

Potensi biomassa biji karet (*hevea brasiliensis*) sebagai bahan baku pembuatan biodiesel di Indonesia

Harmiansyah¹, Marlia Indah Rismayanti², Widiya³, Anggi Mahdinda Sinaga⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Biosistem, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sumatera

Jl. Terusan Ryacudu, Way Hui, Kec. Jati Agung, Lampung Selatan, Lampung

Email: harmibm@gmail.com, marlia.121310002@student.itera.ac.id,

widiya.121310003@student.itera.ac.id, anggi.121310006@student.itera.ac.id

ABSTRAK

Biodiesel merupakan mono-alkil ester rantai panjang asam lemak yang diperoleh dari sumber terbarukan. Penggunaan biodiesel untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil. Biji karet mempunyai potensi besar sebagai bahan dasar pembuatan biodiesel, karena Indonesia merupakan salah satu produsen karet terbesar di dunia. Biji karet terdiri dari 40% minyak yang karakteristiknya telah memenuhi standar SNI sebagai bahan dasar biodiesel. Dengan jumlah produksi biji karet sebesar 17908815 ton/tahun, potensi biodiesel berbahan dasar minyak biji karet dapat mencapai 5671125 kiloliter/tahun. Konsumsi bahan bakar minyak (BBM) khususnya solar dan diesel di Indonesia mencapai 18,39 juta kiloliter (KL) pertahunnya, dengan adanya biodiesel dari minyak biji karet dapat mengurangi 1% konsumsi BBM masyarakat Indonesia tiap tahunnya jika diolah dengan optimal dan dapat mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap bahan bakar fosil. Biodiesel yang berbahan dasar biji karet menghasilkan emisi gas rumah kaca yang lebih rendah, sehingga dapat menurunkan emisi karbon yang dihasilkan.

Kata kunci: Biodiesel, biji karet, bahan bakar minyak (BBM).

Abstract

Biodiesel is a mono-alkyl ester of long-chain fatty acids derived from renewable sources. The use of biodiesel aims to reduce dependence on fossil fuels. Rubber seeds have great potential as a raw material for biodiesel production, as Indonesia is one of the largest rubber producers in the world. Rubber seeds contain about 40% oil, and the characteristics of this oil have met the Indonesian National Standard (SNI) for biodiesel feedstock. With an annual rubber seed production of 17,908,815 tons, the potential biodiesel yield from rubber seed oil could reach 5,671,125 kiloliters per year. The consumption of fuel oil (BBM), particularly diesel and solar, in Indonesia reaches 18.39 million kiloliters annually. The utilization of biodiesel derived from rubber seed oil could reduce national fuel consumption by approximately 1% per year if processed optimally, thereby decreasing the country's dependence on fossil fuels. Rubber seed-based biodiesel also produces lower greenhouse gas emissions, which contributes to reducing the resulting carbon emissions.

Keywords: biodiesel, fuel oil, rubber seed,

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi yang pesat dan juga pertambahan jumlah penduduk yang terus meningkat di Indonesia telah meningkatkan kebutuhan energi [1]. Energi sangat diperlukan dalam kegiatan manusia khususnya pada bidang ekonomi, rumah tangga, industri, bisnis, dan transportasi. Energi saat ini yang banyak digunakan masih bersumber dari bahan dasar fosil. [2]. Data dari Kementerian ESDM RI menunjukkan bahwa Indonesia mengkonsumsi energi terbesar dari bahan

bakar fosil mencapai hampir 95%. Namun, ketersediaan energi fosil tidak sebanding dengan tingkat konsumsi yang tinggi tersebut menyebabkan ketidakseimbangan dan bahkan eksploitasi dan eksplorasi sumber energi yang lebih besar daripada kapasitas produksi dan sumber daya yang tersedia [3]. Studi Sasana dan Ghozali menyatakan bahwa faktor utama berkembangnya suatu negara tergantung pada sumber daya alam dan letak geografisnya, namun keberadaan sumber energi yang kuat merupakan kekuatan untuk mempercepat kegiatan perekonomian suatu negara [4]. Bahan bakar fosil yang sekarang marak digunakan memiliki dampak emisi rumah kaca, ketidakstabilan iklim serta pemanasan global dan kenaikan permukaan laut. Peneliti telah menyatakan bahwa emisi CO₂ telah memberikan dampak yang signifikan pada perubahan iklim antara 1750 hingga tahun 2005 [5]. Oleh karena itu, perlu adanya upaya dalam mengurangi penggunaan energi fosil agar terciptanya energi yang bersih dan ramah lingkungan.

