

Potensi Biomassa Biji Karet (*Hevea brasiliensis*) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel di Indonesia BARU

Marlia Indah Rismayanti¹, Widiya², Anggi Mahdinda Sinaga³

¹Teknik Biosistem; Institut Teknologi Sumatera, Indonesia;

Email : 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 long chain mono-alkyl ester of fatty acids obtained from renewable sources. Use of biodiesel to reduce dependence on fossil fuels. Rubber seeds have great potential as a basic material for making biodiesel, because Indonesia is one of the largest rubber producers in the world. Rubber seeds consist of 40% oil whose characteristics meet SNI standards as a basic ingredient for biodiesel. With total rubber seed production of 17908815 tons/year, the potential for biodiesel made from rubber seed oil can reach 5671125 kiloliters/year. Consumption of fuel oil (BBM), especially diesel and diesel in Indonesia, reaches 18.39 million kiloliters (KL) per year. The presence of biodiesel from rubber seed oil can reduce 1% of Indonesian people's fuel consumption each year if it is processed optimally and can reduce people's dependence. to fossil fuels. Biodiesel made from rubber seeds produces lower greenhouse gas emissions, thereby reducing the resulting carbon emissions.

Keywords: Biodiesel, rubber seeds, fuel oil (BBM)

Jurnal Energi Baru & Terbarukan, 2025, Vol. 6, No. 1, pp 55 –7

Received : 16 Desember 2024

Accepted : 4 Februari 2025

Published : 31 Maret 2025



Copyright: © 2022 by the authors. [Jurnal Energi Baru dan Terbarukan](#) (p-ISSN: [2809-5456](#) and e-ISSN: [2722-6719](#)) published by Master Program of Energy, School of Postgraduate Studies. This article is an open access article distributed under the terms and condition of the [Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License](#) (CC BY-SA 4.0).

1. Pendahuluan

Kemajuan teknologi yang pesat dan juga pertambahan jumlah penduduk yang terus meningkat di Indonesia telah meningkatkan kebutuhan energi (Puspita & Nugraheni, 2024). 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. (Setyono & Kiono, 2021). 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 eksplorasi sumber energi yang lebih besar daripada kapasitas produksi dan sumber daya yang tersedia (Latisya, 2022). Studi Sasana dan Ghazali 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 (Afriyanti dkk., 2020). 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 (Devita dkk., 2015). 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 (Azhar & Adam Satriawan, 2018). 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 (Putri dkk., 2017). 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% (Suleman dkk., 2019).

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% (Bani & Febianto, 2022). 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 (Mardawati dkk., 2019). 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 (Primadanty dkk., 2023). 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 (Kolo dkk., 2016)

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 (Sari & Kembaren, 2019). Indonesia juga dikenal sebagai Negara pengekspor karet alam terbesar kedua di dunia, dimana daya saing ekspor yang sangat besar di pasar internasional (Primadanty dkk., 2023). 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 (Wahyuningsih & Awaluddin, 2017).

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 (Primadanty dkk., 2023). Pemerintah Indonesia telah memulai pelaksanaan dan pengembangan proses konversi minyak nabati seperti minyak karet menjadi biodiesel (Abdurrojaq dkk., 2021). 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. Metodologi 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 biodisel, biji karet, karet, dan minyak biji karet. Tahap selanjutnya yaitu melakukan analisis sistematis untuk melihat hasil penelitian sebelumnya. Jurnal dicari menggunakan mesin pencari literatur seperti *google scholar*, *semantic scholar*, dan *science direct*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Produksi Karet di Indonesia

Indonesia memiliki wilayah perkebunan karet alam terluas yang mencapai 3546,3 ribu hektar, di mana 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 Indonesia tersebar diseluruh 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 sering kali terbuang begitu saja. Akibatnya biji karet tersedia melimpah, harga relatif murah, mudah didapatkan, dijadikan sebagai limbah (Musta dkk., 2017). Padahal, biji karet memiliki kandungan minyak nabati yang tinggi dan memiliki asam lemak tak jenuh yang tinggi (Krisnawati dkk., 2023). 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 (Karima, 2015).

