

PEMANFAATAN BIODIESEL-EMULSI AIR SEBAGAI BAHAN BAKAR PENGERINGAN KARET REMAH

Utilization of Biodiesel-Water Emulsion as Fuel for Crumb Rubber Drying

Sherly HANIFARIANTY¹, Hani HANDAYANI¹, Woro ANDRIANI¹, Asron Ferdian FALAAH¹, Dadi Rosadi MASPANGER¹, Obie FAROBIE², and Meika Syahbana RUSLI²

¹Unit Riset Bogor Getas - Riset Perkebunan Nusantara, Jalan Salak No. 1 Bogor, 16128, Indonesia

²Surfactant and Bioenergy Research Center (SRBC), Jalan Raya Pajajaran No. 1 Bogor, 16153, Indonesia

*Email : sherlyhanifarianty@yahoo.co.id

Diterima: 18 Maret 2024 / Disetujui: 15 Januari 2025

Abstract

Biodiesel-water emulsion can be used as an alternative fuel for drying crumb rubber. Biodiesel used is a mixture of 70% diesel and 30% FAME (B30) and a mixture of 60% diesel and 40% Fatty Acid Methyl Ester (FAME) (B40) from crude palm oil (CPO). Potential use of biodiesel for drying crumb rubber is no less than 90-120 million liters per year. However, use of biodiesel as a fuel for drying crumb rubber still needs to be studied because it contains a lot of NOx and PM (particles) which have potential to reduce rubber quality. Use of water is intended to increase fuel savings and minimize Nitrogen Oxide (NOx) emissions and air particles that have potential to reduce rubber quality. Based on several previous studies to make diesel oil-water emulsions using surfactants, this study developed a method for preparing B30-water biodiesel emulsions and B40-water biodiesel emulsions using a mixture of Span 80 and Tween 80 surfactants, with a ratio of biodiesel and water of 90:10 (v/v). Homogeneous and stable biodiesel-water emulsions, namely B30-water and B40-water emulsions, were obtained by adding 5% emulsifier consisting of a mixture of Span 80 and Tween 80 as surfactants to form B30-water and B40-water emulsions. The results showed that biodiesel B30-water emulsion and B40-water emulsion with a water content of 10% can be synthesized using a combination of SPAN 80 and TWEEN 80 surfactants as much as 5% by stirring using a high-speed mixer (23,000 rpm) for 1-2 minutes to produce a stable emulsion for more than 30 days (for B30 water

emulsion) and up to 5 days (for B40 water emulsion) for drying at 130 - 135°C. For B30-water and B40-water emulsions with a water content of 10% are suitable for use as alternative fuels for drying crumb rubber. Quality of dry crumb rubber produced meets standard requirements according to SNI 1903:2017.

Keywords: *biodiesel-water emulsion; B30; B40; crumb rubber; diesel oil; drying; FAME; fuel*

Abstrak

Emulsi biodiesel-air dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk pengeringan karet remah. Biodiesel yang digunakan merupakan campuran 70% solar dan 30% FAME (B30) serta campuran 60% solar dan 40% Fatty Acid Methyl Ester (FAME) (B40) dari minyak sawit mentah (CPO). Potensi penggunaan biodiesel untuk pengeringan karet remah tidak kurang dari 90-120 juta liter per tahunnya. Namun penggunaan biodiesel sebagai bahan bakar pengeringan remah karet masih perlu dikaji karena banyak mengandung NOx dan PM (partikel) yang berpotensi menurunkan kualitas karet. Penggunaan air dimaksudkan untuk ditingkatkan penghematan bahan bakar dan meminimalkan emisi Nitrogen Oksida (NOx) dan partikel udara yang berpotensi menurunkan kualitas karet. Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu untuk membuat emulsi minyak-air solar

dengan menggunakan surfaktan, maka pada penelitian ini dikembangkan metode preparasi emulsi biodiesel B30-air dan emulsi biodiesel B40-air dengan menggunakan campuran surfaktan Span 80 dan Tween 80, dengan rasio antara biodiesel dan air yaitu 90:10 (v/v). Emulsi biodiesel-air yang homogen dan stabil yaitu emulsi B30-air dan B40-air diperoleh dengan menambahkan emulsifier 5% yang terdiri dari campuran Span 80 dan Tween 80 sebagai surfaktan sehingga membentuk emulsi B30-air dan B40-air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Biodiesel B30-emulsi air dan emulsi B40-air dengan kadar air 10% dapat disintesis menggunakan kombinasi surfaktan SPAN 80 dan TWEEN 80 sebanyak 5% dengan cara diaduk menggunakan *mixer* kecepatan tinggi (23.000 rpm) selama 1-2 menit hingga menghasilkan emulsi yang stabil lebih dari 30 hari (untuk emulsi air B30) dan sampai dengan 5 hari (untuk emulsi air B40) untuk pengeringan 130 - 135°C. Untuk emulsi B30-air dan B40-air dengan kadar air 10% layak digunakan sebagai bahan bakar alternatif pengeringan karet remah. Kualitas karet remah kering yang dihasilkan memenuhi standar persyaratan sesuai SNI 1903:2017.