Pemanfaatan energi baru dan terbarukan tidak hanya bertujuan untuk mengurangi ketergantungan pada energi fosil, tetapi juga untuk terciptanya energi bersih dan ramah lingkungan [6]. Menurut *American Society for Testing Materials* (ASTM Internasional), biodiesel merupakan mono-alkil ester rantai panjang asam lemak yang diperoleh dari sumber terbarukan untuk mesin diesel. Penggunaan biodiesel berpotensi menurunkan tingkat polusi dan karsinogen [7]. Biodiesel disebut sebagai bahan bakar terbarukan karena penggunaannya yang berkelanjutan. Biodiesel memiliki sifat *biodegradable*, bebas dari senyawa aromatik sulfur, tidak beracun mempunyai *flash point* yang lebih besar dibandingkan diesel konvensional, sehingga lebih sulit terbakar. Selain itu, biodiesel juga memiliki emisi yang rendah dan mengandung oksigen sekitar 10-11% [8].

Bahan baku yang dapat diolah menjadi biodiesel yaitu bahan yang memiliki komposisi trigliserida >95% serta mengandung *Free Fatty Acid* (FFA) atau asam lemak bebas <2% [9]. Minyak nabati yang diperoleh dari sumber daya alam terbarukan sering digunakan untuk membuat biodiesel. Bahan-bahan yang menarik untuk dikembangkan sebagai sumber energi alternatif adalah minyak dari biji karet (*Hevea brasiliensis*) yang mengandung sekitar 40-50% minyak, menjadikannya sebagai bahan baku biodiesel yang sangat berpotensi [10]. Minyak biji karet merupakan salah satu jenis minyak *non*-pangan dan karena itu minyak biji karet tidak bersaing dengan permintaan minyak nabati untuk bahan pangan, seperti minyak kelapa sawit [11]. Pemilihan tanaman karet sebagai sumber bahan biodiesel dipilih karena Indonesia memiliki areal perkebunan karet yang luas. Selain menghasilkan getah karet juga menghasilkan biji karet sebagai produk sampingan yang kurang dimanfaatkan dengan optimal [12].

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik pada tahun 2023, Indonesia memiliki wilayah perkebunan karet alam terluas yang mencapai 3546,3 ribu Ha yang terdiri dari 7% perkebunan besar Negara, 85% perkebunan karet merupakan milik rakyat dan 8% perkebunan besar swasta [13]. Indonesia juga dikenal sebagai Negara pengekspor karet alam terbesar kedua di dunia, dimana daya saing ekspor yang sangat besar di pasar internasional [11]. Produksi karet Indonesia tahun 2023 diperkirakan sebesar 3,19 juta ton, naik dibandingkan tahun lalu dimana produksinya sebesar 3,14 juta ton. Produksi karet terbesar secara nasional pada tahun 2023 terdapat pada provinsi Sumatera Selatan, Sumatera Utara, dan Riau [14].

Potensi biji karet sebagai sumber minyak nabati sangat tinggi ditunjukkan dengan data bahwa satu hektar tanaman karet dengan populasi sekitar 500 pohon yang berusia lebih dari 10 tahun dapat menghasilkan 5 ton biji karet per tahunnya. Dengan kadar lemak biji karet sebesar 32% sehingga dapat menghasilkan sekitar 1,5 ton minyak per hektar. Apabila biji karet digunakan sebagai bahan baku untuk biodiesel, maka dapat diproduksi lebih dari 4,5 juta liter biodiesel setiap tahun [11]. Pemerintah Indonesia telah memulai pelaksanaan dan pengembangan proses konversi minyak nabati seperti minyak karet menjadi biodiesel [15]. Tujuan penelitian ini untuk mengembangkan

proses distilasi reaktif dalam produksi biodiesel menggunakan minyak biji karet sebagai bahan baku dan mengurangi penggunaan Mengurangi pemakaian energi fosil dengan memanfaatkan potensi minyak biji karet sebagai bahan baku dalam pembuatan biodiesel.

