Kalsium untuk Pakan Ternak", 2018, Paten S00201805702

22

PRODUKSI VITAMIN E DAN MAGNESIUM STEARAT DARI PFAD UNTUK BAHAN ADITIF PANGAN DAN NUTRASEUTIKAL

Dr. Dianika Lestari, S.T., M.T.

PFAD merupakan produk samping yang dihasilkan dari unit deodorisasi pada proses rafinasi minyak sawit yang bertujuan menghilangkan komponen asam lemak bebas dari minyak sawit, tetapi perlakuan termal yang terjadi di unit deodorisasi ini secara tidak langsung menyebabkan terelusinya sebagian besar vitamin E dari CPO ke PFAD. Secara umum, penelitian ini bertujuan untuk memperoleh vitamin E dari PFAD melalui proses antara penyabunan/netralisasi asam lemak secara langsung dengan basa atau oksida logam magnesium dan dilanjutkan dengan ekstraksi vitamin E dengan pelarut nonpolar food-grade. Selain memperoleh konsentrat vitamin E, proses ini juga menghasilkan produk garam magnesium asam lemak (Mg-PFAD) yang berpotensi sebagai bahan aditif pangan dan agen pencetakkan tablet obat.

Penelitian yang sudah dilakukan pada tahun pertama terdiri atas pengujian terhadap beberapa patent sebagai dasar pengembangan proses selanjutnya dan optimasi kondisi operasi hingga telah berhasil membuat sistem produksi semi pilot dan purwarupa produk. Penelitian tahap kedua bertujuan untuk: 1) Produksi garam Mg-PFAD dan konsentrat vitamin E dengan unit produksi skala semi pilot (5-10 kg per hari); 2) Peningkatan kemurnian garam Mg-PFAD melalui reaksi hidrogenasi; 3) Peningkatan kemurnian, uji aktivitas antioksidan, dan perancangan system delivery vitamin E; 4) Recovery sterol dan skualen dari konsentrat vitamin E; dan 5) Uji aplikasi garam Mg-PFAD sebagai aditif produk pangan dan farmasi. Pada percobaan uji konsistensi ini, basis bahan baku PFAD yang digunakan sebesar 3 kg/batch. Dalam sehari dapat dilakukan 3 batch proses penyabunan sehingga diperoleh garam Mg-PFAD sekitar 10,98 kg. Garam Mg-PFAD yang diperoleh memiliki kandungan FFA sekitar 3,45-5,18%. Garam Mg-PFAD yang dihasilkan dapat diaplikasikan dalam pembuatan tablet dan dapat disimpulkan bahwa produk garam Mg-PFAD yang dihasilkan telah memberikan hasil yang konsisten pada aplikasi pembuatan sediaan tablet.

Terdapat kendala yang terjadi pada penelitian ini yaitu masih terdapat komponen tersabunkan yang ikut terbawa dalam fasa ekstrak sehingga akan membentuk suatu padatan (komponen tersabunkan) ketika cairan ekstrak dievaporasi. Kendala tersebut diatasi dengan kombinasi reaksi hidrolisis dan netralisasi PFAD. Proses perolehan vitamin E dengan mengkombinasikan proses hidrolisis dan netralisasi berhasil meningkatkan perolehan konsentrat antioksidan dan kemurnian vitamin E dalam konsentrat dengan faktor pemekatan sebanyak 27 kali. Perolehan vitamin E yang dapat diisolasi sebesar 71%. Konsentrat vitamin E yang diperoleh dari ekstraksi garam Mg-PFAD hasil netralisasi PFAD terhidrolisis memiliki aktivitas antioksidan tinggi (%-inhibisi 79%) pada konsentrasi 100 ppm, hanya sedikit lebih rendah daripada suplemen konsentrat vitamin E komersial pada konsentrasi yang sama.

PRODUKSI VITAMIN E DAN MAGNESIUM STEARAT DARI PFAD UNTUK BAHAN ADITIF PANGAN DAN NUTRASEUTIKAL

LPPM ITB
BPDP Kelapa Sawit
Grant Riset Sawit K-18

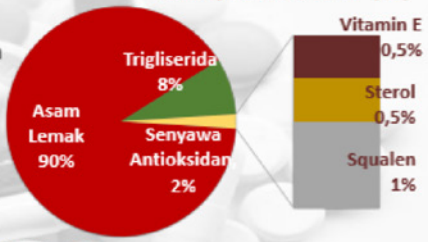
Dr. Dianika Lestari, S.T., M.T.*, Dr. Muhamad Insanu, M.Si, Apt., Dr. Ardiyan Harimawan., S.T., M.Eng., Dr. Diky Mudhakir
Reni Yuniarti, M.T., Anggita Veningtia Sari, S.T., Amilah Ridho Rahmani, S.TP., Abdu Ravi Zakaria, S.T.,
Carlos Alberto Lembono, S.T., Katherine Kurniawan, S.T., Listianingrum, M.T., Rd.Habib R.M.T. Al-Aziz, M.T., Ayu Octria Putri, M.T.,

PFAD

- Produk samping proses rafinasi minyak sawit mentah (CPO)
- Produksi 1,4 - 2,8 juta ton/tahun

Belum dimanfaatkan secara optimal.

Komposisi PFAD (%)



PRODUK-PRODUK POTENSIAL TURUNAN PFAD

Magnesium asam lemak

- Bahan aditif pangan/farmasi
- Kebutuhan nasional 300 ton/tahun
- Estimasi nilai impor Rp 22-50 Milyar/tahun

Magnesium stearat

- Pelumas pencetakan tablet obat
- Digunakan dalam formulasi tablet obat
- Estimasi nilai impor Rp 50-110 Milyar/tahun

Vitamin E & Fitonutrien

- Bahan aditif pangan/nutraseutikal
- Berfungsi sebagai antioksidan
- Estimasi nilai impor Rp 257 Milyar/tahun

PRODUKSI MAGNESIUM ASAM LEMAK DARI PFAD

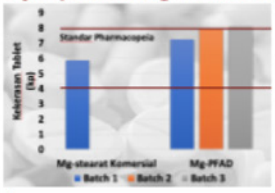
PRODUKSI KONSENTRAT VITAMIN E DARI PFAD

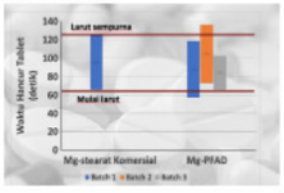
PRODUK-PRODUK PENELITIAN

MAGNESIUM ASAM LEMAK (Mg-PFAD)

Angka asam	: 5 - 10	mgKOH/ g sampel
Angka iodin	: 5 - 43	mg I$_2$/ g sampel
%FFA	: 3 - 5%	
Kadar Mg	: 4 - 7%	

Uji Aplikasi Mg-PFAD dalam Tablet

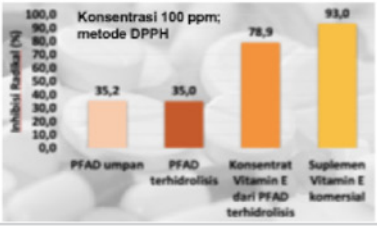




KONSENTRAT VITAMIN E

Recovery vitamin E	: 30 - 71%	
Kadar Vitamin E (ppm)	: 15000 - 25000	
Faktor pemekatan	: ±15-25 kali	
Aktivitas antioksidan	: tinggi	

Uji Aktivitas Antioksidan



HUBUNGI KAMI
Laboratorium Riset Sawit, Teknologi Pangan (N-125), Program Studi Teknik Kimia
Fakultas Teknologi Industri (FTI) - Institut Teknologi Bandung
Jalan Ganesha nomor 10, Bandung, Jawa Barat 40132
dianika@che.itb.ac.id

23

SINTESIS EMULSIFIER MONOASILGLISEROL, MONOLAURIN DAN MINYAK DIASIL-GLISEROL (DAG - OIL) BERBASIS SAWIT SEBAGAI INGRIDIEN PANGAN DAN NUTRACEUTICAL

Dr. Didah Nur Faridah, STP. MSi

Monoasilgliserol (MAG) adalah salah satu produk turunan minyak kelapa sawit yang paling luas penggunaannya sebagai emulsifier di industri pangan untuk digunakan pada pengolahan margarin, peanut butter, coffee whitener, confectionary, puding, roti, biskuit dan kue-kue kering. Produk MAG yang memiliki fungsi nutraceutical sebagai antibakteri, anti jamur dan anti virus salah satunya adalah monolaurin. Diasilgliserol (DAG) adalah ester dari gliserol ketika dua grup hidroksil diesterifikasi dengan asam lemak. USFDA menyatakan bahwa MAG dan DAG diregulasikan dengan status Gene rally Recognized as Safe (GRAS). Penelitian dirancang dengan tujuan (1) mendapatkan teknologi (jenis bahan baku dan parameter proses) sintesis MDAG/MAG dan MAG monolaurin yang terverifikasi untuk ingridien pangan dan nutraceutical pada skala laboratorium dan (2) identifikasi parameter proses penggandaan skala produksi MDAG dan MAG. Penelitian ini dirancang sebagai 2 tahapan untuk dilaksanakan selama 2 tahun, meliputi (1) tahap verifikasi proses sintesis MDAG dengan sebagai emulsifier dan MAG (monolaurin) untuk pangan fungsional dan nutraceutical skala laboratorium dan (2) tahap proses sintesis produk MDAG dan MAG skala pilot plant. Hasil penelitian pada tahun I (2016) menunjukkan bahwa proses sintesis MDAG skala laboratorium dengan bahan baku refined bleached deodorized palm stearin

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa bahan baku RBDPStearin, RBDPOlein, campuran RBDPOlein: RBDPStearin dan RBDPKO memiliki karakteristik kadar air masing masing sebesar 0.02%, 0.05% 0.03% dan 0.06%, kadar asam lemak bebas sebesar 0.07%, 0.06%, 0.10% dan 0.04%, hasil analisis bilangan iod sebesar 34.45 g/100g, 59.15 g/100g, 56.93 g/100g dan 17.70 g/100g, serta bilangan peroksida sebesar 1.22 meq O2/Kg, 1.48 meq O2/Kg, 1.49 meq O2/Kg dan 0.49 meq O2/Kg. TAG dominan pada bahan baku RBDPStearin, RBDPOlein, campuran RBDPOlein:RBDPStearin dan RBDPKO masing-masing adalah POP (36.94%), POO (30.70%), POO (26.22%) dan LaLaLa (28.60%). Analisis fraksi asilgliserol bahan baku RBDPStearin memiliki fraksi DAG sebesar 4.60 ± 0.23% dan fraksi TAG sebesar 95.40 ± 0.23%, bahan baku RBDPOlein memiliki fraksi DAG sebesar 7.57 ± 0.56%, fraksi TAG 92.43 ± 0.56%, campuran RBDPOlein : RBDPStearin memiliki nilai fraksi DAG sebesar 7.14 ± 0.24% dan fraksi TAG sebesar 92.88 ± 0.26%, bahan baku RBDPKO memiliki fraksi asilgliserol TAG sebesar 100.00 ± 0.00%. Sintesis MDAG RBDPStearin dan campuran RBDPOlein:RBDPStearin (85:15) skala laboratorium dapat dilakukan dengan rasio mol substrat 1:2.3 pada suhu 180°C selama 90 menit memiliki fraksi MAG sebesar 46.68%, DAG 32.57% dan TAG 6.78% untuk MDAG RBDPStearin dan fraksi MAG sebesar 41.49%, DAG 32.46% dan TAG sebesar 13.19% untuk MDAG Campuran RBDPStearin:RBDPOlein. Hasil sintesis MDAG RBDPOlein skala laboratorium dengan rasio mol substrat (RBDPOlein:gliserol) 1:1.5 pada suhu 180°C selama 60 menit memiliki fraksi MAG sebesar 42.77%, DAG 43.752% dan TAG sebesar 5.50%. Uji coba skala laboratorium sintesis MAG (monolaurin) dengan metode kimia dari bahan baku RBDPKO dapat dilakukan dengan rasio mol substrat 1:1.5 dan kondisi suhu reaksi 160 °C selama 210 menit memberikan hasil jumlah fraksi MAG sebesar 36.85%, DAG 17.73% dan TAG 23.84%.