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 (Suparno dkk., 2019). Tingginya kandungan minyak dalam biji karet dapat dimanfaatkan untuk pembuatan biodiesel maupun margarin (Permata Lestari & Sylvia, 2021). 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 (Purnomo dkk., 2023). 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 (Fatharani dkk., 2022). Olahan pangan lainnya yang dapat dibuat dengan bahan baku biji karet adalah keripik emping (Kamase, 2022).

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 (Hasan dkk., 2022). 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 (Ulya & Dwi Siswani, 2017). 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 (Roni & Martini, 2021). 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 (Abdurrojaq dkk., 2021). 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.(Sari & Kembaren, 2019) 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% (Hakim & Mukhtadi, 2017). 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 -CH₃ (Prihartantyo dkk., 2021). 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 (Aktawan dkk., 2023). 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 biodisel.

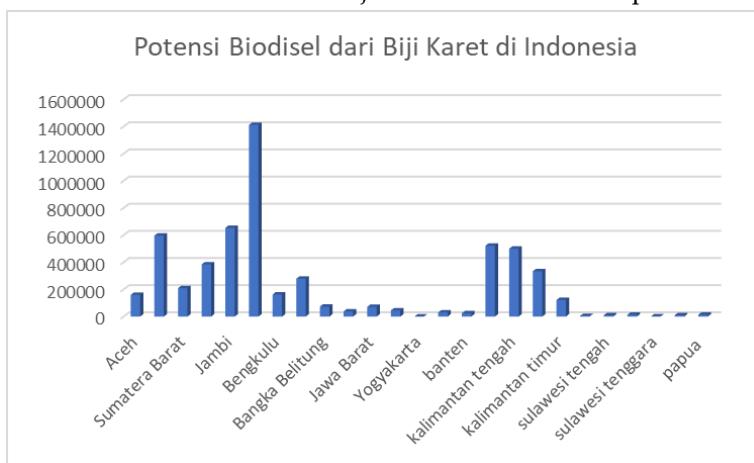
3.4 Biodisel Berbahan Baku Biji Karet

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 H₃PO₄, H₂SO₄, atau HCl), atau menggunakan basa seperti NaOH (Pranata dkk., 2023). 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 alcohol seperti methanol dibawah pengaruh katalis asam seperti H₂SO₄.

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 (Fajar, 2014).

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.