2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode berupa tinjauan literatur sistematis. Penelitian dilakukan secara *online* sehingga tidak terikat pada suatu tempat, penelitian dimulai dari tanggal 20 November sampai 8 Desember 2024. Dalam penelitian ini, ada tiga tahapan yang dilalui yaitu menemukan, menganalisis, mengevaluasi dan menafsirkan hasil penelitian sebelumnya. Kata kunci yang digunakan untuk mencari jurnal yang sesuai yaitu biodiesel, biji karet, karet, dan minyak biji karet. Tahap selanjutnya yaitu melakukan analisis sistematis untuk untuk melihat hasil penelitian sebelumnya. Jurnal dicari menggunakan mesin pencari literatur seperti *google scholar*, *semantic scholar*, dan *science direct*.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

3.1 Produksi Karet di Indonesia

Indonesia memiliki wilayah perkebunan karet alam terluas yang mencapai 3546,3 ribu hektar, dimana satu hektar tanaman karet dengan populasi sekitar 500 pohon yang berusia lebih dari 10 tahun dapat menghasilkan 5 ton biji karet per tahunnya. Luas perkebunan karet di Indonesai tersebar diseluar provinsi, dengan Sumatera Selatan sebagai provinsi dengan luas areal perkebunan karet terluas di Indonesia seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Luas areal perkebunan karet di Indonesia

Indonesia merupakan salah satu produsen karet alam terbesar di dunia, oleh sebab itu Indonesia memiliki potensi yang besar mengembangkan produk turunan karet. Contohnya yaitu biodiesel yang berbahan dasar minyak biji karet.

3.2 Pemanfaatan Biji Karet

Tingginya tingkat produksi karet di Indonesia belum terlalu banyak menarik perhatian untuk memanfaatkan biji karet. Selama ini, biji karet hampir tidak memiliki nilai ekonomi dan hanya dimanfaatkan sebagai benih generatif untuk ditanam kembali. Jarangnya pemanfaatan biji karet oleh masyarakat karena biji karet dipandang tidak mempunyai nilai jual menyebabkan masyarakat

kurang berminat dalam memanfaatkan biji karet bahkan seringkali terbuang begitu saja. Akibatnya biji karet tersedia melimpah, harga relatif murah, mudah didapatkan, dijadikan sebagai limbah [16]. Padahal, biji karet memiliki kandungan minyak nabati yang tinggi dan memiliki asam lemak tak jenuh yang tinggi [17]. Pohon karet memiliki produktivitas biji yang sangat tinggi, rata-rata menghasilkan 800 biji per tahun. jika diaplikasikan pada lahan seluas 1 hektar yang mampu menampung hingga 400 pohon, dapat diperhitungkan bahwa lahan seluas 1 hektar dapat menghasilkan 5.050 kg biji karet per tahun. Potensi ini menunjukkan bahwa biji karet bisa menjadi sumber daya biomassa yang sangat melimpah. Namun, potensi ini belum banyak dimanfaatkan oleh petani karet karena pemahaman tentang pemanfaatan dan pengelolaan biomassa masih kurang [18].

Biji karet berbentuk ellipsoidal dengan ukuran sekitar 2,5-3 cm dan berat 2-4 gram. Biji karet memiliki 40-50% kulit yang keras dengan warna cokelat dan 50-60% kernel yang berwarna putih kekuningan. Kernel tersebut mengandung 45,63% minyak, 3,71% air, 2,71% abu, 24,21% karbohidrat dan 22,17% protein. Komposisi ini menjadikan biji karet berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sumber minyak [19]. Tingginya kandungan minyak dalam biji karet dapat dimanfaatkan untuk pembuatan biodiesel maupun margarin [20]. Untuk meningkatkan nilai jual biji karet, biji karet dapat dimanfaatkan sebagai salah satu bahan baku olahan pangan. Biji karet dengan kandungan protein yang tinggi dan dapat dijadikan sebagai salah satu bahan baku pangan jika sudah diturunkan kadar asam sianidanya, pengolahan yang tepat dapat menjadikan biji karet sebagai salah satu olahan pangan yang berbahan baku biji karet yaitu keripik biji karet [21]. Kandungan protein yang terkandung pada biji karet setara dengan kacang kedelai, yaitu lemak 47,20%, protein 47,20% dan serat 6%. Hal tersebut menjadikan biji karet dapat diolah menjadi bahan pangan lainnya seperti tempe [22]. Olahan pangan lainnya yang dapat dibuat dengan bahan baku biji karet adalah keripik emping [23].