SINTESIS MONO-DIASILGLISEROL (MDAG) SKALA PILOT PLANT BERBASIS SAWIT SEBAGAI INGREDIEN PANGAN DAN NUTRACEUTICAL

Didah N Faridah, Nuri Andarwulan, Purwiyatno Hariyadi, Sapto Tranggono, Ria N Triana, Andri J Laksana, Nurhadi Rahmat S, Daniel Pardouman, Lusita Cahya A, Arofah Nur A, M Irfan Fathoni

PENDAHULUAN

Monoasilgliserol (MAG) dan Diasilgliserol (DAG) adalah salah satu produk turunan minyak kelapa sawit yang paling luas penggunaannya sebagai emulsifier di industri pangan untuk digunakan pada pengolahan margarin, *peanut butter, coffee whitener, confectionary*, puding, roti, biskuit dan kue-kue kering. USFDA menyatakan bahwa MAG dan DAG diregulasikan dengan status *Generally Recognized as Safe* (GRAS).

TUJUAN PENELITIAN

- Sintesis emulsifier MDAG sawit skala pilot plan sebagai ingredien pangan berbahan baku RBDPStearin, RBDPOlein, campuran RBDPOlein dan RBDPStearin dan PKO
- Karaktersisasi sifat fisiko kimia fungsional produk MDAG sawit
- Aplikasi MDAG sawit pada produk bakery

METODE PENELITIAN

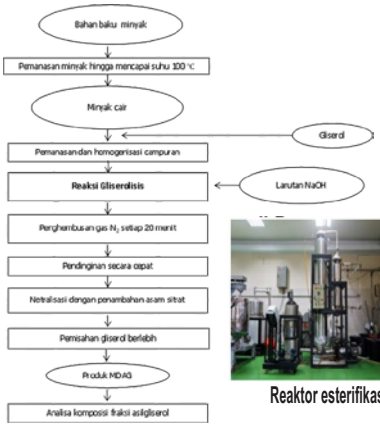
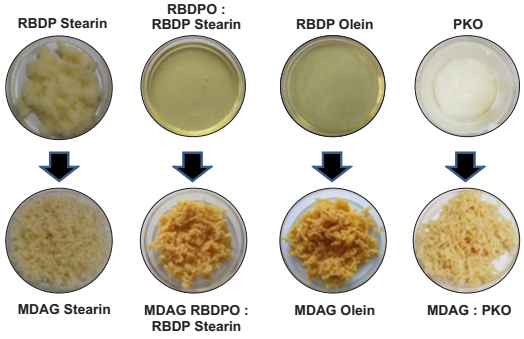


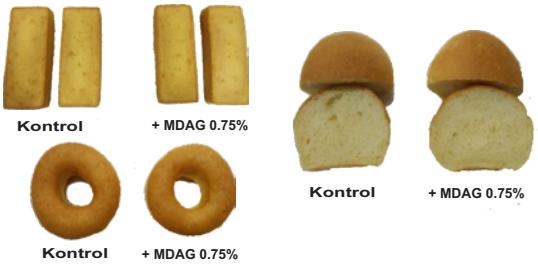
Diagram alir proses sintesis MDAG skala pilot plant

Reaktor esterifikasi

HASIL PENELITIAN



Emulsifier MDAG sawit skala pilot plan



Uji coba MDAG skala pilot plant untuk pound cake, roti manis, dan donat

KESIMPULAN

- Emulsifer MDAG dapat disintesis dari bahan baku yang berasal dari sawit yaitu RBDPStearin, RBDPOlein, Campuran RBDPStearin dengan RBDPOlein dan PKO
- Sintesis MDAG dari 4 jenis bahan baku memenuhi syarat regulasi Uni Eropa yang mensyaratkan kandungan MDAG minimal 70%, gliserol bebas maksimum 7%, bilangan asam maksimum 6 dan kadar air maksimum 2%
- Emulsifier MDAG sawit sudah diaplikasi pada produk donat, pound cake dan roti manis

SEAFAST CENTER, LPPM-IPB
Jl. Ulin No. 1
Gedung SEAFAST Center, Kampus IPB Darmaga
Bogor, Jawa Barat 16680, Indonesia
Telp: +62 251 8629903
Email : seafast@apps.ipb.ac.id

Bidang Lingkungan

24

MODEL ANALISIS WATER FOOTPRINT TANDAN BUAH SEGAR SAWIT UNTUK OPTIMASI PRODUKSI DAN EARLY WARNING SYSTEM KEKERINGAN PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

Lisma Safitri, S.TP, M.Si.

Perkebunan kelapa sawit merupakan salah satu sektor andalan Indonesia yang berperan penting dalam pasar minyak nabati dunia. Seiring dengan peningkatan luas lahan perkebunan sawit di Indonesia, berkembang pula beragam isu dan opini tentang tingginya kerusakan lingkungan akibat perkebunan sawit salah satunya yang berkaitan dengan masalah air. Tanaman sawit dianggap sebagai tanaman dengan penggunaan air yang tinggi yang mengancam keberlangsungan sumber daya air Indonesia. Penggunaan air oleh tanaman kelapa sawit salah satunya dapat dinyatakan dalam satuan unit water footprint. Water foot print didefinisikan sebagai volume air yang digunakan untuk mendapatkan satu tonnase TBS (tandan buah segar) kelapa sawit dalam satuan m3/yields. Water Footprint TBS sawit terdiri dari water footprintgreen (sumber air dari air hujan), blue (sumber air dari cadangan air permukaan dan air tanah) dan grey (air yang digunakan untuk melarutkan pupuk, pestisida dan dan senyawa kimia lainnya).

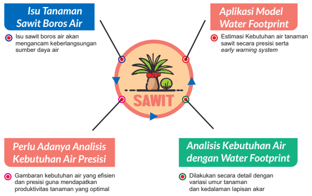
Penelitian ini bertujuan untuk 1) pengkayaan database model analisis water footprint kelapa sawit yang telah disusun pada tahap I dengan menambahkan variasi jenis tanah (mineral dan organik/gambut) dan umur tanaman, 2) Modifikasi model analisis water footprint kelapa sawit berbasis perubahan water content di zona perakaran sebagai fungsi suplai air hujan dan water level saluran, 3) Merancang early warning system kekeringan tanaman sawit berbasis sistem kontrol water level di saluran/ sumber air dihubungkan dengan soil moisture di zona perakaran. Untuk mencapai tujuan tersebut, dilakukan pengembangan model Water footprint calc untuk memudahkan analisis water footprint tanaman sawit dengan berbagai variasi umur tanaman dan jenis tanah dengan pengukuran berbagai parameter lingkungan yang terkait di lapangan secara langsung, menganalisis nilai penggunaan air tanaman dan water footprint sawit presisi berdasarkan analisa pada model water footprint calc serta berdasarkan pengukuran langsung di lapangan dengan berbagai instrument serta melakukan pilot project early warning system kekeringan di perkebunan sawit dengan otomasi irigasi berbasis model water footprint calc.

Berdasarkan pengukuran sap velocity dengan sapflow meter, diperoleh hasil daily water usage (L/day) untuk tanaman sawit jenis tanah ultisol tahun tanam 2007 di Pundu, Kalimantan Tengah dengan variasi 13.3% dan 25% xylem dengan penampang melintang 55,85 cm2 dan jumlah pelepah 43. Nilai water usage total tanaman sawit tersebut berkisar antara 5.59 – 83.85 l/hari untuk 13.3% xylem dan 10.32 – 157.38 l/hari untuk 25% xylem. Nilai rata- ratanya adalah 68 l/hari untuk 13.3% xylem dan 128 / hari untuk 25% xylem. Dengan rata-rata produksi sebesar sebesar 15 kg/bulan/pokok maka diperoleh nilai water productivity sebesar 0.14 m3/kg TBS untuk 13.3% xylem dan 0.26 m3/kg TBS untuk 25 % xylem.

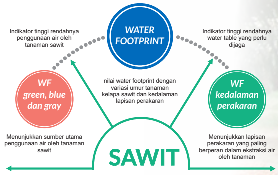
Untuk tanaman sawit jenis tanah gambut saprik tahun tanam 2002 di Siak, Riau dengan variasi 13.3% dan 25% xylem dengan penampang melintang 35.47 cm2 dan jumlah pelepah 48. Nilai water usage total tanaman sawit tersebut berkisar antara 4.32 – 54.72 l/hari untuk 13.3% xylem dan 8.16 – 103.20 l/hari untuk 25% xylem. Nilai rata- ratanya adalah 45 l/hari untuk 13.3% xylem dan 85 l/hari untuk 25% xylem. Dengan rata-rata produksi sebesar sebesar 15 kg/bulan/pokok maka diperoleh nilai water productivity sebesar 0.072 m3/kg TBS untuk 13.3% xylem dan 0.135 m3/kg TBS untuk 25 % xylem.

MODEL ANALISIS WATER FOOTPRINT TBS SAWIT UNTUK EARLY WARNING SYSTEM KEKERINGAN DAN OPTIMASI PRODUKSI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT

Lisma Safitri[1], Hermantoro[1], Sentot Purboseno[1], Satyanto Krido Saptomo[2], Andiko Putro Suryotomo[3]
[1]Institut Pertanian STIPER Yogyakarta, [2]Institut Pertanian Bogor, [3]UPN Veteran Yogyakarta
Contact : lismasafitri86@gmail.com, lisma@instiperjogja.ac.id, Phone : +62 852 2781 2729



RESEARCH CONTRIBUTION



MATERIALS & METHOD

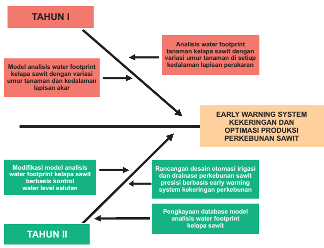


Diagram Fishbone Tahapan Riset

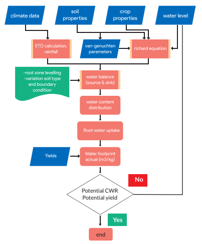


Diagram Alir Model Water Footprint

Tahapan Penelitian

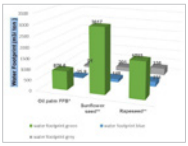
- *Pengumpulan data sekunder (data produksi, data sebaran umur tanaman)*
- *Pengumpulan data primer (pengukuran data iklim, soil moisture, water level)*
- *Analisis penggunaan air tanaman dengan sapflow*
- *Analisis water footprint sawit dan CPO*
- *Modifikasi model oil palm water footprint calc berdasarkan perubahan soil moisture di zona perakaran sebagai fungsi suplai air hujan dan saluran/sungai*
- *Pilot project otomasi irigasi di perkebunan sawit berbasis model oil palm water footprint calc*

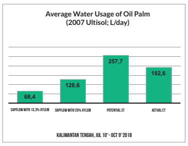
RESULTS

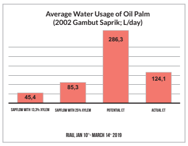
Variasi Water Footprint TBS Sawit dengan Variasi Jenis Tanah & Umur Tanaman dengan Model Oil Palm Water Footprint Calc

Jenis tanah	Umur	Produksi	Water Footprint total	Water Footprint Green	Water Footprint Blue	Root Water Uptake (mm/hari) di zona perakaran				Kontribusi water usage di zona perakaran (%)		
	(tahun)	(kg/pokok/bulan)	(m3/kg TBS)			total	atas	tengah	bawah	Atas	tengah	bawah
Inseptisol	8	10.73	1.14	1.14	0.00	3.07	1.53	0.92	0.61	50.06	30.18	19.76
Spodosol	8	14.69	0.62	0.62	0.00	3.51	2.44	0.93	0.14	69.53	26.54	3.93
Spodosol	7	13.06	0.56	0.56	0.00	3.35	1.24	1.22	0.89	37.15	36.40	26.45
Inseptisol	13	12.83	1.09	0.89	0.20	3.73	1.21	2.40	0.11	32.44	64.47	3.08
Spodosol	13	15.82	0.62	0.62	0.00	3.51	2.95	0.28	0.28	84.18	7.94	7.87
Palaeduts	21	19.27	0.38	0.38	0.00	3.47	2.75	0.15	0.55	79.44	4.22	15.92
Quartzpsamments	21	19.85	0.31	0.31	0.00	2.49	0.55	1.94	0.00	22.14	78.05	0.00
Plinthuduts	21	19.58	0.41	0.41	0.00	3.47	2.75	0.15	0.55	79.44	4.22	15.92
Typic endoequeps	15	29.43	0.15	0.16	0.01	2.25	1.52	0.59	0.14	67.44	26.39	6.36
Ultisol	12	14.19	0.42	0.31	0.11	2.71	1.83	0.17	0.70	67.56	6.28	25.77
Gambut sapric	21	17.08	0.27	0.27	0.00	1.98	1.32	0.43	0.24	66.38	21.52	12.10
Gambut sapric	17	19.55	0.24	0.24	0.00	1.64	1.09	0.35	0.20	66.38	21.52	12.10