Kata kunci: emulsi biodiesel-air; B30; B40; karet remah; minyak solar; pengeringan; FAME; bahan bakar

PENDAHULUAN

Sebagai upaya mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil yang semakin terbatas, pemerintah melalui Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 41 Tahun 2018 telah menetapkan bahwa Indonesia secara bertahap akan menerapkan penggunaan biodiesel sebagai pengganti bahan bakar fosil, khususnya minyak solar. Pada tahun 2020, biodiesel B30 sudah mulai digunakan dan saat ini masih dilakukan kajian kelayakan teknis dan ekonomi penggunaan B40 (APROBI, 2020). Biodiesel B30 dan B40 masing-masing merupakan campuran FAME (*Fatty Acid Methyl Ester*) 30% dan 40% yang umumnya berasal dari CPO (*Crude Palm Oil*) dengan minyak solar 70% dan 60%. Faktanya penggunaan biodiesel masih tergolong rendah terutama untuk sektor

transportasi dengan porsi sekitar 21% dari total konsumsi untuk sektor transportasi yang mencapai 353 juta SBM yang sebagian besar masih menggunakan bensin (56%) dan solar. minyak (13%) (BPPT, 2020). Untuk memaksimalkan pemanfaatan biodiesel mendekati target 23% pada tahun 2025 dan 31% pada tahun 2050, maka pengembangan pemanfaatan biodiesel harus terus dilanjutkan terutama untuk sektor industri (DEN, 2019).

Industri remah karet berpotensi menyerap biodiesel dalam jumlah besar. Karet jenis ini masih menjadi komoditas ekspor utama Indonesia dari sektor perkebunan setelah kelapa sawit. Pada tahun 2021 produksi karet remah mencapai 3.121.532 ton dengan volume ekspor 2.385.198 ton (>85%) menyumbang devisa hingga USD 4,12 miliar (DEKARINDO, 2022). Bahan bakar yang digunakan untuk mengeringkan karet remah umumnya adalah *Industrial Diesel Oil* (IDO) dengan konsumsi 30-40 liter/ton karet. Dengan demikian potensi penggunaan biodiesel untuk pengeringan karet remah tidak kurang dari 90-120 juta liter per tahunnya. Berbagai penelitian mengenai pembakaran biodiesel dengan oil burner telah dilakukan. Lambosi dkk. membandingkan emisi gas dari pembakaran antara solar dengan B50 dan B100 (FAME), menunjukkan bahwa emisi NO_x dan PM pada biodiesel meningkat seiring dengan meningkatnya kandungan FAME, namun kadar CO dan CO₂ lebih rendah dibandingkan dengan minyak solar industry (Lambosi, Khalid, & Manshoor, 2015).

Kualitas biodiesel telah dicoba untuk ditingkatkan dengan melakukan penyulingan B10-B100 (Palanisamy, Muthaiyah, & Kantharajan, 2014). Masalah emisi dicoba oleh Khalid dkk. dengan menginjeksikan air ke dalam biodiesel B15-B30 hingga 15% hingga membentuk emulsi, kemudian campuran diatomisasi dalam nozzle burner (Khalid, Sies, Manshoor, Latip, & Amirnordin, 2014). Molekul air berperan sebagai pembawa agar partikel bahan bakar dapat tersebar merata di dalam ruang bakar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa air dapat melemahkan suhu puncak nyala api selama proses difusi dan berdampak positif dalam mengurangi emisi NO_x dan PM.

Penelitian tentang penambahan air ke dalam bahan bakar untuk membentuk emulsi minyak-air (W/O) telah dilakukan oleh beberapa peneliti salah satunya oleh Malau & Ardiansah yang berhasil mensintesis emulsi minyak-diesel-air yang stabil menggunakan Span (sorbitan monooleate) 85 dan Tween (polyoxyethylene sorbitan) 80 surfaktan (Malau & Ardiansah, 2022). Penggunaan surfaktan untuk mensintesis emulsi minyak-diesel-air dapat mengurangi emisi gas hidrokarbon, CO, CO₂, dan NO_x yang dapat terdapat pada gas buang mesin kendaraan – (Basha, 2018; Basha & Anand, 2013). Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu untuk membuat emulsi minyak-air solar dengan menggunakan surfaktan, maka pada penelitian ini dikembangkan metode preparasi emulsi biodiesel B30-air dan emulsi biodiesel B40-air dengan menggunakan campuran surfaktan Span 80 dan Tween 80. Kestabilan emulsi selama penyimpanan kemudian diamati dengan menggunakannya sebagai bahan bakar pengeringan karet remah dan menguji mutu karet kering sesuai standar yang sesuai untuk karet remah (BSN, 2017).