3.3 Kandungan Minyak Biji Karet

Biji karet mengandung minyak nabati yang cukup melimpah sekitar 40-50% yang terdiri dari asam lemak utama berupa asam oleat dan asam linoleat, serta asam lemak lainnya seperti asam palmitat, asam stearat dan asam arachidat [24]. Minyak nabati adalah bahan baku utama pembuatan biodiesel, oleh sebab itu kandungan minyak nabati yang tinggi pada suatu bahan dapat menjadikannya sebagai bahan baku pembuatan biodiesel [25]. Minyak biji karet merupakan bahan baku yang tepat untuk pembuatan biodiesel karena minyak biji karet memiliki komposisi trigliserida yang disusun oleh gliserol dan asam-asam lemak yang cukup tinggi [26]. Bahan baku biodiesel yang baik harus memenuhi beberapa persyaratan diantaranya yaitu memiliki kandungan asam lemak yang berantai panjang yang biasanya berada dalam rentang C6-C22, karena asam lemak ini merupakan komponen utama pembuatan biodiesel pada proses transesterifikasi untuk menciptakan biodiesel yang stabil dan efektif [15]. Kandungan asam lemak bebas (LAB) suatu bahan baku biodiesel harus dibawah 2% untuk menghasilkan biodiesel yang baik. Viskositas dan kadar air bahan baku harus rendah, serta angka setana harus tinggi.[13] Standar SNI 04-7182-2006. Karakteristik biodiesel memenuhi standar yang telah ditetapkan, yaitu densitas 0,8565 g/ml, angka asam 0,49, angka iod 62,88, kadar ester 97,2%, *flash point* 178°C dan panas pembakaran 16183 J/g. untuk pembuatan biodiesel. Tipe minyak yang akan dijadikan bahan baku pembuatan biodiesel juga penting diperhatikan, minyak yang biasanya digunakan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel berasal dari minyak nabati seperti minyak biji karet.

Minyak biji karet terdiri dari 40%-50% minyak, dengan 17%-22% asam lemak jenuh dan 77%-82% asam lemak tak jenuh sedangkan kadar lemak total pada biji karet mentah mencapai 45,63% [27]. Minyak biji karet memiliki karakteristik massa jenis sekitar 907,9 kg/m³, viskositas 33,5740 cSt, kadar

FFA 4,51-6,28 %, bilangan iod 132-147 dan gugus fungsi yang terdapat dalam minyak biji karet adalah C=O ester, C-O ester, C-H alkana, C-H alifatik dan $-CH_3$ [28]. Bilangan iod menggambarkan sejauh mana tingkat ketidakjenuhan suatu minyak atau lemak, yaitu jumlah ikatan rangkap dalam asam lemak yang membentuk gliserida. Nilai bilangan iod yang tinggi mengindikasikan bahwa minyak atau lemak tersebut memiliki kualitas baik dan tingkat kerusakan yang rendah [29]. Berdasarkan karakteristik diatas dapat dilihat bahwa minyak biji karet merupakan bahan baku yang memenuhi standar SNI 04-7182-2006 untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel.