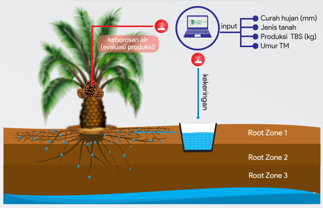
Perbandingan Water Footprint TBS & CPO Sawit

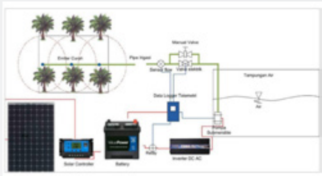






Ilustrasi Early Warning System Kekeringan dan Keborosan Penggunaan Air Tanaman Sawit





ACKNOWLEDGMENT

Penelitian ini merupakan program yang didanai penuh oleh Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS) melalui Program Grant Riset K-18. Penelitian ini didukung pula oleh PT Bumitama Gunajaya Agro dan PT Astra Agro Lestari sebagai mitra riset Instiper Yogyakarta yang telah menyediakan lokasi dan tenaga pendukung dalam pelaksanaan penelitian ini.

Bumitama Agri Ltd.
OIL PALM WATER FOOTPRINT CALC

JENIS	NO	JUDUL PUBLIKASI
Jurnal Internasional Berindeks Scopus	1	(2019).Water Footprint and Crop Water Usage of Oil Palm (Eleasis guineensis) in Central Kalimantan: Environmental Sustainability Indicators for Different Crop Age and Soil Conditions. *Water*, *11*(1), 35.(Scopus Q2)
	2	Comparing oil palm water footprint for different soil type in Central Kalimantan, Indonesia. Submitted to International Journal of Agricultural Resources, Governance and Ecology / Scopus Q4.
Prosiding Bereputasi	3	(2018, March). Study of oil palm root architecture with variation of crop stage and soil type vulnerable to drought. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 141, No. 1, p. 012031). IOP Publishing.
	4	(2019, May). Oil Palm Water Balance; a tools for Analysing Oil Palm Water Footprint and Root Water Uptake Distribution in Root Zone. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 260, No. 1, p. 012040). IOP Publishing.
Jurnal Internasional	5	(2018). Development of oil palm water balance tool for predicting water content distribution in root zone. *International Journal of Engineering Technology and Sciences*, *5*(2), 38-49.
	6	(2018). Water Footprint Analysis of Oil Palm. *International Journal of Oil Palm*, *1*(3), 95-102.
Paten	7	Status PA (Diumumkan). P00201803 46. Paten tentang Early Warning System Kekeringan dan Keborosan Air Perkebunan Kelapa Sawit Dengan Pendekatan Konsep Water Footprint
Presenter pada Konferensi Internasional	8	International Conference On Agriculture, Environment, And Food Security (AEFS 2018, Medan 24th Oct 2018) : Oil Palm Water Balance; A Tools For Analysing Oil Palm Water Footprint And Root Water Uptake Distribution In Root Zone
	9	5th International Young Recherchers Workshop on River Basin Environment and Management. 28-29th October 2017 in Pahang, Malaysia. Development Of Oil Palm Water Balance Tool For Predicting Water Content Distribution In Root Zone.
	10	Paper presentation 2nd International Conference on Biomass. July 24-25th , 2017 in Bogor. Study of Oil Palm Root Architecture with Variation of Crop Stage and Soil Type Vulnerable to Drought.
Poster pada Konferensi Internasional	11	Poster on ICOPE 2018. 25th – 27th Avril 2018 in Bali. "Oil Palm Water Balance; A Tools for Analysing Oil Palm Water Footprint and Root Water Uptake Distribution in Root Zone".
	12	Poster on WPLACE 2017. 19th – 20th October 2017 in Jakarta. "Water Footprint Analysis of Oil Palm Case Study from Pundu Region of Central Borneo".
Presenter pada Seminar Nasional	13	Presenter Seminar nasional PERTETA 2018. 29-30 Agustus 2018 di Yogyakarta. "Analisis Penggunaan Air Sawit Presisi Dengan Sapflow Meter"
Buku	14	Book chapter "Progress in Water Footprint Assesstment". ISBN 978-3-03921-038-1 (Pbk); ISBN 978-3-03921-039-8 (PDF). https://doi.org/10.3390/books978-3-03921-039-8
Skripsi Mahasiswa	15	Joshua Naibaho. Analisis Model Densitas Perakaran Sawit dengan ANN. Yudisium 19 Maret 2019.
	16	Putra Bintang Atthariq. Analisis Water Usage Aktual Tanaman Kelapa Sawit dengan Variasi Jenis Tanah
	17	Rahman Ajitomo. Perbandingan Evapotranspirasi Tanaman Sawit dengan Sapflow meter dan Metode Penman Montheit .
	18	Rahmad Romadhon. Hubungan Evapotranspirasi Tanaman Sawit dengan Water Level Air di Lahan Gambut, Siak, Riau.

25

SEJARAH ASAL-USUL STATUS, RIWAYAT PENGGUNAAN LAHAN DAN KEANEKARAGAMAN HAYATI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT DI PROVINSI KALIMANTAN BARAT DAN SULAWESI BARAT

Prof. Dr. Ir. Yanto Santosa, DEA

Sejak tahun 2008 Indonesia telah menjadi produsen kelapa sawit terbesar di dunia dengan kontribusi sebanyak 48% dari total volume produksi minyak sawit di dunia. Dengan luasan tidak kurang dari 12 juta hektar (dimana 56 % diantaranya milik swasta dan BUMN, sedangkan sisanya merupakan kebun sawit rakyat), perkebunan sawit selain telah mampu menyerap tenaga kerja sekitar 10 juta, juga telah memberikan kontribusi nyata bagi devisa negara sebesar $ 16,5 milyar atau sekitar 216 triliun per tahun. Akan tetapi keberhasilan tersebut telah menuai banyak tudingan negatif atau gugatan dalam aspek lingkungan (sebagai penyebab deforestasi, penurunan keanekaragaman hayati, kebakaran, sumber emisi, dan lainnya) dari pihak-pihak tertentu, sehingga menjadi polemik di ruang publik. Data dan informasi yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan dapat dijadikan data dasar bagi penyusunan database tentang sejarah asal usul status lahan, riwayat penggunaan lahan, perkembangan perubahan tutupan lahan, serta keanekaragaman jenis hayati di PSB dan KR. Khususnya bagi perusahaan PSB, data-data terutama yang menyangkut keanekaragaman hayati dapat memperkaya data-data yang diperlukan bagi proses sertifikasi oleh ISPO/RSPO.

Pengambilan data keanekaragaman hayati dilakukan pada 4 PSB dan 8 KR di wilayah Provinsi Kalimantan Barat dan 4 PSB dan 8 KR di Provinsi Sulawesi Barat, yang secara administratif termasuk ke dalam 4 kabupaten yaitu Ketapang, Kubu Raya, Mamuju Tengah dan Mamuju Utara. Pengamatan dilakukan pada 6-7 tipe tutupan lahan di setiap PSB yaitu ST (Sawit Tua), SM (Sawit Muda), NKT (Nilai Konservasi Tinggi), HS (Hutan Sekunder), SB (Semak belukar) di sekitar PSB, dan 2 KR. Persiapan dan pengambilan data primer maupun sekunder dilakukan selama 5 bulan (khususnya untuk pengambilan data keanekaragaman satwa dan tumbuhan serta karakteristik masyarakat sekitar kebun sawit dan persepsi masyarakat terhadap kebun sawit, yang berlangsung selama 30 hari pada bulan april 2018 di Provinsi Sulawesi Barat dan Agustus 2018 di Provinsi Kalimantan Barat).

Data variasi keanekaragaman jenis satwa (mamalia, burung, kupu-kupu, herpetofauna) dan kepadatan cacing dikumpulkan melalui pengamataan langsung pada 52 jalur dengan 3 kali ulangan dan bantuan 15 kamera trap untuk pengamatan mamalia selama 3x24 jam. Selain itu, dilakukan pula penelusuran pustaka yang dilakukan untuk mendapatkan informasi awal serta untuk melengkapi informasi yang didapatkan dari lapangan. Total jenis yang ditemukan pada lokasi penelitian sebanyak 18 jenis. Total jenis burung yang dijumpai di seluruh lokasi penelitian berjumlah 138 jenis burung (Kalbar= 65 jenis; Sulbar= 97 jenis). Jumlah yang terpantau disetiap PSB antara 20-30 jenis. Keanekaragaman jenis herpetofauna di 8 PSB terhitung sebanyak 32 jenis, yang terdiri dari 20 amfibi dan 12 reptil. Total jenis kupu-kupu yang dijumpai di seluruh lokasi penelitian berjumlah 62 jenis kupu-kupu (Kalbar= 76 jenis; Sulbar= 62 jenis). Total jenis cacing yang ditemui pada lokasi penelitian sebanyak 1 jenis yaitu Pontoscolex sp. Karakteristik masyarakat sekitar PSB di Provinsi Kalimantan Barat, sebagian besar adalah masyarakat asli (77.24%) yaitu Suku Dayak (61.51%) dan Melayu (14.34%) sedangkan lainnya adalah pendatang baik transmigran dari Pulau Jawa (9.43%) dan transmigran swakarsa mandiri (TSM) (22.26%) yang berasal dari Pulau Jawa (0.38%), Madura (11.32%), dan Sulawesi (2.64%).

SEJARAH ASAL USUL STATUS, RIWAYAT PENGGUNAAN LAHAN DAN KEANEKARAGAMAN HAYATI PERKEBUNAN KELAPA SAWIT DI PROVINSI KALIMANTAN BARAT DAN SULAWESI BARAT

LATAR BELAKANG

Penelitian sebelumnya telah dilakukan di:

- Provinsi Sumatera Utara : 2 Perkebunan Sawit Besar (PSB)
- Provinsi Riau : 10 PSB dan 16 Kebun Rakyat (KR)
- Provinsi Sumatera Selatan : 1 PSB
- Provinsi Kalimantan Tengah : 4 PSB dan 7 KR
- Provinsi Kalimantan Barat : 2 PSB

HASIL PENELITIAN TERSEBUT MENUNJUKAN BAHWA :

- Sejarah asal usul lahan dan keanekaragaman hayati bervariasi antar lokasi kajian.
- Perlu dilakukan di seluruh areal HGU sawit sehingga data yang terkumpul dapat dijadikan data base yang valid dan shahih terkait sejarah asal usul lahan dan keanekaragaman hayati kebun kelapa sawit di Indonesia

TUJUAN PENELITIAN

- Memperoleh data dan informasi ilmiah yang akurat dan valid tentang sejarah asal usul status dan riwayat penggunaan lahan kebun sawit, baik perkebunan sawit besar (PSB) maupun kebun sawit rakyat (KR);
- Mendapatkan gambaran mengenai perkembangan perubahan tutupan lahan kebun sawit baik PSB maupun KR;
- Mengidentifikasi variasi keanekaragaman jenis tumbuhan dan satwa (mamalia, burung, herpetofauna, kupu-kupu dan cacing) pada berbagai jenis tutupan lahan di perkebunan kelapa sawit;
- Menentukan karakteristik dan persepsi masyarakat sekitar kebun sawit terhadap keberadaan PSB dan KR.

