



9 772654 489005

e-ISSN: 2654-4892

SEMINAR NASIONAL TECHNOPEX ITI



**MEMPERSIAPKAN SDM UNTUK MENDUKUNG PEMBANGUNAN
INFRASTRUKTUR DALAM MENINGKATKAN DAYA SAING BANGSA**

**Serpong, Tangerang Selatan
22 Oktober 2019**

SPONSOR



CONSTRUCTION & INVESTMENT



PT. SINAR MULTI KEMINDO



PELAKSANA



LPKT

Lembaga Penelitian dan Komersialisasi Teknologi

KATA PENGANTAR

Penelitian merupakan salah satu Tri Dharma Perguruan Tinggi yang wajib dilakukan selain pengajaran dan pengabdian kepada masyarakat. Perguruan Tinggi, berkolaborasi dengan pemerintah dan swasta merupakan penggerak utama perkembangan Ilmu Pengetahuan dan Teknologi (IPTEK) di sebuah Negara. Inovasi dan pembaharuan IPTEK diawali dari sebuah penelitian dasar, dilanjutkan dengan penelitian terapan, dan pengembangan kapasitas.

Seminar Nasional Technopex merupakan salah satu agenda rutin yang diselenggarakan oleh Lembaga Penelitian dan Komersialisasi (LPKT) Institut Teknologi Indonesia (ITI). Seminar ini diadakan dengan tujuan sebagai sarana pertukaran informasi dari hasil penelitian dan pengabdian masyarakat, serta perkembangan teknologi yang diterapkan atau dibutuhkan masyarakat.

Mengacu pada bidang fokus yang tertuang pada Rencana Induk Penelitian (RIP) tahun 2016-2020 terdiri dari Pangan, Energi, Infrastruktur dan Permukiman, Lingkungan, Ilmu dan Teknik Material, Teknologi Informatika dan Komunikasi, Manajemen Industri, tema seminar yang dipilih pada tahun 2019 adalah Mempersiapkan Sumber Daya Manusia (SDM) untuk Mendukung Pembangunan Infrastruktur dalam Meningkatkan Daya Saing Bangsa. Adapun topik pada sesi utama seminar ini adalah *Supply-Demand* Tenaga Ahli Pembangunan Infrastruktur di Indonesia, Tantangan dan Hambatan Pelaksanaan Pembangunan Infrastruktur di Indonesia, dan Pengembangan SDM Keinsyuran Profesional untuk Mendukung Pembangunan Infrastruktur.

Sesuai program pemerintah, infrastruktur merupakan syarat pondasi suatu Negara untuk dapat bersaing dengan Negara lain. Selain infrastruktur besar seperti bandara, pelabuhan, jalan tol, maupun bendungan, pemerintah juga membangun infrastruktur kecil melalui dana desa di pelosok. Untuk mendukung pembangunan infrastruktur, salah satu yang dibutuhkan adalah kesiapan SDM. Dengan Demikian tema yang diangkat dapat menyebarluaskan kebijakan dan program pemerintah serta menampung aspirasi masyarakat terutama masyarakat baik dari akademisi, pelaku usaha, maupun pemerintah terkait.

Atas nama Direktur LPKT, Saya mendukung penuh berlangsungnya acara ini. Saya yakin bahwa Dies Natalies ITI 2019 akan menjadi acara yang dapat meraih kesuksesan besar dan semoga semua harapan dari ITI, LPKT, peserta, dan kontributor lainnya akan terpenuhi dan berguna untuk semua.

Salam sukses!

Dr. Ir. Joelianingsih, MT

Direktur Lembaga Penelitian & Komersialisasi Teknologi

DAFTAR ISI

	Halaman
Kata Pengantar	ii
Daftar Isi	iii
Penggunaan Domainkeys Identified Mail (DKIM) pada Forensik E-Mail <i>Suryo Bramasto</i> Program Studi Informatika, Institut Teknologi Indonesia	1
Kajian Identifikasi Resiko Biaya Pembangunan Proyek Konstruksi Terminal <i>Multi Purpose</i> dan Fasilitas Pendukung Pelabuhan Kuala Tanjung <i>Eko Handoyo Cahyo Pranoto, Manlian Ronald A. Simanjuntak</i> Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan	8
Strategi Pemasaran Proyek Infrastruktur di Indonesia <i>Manlian Ronald A. Simanjuntak, Runsa Rinaldi</i> Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan	12
Kajian <i>Method</i> Crash Program Dalam Pembangunan Proyek Apartemen <i>Budi Darmanto, Manlian R. Simanjuntak</i> Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan	20
Analisis Proses Konstruksi Proyek Bangunan Gedung <i>Mixed Use</i> di Jakarta Pusat <i>Manlian Ronald A. Simanjuntak, Derry Rijken Irahadi, Sandra Sellina</i> Program Studi S2 Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan	25
Identifikasi Faktor dan Variabel <i>Safety</i>, Metoda Konstruksi dan Biaya Proyek Pada Proses Konstruksi Pada Proyek Toll Elevated <i>Muhammad Sumedhi, Manlian Ronald A. Simanjuntak</i> Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan	31
Analisis Perbandingan Biaya dan Waktu Proses Konstruksi dengan Menggunakan Baja Ringan / Cold Form (Studi Kasus : Bandara International Mozes Kilangin Timika Papua) <i>Manlian Ronald A Simanjuntak, Usman Hasan</i>	37