3.4 Biodiesel Berbahan Baku Biji Karet

Biji karet dapat diolah menjadi biodiesel melalui tiga tahapan utama: degumming, esterifikasi, dan transesterifikasi. Proses degumming bertujuan untuk menghilangkan gum, yaitu zat yang mengandung fosfolipida, protein, residu, karbohidrat, air, dan resin. Gum dapat dihilangkan melalui beberapa metode, seperti pemanasan, penambahan asam (seperti H_3PO_4 , H_2SO_4 , atau HCl), atau menggunakan basa seperti NaOH [30]. Proses esterifikasi biasanya dilakukan sebelum proses transesterifikasi, dimana pada proses ini asam lemak bebas diubah menjadi ester, dan ester merupakan komponen penting dalam pembuatan biodiesel. Dalam reaksi esterifikasi, asam lemak bebas bereaksi dengan alkohol seperti metanol dibawah pengaruh katalis asam seperti H_2SO_4 . Secara umum, reaksi transesterifikasi melibatkan reaksi antara alkohol dan trigliserida dengan bantuan katalis basa, menghasilkan metil ester dan gliserol. Proses ini biasanya lebih cepat dalam membentuk metil ester dibandingkan reaksi esterifikasi yang menggunakan katalis asam. Namun, bahan baku yang digunakan dalam reaksi transesterifikasi harus memiliki kadar asam lemak bebas yang rendah (<5%) untuk menghindari terbentuknya sabun. Reaksi ini biasanya dilakukan pada rentang suhu 30-65°C. Perubahan suhu reaksi dapat meningkatkan kecepatan gerakan molekul dan frekuensi tumbukan antar molekul pereaksi. Selain itu, suhu juga memengaruhi viskositas dan densitas, yang merupakan parameter fisik penting dalam menentukan kualitas biodiesel sebagai bahan bakar [31].

3.5 Potensi Biji Karet sebagai Biodiesel di Indonesia

Tingginya produksi karet di Indonesia dapat menjadi suatu potensi untuk mengembangkan produk yang berasal dari turunan karet, seperti yang berasal dari biji karet. Biji karet sendiri masih kurang dalam pemanfaatannya, dan sering kali dianggap sebagai limbah. Minyak yang berasal dari biji karet memiliki kandungan yang baik untuk dijadikan sebagai biodiesel. Oleh sebab itu, tingginya luas lahan perkebunan karet yang berbanding lurus dengan tingginya produksi karet di Indonesia dapat menjadi sebuah potensi yang besar bagi Indonesia untuk menjadikan biodiesel sebagai produk turunan karet. Potensi biodiesel berbahan dasar biji karet di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 2.

4. KESIMPULAN

Indonesia memiliki luas perkebunan karet sekitar 3546,3 ribu hektar, dengan produksi biji karet sebesar 17908815 ton/tahun. Karakteristik minyak biji karet sudah memenuhi standar SNI 04-7182-2006 untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel, dengan massa jenis sekitar 907,9 kg/m³, viskositas 33,5740 cSt, kadar FFA 4,51-6,28 %, bilangan iod 132-147 dan gugus fungsi yang terdapat dalam minyak biji karet adalah C=O ester, C-O ester, C-H alkana, C-H alifatik dan -CH₃. Biji karet dapat dimanfaatkan sebagai biodiesel dengan melalui 3 proses yaitu *degumming*, esterifikasi dan transesterifikasi, dan 95% minyak biji karet dapat dijadikan sebagai biodiesel. Dengan potensi produksi biodiesel yang mencapai 5671125 kiloliter, dapat mengurangi konsumsi penggunaan BBM khususnya solar dan diesel di Indonesia yang mencapai 18,39 juta kiloliter pertahunnya hingga sekitar 1% jika diolah dengan optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] D. Puspita dan N. Nugraheni, "Energi Bersih Dan Terjangkau Dalam Mewujudkan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs)," *Jurnal sosial dan sains*, vol. 4, no. 3, hlm. 271–280, 2024.
- [2] A. E. Setyono dan B. F. T. Kiono, "Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050," *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, vol. 2, no. 3, hlm. 154–162, Okt 2021.
- [3] S. Latisya, "Teknologi Proses Untuk Produksi Biodiesel Berbasis Minyak Kelapa Sawit," *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, vol. 27, no. 2, 2022.
- [4] Y. Afriyanti, H. Sasana, dan G. Jalunggono, "Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Energi Terbarukan di Indonesia," *DINAMIC: Directory Journal of Economic*, vol. 2, no. 3, 2020.
- [5] L. Devita, S. T. Penyuluhan, dan P. Medan, "Biodiesel Sebagai Bioenergi Alternatif dan Prospektif," *Agrica Ekstensi*, vol. 9, no. 2, hlm. 33–26, 2015.
- [6] M. Azhar dan D. Adam Satriawan, "Implementasi Kebijakan Energi Baru dan Energi Terbarukan Dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional," *Administrative Law & Governance Journal*, vol. 1, hlm. 398–412, 2018.
- [7] R. A. Putri, A. Muhammad, dan Ishak, "Optimasi Proses Pembuatan Biodiesel Biji Jarak Pagar (*Jatropha Curcas* L.) Melalui Proses Ekstraksi Reaktif," *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, vol. 6, no. 2, hlm. 16–30, 2017.
- [8] N. Suleman, Abas, dan M. Papatungan, "Esterifikasi dan Transesterifikasi Stearin Sawit untuk Pembuatan Biodiesel," *Jurnal Teknik*, vol. 17, no. 1, hlm. 66–77, Jun 2019.
- [9] O. Bani dan T. Febianto, "Pengujian Kualitas Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit Dengan Katalis Heterogen Abu Daun Kucai (*Allium schoenoprasum*): Parameter Berat Katalis, Rasio Mol," *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. 11, no. 2, hlm. 80–88, 2022.
- [10] E. Mardawati, M. S. Hidayat, D. M. Rahmah, dan S. Rosalinda, "Produksi Biodiesel Dari Minyak Kelapa Sawit Kasar Off Grade dengan Variasi Pengaruh Asam Sulfat Pada Proses Esterifikasi Terhadap Mutu Biodiesel yang dihasilkan," *Jurnal Industri Pertanian*, vol. 1, no. 3, hlm. 46–60, 2019.
- [11] R. P. Primadanty, P. K. Jurusan, I. Ekonomi, K. Kunci: Biomassa, dan T. Energi, "Potensi Biomassa dalam Transisi Energi di Indonesia," *Parahyangan Economic Development Review (PEDR)*, vol. 2, no. 2, hlm. 136–143, 2023.