MANFAAT PENELITIAN

- Sebagai data dasar bagi penyusunan database tentang sejarah asal usul status lahan, riwayat penggunaan lahan, perkembangan perubahan tutupan lahan, serta keanekaragaman jenis hayati di PSB (*data keanekaragaman hayati dapat memperkaya data yang diperlukan bagi proses sertifikasi oleh ISPO/RSPO*) dan KR.
- Sebagai referensi klarifikasi/penjelasan atas tuduhan-tuduhan negatif dan upaya-upaya yang sebaiknya dilakukan terkait deforestasi dan penurunan keanekaragaman hayati.
- Sebagai salah satu pertimbangan atau dasar bagi penyempurnaan best practice pengelolaan kebun sawit sehingga lebih dirasakan manfaatnya oleh masyarakat setempat/sekitarnya.

LUARAN YANG TELAH DICAPAI

No	Target	Capaian	Keterangan
1	Tersedianya data/informasi terkait asal usul status lahan kebun sawit serta dampaknya terhadap keanekaragaman hayati	Telah tersusun buku laporan dan buku lampiran dengan judul "Sejarah Perkembangan Status, Penggunaan Lahan, dan Keanekaragaman Hayati Kebun Kelapa Sawit di Kalimantan Barat dan Sulawesi Barat"	
2	Tersusunnya 2 buku (soft dan hard)	Tersusunnya 2 buku dan 1 disertasi	Masih dalam tahap review (draft)
3	Terpublikasikannya lima tulisan ilmiah (2 jurnal ilmiah internasional bereputasi scopus dan 3 jurnal ilmiah nasional terakreditasi)	Tersusunnya 6 paper yang telah/di presentasikan secara oral dalam international conference dan akan di terbitkan dalam prosiding terindeks scopus	4 paper masih dalam tahap review untuk di terbitkan dalam prosiding terindeks scopus

HASIL PENELITIAN

1. Sejarah Asal Usul, Riwayat Penggunaan dan Perkembangan Tutupan Lahan

Perkebunan Sawit Besar

Berikut status lahan pada saat izin usaha perkebunan kelapa sawit dan sertifikat HGU diterbitkan:

5 PSB: BUKAN kawasan hutan (**APL**).

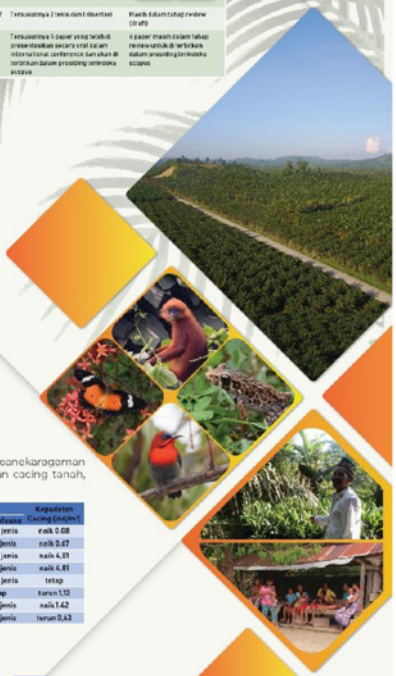
3 PSB: **97,66-99,96%** BUKAN kawasan hutan (**APL**) dan sisanya (**0,03-2,34%**) masih berstatus kawasan hutan yaitu **HPT, HL** atau **HPK**.

Tutupan lahan 1 tahun sebelum digolakan kebun sawit didominasi oleh belukar tua (5 PSB), hutan sekunder (2 PSB), dan semak belukar (1 PSB)

Kebun Sawit Rakyat

Status seluruh lahan pada KR yang diamati BUKAN kawasan hutan (**hak milik adat**) saat areal tersebut dijadikan kebun kelapa sawit.

Tutupan lahan 1 tahun sebelum dijadikan kebun sawit didominasi semak belukar (seluruh KR)



2. Dampak terhadap Keanekaragaman Hayati

Perubahan tutupan lahan menjadi kebun sawit telah meningkatkan keanekaragaman jenis burung, kupu-kupu, herpetofauna dan meningkatkan kepadatan cacing tanah, namun menurunkan keanekaragaman jenis mamalia.

PSB	Tutupan lahan asal sebelum dijadikan kebun sawit	Jumlah Jenis				Kepadatan Cacing (ind/m²)
		Tumbuhan	Mamalia	Burung	Kupu-kupu	Herpetofauna	
PT. KGP	Semak belukar/Ladang	naik 68 jenis	naik 1 jenis	naik 15 jenis	naik 20 jenis	naik 13 jenis	naik 0.08
PT. GNS	Semak belukar/Ladang	naik 51 jenis	naik 3 jenis	naik 11 jenis	naik 25 jenis	naik 4 jenis	naik 0.47
PT. GMC	Semak belukar/Ladang	turun 33 jenis	naik 6 jenis	naik 17 jenis	naik 10 jenis	naik 17 jenis	naik 4, 01
PT. BPK	Ladang dan Hutan Sekunder	turun 14 jenis	naik 5 jenis	naik 21 jenis	naik 18 jenis	naik 8 jenis	naik 4, 81
PT. WKSM	Ladang dan Hutan Sekunder	turun 33 jenis	turun 1 jenis	naik 1 jenis	turun 12 jenis	turun 1 jenis	tetap
PT. SRL II	Ladang	naik 14 jenis	naik 1 jenis	naik 4 jenis	tetap	tetap	turun 1,13
PT. LWTL	Hutan Sekunder	tetap	tetap	naik 14 jenis	naik 10 jenis	naik 9 jenis	naik 1,42
PT. PSKY	Ladang dan Hutan Sekunder	tetap	tetap	naik 24 jenis	naik 18 jenis	naik 9 jenis	turun 0,63

3. Karakteristik dan Persepsi Masyarakat Sekitar PSB

Karakteristik Masyarakat

Mayoritas responden memiliki karakteristik sebagai berikut:

Persepsi Masyarakat

Persepsi masyarakat terhadap PSB ditinjau dari aspek ekonomi dan sosial menunjukkan respon positif, sedangkan respon positif terhadap dampak lingkungan oleh masyarakat sekitar PSB dan KR lebih rendah. Namun demikian kehadiran PSB dirasakan menguntungkan oleh masyarakat asli dan pendatang.

Contact Person Peneliti :

Prof. Dr. Ir. Yanto Santosa, DEA

08180816166

yantohaurjaya@yahoo.co.id

26

INOVASI PENGELOLAAN PERKEBUNAN SAWIT RENDAH EMISI CO_2 DI LAHAN GAMBUT DENGAN PENGATURAN TINGGI MUKA AIR TANAH, INVESTIGASI DAMPAK DAN PENGENDALIANNYA PADA KONDISI BIOFISIK DAN SOSIAL MASYARAKAT

Prof. Dr Ir Dwi Astiani, M.Sc

Kondisi hidrologi merupakan faktor yang paling dominan mempengaruhi laju emisi CO_2 dari lahan gambut. Menurunkan tinggi level air gambut berakibat pada meningkatnya laju emisi tersebut dan diperlukan pengaturan tinggi muka air (TMA) untuk mengurangi dampak lingkungan berupa emisi karbon yang besar dari pembangunan perkebunan di lahan gambut. Namun di sisi lain pembangunan perkebunan tanaman sawit memerlukan penurunan tinggi muka air untuk memberi ruang tumbuh pada perakarannya.

Tujuan riset adalah menemukan level TMA tanah di lansekap gambut yang memitigasi emisi karbon, namun tetap mempertahankan pertumbuhan tanaman yang optimal, mengukur dampak pengaturan TMA di lansekap tersebut terhadap kondisi biofisik seperti sifat fisik tanah dan pengharaan, serangan hama rayap dan jenis hama lain, serangan penyakit, aktivitas mikrob rizosfer (fungi mikoriza dan bakteri), dan sosial masyarakat yang terdampak di sekitar perkebunan, dan menemukan konsep pengendalian dampaknya. Penelitian dengan pengaturan tinggi muka air sudah dilakukan dengan membangun bendungan penahan arus (*flow dams*) di petak tanaman sawit di lahan gambut desa Purun Kabupaten Mempawah Kalbar dan Desa Kp Baru Kabupaten Kubu Raya dilaksanakan selama 3 tahun. Pengamatan dan pengukuran emisi karbon (dengan Li-Cor 8100) dan pertumbuhan tanaman sawit sudah dilakukan di 2 lokasi penelitian yaitu Lokasi 1 kebun sawit sekala besar, dan Lokasi 2 kebun sawit rakyat sekala kecil. Pengukuran pertumbuhan sawit dan emisi CO_2 selama 18 bulan pada kebun sawit skala besar menunjukkan pengaruh pada beberapa variabel pertumbuhan yang diukur diberbagai TMA.

Hasil penelitian ini akan memberikan standar pengaturan tinggi muka air untuk pembangunan perkebunan kelapa sawit di lahan gambut secara luas di Indonesia. Hasil penelitian tahun 2 menunjukkan bahwa menaikkan level muka air gambut berpengaruh menurunkan emisi CO_2 dari lahan gambut di kedua lokasi percobaan, pertumbuhan tanaman sawit di kebunsekala besar, namun untuk perkebunan skala kecil masih harus menunggu hasil pengukuran bulan ke 12-18 di tahun ke 3. Di lahan sawit sekala besar, dibanding TMA 60cm tinggi muka air 20, 30, 40, dan 50 cm emisinya dapat diturunkan dengan kisaran 59,6 – 25,1 ton CO_2 ha^{-1} th^{-1}. Dengan pengaturan tinggi muka air yang tepat pembangunan perkebunan sawit dilahan gambut dapat dinilai berkelanjutan ditinjau dari sisi lingkungannya, namun tetap mempertahankan produksi yang optimum. Pembangunan perkebunan sawit yang berwawasan lingkungan akan meningkatkan komitmen usaha dibidang sawit pada lingkungan, menghasilkan produk hijau (green products), sehingga diperoleh pasar yang lebih luas untuk produk sawitnya, dan yang terpenting dapat menekan emisi karbon dari lahan gambut tropis.

PENGATURAN TINGGI MUKA AIR TANAH UNTUK MITIGASI EMISI CO_2 DAN MENGOPTIMALKAN PERTUMBUHAN TANAMAN SAWIT DI LAHAN GAMBUT

DWI ASTIANI*, BURHANUDDIN, HANNA ARTUTI EKAMAWANTI, WIWIK EKYASTUTI, EMI ROSLINDA

LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN KEPADA MASYARAKAT UNIVERSITAS TANJUNGPURA

*Email: astiani.dwi@gmail.com

PENDAHULUAN

- Lahan gambut tropis menjadi trend isu global,
  - ✓Bahan organik tersimpan sangat besar
  - ✓Merupakan ekosistem lahan basah
  - ✓Isu global tentang *Land use and land cover change* ⇨ berkontribusi pada emisi karbon dari ekosistem lahan gambut
- Pengelolaan tanaman sawit di lahan gambut dilakukan dengan membangun kanal-kanal untuk memberikan ruang tumbuh kepada perakaran tanaman sawit dan mempercepat subsiden pada tanah gambut.

Pengelolaan lahan sawit seperti ini, berdampak besar pada peningkatan emisi karbon dari lahan gambut

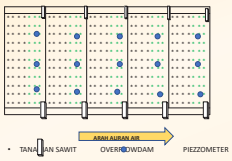
Penataan tinggi muka air sangat diperlukan agar pembangunan perkebunan sawit di lahan gambut tidak berpengaruh buruk pada emisi karbon. Oleh karena itu, penelitian lebih mendalam tentang bagaimana pengaruh pengaturan tinggi muka air pada pertumbuhan tanaman sawit dan juga emisi karbonnya di lansekap gambut penting dilakukan.

TUJUAN RISET

Tujuan riset adalah untuk menemukan suatu level tinggi muka air tanah gambut yang memitigasi emisi CO_2 dari lahan gambut, namun tetap mempertahankan pertumbuhan tanaman secara optimal

Hasil riset ini akan membantu pengusahaan sawit untuk meningkatkan kualitas usaha yang menghasilkan *'green products'* dengan memperhatikan pembangunan yang berwawasan lingkungan

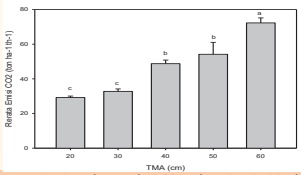
METODE



Layout dam dan piezometer di lokasi penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Emisi CO_2 dari Lahan Gambut

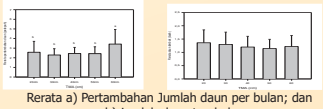


Pengaturan tinggi muka air dari 60cm ke 50, 40, 30, dan 20cm secara konsisten dan signifikan menurunkan emisi CO_2 di lahan gambut yang ditanami sawit.