BAHAN DAN METODE

Percobaan pengeringan menggunakan karet remah basah yang diperoleh dari pabrik karet remah PT Perkebunan Nusantara VIII Purwakarta, Jawa Barat, Indonesia. Percobaan dilakukan dengan menggunakan alat pengering skala laboratorium seperti pada Gambar 1, dengan kapasitas maksimal 3 kg karet kering, dimensi keseluruhan panjang 120 cm, lebar 50 cm dan tinggi 120 cm, dilengkapi dengan dua buah alat pembakar minyak mini, kipas angin pengering, timbangan otomatis dan peralatan kontrol untuk suhu dan laju aliran udara pengering. Bahan yang digunakan untuk sintesis emulsi biodiesel-air adalah biodiesel B30 dan B40, berasal dari CPO, air suling, surfaktan Span 80 (*sorbitan*

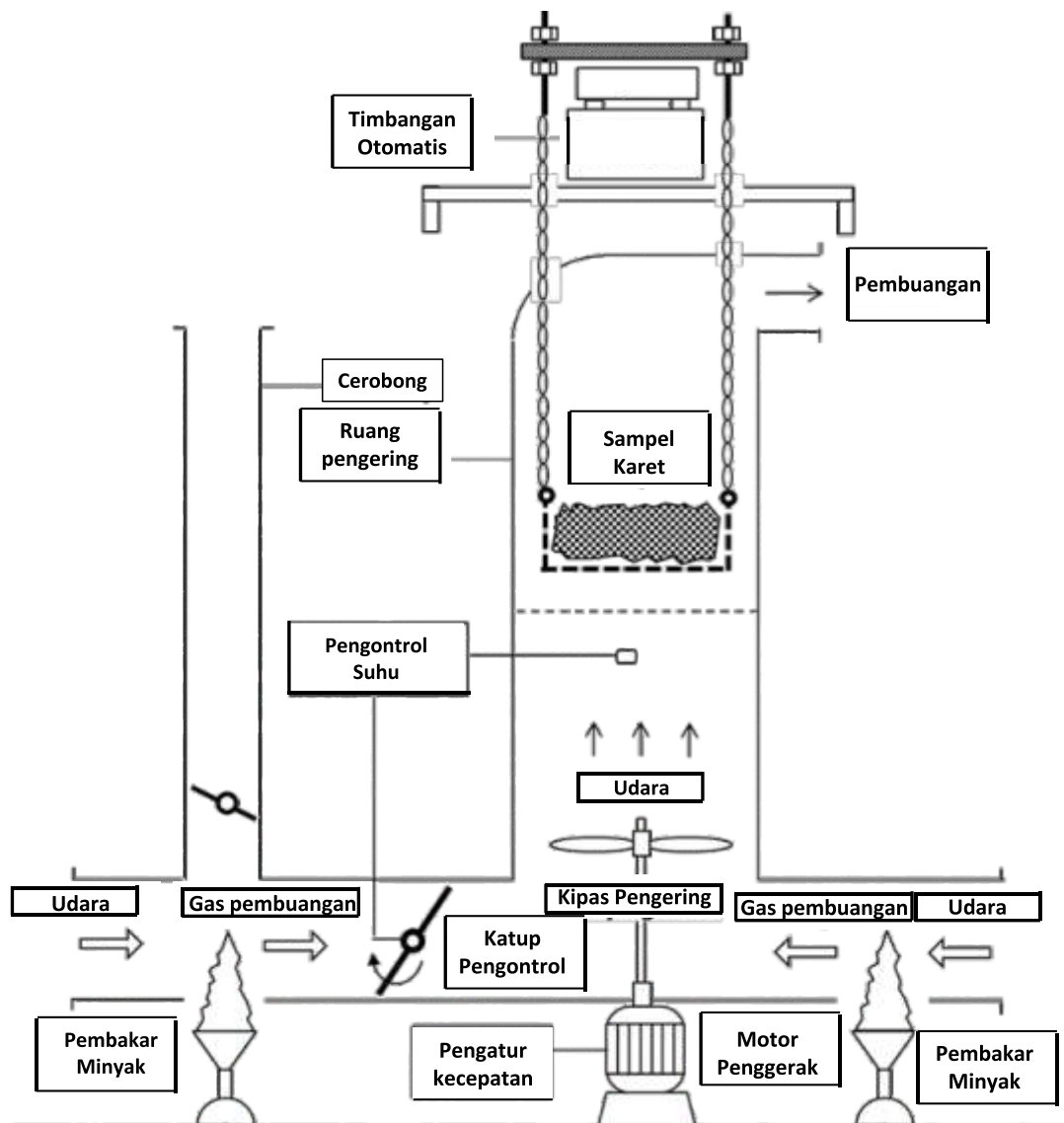
monooleate) dan Tween 80 (*polyoxyethylene sorbitan*). Peralatan yang digunakan untuk sintesis adalah *mixer* berkecepatan tinggi hingga 23.000 rpm.