- [12] S. M. D. Kolo, R. A. F. Siburian, dan T. Y. K. Lulan, "Produksi Biodiesel dari Minyak Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.)," *Jurnal Pendidikan Biologi International Standard of Serial Number*, vol. 1, no. 1, hlm. 2527–6999, 2016.
- [13] R. M. Sari dan A. Kembaren, "Pemanfaatan Karbon Aktif Ampas dalam Mereduksi Asam Lemak Bebas (Free Fatty Acid) pada Minyak Goreng Bekas sebagai Biodiesel," *Talenta Conference Series: Science and Technology (ST)*, vol. 2, no. 1, hlm. 124–128, Jan 2019.
- [14] S. Wahyuningsih dan A. Awaluddin, "Pembuatan biodiesel dari minyak kelapa Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa melalui Reaksi Metanolisis Menggunakan Katalis CaCO₃ yang dipijarkan," *Jurnal Natur Indonesia*, vol. 13, no. 1, hlm. 27–32, 2017.
- [15] N. Abdurrojaq, R. D. Devitasari, L. Aisyah, A. Nur, dan Faturrahman, "Perbandingan Uji Densitas Menggunakan Metode ASTM D1298 dengan ASTM D4052 pad Biodiesel Berbasis Kelapa Sawit," *Jurnal Rekayasa Proses*, vol. 55, no. 1, hlm. 47–55, 2021.
- [16] R. Musta, A. Haetami, dan M. Salmawati, "Biodiesel Hasil Transesterifikasi Minyak Biji Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) Dengan Metanol," *J. Chem. Res*, vol. 4, no. 2, hlm. 394–401, 2017.
- [17] A. Krisnawati, N. Ahmadi, E. Thanomutiara, B. Pusat, S. Provinsi, dan S. Selatan, "Analisis Perkembangan Produksi Perkebunan Karet dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi Karet di Provinsi Sumatera Selatan," *Jurnal Ilmiah Management Agribisnis*, vol. 4, hlm. 115–6, 2023.
- [18] R. Karima, "Kualitas Minyak Biji Karet sebagai Minyak Pangan Alternative Pasca Penghilangan HCN," *Jurnal Riset Industri*, vol. 7, no. 2, hlm. 17–22, 2015.
- [19] O. Suparno, K. Sofyan, dan M. Idham Aliem, "Penentuan Kondisi Terbaik Pengempaan Dalam Produksi Minyak Biji Karet (*Hevea brasiliensis*) Untuk Penyamakan Kulit," *Jurnal Teknik Industri*, vol. 20, no. 2, hlm. 101–109, 2019.
- [20] L. Permata Lestari dan N. Sylvia, "Pengaruh Suhu Dan Waktu Reaksi Transesterifikasi Minyak Jarak Keyar (*Castor Oil*) Terhadap Metil Ester Dengan Menggunakan Katalis Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit," *Chemical Engineering Journal Storage*, vol. 1, no. 2, hlm. 64–80, 2021.
- [21] A. Purnomo, S. Purnamasari, A. Hadi, dan A. Zahra Maulida, "Pemanfaatan Limbah Biji Karet Menjadi Olahan Makanan Kripik Bernilai Ekonomis," *Kumawula: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 6, no. 2, hlm. 335–344, Agu 2023.
- [22] E. F. Fatharani, Fitri, R. N. Sari, dan A. M. Harahap, "Studi Literatur Pemanfaatan Biji Karet (*Hevea Brasiliensis*) sebagai Bahan Baku Tempe di Desa Galang Suka," *Jurnal Pendidikan Tambusai*, vol. 6, no. 1, hlm. 250–55, 2022.
- [23] J. Kamase, "Alternatif Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pelatihan Pemanfaatan Biji Karet Sebagai Produk Olahan Emping, Di Desa Bontomangiri, Kecamatan Bulukumpa, Kabupaten Bulukumba," *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, vol. 7, no. 1, hlm. 1–9, 2022.
- [24] Z. Hasan, A. R. Prabowo, dan A. Fikriana, "Pemberdayaan Masyarakat melalui Pemanfaatan Biji Karet Sebagai Produk Olahan Emping, di Desa Berancah, Kecamatan Bantan, Kabupaten Bengkalis," *Jurnal Pengabdian West Science*, no. 1, hlm. 51–57, 2022.
- [25] N. Ulya dan E. Dwi Siswani, "Sintesis Biodisel dari Minyak Biji Karet (*Hevea brasiliensis*) pada Variasi Suhu Transesterifikasi dan Rasio (Metanol/Minyak) pada Waktu 60 Menit," *Jurnal Kimia Dasar*, vol. 6, no. 4, hlm. 120–126, 2017.
- [26] K. A. Roni dan S. Martini, "Pembuatan Biodiesel dari Biji Karet dengan Proses Alkoholisis sebagai Alternatif Sumber Bahan Bakar Ekonomis," vol. 6, no. 2, hlm. 89–95, 2021.
- [27] A. Hakim dan E. Mukhtadi, "Pembuatan Minyak Biji Karet Dari Biji Karet Dengan Menggunakan Metode Screw Pressing: Analisis Produk Penghitungan Rendemen,