Program Studi S2 Teknik Sipil Konsentrasi Manajemen Konstruksi, Universitas Pelita Harapan	
Uji Kinerja Membran Fluoropolimer pada Pemurnian Limbah Chrome Sintetik	43
<i>Sri Handayani¹⁾, Yuli Amalia Husnil¹⁾, Aspiyanto²⁾</i>	
¹⁾ Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia	
²⁾ Pusat Peneliti Kimia LIPI Tangerang Selatan	
Identifikasi Risiko Potensial Proses Perencanaan dan Penjadwalan Proyek Konstruksi Infrastruktur di Provinsi DKI Jakarta	50
<i>Manlian Ronald A. Simanjuntak¹⁾, Amus Huka²⁾</i>	
¹⁾ Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Pelita Harapan	
²⁾ Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Pelita Harapan	
Identifikasi Kompetensi Konsultan SSCX (<i>Six Sigma Consultant</i>) Pada Peningkatan Kapasitas Produksi <i>Spun Pile</i>	56
<i>Manlian Ronald A. Simanjuntak¹⁾, Bernadus Kusumadanu²⁾</i>	
¹⁾ Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Pelita Harapan	
²⁾ Program Studi S2 Teknik Sipil, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Pelita Harapan	
Proses Pembiayaan Penetapan Harga Jual Beton Readymix pada Perusahaan PT. XYZ	61
<i>Manlian Ronald A. Simanjuntak¹⁾, Handoko Budi Nugroho²⁾</i>	
¹⁾ Program Studi S2 Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan	
²⁾ Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Pelita Harapan	
Analisis Dampak Penggunaan Material Konstruksi di Kawasan Gudang di Tangerang	68
<i>Derry Rijken Irahadi</i>	
Program Studi Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan	
Identifikasi Faktor dan Variabel Penjadwalan Proyek Bangunan Gedung di Lingkungan FIFGROUP	73
<i>Manlian Ronald A. Simanjuntak¹⁾, Yoses Lawalata²⁾</i>	
¹⁾²⁾ Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Sains & Teknologi, Universitas Pelita Harapan	
Identifikasi Faktor & Variabel <i>Defect</i> Pekerjaan <i>Raft Foundation</i> (Studi Kasus: Bangunan Gedung Tinggi Di Jakarta Pusat)	79
<i>George Andalas Sumurung, Manlian Ronald A Simanjuntak</i>	

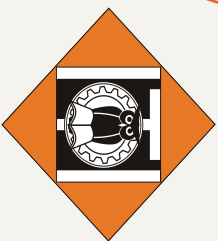
Program Studi S2 Teknik Sipil Konsentrasi Manajemen Konstruksi, Universitas Pelita Harapan	
Identifikasi Faktor dan Variabel Risiko Penyedia Jasa Konstruksi <i>Design and Build</i> Kawasan Bangunan Gedung Apartemen	83
<i>Manlian Ronald A. Simanjuntak, Ade Imanuel Tumanggor</i> Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan	
Perbandingan Persyaratan <i>Green Building</i> Di Indonesia dan Singapura	89
<i>Budi Kurniawan, Manlian Ronald Simanjuntak</i> Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan	
Identifikasi Faktor dan Variabel Keterlambatan Proyek (Studi Kasus Kawasan Proyek Apartemen)	96
<i>Agus Salim, Manlian Ronald A. Simanjuntak</i> Program Studi S2 Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan	
Identifikasi Peran Konsultan Pengawas Pembangunan Jalan Tol pada Tahap Pelaksanaan Konstruksi (Studi Kasus Proyek Jalan Tol Cisumdawu)	103
<i>Yunan Hanun, Manlian Ronald A. Simanjuntak, Agustinus Bambang Priyambodo</i> Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan	
Identifikasi Risiko Proses Konstruksi Terhadap Kinerja Waktu yang Mempengaruhi Kualitas Pembangunan Gedung Sekolah X Di Bangka	109
<i>Emmi Franna, Lusiana Idawati</i> Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan	
Identifikasi Peluang Penggunaan Pemindai Laser 3D Jinjing pada Pemantauan Tahap Konstruksi dalam Era Revolusi Industri 4.0 pada Proyek Konstruksi di Jakarta	115
<i>Christian Martua Pasaribu, Lusiana Idawati, Manlian Ronald A. Simanjuntak</i> Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan	
Identifikasi Faktor-Faktor Sumber Daya Manusia Dalam Penerapan Standar Sistem Manajemen Mutu (ISO) 9001:2008 Pada Kontraktor PT.XYZ	121
<i>Eka Putra Jaya Zendrato, Manlian Ronald A. Simanjuntak</i> Program Studi Magister Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan	

Efisiensi Penggunaan Jembatan <i>Cable Stayed</i> dan <i>Suspension Bridge</i>	126
<i>Abrar Husen, Rachmi Yanita, Muhamad Muchdi W</i>	
Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Indonesia	
Kajian Proses Pelaksanaan Konstruksi Jalan Tol Cibitung-Cilincing	133
<i>Manlian Ronald A. Simanjuntak, Christian Gerald Daniel, Andi Harkhoni, Bernadus Kusumadanu, Handoko Budi Nugroho, Anang Noer Tachlish</i>	
Program Studi S1 dan S2 Teknik Sipil Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pelita Harapan	
Identifikasi Faktor & Variabel Produktivitas Beton Precast (Studi Kasus: Jalan Tol Becakayu)	140
<i>Manlian Ronald A. Simanjuntak, Andi Harkhoni</i>	
Program Studi S2 Teknik Sipil, Universitas Pelita Harapan	
Tingkat Kesiapan Gedung Cagar Budaya Filately Dalam Menghadapi Bahaya Kebakaran	145
<i>Keti Andayani, Lukman Subangi</i>	
Teknik Arsitektur, Universitas Bung Karno	
Pemilihan dan Implementasi Penjualan <i>Online</i> melalui Media Sosial dan Marketplace Studi Kasus pada UMKM Bu Supiyah di Desa Kranggan	153
<i>Andry Manodotua Panjaitan, Rudy Silalahi, Ansera Junisia</i>	
Program Studi Teknik Industri, Universitas Pelita Harapan	
Analisis Usulan Perbaikan Kualitas Pelayanan Berdasarkan 7P dengan Metode <i>Fault Tree Analysis</i> di CV Gunung Mas Citra Raya	159
<i>Rudy Vernando Silalahi, Agustina Christiani, Angelina Larasati</i>	
Program Studi Teknik Industri, Universitas Pelita Harapan	
Usulan Perbaikan Kualitas Pelayanan pada Pusat Kebugaran X di Tangerang dengan Metode Ipa-Fmea	168
<i>Rudy Vernando Silalahi, Agustina Christiani, Andreas Galih</i>	
Program Studi Teknik Industri, Universitas Pelita Harapan	
Kelayakan Teknis dan Finansial PLTD Berbahan Bakar CPO	175
<i>Agus Kismanto, Alfonsus Agus Raksodewanto, Hariana, Romelan</i>	
Balai Teknologi Bahan Bakar dan Rekayasa Desain, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi	