Pembuatan Emulsi Biodiesel-Air

Tahapan pembuatan emulsi bahan bakar adalah sebagai berikut:

- Campuran A sebagai surfaktan dibuat terdiri dari surfaktan Span 80 dan Tween 80 dengan perbandingan Span 80:Tween 80 = 90:10 (v/v);
- Campuran B sebagai emulsi B30 dibuat terdiri dari B30 dan air dengan perbandingan B30:air = 90:10 (v/v);
- Campuran C sebagai emulsi B40 dibuat terdiri dari B40 dan air dengan perbandingan B40:air = 90:10 (v/v);
- Campuran A ditambahkan ke dalam campuran B dengan perbandingan A:B = 5:95 (v/v);
- Campuran A ditambahkan ke dalam campuran C dengan perbandingan A:C = 5:95 (v/v);
- Masing-masing campuran pada tahap d dan e diaduk menggunakan *mixer* berkecepatan tinggi sampai 23.000 rpm selama 1-2 menit hingga tercampur sempurna sehingga membentuk emulsi B30-air dan B40-air yang homogen dan stabil.

Emulsi B30-air dan B40-air yang dibuat di atas diamati stabilitasnya selama penyimpanan. Selanjutnya masing-masing digunakan sebagai bahan bakar minyak untuk pengeringan karet remah. Pengujian sifat fisik emulsi air B30 dan air B40 dilakukan di laboratorium terakreditasi Balai Besar Pengujian Minyak dan Gas Bumi “Lemigas”, dan digunakan *Industrial Diesel Oil* (IDO) dan FAME sebagai pembanding dalam penelitian ini. Pengujian karakteristik bahan bakar pada penelitian ini meliputi densitas, viskositas kinematik, titik nyala serta nilai kalor tinggi dan nilai kalor rendah (BSN, 2017).



Gambar 1. Tampilan skema pengering laboratorium untuk pengeringan karet remah
Figure 1. Schematic view of a laboratory dryer for drying crumb rubber

Eksperimen Pengeringan Karet Remah

Tahapan percobaan pengeringan adalah sebagai berikut:

- a. Kondisi pengeringan yang dilakukan pada penelitian ini sama dengan kondisi operasi di pabrik karet remah: kisaran suhu 130-135 °C dan kecepatan udara pengeringan 1-1,5 m/detik. Energi pengeringan diperoleh dengan menggunakan bahan bakar yang diinginkan: IDO sebagai kontrol, biodiesel B30, biodiesel B40, emulsi B30-air atau emulsi B40-air.
- b. Setelah kondisi pengeringan tercapai, masukkan 0,5-1,0 kg sampel karet

remah basah ke dalam ruang pengering, tiupkan dengan gas hasil pembakaran pembakar minyak langsung (pemanasan langsung) ke permukaan bawah karet. Amati penurunan berat karet selama pengeringan dengan menggunakan timbangan otomatis dengan kapasitas 30 kg (6 digit). Proses pengeringan dihentikan sampai berat karet konstan yaitu hanya karet saja yang tersisa, air yang terkandung sudah hilang yang menunjukkan karet telah kering sempurna.

Karakterisasi Mutu Karet Remah

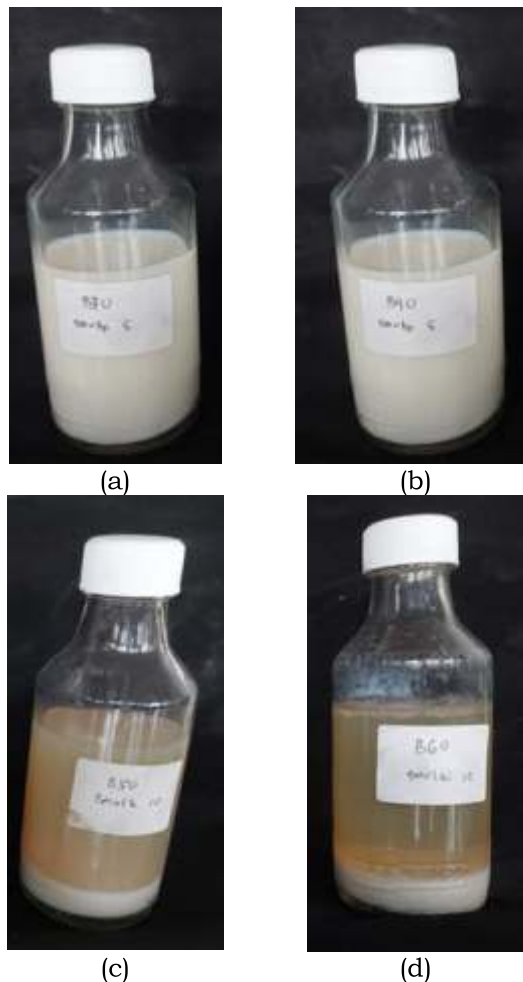
Mutu karet remah yang dihasilkan kemudian diuji sesuai SNI 1903:2017 meliputi kadar kotoran, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar nitrogen, plastisitas, dan nilai PRI (ASTM, 2022).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Stabilitas Emulsi Biodiesel-Air