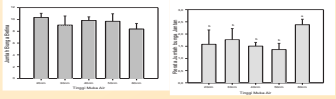
TMA (cm)	Rerata	SE	Penurunan dibanding BAU (%)
20	29,197	0,879	59,6
30	32,773	1,409	54,7
40	48,771	2,061	32,5
50	54,179	6,88	25,1
60	72,288	2,901	

- ✓ Dibanding TMA 60cm tinggi muka air 20, 30, 40, dan 50 cm emisinya dapat diturunkan dengan kisaran 59,6 – 25,1 ton CO_2 ha^{-1} th^{-1}.
- ✓ Bila tidak dilakukan pengaturan, tinggi muka air, kawasan gambut ini kehilangan lapisan gambut yang cukup signifikan. Astiani (2015) menyatakan bahwa gambut Hemist memiliki bahan gambut sekitar 100-150 ton ha^{-1} di 20 cm kedalaman gambut atau setara dengan 367–550 ton CO_2 *dan* dapat diperkirakan kehilangan gambut dari emisi setebal ~2,6 – 4 cm setiap tahunnya.

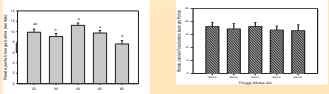
2. Pertumbuhan tanaman sawit



Rerata a) Pertambahan Jumlah daun per bulan; dan b) jumlah daun tombak



a) Rerata Jumlah bunga betina; b) rerata jumlah bunga jantan



. a) Rerata pertambahan tandan buah; dan b) jumlah tandan buah per tanaman sawit

KESIMPULAN

- Tinggi muka air berpengaruh sangat nyata pada emisi CO_2 di lahan pertanaman sawit di gambut.
- Faktor tapak lain yang berperan pada emisi CO_2 dari lahan sawit di gambut antara lain suhu tanah, konsentrasi CO_2 di permukaan tanah, dan kelembapan relatif tanah
- Mitigasi emisi di lahan sawit dapat dilakukan dengan menaikkan level air sampai batas tidak menggangu pertumbuhan tanaman sawit. Pengaturan level air dapat dilakukan dengan mengatur tinggi air di parit-parit yang mengelilingi petak pertanaman yang secara nyata memperlambat pergerakan air secara lateral di gambut.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada Badan Pengelola Dana Perkebunan Sawit (BPDPS) sebagai penyandang dana penelitian ini

Kontak : Prof Dr Dwi Astiani
Email : astiani.dwi@gmail.com
Ph: 0899 9609 969

Bidang Budidaya/Lahan/Tanah

27

PENINGKATAN KETAHANAN KELAPA SAWIT TERHADAP CEKAMAN KEKERINGAN MELALUI APLIKASI BIO-SILIKA

Dr. Ir. Laksmita Prima Santi, MSi

Dampak cekaman kekeringan akibat pemanasan global saat ini semakin meningkat prevalensinya dan diperkirakan sepertiga dari luas daratan dunia rentan terhadap kekeringan. Cekaman kekeringan akan mendorong berbagai perubahan morfologi, metabolik, dan fungsi fisiologi tanaman. Pada tanaman kelapa sawit, dampak cekaman kekeringan atau defisit air akan menimbulkan gejala awal berupa terganggunya pasokan air dari xylem ke sel-sel elongasi, penyerapan ion-ion nutrisi, kehilangan turgor, penutupan stomata yang pada akhirnya berdampak kepada laju fotosintesis dan produksi.

Kegiatan riset ini bertujuan untuk memanfaatkan silika yang diekstrak dari pasir kuarsa Belitung yang selanjutnya diperkaya dengan bakteri dan fungi pelarut silika (biosilika) dalam mengatasi cekaman kekeringan dan mengoptimalkan penyerapan hara di dalam tanah. Dalam kegiatan riset Tahun I (2016-2017) telah diperoleh koleksi bakteri dan fungi unggul pelarut silika dan teknologi ekstraksi silika dari mineral kuarsa Belitung. Dalam teknologi produksi, proses kimia dengan menggunakan basa kuat untuk ekstraksi silika bertujuan mengubah bentuk SiO2 menjadi senyawa H4SiO4 yang dapat diserap oleh tanaman. Sementara itu, penambahan bakteri dan fungi pelarut silika di dalam formula tablet berfungsi untuk membantu meningkatkan penyerapan silika di dalam tanah. Hasil pengujian di rumah kaca pada bibit kelapa sawit menunjukkan bahwa biosilika prospektif untuk meningkatkan ketahanan tanaman terhadap cekaman kekeringan. Hal tersebut atas dasar data informasi fisiologi yang mendukung peran biosilika terhadap pembukaan stomata melalui foto scanning electronmicroscope (SEM), laju fotosintesis yang diukur dengan aktivitas enzim nitrat reductase, kadar klorofil daun dan konsentrasi proline.

Merujuk pada hasil yang sangat prospektif mengenai peran biosilika terhadap bibit kelapa sawit, maka secara paralel pada Tahun I dilakukan pula inisiasi awal pengujian dan aplikasi biosilika pada tanaman kelapa sawit TBM dan TM di Kalimantan Tengah. Kegiatan pengujian di lapang lebih ditingkatkan intesitasnya pada Tahun ke II (20182019) dengan menambah lokasi pengujian di daerah Belitung dan Sumatera Selatan. Dari hasil kegiatan riset ini diketahui bahwa peran biosilika sangat nyata dalam meningkatkan produktivitas tanaman TM, tahun tanam 2013. Aplikasi 100% NPK + 4 Liter biosilika/ha/tahun (P4) dan 75% NPK + 4 Liter biosilika/ha/tahun (P5) masingmasing menghasilkan TBS sebesar 22,41 dan 22,38 ton/ha/tahun. Produksi dari kedua perlakuan tersebut lebih tinggi 12,1 dan 11,9% apabila dibandingkan dengan perlakuan kontrol (100% NPK). Dalam hal mekanisme penyerapan air oleh tanaman kelapa sawit, dampak aplikasi biosilika sangat nyata. Selain itu pula, pengaruh pemberian biosilika pada TBM dan TM dapat menghasilkan tingkat kekerasan dan luas area pelepah yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan kontrol. Pengamatan di lapang akan dilanjutkan sampai dengan akhir tahun 2019 untuk mendapatkan data produksi dan fisiologi yang lebih konklusif yang merujuk pada dua area pengamatan di Kalimantan Tengah dan Belitung.

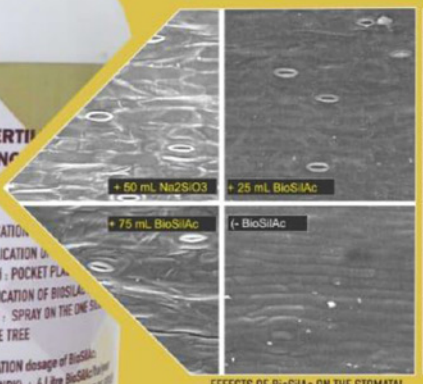
BioSilAc APPLICATION-
IMPROVING DROUGHT TOLERANCE OF OIL PALM

DR LAKSMITA PRIMA SANTI, DR NURHAIMI HARIS, DR DJOKO MULYANTO

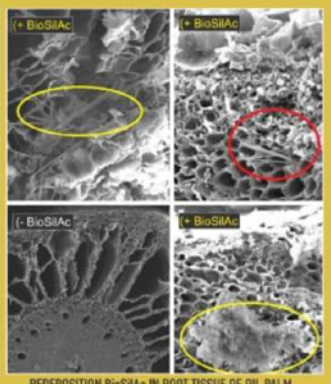
Drought stress is one of the major causes for crop loss in Indonesia agriculture, reducing average yields up to 40% and even more. Some studies indicate that Si application is able to avoid the damage of plant when grown under drought stress condition.

BioSilAc FERTILIZER

- Improve drought tolerance
- Enhance photosynthetic activity
- Form physical barrier to pathogens and insects
- Increase yield up to 30%



EFFECTS OF BioSilAc ON THE STOMATAL RESPONSE TO DROUGHT STRESS



REDEPOSITION BioSilAc IN ROOT TISSUE OF OIL PALM

INDONESIAN RESEARCH INSTITUTE FOR BIOTECHNOLOGY AND BIOINDUSTRY
Jl. Taman Kencana No.1 Bogor, 16128, Tlp. (0251) 8327449/8324048,
Fax (0251) 8328516 Email : admin@iribb.org, Website: www.iribb.org

28

PENGEMBANGAN BIBIT KLONAL KELAPA SAWIT TOLERAN GANODERMA SECARA CISGENIK

Dr. Asmini Budiani, MSi

Serangan fungi patogen Ganoderma boninense terhadap tanaman perkebunan kelapa sawit yang menyerang bagian pangkal batang kelapa sawit yang menandakan penyakit busuk pangkal batang (basal stemrot – BSR) dan menimbulkan kerugian besar secara ekonomi. Berbagai macam usaha telah dilakukan untuk mengatasi masalah ini. Namun, kejadian penyakit BSR tidak segera dapat diatasi.

Salah satu cara yang potensial untuk mengatasi masalah ini adalah dengan mengembangkan bibit klonal kelapa sawit yang toleran terhadap serangan Ganoderma. Salah satu cara pengembangan bibit ini adalah melalui breeding program tanpa melalui transgenesis. Proses cisgenesis ini menjamin keberhasilan pengembangan bibit tanpa adanya introduksi gen asing dari organisme lain sehingga produk bibit yang dihasilkan dapat lebih mudah diterima oleh masyarakat (pasar) karena bibit dihasilkan bukan dari implementasi teknologi menghasilkan bibit yang bersifat genetically modified organism (GMO). Implementasi cisgenesis dalam breeding program untuk pengembangan bibit klonal kelapa sawit tahan Ganoderma dapat dipercepat melalui penggunaaan teknologi gene editing CRISPR/Cas9. Pada penelitian ini teknologi CRISPR/Cas9 diimplementasikan untuk pengembangan bibit klonal kelapa sawit tahan Ganoderma dengan bantuan marka-marka suseptibilitas terhadap Ganoderma yang dihasilkan melalui studi ekspresi gen-gen secara diferensial melalui RNA sequencing dan RTqPCR (Real Time Quantitative Polymerase Chain Reaction).

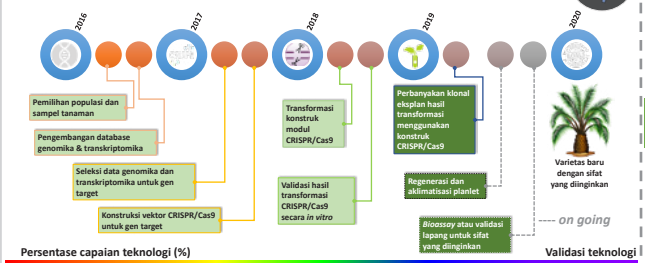
Secara umum riset ini telah berhasil mengimplementasikan teknologi transformasi genetis menggunakan sistem berbasis Agrobacterium untuk mengintroduksikan modul gen e editing CRISPR/Cas9 ke dalam kalus kelapa sawit. Modul CRISPR/Cas9 juga telah divalidasi dapat bekerja pada gen-gen model yang dipilih. Selanjutnya, marka-marka genetis yang berkaitan dengan sifat putatif suseptibilitas terhadap Ganoderma juga telah ditemukan. Penelitian lanjutan akan terus dilaksanakan untuk melakukan gene editing pada marka-marka genetis tersebut guna menghasilkan bibit klonal yang memiliki peningkatan sifat resistensi terhadap serangan Ganoderma.