<p>Kelayakan Laboratorium Big Data Mini Untuk Program Studi Informatika</p> <p><i>Yustina Sri Suharini, Muhamad Ramli, Sulistyowati, Endang Ratnawati Djuwitaningrum</i></p> <p>Program Studi Informatika, Institut Teknologi Indonesia</p>	181
<p>Strategi Pengembangan Pariwisata Terpadu Studi Kasus : Kawasan Banten Lama Kecamatan Kasemen Kota Serang</p> <p><i>Medtry, Kusmalinda Madjid, Jungjung Adil Wibowo</i></p> <p>Program Studi Perencanaan Kota dan Wilayah, Institut Teknologi Indonesia</p>	187
<p>Pengaruh Jenis Bahan Penstabil pada Tekstur Profil Mekanis dan Viskositas Niyoghurt</p> <p><i>Abu Amar, Syahril Makosim, Davik Noviyanto</i></p> <p>Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Institut Teknologi Indonesia</p>	200
<p>Value Engineering pada Perencanaan Struktur Pelat Antara Sistem Drop Panel Flat-Slab Terhadap Sistem Beam-Slab</p> <p><i>Rachmi Yanita, Danang Purtono</i></p> <p>Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Indonesia</p>	208
<p>Umur Simpan Sambal Tauco Pada Suhu Penyimpanan Berbeda</p> <p><i>Setiarti Sukotjo, Raskita Saragih, Rezha Muhammad Javier</i></p> <p>Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Institut Teknologi Indonesia</p>	216
<p>Efek Proses Winterization terhadap Titik Kabut Biodiesel Kelapa Sawit</p> <p><i>Joelianingsih MT, Aprianto Hutama Putra, Monica Yuliani Hutabalian, Is Sulistiyati Purwaningsih</i></p> <p>Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia</p>	222
<p>Efek Magnetisasi Bahan Bakar (Premium+Bioetanol) Terhadap Konsumsi Bahan Bakar pada Mesin Bensin</p> <p><i>Tatun Hayatun Nufus, Andi Ulfiana, Muhammad Hidayat Tullah, Noor Hidayati, Isnanda Nuriskasari</i></p> <p>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta</p>	228
<p>Monitoring Baterai (Accumulator) pada Kendaraan Uji Dalam Program Uji Jalan Penggunaan Bahan Bakar Biodiesel 30% (Roadtest B30)</p>	234

- Teguh Budi Pratomo, Mokhammad Abrori, Feri Karuana, Andrias Rahman Wimada*
Balai Teknologi Bahan Bakar dan Rekayasa Desain, Badan Pengkaji dan Penerapan Teknologi
- Implementasi Lean Manufacturing dan Kaizen untuk Meningkatkan Produktivitas pada Lantai Produksi: Studi Kasus PT Inoac Polytechno Indonesia** 239
Linda Theresia, Gadh Ranti, Ray Krisna Erlangga
Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Indonesia
- Evaluasi Volume dan Biaya Material Konstruksi Bangunan Beton dengan Variasi Sumber Semen dan Sumber Pasir** 246
Rachmi Yanita, Rahmat Setyadi, Krishna Mochtar, Robi Ajid, Haryadi
Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Indonesia
- Rancang Bangun Sistem Pengapian untuk Meningkatkan Performa Pengapian Mobil melalui Penambahan Kabel Transformator** 254
Detin A. S, Matsuani, Wendy Marsi Z
Program Studi Teknik Mesin Otomotif, Institut Teknologi Indonesia
- Penentuan Nilai Sigma Perusahaan Pangan Berdasarkan Kualitas Kemasan Primer** 260
Indrati Sukmadi¹⁾, Muhami²⁾, Makwa Noviasanti³⁾
¹⁾Program Studi Informatika, Institut Teknologi Indonesia
²⁾³⁾Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Institut Teknologi Indonesia
- Rancang Bangun Sistem Pengisian Aki Mobil Double Fungsi** 268
Matsuani¹⁾, Muhammad Ahmad Kurniadi²⁾
¹⁾Program Studi Teknik Mesin Otomotif, Institut Teknologi Indonesia
²⁾Program Studi Teknik Mesin, Institut Teknologi Indonesia
- Pemanfaatan Limbah Kulit Singkong Sebagai Bahan Edible Coating Buah Tomat Segar (*Lycopersicon esculentum*, Mill)** 276
Darti Nurani, Heru Irianto, Rita Maelani
Program Studi Teknologi Pertanian, Institut Teknologi Indonesia
- Nitro Selulosa Berbasis Serat Tanaman Rami (*Boehmeria Nivea*) Sebagai Bahan Bakar Pendorong Roket** 283
Kudrat Sunandar, Lin Marlina

Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia	
Perbaikan Desain Mutu Kain <i>Cotton Teton</i> Menggunakan Six Sigma (Studi Kasus Di Perusahaan Tekstil)	287
<i>Ni Made Sudri, Yenny Widianty, Anissa Fernanda</i>	
Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Indonesia	
Upaya Nilai Tambah Asam Lemak dari Minyak Nabati dan Hewani Sebagai Poliol dan Turunannya	293
<i>Linda Aliffia Yoshi, Nadya Fitria, Naufal Rozin Albana, Enjarlis Enjarlis, Agam Wibawa</i>	
Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia	
Uji Aroma dan Aktivitas Antioksidan Teh Kulit Melinjo Warna Merah dan Hijau	299
<i>Raskita Saragih¹⁾, Ermiziar Tarmizi²⁾</i>	
¹⁾ Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Institut Teknologi Indonesia	
²⁾ Program Studi Teknik Kimia, Institut Teknologi Indonesia	
Pemanfaatan Tepung Kimpul (<i>Xanthosoma sagittifolium</i>) Sebagai Substitusi Tepung Terigu untuk Pembuatan <i>Cookies</i>	308
<i>Eko Yuliasuti E.S, Dini Nur Hakiki, Athiefah Fauziyyah</i>	
Program Studi Teknologi Pangan, Universitas Terbuka	
Analisis Energi Mekanis Penggerak Poros Magnet Rotor Alternator untuk Pembangkit Listrik AC	312
<i>Parlindungan P. Marpaung¹⁾, Hebert H. Rajagukguk²⁾</i>	
¹⁾ Program Studi Teknik Mesin Otomotif, Institut Teknologi Indonesia	
²⁾ Program Studi Teknik Elektro, institute Teknologi Indonesia	



INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

SERTIFIKAT

Diberikan Kepada :

Joelianingsih

Atas Partisipasinya Sebagai

PENMAKALAH

Dalam Acara

“SEMINAR NASIONAL TECHNOPRENEUR EXPO INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA 2019”

Yang diselenggarakan di Institut Teknologi Indonesia, pada tanggal 22 Oktober 2019

Dengan nilai SPKK : 5



SELASA, 22 OKTOBER 2019

KETUA PENYELENGGARA,



(DR.IR. JOELIANINGSIH, MT)



REKTOR INSTITUT TEKNOLOGI INDONESIA

(DR.IR. ISNUWARDIANTO)