Emulsi adalah campuran dua atau lebih fluida yang tidak dapat bercampur, dimana yang satu terdapat dalam bentuk tetesan atau fasa terdispersi, yang terdistribusi ke bagian lain atau fasa kontinyu (Tharwat F. Tadros, 2013). Untuk Surfaktan mempunyai kepala polar atau bagian hidrofilik dan ekor non-polar atau bagian hidrofobik, yang digabungkan untuk

melemahkan tegangan permukaan pelarut. Gugus polar berorientasi pada air dan gugus non-polar berorientasi pada minyak. Emulsi biodiesel-air pada penelitian ini termasuk tipe W/O yaitu air yang sedikit dicampur dengan minyak yang lebih banyak. Untuk Span 80 merupakan contoh emulsifier dengan nilai hydrophilic-lipophylic balance (HLB) rendah yang digunakan untuk emulsi air internal dalam minyak (W/O), sedangkan tween merupakan contoh emulsifier dengan nilai HLB tinggi yang digunakan untuk fase minyak menjadi air eksternal (O/W). Pencampuran Span 80 dan Tween 80 akan menghasilkan surfaktan dengan nilai HLB total sekitar 5, sehingga cocok untuk pembuatan emulsi biodiesel-air dengan jumlah minyak lebih banyak (Dimawarnita & Hambali, 2021).



Gambar 2. Penampilan emulsi biodiesel-air selama penyimpanan: (a) Emulsi air B30 stabil lebih dari 30 hari, (b) Emulsi air B40 stabil hingga 5 hari

Figure 2. Appearance of biodiesel-water emulsion during storage: (a) B30 water emulsion was stable for more than 30 days, (b) B40 water emulsion was stable for up to 5 days

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi dosis FAME, pemisahan emulsi semakin mudah terjadi. Hal ini disebabkan karena FAME mempunyai viskositas yang tinggi menyebabkan tegangan permukaan yang besar sehingga sulit untuk direduksi, hal ini sesuai dengan pendapat Fingas & Fieldhouse (2004) bahwa kestabilan dispersi tergantung pada volume dan karakteristik minyak yang digunakan (Fingas & Fieldhouse, 2004). Gambar 2 menunjukkan bahwa emulsi air B30 sangat stabil,

homogen, tidak terpisah setelah penyimpanan diatas 30 hari (Gambar 2.a), begitu pula dengan emulsi air B40 cukup stabil hingga 5 hari (Gambar 2.b). Namun, emulsi air B50 terpisah setelah penyimpanan selama 1-2 jam (Gambar 2.c), sedangkan emulsi air B60 terpisah hanya dalam beberapa menit (Gambar 2.d). Berdasarkan kondisi tersebut maka pada penelitian ini hanya emulsi B30-air dan emulsi B40-air yang digunakan sebagai bahan bakar minyak untuk pengeringan karet.

Tabel 1. Sifat fisik bahan bakar biodiesel dan emulsinya
Table 1. Physical properties of biodiesel fuel and its emulsion

Sifat Fisika <i>Physical Properties</i>	Satuan <i>Unit</i>	IDO	B30	B40	B30- Emulsi Air B30- Water Emulsion	B40- Emulsi Air B40- Water Emulsion	FAME
Densitas pada 40°C	kg/m ³	802,6	819,1	824,7	845,1	848,5	858,4
Viskositas Kinematik pada 40°C	mm ² /s	3,1	3,5	3,7	5,3	5,5	5,0
Titik nyala	°C	66	61	73	>100	>100	78
Nilai kalor lebih tinggi	MJ/kg	45,4	41,4	41,4	39,3	39,3	41,4
Nilai kalor lebih rendah	MJ/kg	42,7	39,8	39,8	38,3	38,3	39,8

Sifat fisik beberapa bahan bakar yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan FAME ke dalam IDO (B30 dan B40) mengakibatkan kenaikan densitas, viskositas, dan titik nyala namun terjadi penurunan nilai kalor yang nilainya mendekati B100 (FAME). Penambahan FAME pada IDO menjadikan bahan bakar lebih padat dan kental sehingga membutuhkan tenaga yang lebih besar untuk memompa nozzle burner sehingga menyebabkan nilai kalor lebih rendah. Nilai kalor berkaitan dengan energi yang dihasilkan pada proses pembakaran dan dapat menentukan jumlah konsumsi bahan bakar persatuan waktu. Nilai kalor yang tinggi menunjukkan konsumsi bahan bakar yang rendah dan sebaliknya. Penambahan air pada B30 dan B40 (emulsi B30-air dan B40-emulsi air) juga semakin meningkatkan