Pengembangan Bibit Klonal Kelapa Sawit Toleran *Ganoderma* Secara Cisgenik

Asmini Budiani[1], Riza Arief Putranto[1], Hayati Minarsih[1], Irfan Martiansyah[1], Dini Astika Sari[1], Sumaryono[1], Imron Riyadi[1], Imam Bagus Nugroho[1], Rokhana Fauziah[2]
✉ *asminib@yahoo.com*

[1]*Indonesian Research Institute for Biotechnology and Bioindustry (IRIBB)*
[2]*Indonesian Oil Palm Research Institute (IOPRI)*

ROADMAP PENELITIAN



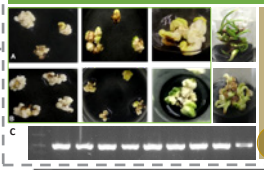
MANFAAT PENELITIAN

Menghasilkan teknologi pemuliaan terkini untuk mempercepat proses perakitan varietas tanaman sawit dengan sifat toleran terhadap Ganoderma *melalui pendekatan* **genome-editing**

OUTPUT/LUARAN PENELITIAN

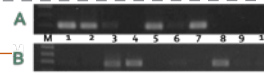
Menghasilkan tanaman kelapa sawit klonal yang toleran Ganoderma

HASIL PENELITIAN



Kalus, embrio somatik hingga tunas kelapa sawit hasil transformasi dengan *CRISPR/MT* (A); hasil transformasi dengan *CRISPR/IFR* (B). *Gambar (C) Hasil PCR dengan primer HYG dan elektroforesis untuk mengecek kestabilan konstruk CRISPR-IFR/MT pada tunas umur 12/18 bulan*

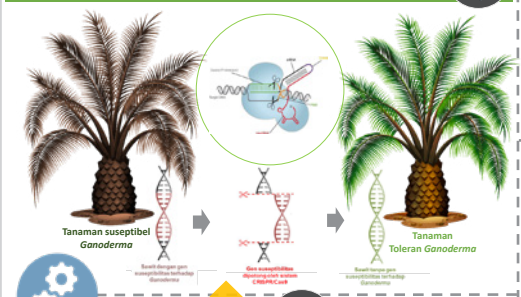
1

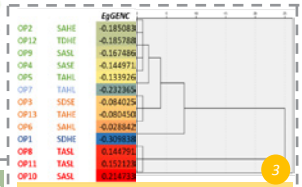


2

Pengembangan marka pendeteksi pokok sawit yang terinfeksi *Ganoderma* dengan sistem PCR cDNA gen *EgActin* (atas) dan *Gan* (bawah)

TEORI DASAR

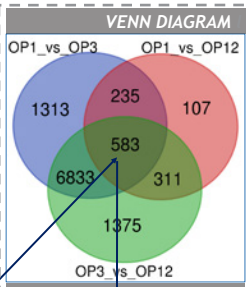




3

Profil pengelompokan ekspresi gen hasil *q-RT PCR* untuk penentuan target KO dengan *CRISPR/Cas9*. Ekspresi gen *EgGENC (EgWAKL5)* pada sampel terinfeksi menunjukkan *upregulated* terhadap basal, sedangkan ekspresi pada seluruh sampel sehat *downregulated*

VENN DIAGRAM



HASIL YANG DICAPAI

4 — 5 kandidat gen potensial *Knock-Out* penentu sifat kerentanan dari hasil analisis studi transkriptomik, yakni: *EgWAKL5, UG_EGPPBBI0094, UG_EGPPBBI0214, UG_EGPPBBI0246*, dan *UG_EGPPBBI0309*.

3 — Efisiensi sistem CRISPR/CAs9 yang telah dirakit pada gen model mencapai 64%

2 — Optimasi teknik *genome-editing* pada gen model *EgMT; EgIFR; EgEMLP* telah berhasil dikembangkan dengan sistem transfeksi *Agrobacterium*

1 — Optimasi teknik perbanyakan klonal tanaman kelapa sawit hasil transformasi melalui embriogeneis somatik telah dihasilkan

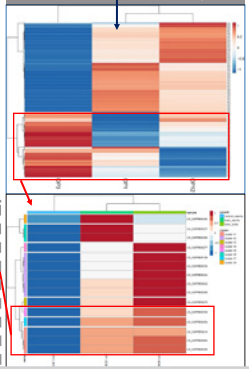
4

Hasil Studi Transkriptomik *RNA Sequencing* pada Daun Tanaman Kelapa Sawit *var. La Me* Kontrol dan Terinfeksi *Ganoderma* untuk menentukan *gen kunci* penentu sifat kerentanan

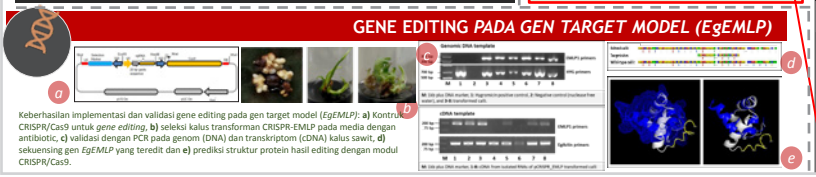
Gen kerentanan (putatif) terhadap *Ganoderma* pada kelapa sawit:

1. *EgWAKL5* berfungsi pada pensinyalan seluler
2. *UG_EGPPBBI0094* berfungsi dalam pensinyalan seluler dan *apoptosis*
3. *UG_EGPPBBI0214* berfungsi pada sistem imunitas tanaman
4. *UG_EGPPBBI0246* berfungsi pada pensinyalan seluler dengan hormon Jasmonat
5. *UG_EGPPBBI0309* berfungsi pada pensinyalan seluler dan imunitas tanaman

HEATMAP



GENE EDITING *PADA GEN TARGET MODEL (EgEMLP)*



Keberhasilan implementasi dan validasi gene editing pada gen target model (*EgEMLP*): **a)** Kontruksi CRISPR/Cas9 untuk *gene editing*, **b)** seleksi kalus transforman CRISPR-EMLP pada media dengan antibiotic, **c)** validasi dengan PCR pada genom (DNA) dan transkriptom (cDNA) kalus sawit, **d)** sekuensing gen *EgEMLP* yang teredit dan **e)** prediksi struktur protein hasil editing dengan modul CRISPR/Cas9.

29

ANALISIS RESEQUENCING DAN PERBANYAKAN KLONAL HIBRIDA ELAEIS OLEIFERA X ELAEIS GUINEENSIS (HIBRIDA OG)

Dr. Edy Suprianto

Minyak sawit sehat dengan kandungan asam lemak tidak jenuh, beta karoten dan vitamin E yang tinggi merupakan tujuan riset pemuliaan tanaman untuk menjawab isu negatif terhadap minyak sawit saat ini. Tujuan ini dapat diraih melalui pemanfaatan plasma nutfah Elaeis oleifera atau yang dikenal sebagai kelapa sawit Amerika. Minyak sawit dari E. oleifera memiliki kandungan asam lemak oleat dan linoleat lebih tinggi dibandingkan kandungan oleat pada kelapa sawit komersial saat ini (E. guineensis). Selain itu, E. oleifera juga memiliki beberapa karakter unggul lain, yaitu laju pertumbuhan yang lambat dan kandungan karoten yang tinggi.

Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) bekerja sama dengan Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian (BB Biogen), dan Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia (PPBBI) melaksanakan penelitian yang berjudul Analisis Resequencing dan Perbanyakan Klonal Hibrida Elaeis oleifera x Elaeis guineensis (Hibrida OG)yang dimulai sejak tahun 2016 melalui pembiayaan dari Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS). Material kelapa sawit E. oleifera yang digunakan adalah E. oleifera origin Brazil dan Suriname yang diintroduksi ke Indonesia pada tahun 1952. Penelitian terdiri dari dua kegiatan utama yaitu: (1) resequencing pada populasi E. oleífera beserta keturunannya untuk menggali marka single nucleotide polymorphism (SNP) yang akan digunakan sebagai alat bantu seleksi, dan (2) perbanyakan klonal dengan teknologi temporary immersion system (TIS). Melalui penelitian ini diharapkan dapat diperoleh marka molekuler yang dapat digunakan untuk mempercepat siklus seleksi untuk hibrida OG dengan sifat agronomis yang diinginkan, dan menghasilkan metode perbanyakan secara kultur jaringan untuk turunan E. oleifera.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa populasi Elaeis oleifera berpotensi sebagai sumber gen untuk konstruksi bahan tanaman kelapa sawit unggul yang spesifik. Populasi E. oleifera memiliki keunggulan antara lain arsitektur tanaman yang relatif kompak, asam lemak tak jenuh oleat mencapai 67%, kandungan karoten dan vitamin E yang tinggi hingga 2.868 ppm dan 753,81 ppm. Hasil analisis PCoA menunjukkan bahwa tingkat homozigositas yang tinggi pada populasi wild type E. oleifera origin Brazil dan Suriname. Sementara itu, hasil analisis awal GWAS menunjukkan bahwa sebanyak 10 marka SNP berasosiasi secara signifikan terhadap karakter kandungan asam oleat (C18:1) pada populasi F1 dan BC1 Brazil dan Suriname, 9 marka SNP untuk karakter asam palmitat (C16:0), dan 6 marka SNP berasosiasi dengan kandungan karoten. Masih terbatasnya jumlah marka SNP yang berasosiasi dengan karakter diduga karena analisis dilakukan pada jumlah individu yang terbatas dan keragaman nilai fenotipik yang rendah di masing-masing populasi. Sementara itu, perbanyakan klonal menunjukkan bahwa populasi E. oleifera origin Brazil memberikan respon yang lebih baik terhadap media yang digunakan dibanding E. oleifera origin Suriname. Diperkirakan hingga akhir 2019 akan tersedia sekitar 1000 planlet siap aklimatisasi.

Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS)

BB BIOGEN PPBBI PPKS

Analisis *Resequencing* dan Perbanyakan Klonal Hibrida *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* (Hibrida OG)

ABSTRAK

Populasi *Elaeis oleifera* baik origin Suriname maupun Brazil berpotensi sebagai sumber gen untuk konstruksi bahan tanaman kelapa sawit unggul terutama pada segi kualitas CPO. Kelapa sawit *E. oleifera* memiliki keunggulan antara lain arsitektur tanaman yang relatif kompak, asam lemak tak jenuh oleat mencapai 67%, kandungan karoten dan vitamin E yang tinggi hingga 2.868 ppm dan 1.200 ppm. Analisis PCoA menunjukkan bahwa tingkat homozigositas yang tinggi pada masing-masing populasi *wild type E. oleifera* origin Brazil dan Suriname, namun cukup heterogen antar-origin. Sementara itu, hasil analisis awal GWAS menunjukkan bahwa sebanyak 10 marka SNP memiliki potensi berasosiasi terhadap karakter kandungan asam oleat (C18:1) pada populasi F1 dan BC1 Brazil dan Suriname, 8 marka SNP untuk karakter asam linoleat (C18:2), dan 6 marka SNP berasosiasi dengan kandungan karoten. Peningkatan pada jumlah SNP dan individu yang dianalisis dapat dipertimbangkan untuk hasil studi GWAS yang lebih baik. Sementara itu, perbanyakan klonal menunjukkan bahwa populasi *E. oleifera* origin Brazil memberikan respon yang lebih baik terhadap media yang digunakan dibanding origin Suriname. Diperkirakan hingga akhir 2019 akan tersedia sekitar 1000 *plantlet* yang siap diaklimatisasi.

Kata kunci: Association study, oleat, vitamin E, karoten, kelapa sawit

PENDAHULUAN

Minyak sawit berkualitas dengan kandungan asam lemak tidak jenuh, beta karoten dan vitamin E yang tinggi merupakan tujuan riset pemuliaan tanaman untuk menjawab isu negatif terhadap minyak sawit saat ini. Hal tersebut dapat diraih melalui pemanfaatan plasma nutfah *E. oleifera* atau yang dikenal sebagai kelapa sawit Amerika. Minyak sawit *E. oleifera* memiliki kandungan asam lemak oleat dan linoleat lebih tinggi dibandingkan kandungan oleat pada kelapa sawit komersial saat ini (*E. guineensis*). Selain itu, *E. oleifera* juga memiliki beberapa karakter unggul lain, yaitu laju pertumbuhan yang lambat dan kandungan vitamin E serta karoten yang tinggi.

Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) bekerja sama dengan Balai Besar Litbang Bioteknologi dan Sumber Daya Genetik Pertanian (BB Biogen), dan Pusat Penelitian Bioteknologi dan Bioindustri Indonesia (PPBBI) sejak tahun 2016 melaksanakan kegiatan dengan judul "Analisis *Resequencing* dan Perbanyakan Klonal Hibrida *Elaeis oleifera* x *Elaeis guineensis* (Hibrida OG)".

Bidang
Pasca Panen

30

REKAYASA TEKNOLOGI LONG-RANGE DETECTION BERBASIS MACHINEVISION UNTUK PENENTUAN UMUR PANEN OPTIMUM TANDAN BUAH SEGAR KELAPA SAWIT SECARA NONDESTRUCTIVE BERBASIS GIMBAL DAN ANDROID

Dr. Dinah Cherie, STP, MSi

Di Indonesia, pemanenan tandan buah segar (TBS) masih dilakukan secara tradisional. Penentuan panen dilakukan berdasarkan jumlah buah membrondol dari tandan. Berbagai faktor, seperti angin, hujan, gangguan hewan, serta serangan hama dan penyakit menyebabkan buah membrondol lebih cepat. Sistem rotasi panen yang diterapkan pada perkebunan sawit di Indonesia juga menyebabkan sebagian besar TBS dipanen sebelum waktunya. Sehingga minyak sawit yang dihasilkan tidak maksimal. Oleh karena itu, pada penelitian ini dikembangkan sebuah perangkat optis yang membantu proses pemanenan TBS dengan tepat. Perangkat ini berbentuk sebuah prototype yang dikembangkan untuk penentuan kematangan dan kualitas TBS dengan lebih akurat. Prototipe alat dibuat menggunakan sistem pencetakan 3 dimensi (3D Digital Printing), sehingga dihasilkan alat yang kuat, ringan, dengan presisi yang tinggi. Aspek kerekayasaan dan teknologi yang diterapkan pada prototype alat meliputi enam tahap pengembangan perangkat keras (Hardware) dan 32 tahap pengembangan perangkat lunak (Software).

Produk yang dihasilkan memiliki kemampuan Long-Range Detection berbasis system Machine-Vision sehingga dapat melakukan evaluasi mutu dan kematangan TBS secara Non-Destructive. Perangkat lunak kecerdasan buatan (Artificial intelligence) yang diintegrasikan pada perangkat optis mampu menentukan enam parameter kualitas TBS (Kematangan, Umur panen optimum, Rendemen minyak, Kandungan ALB, Nilai DOBI dan Kandungan Karoten) dari jarak pengamatan 23 meter. Akurasi pendugaan pada proses kalibrasi dan validasi alat untuk setiap aspek pengujian mencapai (R2) 0.99.

Berdasarkan data penelitian, panen terbaik (optimum) TBS adalah 170 hari setelah penyerbukan. Pada umur ini, rata rata jumlah berondol jatuh TBS adalah 24±15 buah, rendemen minyak TBS adalah 25±5%, kandungan ALB TBS adalah 1.25±0.25%, nilai DOBI TBS adalah 3.2±5, dan kandungan karoten TBS adalah 720±100ppm. Setelah dipanen, TBS harus segera diproses (sterilisasi) karena penundaan mengakibatkan menurunnya rendemen minyak TBS (0.04%/jam), meningkatnya ALB TBS (0.052%/jam), menurunnya nilai DOBI TBS (0.02/jam) dan menurunnya kandungan karoten TBS (7.533ppm/jam). Batas maksimum penundaan proses (sterilisasi) TBS adalah 20 jam, dimana setelahnya kualitas minyak yang dihasilkan dari TBS tidak lagi memenuhi standar mutu CPO.

Teknologi yang dihasilkan pada penelitian ini telah didemonstrasikan kepada delapan stakeholder sawit di dua propinsi (Sumatera Barat dan Kalimantan Selatan). Lembaga mitra yang terlibat dan turut mendukung kegiatan penelitian ini adalah PT Perkebunan Nusantara VI, PT INCASI Raya, PT. AMP, PT. KAMU, PT. HCT, PT. BPP, PT. TKA, PT. BTN, APKASINDO, MAKSI Sumatera Barat dan Universitas Andalas. Dengan bantuan prototipe alat ini, maka TBS dapat dianalisa dari jarak jauh, dan ditentukan umur panen optimum, tingkat kematangan, rendemen minyak, LAB, DOBI dan Karotennya langsung (Real-time).

REKAYASA TEKNOLOGI LONG-RANGE DETECTION BERBASIS MACHINE-VISION

UNTUK PENENTUAN UMUR PANEN OPTIMUM TANDAN BUAH SEGAR KELAPA SAWIT SECARA NONDESTRUCTIVE BERBASIS GIMBAL DAN ANDROID

LPPM Universitas Andalas : Cherie D., Makky M., & Rini B.

LATAR BELAKANG

Kesalahan penentuan umur panen menyebabkan menurunnya kualitas dan rendemen TBS Sawit.

TUJUAN

Sebuah Prototipe Machine-Vision dikembangkan untuk menentukan umur panen optimum serta kualitas TBS.

HASIL

- Dimensi: 18cm x 16cm x 10cm
- Berat: 450gram
- Operator: 1 Orang
- Daya Baterai Maks.: 2.5 AH
- Waktu Operasi Maks.: 20 jam
- Jarak Pindai Maks.: 25 meter

PERFORMANSI ALAT

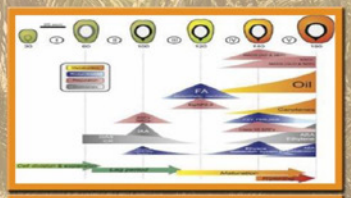
KEMATANGAN TBS	80.15 %
UMUR TBS	77.97 %
OIL CONTENT	76.47 %
ALB	67.64 %
DOBI	70.66 %
KAROTEN	81.63 %

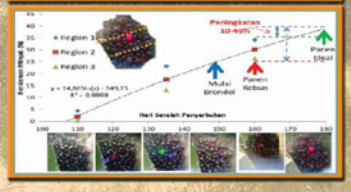
METODE

Alat bekerja secara nondestruktif, mengukur sifat pantulan cahaya laser pada permukaan TBS, dan menentukan kematangan, Kandungan minyak, ALB , Karoten dan DOBI. Alat dioperasikan langsung dilapang, untuk mengamati Parameter kimia TBS dipohon tanpa perlu dipanen.

KESIMPULAN

Prototipe alat yang dikembangkan saat diujicobakan untuk proses pemanenan TBS pada lahan perkebunan sawit Mitra memberikan peningkatan rendemen sebesar 10-40% lebih besar dari rata-rata rendemen minyak yang diperoleh bila TBS dipanen seperti biasa.





Terima Kasih kepada:BPDPKS
Penelitian & Pengembangan GRS-K18-1
No. PRJ-101/DPKS/2018

Kontak:
Dr. Dinah Cherie
LPPM Universitas Andalas
+628131401730 2
0751-777413

Dr. Eng. Muhammad Makky
+628128463169
muhmakky@ae.unand.ac.id

31

KAJIAN SISTEM GRADING OTOMATIS UNTUK TANDAN BUAH SEGAR (TBS) KELAPA SAWIT MENGUNAKAN FLUORESCENCE IMAGING DAN LASER SPECKLE IMAGING

Dr. Minarni, M. Sc

Indonesia adalah salah satu negara produsen Crude Palm Oil (CPO) terbesar di Dunia disamping Malaysia dan Thailand. Untuk menjaga keberlangsungan produktivitas CPO Indonesia, kualitas CPO harus dipertahankan. Salah satu faktor penting yang menentukan kualitas CPO adalah tingkat kematangan dan kualitas buah dari tandan buah segar (TBS) kelapa sawit ketika dipanen dan ketika melalui proses penyortiran sebelum memasuki Pabrik Kelapa Sawit (PKS).

Pada penelitian ini metode hyperspectral imaging digunakan untuk mengklasifikasi TBS berdasarkan 3 tingkat kematangan yaitu mentah atau kurang matang, matang, dan lewat matang, kemudian memprediksi kadar minyak. Sistem hyperspectral imaging terdiri dari kamera Infra merah, spektrograph V10, line halogen lighting , dan sistem konveyor. Sistem digunakan untuk menscan TBS dengan tingkat kematangan berbeda pada konveyor berjalan, intensitas reflektansi diukur pada daerah panjang gelombang 400-1000 nm.

Hasil menunjukkan ketiga tingkat kematangan dapat dibedakan secara signifikan pada daerah panjang gelombang 700-900 nm. Klasifikasi tingkat kematangan TBS dilakukan mengunakan Partial Component Analysis (PCA) dan Artificial Neural Network (ANN) yang menghasilkan tingkat akurasi sebesar 87 %. Prediksi kandungan minyak dilakukan mengunakan Partial Least Square Regression (PLSR) dengan R2=0,7 dengan range = 0,2. Jangkauan panjang gelombang reflektansi hasil pembelajaran dijadikan rujukan untuk membangun sistem multispektral yang terdiri dari kamera, deretan filter optik sebagai penganti spektrometer. Sistem multispektral ini lebih sederhana, pemrosesan data yang lebih cepat untuk sistem sortasi dan grading otomatis TBS kelapa sawit dan mudah diintegrasi dengan sistem konveyor dan sistem kontrol elektronik. Sistem multispektral ini telah dibangun namun perlu diuji dan divalidasi pada jumlah TBS yang lebih banyak.

Minarni[1], Herman[2], Feri Candra[3], Dodi Sofyan Arief[4], Roni Salambue[5], Zulfansyah[6]
Ramma Hayu Fitra[3], Ramdani[3], Edy Fitra[3], Doni Saputra[4], Deby Octavia[5], Yulina[5]

PENGEMBANGAN MESIN SORTASI DAN *GRADING* OTOMATIS

UNTUK TANDAN BUAH SEGAR (TBS) KELAPA SAWIT MENGUNAKAN METODE *IMAGING*

ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan Mesin Sortasi dan Grading TBS kelapa sawit mengunakan pencitraan hiperspektral dan multispektral. Sistem terdiri dari empat komponen utama yaitu Portal optik, Perangkat keras terdiri dari konveyor dan tuas yang portabel yang dapat diatur seuai keadaan, rangkaian pengontrol perangkat keras, dan Program pengolah citra dan JST. Penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu mengunakan pencitraan hiperspektral untuk menentukan data spektral tingkat kematangan TBS, serta pengukuran adar minyak dan kadar asam lemak bebas pertandan TBS. Selanjutnya menganti sistem hipespektral dengan multispektral mengunakan 12 filter optik. JST beserta sistem multisektral. Sistem ini dharapkan dapat memilah TBS-TBS berdasarkan tingkat kematangan (warna) dan memprediksi kadar minyak.

MANFAAT DAN TUJUAN

- Solusi proses sortasi dan grading di kebun dan di pabrik kelapa sawit (PKS) yang masih manual dan mengandalkan pengalaman
- Sistem ini dirancang untuk digunakan di tempat penumpukan TBS baik di kebun atau di Pabrik Kelapa Sawit

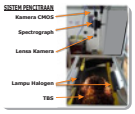
LATAR BELAKANG

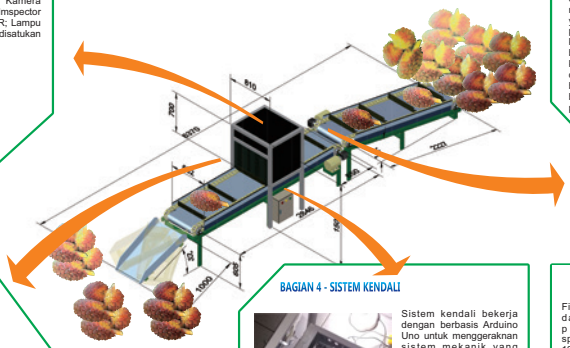
Indonesia merupakan salah satu negara produsen dan pengekpor Crude Palm Oil (CPO) terbesar di dunia. Kematangan dan kualitas buah menentukan kualitas CPO yang dihasilkan. Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit dengan tingkat kematangan dan kualitas yang tepat disortasi ketika memasuki proses produksi CPO di pabrik kelapa sawit. Penyortiran dan grading pada sebagian besar pabrik kelapa sawit di Indonesia masih dilakukan secara manual dan visual oleh grader atau mandor berpengalaman. Metode ini bersifat subyektif, rentan kesalahan, tidak menyeluruh dan tidak kuantitatif. Sistem penentuan tingkat kematangan (sortasi) dan kualitas TBS (grading) secara otomatis, tidak merusak, cepat, efisien, dan, ekonomis sangat dibutuhkan.