EFEK PROSES *WINTERIZATION* TERHADAP TITIK KABUT BIODIESEL KELAPA SAWIT

Joelianingsih, Aprianto Hutama Putra, Monica Yuliyani Hutabalian, Is Sulistyati
Purwaningsih

Program Studi Teknik Kimia Institut Teknologi Indonesia

E-mail: joelianingsih@gmail.com

Abstrak

Cold flow properties pada biodiesel menyebabkan penurunan kualitas biodiesel ketika disimpan pada suhu yang rendah. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk memperbaiki kualitas biodiesel pada suhu rendah adalah dengan proses *winterization*. *Winterization* merupakan proses pemisahan fraksi cair tak jenuh dari fraksi padatan jenuh yang akan menurunkan titik kabut karena berkurangnya senyawa ikatan tunggal dan bertambahnya senyawa ikatan rangkap dari biodiesel. Pada biodiesel murni kelapa sawit, dilakukan proses *winterization* dengan menggunakan *cooling chamber* pada suhu penyimpanan 16°C dan 14°C. Dari penelitian yang telah dilakukan selama 24 jam, diperoleh perubahan kadar FAME (Fatty Acid Methyl Ester) dengan komposisi SFA (Saturated Fatty Acid) turun sebanyak 4%, sedangkan komposisi MUFA (Mono Unsaturated Fatty Acids) dan PUFA (Poly Unsaturated Fatty Acid) meningkat masing-masing sebanyak 5% dan 1% pada temperatur penyimpanan 16°C. Pada temperatur 14°C, komposisi SFA turun sebanyak 25%, sedangkan MUFA dan PUFA meningkat masing-masing sebanyak 26% dan 21%. Menurunnya komposisi SFA menyebabkan penurunan titik kabut, yang dibuktikan dari prediksi penurunan titik kabut sebesar 0.5°C dan 3.8°C untuk biodiesel murni kelapa sawit 16°C dan 14°C dari titik kabut awal sebesar 13.4°C. Prediksi yang diperoleh melalui persamaan $TK = 53.716 - 0.892X_3 - 0.26X_4 - 0.588X_7 - 0.482X_8$ ini telah divalidasi dengan %error sebesar 2.04% (X_3 , X_4 , X_7 dan X_8 berturut turut adalah kadar metil miristat, metil palmitat, metil oleat dan metil linoleat). Hasil ini tidak sebaik hasil penelitian sebelumnya pada biodiesel murni kelapa sawit pada penyimpanan selama 24 jam dengan temperatur 14°C, dimana fraksi cair yang tersisa pada biodiesel kelapa sawit mengalami perubahan titik kabut sebesar 6°C lebih rendah dari titik kabut sebelumnya.

Pendahuluan

Biodiesel kelapa sawit memiliki *cold flow properties* (CFP) dengan nilai titik kabut yang rendah serta angka setana yang tinggi. CFP yang ada pada biodiesel ini kerap kali menimbulkan masalah dalam penggunaannya sebagai bahan bakar pengganti petrodiesel (solar), yakni tersumbatnya injektor pada mesin diesel. Oleh karena itu, lubang penyemprot bahan bakar diesel di injektor tidak boleh tersumbat kotoran, karena seiring berjalannya waktu akan terjadi penumpukan residu yang kemudian menyumbat injektor mesin diesel. Senyawa asam lemak jenuh pada biodiesel kelapa sawit akan membentuk titik - titik kabut pada temperatur yang rendah. Semakin besar komposisi fraksi asam lemak jenuh, maka akan semakin tinggi temperatur yang menimbulkan terjadinya titik kabut. Tinggi rendahnya titik kabut pada biodiesel dipengaruhi oleh fraksi jenuh biodiesel. Fraksi jenuh ini dapat mengkristal dan membentuk deposit (endapan) ketika berada pada temperatur di bawah titik kabut biodiesel. Dalam jumlah banyak, fraksi jenuh ini dapat meningkatkan viskositas biodiesel dan membuatnya lebih sulit mengalir ketika digunakan, sehingga dikategorikan sebagai zat pengotor pada biodiesel [1].

Menurut kajian Pérez et al., (2010), biodiesel *Crude Palm Oil* (CPO) memiliki temperatur *cloud point* (CP) sebesar 12 °C [2]. Pérez juga menyebutkan bahwa untuk memperbaiki ketidakstabilan titik kabut pada biodiesel dapat dilakukan dengan fraksionasi melalui proses *winterization*. Pada proses *winterization*, biodiesel yang disimpan dalam suhu rendah akan berubah komposisi asam lemak jenuhnya dari cair menjadi padat. Fraksi padat ini dapat dipisahkan dari

fraksi cairnya, sehingga komposisi fraksi padat (asam lemak jenuh) akan menurun. Biodiesel dengan kadar asam lemak jenuh yang rendah menyebabkan terjadinya penurunan temperatur titik

kabut sehingga menghasilkan karakteristik biodiesel yang lebih optimal [3]. Berdasarkan percobaan yang telah dilakukan oleh Ailirio et al., (2008) *winterization* dilakukan selama 24 jam dengan temperatur 14 °C menggunakan sampel biodiesel kelapa sawit, fraksi cair yang tersisa pada biodiesel kelapa sawit mengalami perubahan titik kabut sebesar 6 °C lebih rendah dari sebelumnya 14 °C, menjadi sebesar 8 °C [4].

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh yang terjadi pada biodiesel murni (B100) dari bahan baku kelapa sawit dengan proses *winterization* terhadap nilai titik kabutnya menggunakan *cooling chamber*. Proses *winterization* dilakukan pada temperatur 14 °C, dan 16 °C ini akan memisahkan fraksi padat yang mengendap dengan fraksi cair untuk kemudian dilakukan pengujian lebih lanjut terhadap titik kabutnya.

Studi Pustaka

Biodiesel merupakan senyawa mono alkil ester dari asam lemak rantai panjang yang berasal dari minyak nabati serta lemak hewani. Biodiesel diproduksi dari sintesis trigliserida dalam minyak nabati dengan proses transesterifikasi dengan menggunakan alkohol [5]. Secara umum, biodiesel memiliki viskositas, densitas, dan titik kabut, yang tinggi disisi yang lain memiliki volatilitas dan nilai panas yang rendah.