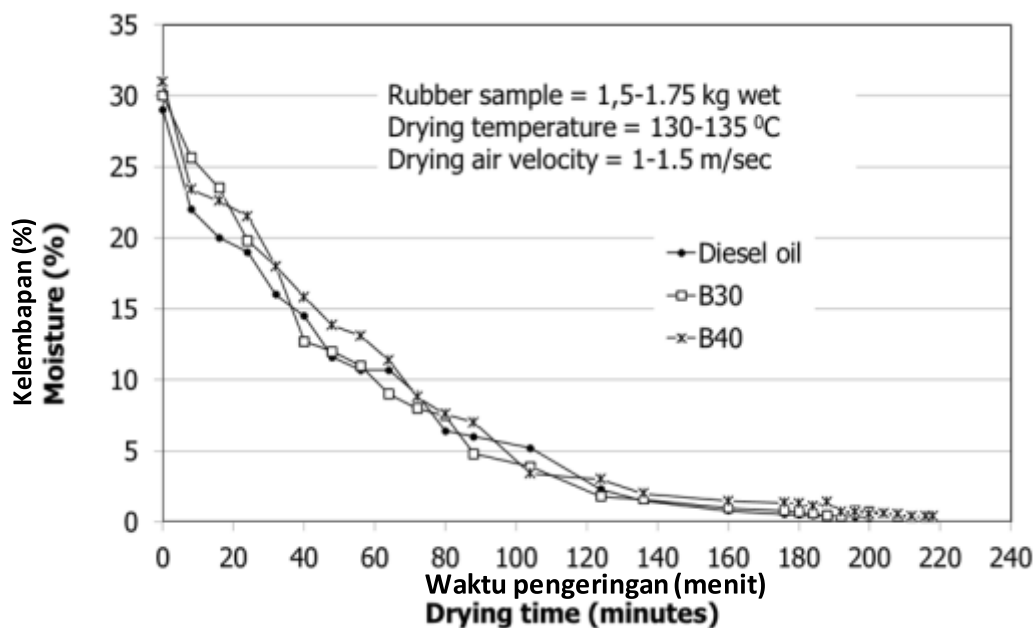
densitas, viskositas, dan titik nyala bahan bakar serta semakin menurunkan nilai kalor. Sama halnya dengan FAME, adanya air pada bahan bakar membuat bahan bakar menjadi lebih padat dan kental sehingga membutuhkan tenaga yang lebih besar untuk memompa nozzle burner sehingga menyebabkan nilai kalor menjadi lebih rendah. Meningkatnya nilai titik nyala bahan bakar menyebabkan waktu penyalaan awal lebih lama. Penurunan nilai kalor menyebabkan peningkatan konsumsi bahan bakar.

Karakteristik Pengeringan dan Mutu Karet

Gambar 3. menunjukkan bahwa karakteristik pengeringan remah karet pada suhu 130-135°C dengan laju aliran udara pengeringan 1-1,5 m/s menggunakan tiga

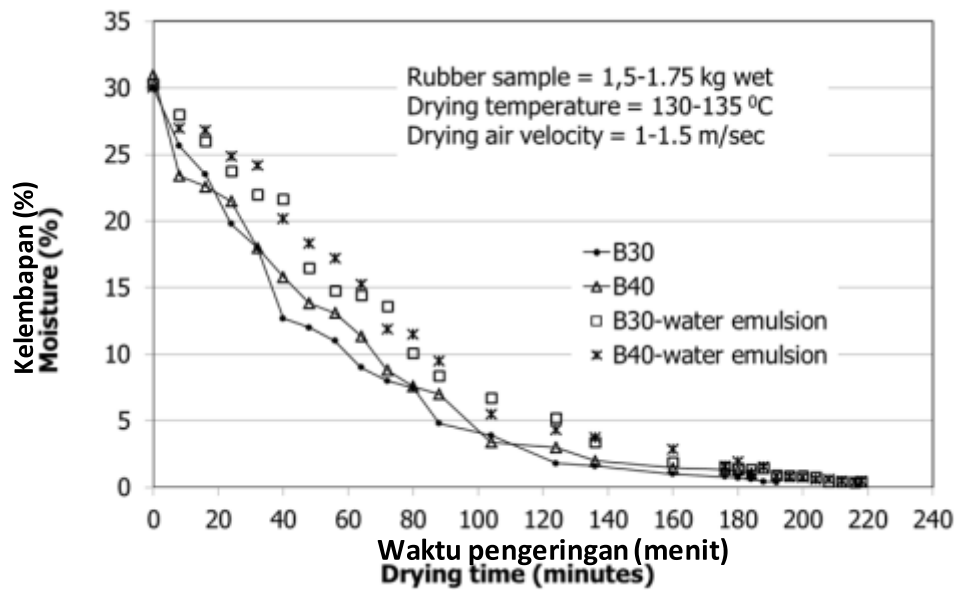
jenis bahan bakar yaitu IDO, B30, dan B40. Dari gambar tersebut terlihat bahwa laju pengeringan ketiga jenis bahan bakar tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dan waktu pengeringan yang dibutuhkan relatif sama yaitu sekitar 180 menit hingga karet benar-benar kering. Kesamaan laju pengeringan ini kemungkinan disebabkan adanya kesamaan nilai kalor antar bahan bakar yang digunakan pada penelitian ini. Merujuk pada penelitian yang dilakukan Aziz, nilai kalor IDO, biodiesel B20, dan biodiesel B40 masing-masing sebesar 9,536, 9,513 dan 9,491 cal/g (Aziz, 2010). Nilai kalor FAME berkisar 9,449 kal/g, sehingga pencampuran IDO dengan FAME akan menurunkan nilai kalor meskipun penurunannya tidak terlalu besar seiring bertambahnya kandungan FAME (Irzon, 2012).