- Penentuan Kadar Air Minyak, Analisa Densitas, Analisa Viskositas, Analisa Angka Asam Dan Analisa Angka Penyabunan,” *METANA*, vol. 13, no. 1, hlm. 13–22, 2017.
- [28] A. Prihartantyo, D. Anwar, E. Y. Siburian, dan S. I. Valencia, “Pengaruh Penggunaan Katalis Heterogen Kalium Hidroksida dengan Pendukung Karbon Aktif dan Katalis Bentonit Aktif Asam Terhadap Produksi Biodiesel dari Minyak Biji Karet,” *Journal of Applied Technology and Informatics Indonesia*, vol. 1, no. 2, hlm. 35–42, Nov 2021.
- [29] A. Aktawan, Z. A. Nasution, dan F. M. Seto, “Produksi Bahan Bakar Gas Dari Gasifikasi Biji Karet,” *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, hlm. 1–4, 2023.
- [30] D. E. Pranata, S. Hanifarianty, dan A. Wijaya, “Review Biji Karet Sebagai Bahan Baku Alternatif Biodiesel,” *Warta Perkaretan*, vol. 42, no. 1, hlm. 43–58, 2023.
- [31] D. Fajar, “Ekstraksi Minyak Biji Karet (*Hevea brasiliensis*) Dengan Mengadopsi Metode Pembuatan Minyak Kelapa Tradisional,” *Jurnal Kelitbangan*, vol. 2, no. 3, hlm. 1–2, 2014.