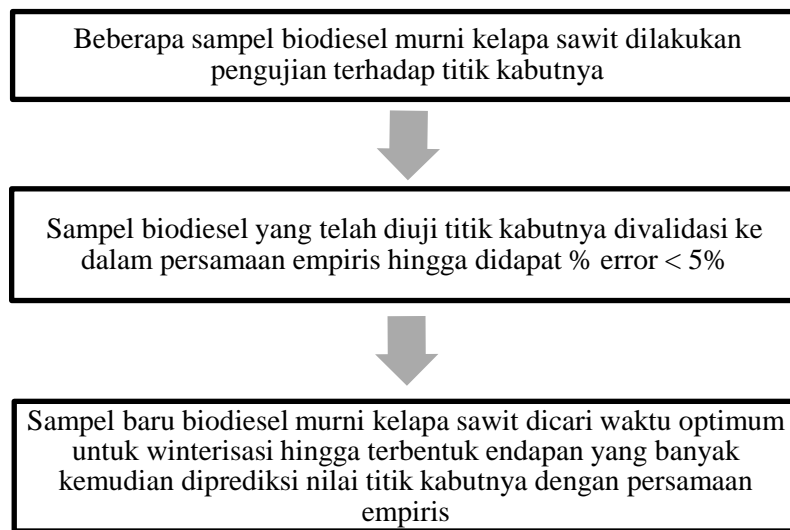
Biodiesel *palm oil* memiliki sifat fisika dan kimia yang dekat dengan petrodiesel (solar). Viskositas yang tinggi pada biodiesel *palm oil* menunjukkan bahwa biodiesel *palm oil* memiliki atomisasi yang buruk yang menyebabkan penyumbatan dalam saluran bahan bakar. Untuk mengurangi viskositas pada biodiesel *palm oil* biasanya dilakukan pencampuran (*blending*) antara biodiesel dengan petrodiesel, pemanasan awal, dan penambahan aditif [6]. Biodiesel *palm oil* memiliki kandungan asam lemak jenuh yang cukup tinggi (50.1% massa) [7], *cold flow properties* (CFP) atau sifat buruk alir pada suhu rendah menjadi hal yang penting [4].

Kristalisasi yang terbentuk pada biodiesel pada suhu dingin untuk *fatty acid methyl ester* (FAME) dengan titik leleh yang tinggi menyebabkan penyumbatan filter dan tabung bahan bakar. Untuk negara yang memiliki musim dingin dalam pembuatan tabung bahan bakar harus memiliki kualifikasi *cold filter plugging point* (CFPP). Semakin tinggi konsentrasi komposisi jenuh, semakin tinggi nilai CFPP (titik kabut tinggi). Hal ini membuat biodiesel kurang cocok apabila digunakan sebagai bahan bakar pada suhu rendah. Untuk mengatasi masalah ini bisa dilakukan proses *winterization* dimana teknik ini bisa digunakan pada biodiesel murni. *Winterization* dapat memperbaiki ketidakstabilan titik kabut pada biodiesel [2].

Ketika suhu lingkungan menurun, biodiesel akan mulai membentuk kristal. Kristal lilin pada biodiesel muncul karena adanya rantai karbon jenuh yang cukup panjang, sehingga menimbulkan masalah pada penggunaan biodiesel terutama pada suhu yang rendah dan membuat kualitas biodiesel menjadi kurang optimal. Biodiesel yang terbuat dengan kandungan konsentrasi asam lemak jenuh yang tinggi (titik leleh tinggi) memiliki sifat titik kabut yang buruk dan sebaliknya jika konsentrasi asam lemak jenuh kecil maka biodiesel tersebut memiliki titik kabut yang rendah [4].

Metodologi Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan proses *winterization* biodiesel kelapa sawit untuk mencari waktu optimum hingga terbentuk endapan yang banyak kemudian diprediksi nilai titik kabutnya dengan menggunakan persamaan empiris yang telah didapat dari penelitian sebelumnya [8], dengan %error sebesar 2.04% Diagram alir proses *winterization* disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses "winterization"

Hasil dan Pembahasan

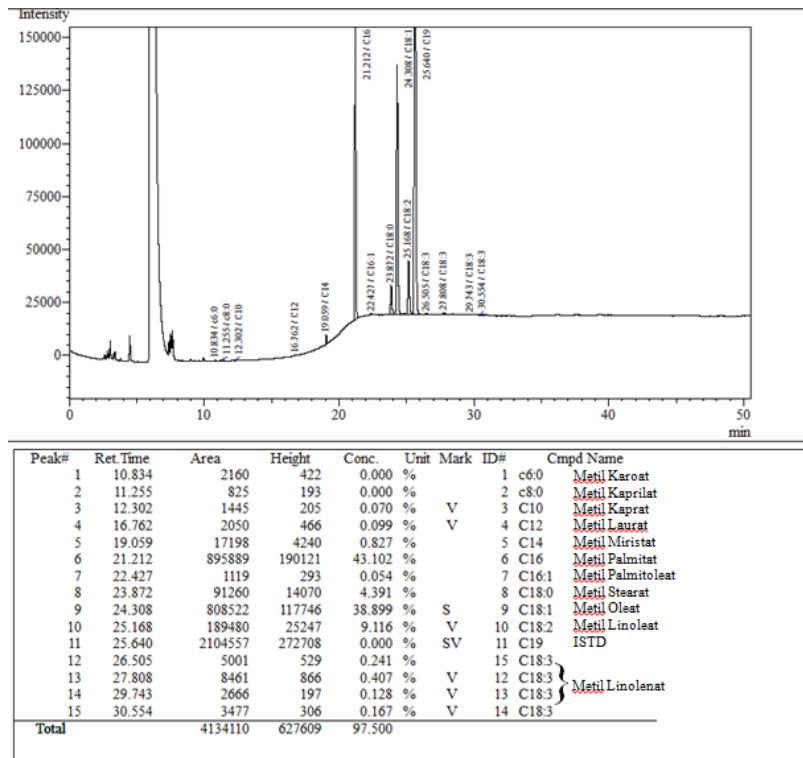
Winterization yang dilakukan terhadap biodiesel menyebabkan terjadinya perubahan massa fraksi padat maupun cair dalam biodiesel. Fraksi cair yang membeku membentuk fraksi padat dengan persentase perubahan massa seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Neraca Massa Biodiesel Kelapa Sawit