Gambar 4. menunjukkan karakteristik pengeringan karet pada suhu 130-135°C dengan kecepatan udara pengeringan 1-1,5 m/s menggunakan emulsi B30-air dan emulsi B40-air dengan biodiesel B30 dan biodiesel B40 sebagai perbandingan. Dibandingkan dengan B30 dan B40, emulsi B30-air dan emulsi B40-air mengalami penurunan waktu pengeringan yang menyebabkan waktu pengeringan lebih lama, yaitu sekitar 190-200 menit. Penambahan air sebesar 10% pada biodiesel B30 dan B40 membentuk emulsi biodiesel-air menyebabkan penurunan laju pengeringan. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Awang & May, 2008), penambahan air pada FAME sebanyak 5% dan 15% mengakibatkan nilai kalor FAME menurun masing-masing dari 39,539 j/g menjadi 39,370 j/g. dan 37,378 J/g.



Gambar 3. Karakteristik pengeringan karet remah menggunakan tiga jenis bahan bakar: IDO, biodiesel B30, dan biodiesel B40

Figure 3. Drying characteristics of crumb rubber using three types of fuel: IDO, B30 biodiesel, and B40 biodiesel



Gambar 4. Karakteristik pengeringan remah karet menggunakan emulsi B30-air dan emulsi B40-air dengan biodiesel B30 dan biodiesel B40 sebagai perbandingan
Figure 4. Drying characteristics of rubber crumb using B30-water emulsion and B40-water emulsion with B30 biodiesel and B40 biodiesel as a comparison

Menurunnya laju pengeringan juga dapat disebabkan oleh faktor lain seperti koefisien perpindahan panas konveksi dan difusivitas fluida. Penelitian pengeringan karet remah yang dilakukan oleh Naon dkk. dan Sethu, menunjukkan bahwa nilai hC dan DL menurun dengan meningkatnya kelembaban (Naon, Benoit, Berthomieu, & Benet, 1995; Sethu, 1967). Penambahan air pada biodiesel membentuk emulsi yang menimbulkan campuran hasil pembakaran gas dan uap air yang meningkatkan kelembaban udara pengeringan sehingga berpotensi menurunkan laju pengeringan karet. Namun perbedaan waktu pengeringan 10-20 menit diharapkan tidak menjadi masalah pada praktik pengeringan di pabrik remah karet. Waktu pengeringan dapat dipersingkat dengan memperpanjang waktu pemasakan sebelum dikeringkan dengan pengering mekanis.

Tabel 2. menyajikan hasil mutu karet remah yang dikeringkan pada suhu 130-135°C menggunakan tiga jenis bahan bakar: IDO (sebagai kontrol), emulsi B30-air, dan emulsi B40-air. Dari tabel tersebut dapat disimpulkan bahwa mutu karet remah yang dikeringkan dengan ketiga jenis bahan bakar tersebut memenuhi persyaratan sesuai standar yang digunakan saat ini (SNI 1903:2017) untuk semua parameter yang diuji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa emulsi B30-air dan emulsi B40-air dengan kandungan air 10% cukup aman digunakan sebagai bahan bakar alternatif pada proses pengeringan karet di pabrik remah karet dengan sistem pemanasan langsung.

Tabel 2. Kualitas karet yang dikeringkan menggunakan biodiesel B30-air dan emulsi B40-air sebagai bahan bakar

Table 2. Quality of rubber dried using B30-air biodiesel and B40-air emulsion as fuel

Parameter <i>Parameters</i>	Satuan <i>Units</i>	Baku mutu (SNI 1903:2017) <i>Quality standards (SNI 1903:2017)</i>	Hasil tes <i>Test results</i>		
			IDO (kontrol) <i>IDO (control)</i>	B30- Emulsi Air <i>B30-Water emulsion</i>	B40- Emulsi Air <i>B40-Water emulsion</i>
Kadar kotoran	%	Max. 0,16	0,161	0,073	0,030
Kadar abu	%	Max. 1,00	0,46	0,41	0,39
Kadar Nitrogen	%	Max. 0,60	0,41	0,35	0,32
Kadar zat menguap	%	Max. 0,80	0,32	0,42	0,52
Plastisitas awal (Po)	-	Min. 30	45,0	48,5	42,0
<i>Plasticity Retention Index (PRI)</i>	-	Min. 40	74,4	75,3	71,0

KESIMPULAN

1. Biodiesel B30-emulsi air dan emulsi B40-air dengan kadar air 10% dapat disintesis menggunakan kombinasi surfaktan SPAN 80 dan TWEEN 80 sebanyak 5% dengan cara diaduk menggunakan *mixer* kecepatan tinggi (23.000 rpm) selama 1-2 menit hingga menghasilkan emulsi yang stabil lebih dari 30 hari (untuk emulsi air B30) dan sampai dengan 5 hari (untuk emulsi air B40).
2. Emulsi air B30 dan emulsi air B40 dengan kadar air 10% dan pengeringan pada suhu 130-135°C cukup aman digunakan sebagai bahan bakar alternatif pada proses pengeringan karet di pabrik remah karet dengan sistem pemanas langsung.