Metode pencitraan *(Imaging)* yaitu Hyperspectral dan Multispectral merupakan metode yang sangat potensial diaplikasikan pada mesin sortasi dan *grading* otomatis produk pertanian seperti TBS kelapa sawit karena melibatkan interaksi cahaya dengan bagian dalam buah, sehingga sifat internal buah seperti kadar minyak dan ALB dapat diprediksi, selanjutnya tingkat kematangan TBS dapat diklasifikasikan. Metode ini mengabungkan metode pencitraan dan spektoskopi (Junkwon et al, 2009: Bensaeed et al., 2014) Sistem ini mengunakan detektor kamera, spektrometer (Hiperspektral), filter warna (multispektral). Sistem hiperspektral digunakan untuk *learning*, menentukan spektrum panjang gelombang dominan utuk tiga tingkat kematangan dan kadar minyak, sistem multispektral digunakan untuk sistem otomatis mengunakan JST dengan panjang gelombang sebagai input.

BAGIAN 1 - SISTEM OPTIK

Sistem optik pencitraan Hiperspektral : Kamera CMOS 2/3", IR, Monokrom; Spektrograph Imspector V10 400-1000 nm ; Lensa 25 mm, 2/3", IR; Lampu halogen 150 W, seluruh komponen ini disatukan dalam portal optik.





BAGIAN 2 - SISTEM MEKANIK

Sistem mekanik menggunakan tiga bagian yaitu bagian datar dimana pencitraan dilakukan, konveyor yang sudutnya bisa diatur menyesuaikan ketinggian peron atau truk, dan bagian tuas yang juga bisa diatur sudutnya, setiap bagian dilengkapi motor pengerak.

BAGIAN 3
SISTEM PENGOLAHAN CITRA DAN JST

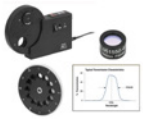
Sistem sortasi ini menggunakan algoritma JST back-propagation. Yang terdiri dari tiga layer, yakni input layer, hidden layer dan output layer. input layer nya menerima masukan dari nilai refleksi intesitas cahaya TBS dengan nilai panjang gelombang (wavelength) yang berbeda.

BAGIAN 4 - SISTEM KENDALI

Sistem kendali bekerja dengan berbasis Arduino Uno untuk menggeraknan sistem mekanik yang disesuaikan berdasarkan input informasi pengolahan citra dan JST yang berdasarkan hasil proses data optik.

BAGIAN 5 - MULTISPECTRAL IMAGING

Filter Wheel yang dapat dikontrol pengganti spektrograf untuk 12 filter dengan 10 panjang gelombang CWL dari 700 nm-900 nm, bandwidth 10 nm, interval 20 nm, dan 2 filter; 520 nm /antosianin, 680 nm/klorofil).



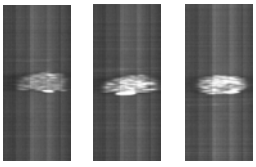
HASIL YANG DICAPAI

Pencitraan hiperspektral telah digunakan untuk memperoleh data 296 citra hiperspektral yang disertai dengan pengukuran kadar minyak, rendemen minyak dan kadar ALB pertandan . TBS yang digunakan berasal dari Inkubator agribisnis Universitas Riau yaitu TBS Tenera sebanyak 23 kali pengukuran, dengan rata-rata 3 TBS per tingkat kematangan. Pengelompokan tingkat kematangan secara tradisional digunakan berdasarkan warna dan jumlah brondolan lepas yaitu Fraksi F0,F1 (Mentah-underripe), F2,F3 (Matang-ripe), F4 (lewat matang-overripe). Uji Kadar minyak rendemen, dan ALB pertandan dilakukan menurut prosedur standar.

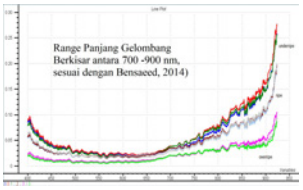
Profil spektral dari sejumlah sampel TBS dengan tingkat kematangan yang berbeda diwakili oleh nilai intensitas reflektansi cahaya dari TBS. Hasil ini sesuai seperti penelitian sebelumnya (Bensaeed, 2014). Terlihat bahwa pada jangkauan panjang gelombang 700-900 nm memberikan perbedaan nilai reflektansi yang sangat signifikan antara underrripe, ripe dan overripe. Sistem multispektral dikembangankan dalam range panjang gelombang ini.

Hasil plot PCA (principal component analysis) dari sejumlah nilai reflektansi spektral sampel sawit menunjukkan hasil pca dapat membentuk titik-titik pengelompokan sampel sawit berdasarkan tingkat kematangannya. Klasifikasi tingkat kematangan TBS dilakukan mengunakan Partial Component Analysis (PCA) dan Jaringan Saraf Tiruan(JST) yang menghasilkan tingkat akurasi sebesar 87 %. Prediksi kandungan minyak dilakukan mengunakan Partial Least Square Regression (PLSR) dengan R2=0,7 dengan range = 0,2.

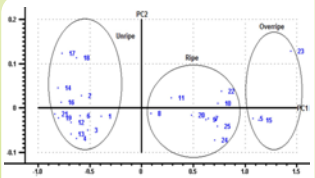
Nilai panjang gelombang diekstrak dalam vektor baris dengan dimensi 1x500. Vektor tersebut direduksi dimensinya menggunakan PCA menjadi 1x12. Vektor yg direduksi ini yg menjadi input layer .Hidden layer berjumlah 10 dan output layer berjumlah 3 yg merupakan representasi matang, kurang matang dan mentah.



Hasil Rekonstruksi Citra Hiperspektral TBS setelah mengunakan white reference



Intensitas Reflektansi vs, Panjang Gelombang



Hasil PCA dari 25 citra TBS bagian depan

PUBLIKASI

1. Investigation of the ripeness of oil palm fresh fruit bunches using bio-speckle imaging, Roni Salambue, A risman Adnan, Minarni Shiddiq. Journal of Physics: Conference Series 978 (1), 012071 (2018)
2. Modeling of Control System for Oil Palm Fruit Sorting Machine Using Arduino Microcontroller, Dodi Sofyan Arief, Edy Fitra, Minarni Shiddiq, Herman Syahdan, and Roni Salambue. Journal of Ocean, Mechanical and Aerospace – Science Enginnering, Vol 52, February 28, 2018
3. Hyperspectral Imaging method to classify oil palm fresh fruit bunch ripeness. (IJASEIT Draft 2019)
4. Oil content prediction of oil palm fresh fruit bunch using hyperspectral imaging, akan disajikan pada Universitas Riau International Conference on Science and Environment - URICSE 2019

Afiliasi Peneliti *:Jurusan Fisika, 2. Jurusan Biologi, 3. Jurusan Teknik Elektro 4. Jurusan Teknik Mesin 5. Jurusan Ilmu Komputer 6. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Riau*
Alamat*: LPPM UNRI, Kampus Binawidya, Jl. HR Soebrantas Km 12,5 Pekanbaru 28292, Indonesia Telp:0761-588156, lppmuniv.riau@gmail.com, minarni@unri.ac.id*

32

MANAJEMEN PRODUKSI KEBUN UNTUK PENINGKATAN PRODUKTIVITAS KELAPA SAWIT DENGAN PENERAPAN SISTEM PENDUKUNG KEPUTUSAN

Dr. Ir. Hermantoro, M.S.

Tingkat produksi yang mungkin dicapai dari suatu kebun kelapa sawit adalah merupakan hasil interaksi antara faktor potensi genetik varietas tanaman, lingkungan tempat tumbuhnya, dan pengelolaan dalam budidayanya. Produksi tinggi akan dicapai jika digunakan varietas sawit unggul dan ditanam di lokasi yang paling sesuai dengan menerapkan pengelolaan yang baik. Iklim dan karakteristik tanah/lahan adalah faktor lingkungan penting yang perlu dipertimbangkan dalam memilih lokasi untuk pengusahaan kelapa sawit.

Integrasi ANN dalam GIS akan sangat menguntungkan dalam model perkebunan kelapa sawit presisi, terutama dalam analisis data spasial dan penyajian petapeta satuan lahan. Penggunaan peta digital juga sesuai dengan pengembanganaplikator pemupukan dan pestisida otomatis yang didasarkan pada kualitas biofisik lingkungan berdasarkan koordinat lokasi.

Model yang dihasilkan dianalisis lebih lanjut untuk menyusun Sistem Pendukujng Keputusan/SPK (Decision Support System/DSS) pemupukan, perhitungan cacah pohon pada setiap petak/blok dan pengendalian hama & penyakit tanaman kelapa sawit dengan membangun data spasial, data atribut tiap blok kebun sebagai satuan operasional aplikasi DSS.

Beberapa hasil yang dapat diaplikasi dan dikembangkan lebih lanjut untuk manajemen perkebunan kelapa sawit antara lain adalah :

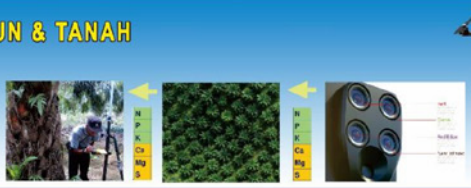
1. Prediksi kualitas daun dan tanah di bawah tajuk tanaman dengan menggunakan pengolahan citra drone multi spectral dan spektrofotometer.
2. Sistem pakar pengendalian hama dan penyakit tanaman kelapa sawit berbasis image proses (citra drone) multispectral dan lidar
3. Pengembangan data minning berbasis drone server pada masing-masing perusahaan perkebunan dengan Membuat server seperti google map yang terkoneksi langsung dengan Hasil pengolahan citra drone.
4. Pengembangan DSS manajemen pemupukan dan pengendalian hama-penyakit tanaman kelapa sawit dengan input data citra drone berbasis smartphone
    a. Pengembangan aplikasi dari desktop base menjadi aplikasi online berbasis smartphone, terbatas internal perusahaan.
    b. Memberikan kemudahan bagi pengguna untuk mengakses data server secara online smartphone

OTOMASI DSS MANAJEMEN PEMUPUKAN BERBASIS UAV PHOTO SERVER DAN INTERNET OF THINGS (IoT)

Kelompok Periset :
Dr. Ir. Hermantoro, M.S. (Ketua)
Dr. Ir. Sigit Prabawa, M.Si. (Anggota)
Dr. Ir. Candra Ginting, M.S. (Anggota)
Arief Ika Uktoro, STp., MSc. (Anggota)
Dr. Rudiyanto, M.Si. (Anggota)
Andiko Putro S., S.Kom, M.Cs. (Anggota)

MODEL PREDIKSI KUALITAS DAUN & TANAH

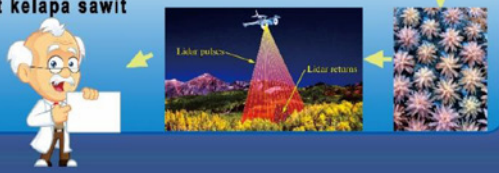
- Pengolahan Citra Drone Multispectral,
- Spectrophotometer
- Model Artificial Neural Network



SISTEM PAKAR PENGENDALIAN HAMA

- Berbasis Pengolahan Citra Drone Multispectral dan LIDAR
- Analisis berbasis segmentasi object
- Justifikasi dari pakar/praktisi ahli hama penyakit kelapa sawit

ARTIFICIAL INTELLIGENCE



PENGEMBANGAN DATA WAREHOUSE DAN DATA MINING

- Pengembangan Data Warehouse dan Data Mining
- Berbasis UAV/Drone Photo Server

INTERNET OF THINGS

- Internet of Things Berbasis Smartphone
- Otomasi DSS Manajemen Pemupukan

SAWIT PINTAR

PUSAT STUDI TEKNOLOGI KELAPA SAWIT INSTIPER

"Smart and Sustainable with Advance Technology"

sawit

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