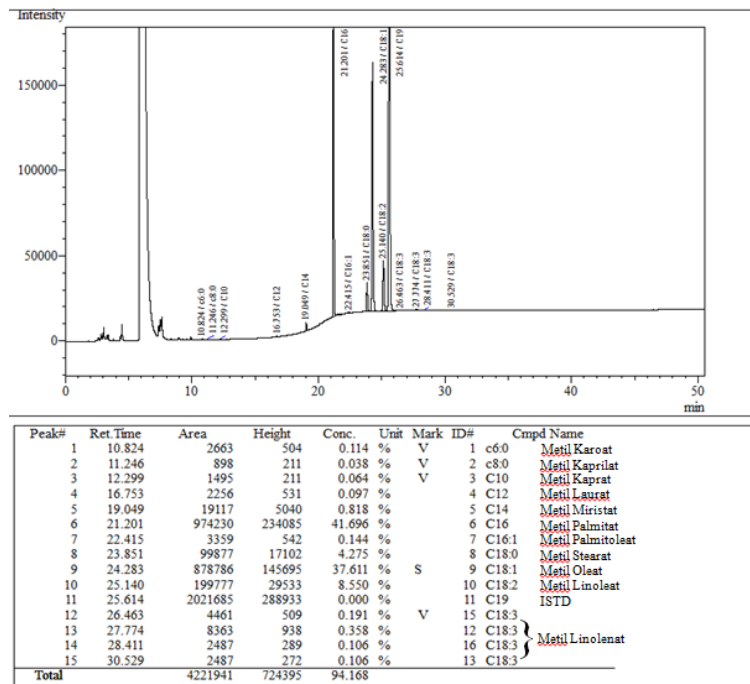
Variabel	Massa awal sampel (gr)	Massa fraksi padat (gr)	% massa fraksi padat	Massa fraksi cair (gr)	% massa fraksi cair
16 °C, 1 jam	100	0.06	0.05	99.94	99.95
16 °C, 24 jam	100	7.98	6.66	92.02	93.34
14 °C, 6 jam	100	66.51	76.41	33.49	23.59
14 °C, 12 jam	100	73.68	86.55	26.32	13.45
14 °C, 24 jam	100	85.74	91.14	14.26	8.86

Berdasarkan tabel 1 dapat diketahui bahwa temperatur optimum untuk melakukan *winterization* adalah sebesar 14 °C dengan waktu selama 24 jam. Waktu optimum ini didapatkan dari hasil penelitian Benavides, et al (2008) [3] yang mengatakan bahwa pada penyimpanan selama 24 jam dengan temperatur 14 °C, fraksi cair yang telah dipisahkan dari fraksi padat akan menyebabkan terjadinya perubahan titik kabut. Perubahan titik kabut ini diakibatkan oleh berkurangnya senyawa asam lemak jenuh, yaitu metil palmitat, yang tidak memiliki ikatan rangkap sehingga strukturnya lebih terorganisir dan cenderung memadat ketika disimpan dalam suhu tertentu di bawah suhu kamar. Semakin lama waktu penyimpanan dan semakin rendah suhu penyimpanan, semakin banyak fraksi padat asam palmitat yang terbentuk.

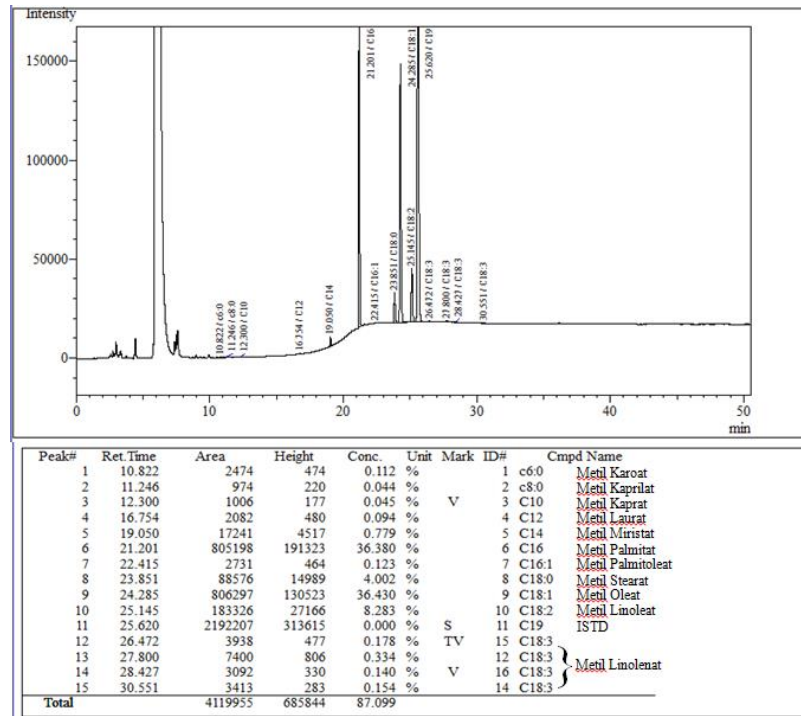
Sebaliknya, fraksi cair yang berupa asam lemak tak jenuh, baik dengan ikatan rangkap dua ataupun tiga, seperti metil oleat, strukturnya kurang terorganisir sehingga tidak mudah memadat ketika disimpan di dalam suhu sekalipun. Dengan menggunakan metode kromatografi gas, fraksi cair yang tersisa itu kemudian diuji komposisi FAME-nya guna memperoleh data secara kuantitatif berupa persentase asam lemak yang terdeteksi dalam biodiesel kelapa sawit sebelum dan setelah *winterization*. Hasil uji khromatografi gas disajikan pada Gambar 2 sampai dengan Gambar 7.



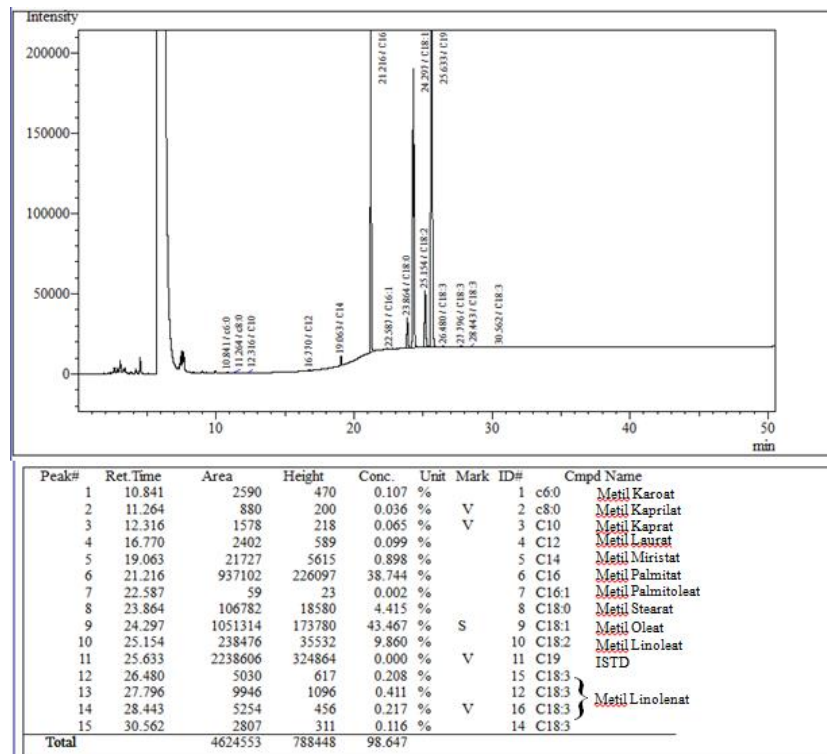
Gambar 2. Hasil Uji Kromatografi Gas dari Blanko Biodiesel Kelapa Sawit