SARAN

Penelitian *upscaling* hingga skala industri masih diperlukan untuk mengetahui kinerja pemanas minyak, kebutuhan daya, dan konsumsi bahan bakar untuk simulasi di lapangan.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN) Republik Indonesia dan Lembaga Penyaluran Dana Pendidikan (LPDP) atas dukungan finansial terhadap penelitian ini dengan nomor kontrak : 28a/IV/KS/06/2022, tanggal 30 Juni 2022. Kami juga mengucapkan terima kasih

kepada Unit Riset Bogor Getas – Riset Perkebunan Nusantara dan *Surfactant and Bioenergy Research Center (SBRC)* yang telah mendukung seluruh pekerjaan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society for Testing and Materials (ASTM). (2022). Standard Test Method for Density, Relative Density, and API Gravity of Liquids by Digital Density Meter. *ASTM International*, 05.01, 1-9. DOI: 10.1520/D4052-18A
- Awang, R., & May, C. Y. (2008). Water-In-Oil Emulsion of Palm Biodiesel. *Journal of Oil Palm Research*, 20, 571–576.
- Aziz, I. (2010). Uji Performance Mesin Diesel Menggunakan Biodiesel Dari Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Kimia Valensi*, 1, 291–297. Retrieved from doi:10.15408/jkv.v1i6.241
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2017). Karet alam – Spesifikasi teknis. Dokumen SNI 1903:2017, 1-11.
- Basha, J. S. (2018). Impact of Carbon Nanotubes and Di-Ethyl Ether as additives with biodiesel emulsion fuels in a diesel engine – An experimental investigation. *Journal of The Energy Institute*, 91, 289–303. Retrieved from doi:10.1016/j.joei.2016.11.006

- Basha, J. S., & Anand, R. B. (2013). The influence of nano additive blended biodiesel fuels on the working characteristics of a diesel engine. *Journal of the Brazilian Society of Mechanical Sciences and Engineering*, 35(3), 257–264. Retrieved from DOI 10.1007/s40430-013-0023-0
- BPPT. (2020). Outlook Energi Indonesia 2020: Edisi Khusus Dampak Pandemi COVID-19 terhadap Sektor Energi di Indonesia. *PPIPE-BPPT*.
- DEKARINDO. (2022). Data Industri Karet Nasional Tahun 2019. *Dewan Karet Indonesia*, (Jakarta).
- DEN. (2019). Outlook Energi Indonesia (OEI). *Sekjen Dewan Energi Nasional*, (Jakarta).
- Dimawarnita, F., & Hambali, E. (2021). Surfaktan untuk Bahan Bakar Solar dan Biodiesel. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 31, 120–128. Retrieved from doi: 10.24961/j.tek.ind.pert.2021.31.2.120
- Fingas, M., & Fieldhouse, B. (2004). Formation of water-in-oil emulsions and application to oil spill modelling. *Journal of Hazardous Materials*, 107(1–2), 37–50. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2003.11.008>
- Irzon, R. (2012). Perbandingan Calorific Value Beragam Bahan Bakar Minyak yang Dipasarkan di Indonesia Menggunakan Bomb Calorimeter. *Jurnal Sumber Daya Geologi*, 22(4), 217–223. Retrieved from doi: 10.33332/jgsm.geologi.v22i4.121
- Khalid, A., Sies, M. F., Manshoor, B., Latip, L., & Amirnordin, S. H. (2014). Investigation of Mixture formation and Flame Development in Emulsified Biodiesel Burner Combustion. *Proceedings of the 2014 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, 2480–2488.
- Lambosi, L., Khalid, A., & Manshoor, B. (2015). Emission and Performance Characteristic of Biodiesel Burner System: A Review. *Applied Mechanics and Materials*, 773–774, 540–544. Retrieved from doi:10.4028/www.scientific.net/AMM.773-774.540
- Malau, A., & Ardiansah. (2022). Pembentukan Emulsi Air di Dalam Minyak Diesel dengan Penambahan Surfaktan Span 85 dan Tween 80. *Journal of Natural Science and Technology Adpertisi*, 2.
- Naon, B., Benoit, J., Berthomieu, G., & Benet, J. (1995). Drying of Granules from Natural Rubber Latex. *Journal Natural Rubber Resource*, 10, 228–241.
- Palanisamy, K., Muthaiyah, G., & Kantharajan, S. (2014). Combustion Characteristics of Improved Biodiesel in Diffusion Burner. *International Journal of Automotive and Mechanical Engineering (IJAME)*, 10, 2112–2121. Retrieved from doi:10.15282/ijame.10.2014.27.0178
- Sethu, S. (1967). Through-Circulation Drying of Particulate Natural Rubber I. Heveacrub. *Journal of The Rubber Research Institute of Malaya*, 20, 65–71.
- Tharwat, F Tadros. (2013). Emulsion Formation, Stability, and Rheology. *Emulsion Formation and Stability*, 1–75.