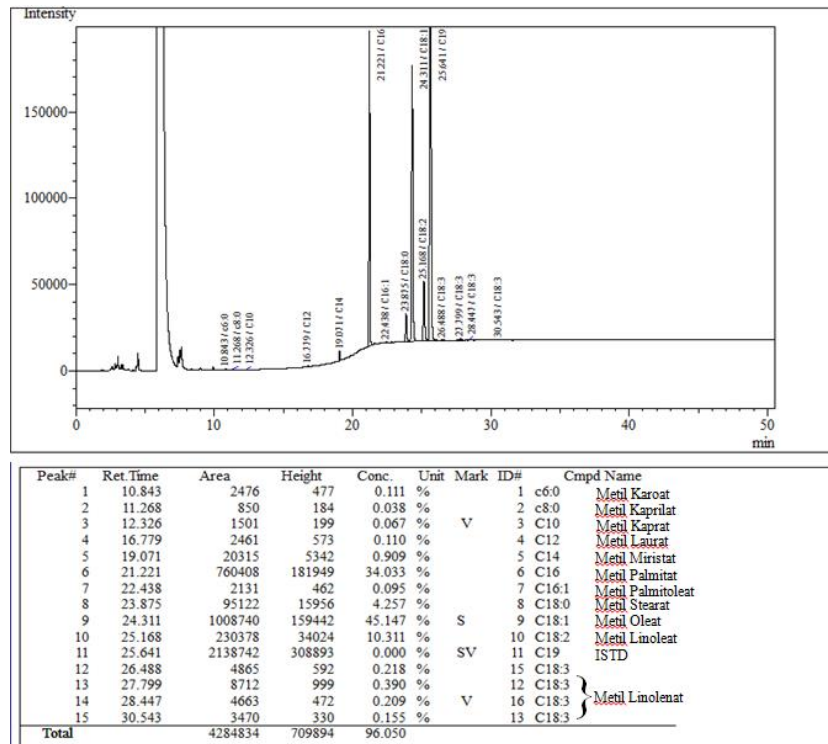
Gambar 3. Hasil Uji Kromatografi Gas dari Biodiesel Kelapa Sawit pada Penyimpanan 16 °C selama 1 jam



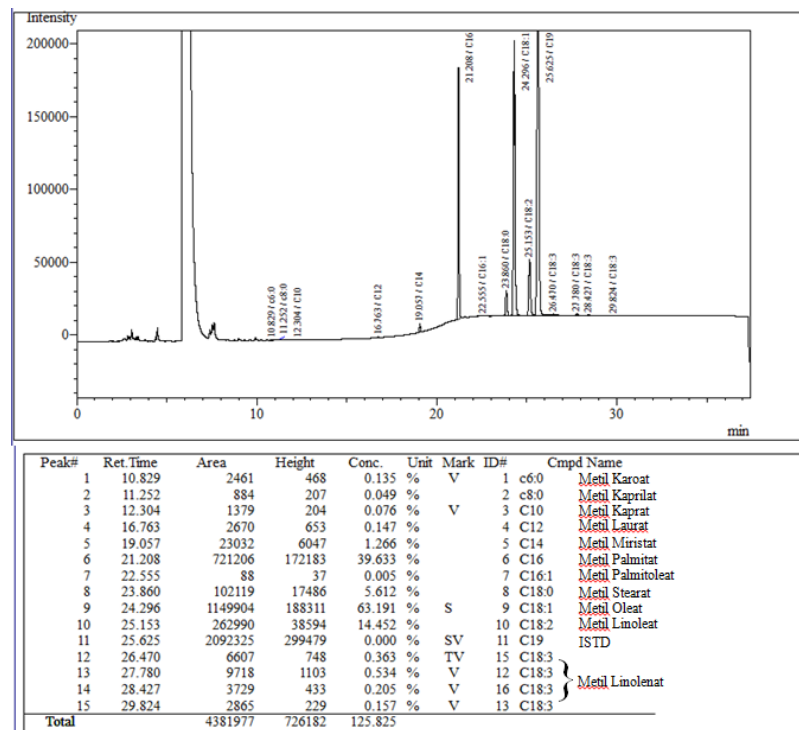
Gambar 4. Hasil Uji Kromatografi Gas dari Biodiesel Kelapa Sawit pada Penyimpanan 16 °C selama 24 jam



Gambar 5. Hasil Uji Kromatografi Gas dari Biodiesel Kelapa Sawit pada Penyimpanan 14 °C selama 6 jam



Gambar 6. Hasil Uji Kromatografi Gas dari Biodiesel Kelapa Sawit pada Penyimpanan 14 °C selama 12 jam



Gambar 7. Hasil Uji Kromatografi Gas dari Biodiesel Kelapa Sawit pada Penyimpanan 14 °C selama 24 jam

Tabel 2. Komposisi FAME Biodiesel Kelapa Sawit

Jenis FAME	Blanko	16 °C		14 °C		
		1 Jam	24 Jam	6 Jam	12 Jam	24 Jam
Karoat, C6:0	0.000	0.114	0.129	0.108	0.116	0.107
Kaprilat, C8:0	0.000	0.041	0.051	0.036	0.040	0.039
Kaprat, C10:0	0.072	0.063	0.052	0.066	0.070	0.060
Laurat, C12:0	0.102	0.108	0.108	0.100	0.115	0.117
Miristat, C14:0	0.848	0.861	0.894	0.910	0.946	1.006
Palmitat, C16:0	44.207	44.176	41.769	39.276	35.432	31.499
Palmitoleat C16:1	0.055	0.117	0.141	0.002	0.100	0.004
Stearat, C18:0	4.504	4.541	4.595	4.476	4.432	4.460
Oleat, C18:1	39.896	40.095	41.826	44.064	47.003	50.221
Linoleat, C18:2	9.350	9.113	9.510	9.995	10.735	11.486
Linolenat C18:3	0.967	0.772	0.925	0.965	1.012	1.001
TOTAL	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000	100.000

Berdasarkan hasil uji kromatografi yang dirangkum ke dalam Tabel 2, persentase komposisi metil palmitat semakin menurun sedang metil oleat semakin meningkat. Metil oleat yang tidak mudah memadat inilah yang menyebabkan terjadinya penurunan titik kabut pada biodiesel. Adapun perubahan titik kabut yang terjadi pada biodiesel kelapa sawit dapat diketahui dengan prediksi menggunakan persamaan empiris dengan ketentuan error < 5%, yang didapat dari penelitian sebelumnya [4]. Persamaan empiris dari Meri dan Alexia (2018), memberikan % error sebesar 2.04% dengan perhitungan menggunakan Microsoft Excel. Persamaan tersebut dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Persamaan Empiris untuk Menentukan Nilai Titik Kabut

Parameter	Persamaan	% error	Sumber
Titik Kabut (°C)	$TK = 53.716 - 0.892 x_3 - 0.26x_4 - 0.588x_7 - 0.482 x_8$	2.04	Meri & Alexia, (2018)

Data yang telah ada dalam Tabel 2 kemudian disubstitusi ke dalam persamaan pada Tabel 3, sehingga diperoleh hasil perhitungan prediksi titik kabut, yang dirangkum dalam Tabel 4. Pada Tabel 4, terlihat bahwa terjadi penurunan titik kabut dari 13.5 °C hingga menjadi 9.5 °C ketika biodiesel disimpan pada suhu 14 °C dalam waktu 24 jam.

Tabel 4. Prediksi Titik Kabut Biodiesel Kelapa Sawit

Jenis FAME	C10:0 (x ₁)	C12:0 (x ₂)	C14:0 (x ₃)	C16:0 (x ₄)	C16:1 (x ₅)	C18:0 (x ₆)	C18:1 (x ₇)	C18:2 (x ₈)	C18:3 (x ₉)	TK (°C)
Blanko	0.072	0.102	0.848	44.207	0.055	4.504	39.896	9.350	0.967	13.500
16 °C, 1 Jam	0.063	0.108	0.861	44.176	0.117	4.541	40.095	9.113	0.772	13.494
16 °C, 24 Jam	0.052	0.108	0.894	41.769	0.141	4.595	41.826	9.510	0.925	12.881
14 °C, 6 Jam	0.066	0.100	0.910	39.276	0.002	4.476	44.064	9.995	0.965	11.965
14 °C, 12 Jam	0.070	0.115	0.946	35.432	0.100	4.432	47.003	10.735	1.012	10.848
14 °C, 24 Jam	0.060	0.117	1.006	31.499	0.004	4.460	50.221	11.486	1.001	9.563

Kesimpulan

Efek dari proses *winterization* biodiesel kelapa sawit ialah menurunnya titik kabut biodiesel kelapa sawit, yang dapat diketahui dari prediksi nilai titik kabut berdasarkan persamaan empiris dengan mensubstitusi komposisi FAME sehingga menghasilkan % error < 5%. Hasil terbaik diperoleh pada temperatur *winterization* 14 °C dengan waktu penyimpanan selama 24 jam. Titik kabut turun dari 13,5 °C menjadi 9,563 °C.

Ucapan Terima kasih

Artikel ini merupakan sebagian dari hasil penelitian yang didanai oleh Penelitian Kompetitif Nasional - Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia dengan skema Riset Dasar dengan No kontrak : 43/AKM/MONOPNT/2019.

Daftar Pustaka

- [1] Ferrari, Roseli Ap. ; Leticia, Anna M. ; Pigh, Turtelli, "Biodiesel Production and Quality," dalam *Biofuel's Engineering Process Technology*, D. M. A. D. S. Bernardes, Penyunt., Brazil, InTech, 2011, pp. 222-240.
- [2] Pérez, Ángel; Casas, Abraham; Fernández, Carmen María; Ramos, María Jesús; Rodríguez, Lourdes, "Winterization of Peanut Biodiesel to Improve the Cold Flow Properties," *Bioresource Technology*, vol. 101, p. 7375–7381, 2010.
- [3] P. C. Smith, Y. Ngothai, Q. D. Nguyen dan B. K. O'Neill, "Improving the low-temperature properties of biodiesel: Methods," *Renewable Energy*, 35(6), 2010.
- [4] A. Y. Benavides, J. R. Agudelo dan P. N. Benjumea, "El fraccionamiento por cristalización del biodiesel de aceite de palma como alternativa para mejorar sus propiedades de flujo a baja temperatura," *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, no. 43, pp. 7-17, 2008.
- [5] N. Kabbashi, M. E. Mirghani, M. Z. Alam dan A. Al-Fusaiel, "Biodiesel Production from Crude Palm Oil by Transesterification Process," *Journal of Applied Sciences*, vol. 9, no. 17, pp. 3166-3170, 2009.
- [6] P. Ndayishimiye dan M. Tazerout, "Use of palm oil-based biofuel in the internal combustion engines: Performance and emissions characteristics," *Energy*, vol. 36, no. 3, pp. 1790-1796, 2011.
- [7] V. Gibon, "Palm Oil and Palm Kernel," *Palm Oil*, pp. 329-375, 2012.
- [8] M. N. Tanjung dan A. R. Winalda, "Persamaan Empiri Untuk Memprediksi Nilai Parameter Penting Biodiesel Berdasarkan Komposisi Asam Lemak Metil Ester," *LAPORAN PENELITIAN*, vol. I, p. 31, 2018.
- [9] R. Muneeswaran, M. R. Thansekhar dan K. Varatharajan, "Effect of Diethyl Ether Addition to Palm Stearin Biodiesel," *Asian Journal of Research in Social Sciences and Humanities*, vol. 6, pp. 1382-1394, 2016.
- [10] P. Udomsap, U. Sahapatsombat, B. Puttasawat, P. Krasae, N. Chollacoop dan S. Topaiboul, "Preliminary Investigation of Cold Flow Improvers for Palm-Derived Biodiesel Blends," *Materials and Minerals*, vol. 18, pp. 99-102, 2009.