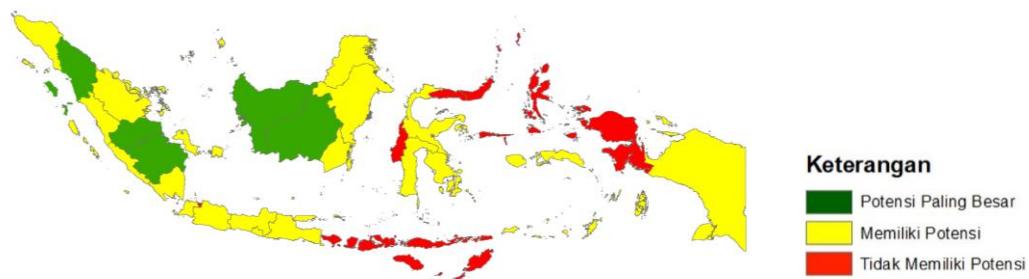


Gambar 2. Potensi Biodisel Berbahan Biji Karet di Indonesia

Biji karet terdiri dari 40% minyak nabati, dengan kandungan yang baik serta memenuhi standar SNI dan ASTM untuk jadikan sebagai biodiesel. Dengan jumlah luas perkebunan karet di Indonesia sebesar 3546,3 ribu hektar (BPS, 2023), dan jumlah produksi biji karet yang dapat mencapai 5,05 ton/ha/tahun. Potensi biji karet di Indonesia pada tahun 2023 mencapai 17908815 ton/tahun, dimana hanya sekitar 25% biji karet yang dimanfaatkan sebagai benih dan sisanya masih belum termanfaatkan. Oleh sebab itu, potensi minyak biji karet yang dapat dihasilkan di Indonesia pada tahun 2023 sekitar 5966905 liter/ha, dengan 95% minyak biji karet dapat dijadikan sebagai biodiesel setelah melalui proses transesterifikasi. Maka didapatkan potensi biodiesel yang berbahan dasar biji karet di Indonesia pada tahun 2023 sekitar 5671125 kiloliter. Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa potensi produksi biodiesel tertinggi berada pada Sumatera Selatan, dimana hal tersebut berbanding lurus dengan jumlah luas lahan perkebunan sawit yang ada.

Jumlah konsumsi bahan bakar minyak (bbm) khususnya solar dan diesel di Indonesia mencapai 18,39 juta kiloliter (KL) pertahunnya. Dengan potensi produksi biodiesel yang mencapai 5671125 kiloliter, dapat mengurangi konsumsi penggunaan BBM hingga sekitar 1% jika diolah dengan optimal

dan dapat mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap bahan bakar fosil yang merupakan sumber energi bukan terbarukan. Selain itu, biodiesel yang berbahan dasar biji karet menghasilkan emisi gas rumah kaca yang lebih rendah, sehingga dapat menurunkan emisi karbon yang dihasilkan. Peta potensi energi biodiesel berbahan dasar biji karet berdasarkan jumlah luas lahannya per provinsi di Indonesia dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta Potensi Energi Biodiesel dari Biji Karet di Indonesia

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang dihasilkan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Indonesia memiliki luas perkebunan karet sekitar 3546,3 ribu hektar, dengan produksi biji karet sebesar 17908815 ton/tahun.
2. 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.
3. Biji karet dapat dimanfaatkan sebagai biodiesel dengan melalui 3 proses yaitu *degumming*, esterifikasi dan transesterifikasi, dan 95% minyak biji karet dapat dijadikan sebagai biodiesel.
4. 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

- Abdurrojaq, N., Devitasari, R. D., Aisyah, L., Nur, A., & Faturrahman. (2021). Perbandingan Uji Densitas Menggunakan Metode ASTM D1298 dengan ASTM D4052 pad Biodisel Berbasis Kelapa Sawit. *Jurnal Rekayasa Proses*, 55(1), 47–55.
- Afriyanti, Y., Sasana, H., & Jalunggono, G. (2020). Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Konsumsi Energi Terbarukan di Indonesia. *DINAMIC: Directory Journal of Economic*, 2(3).
- Aktawan, A., Nasution, Z. A., & Seto, F. M. (2023). Produksi Bahan Bakar Gas Dari Gasifikasi Biji Karet. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, 1–4. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit>
- Azhar, M., & Adam Satriawan, D. (2018). Implementasi Kebijakan Energi Baru dan Energi Terbarukan Dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional. *Administrative Law & Governance Journal*, 1, 398–412.

- Baktiar, A., & Susila, W. (2014). Perbaikan Kualitas Biodiesel Biji Karet Melalui Proses Degumming Menggunakan Asam Phospat Metode Non-katalis Metode Non-Katalis Superheated Methanol Tekanan Atmosfir. *Jurnal Teknik Mesin*, 3(2), 323–331.
- Bani, O., & Febianto, T. (2022). Pengujian Kualitas Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit Dengan Katalis Heterogen Abu Daun Kucai (*Allium schoenoprasum*): Parameter Berat Katalis, Rasio Mol. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 11(2), 80–88. <https://talenta.usu.ac.id/jtk>
- Devita, L., Penyuluhan, S. T., & Medan, P. (2015). Biodiesel Sebagai Bioenergi Alternatif dan Prospektif. *Agrica Ekstensia*, 9(2), 33–26.
- Fajar, D. (2014). Ekstraksi Minyak Biji Karet (*Hevea brasiliensis*) Dengan Mengadopsi Metode Pembuatan Minyak Kelapa Tradisional. *Jurnal Kelitbangtan*, 2(3), 1–2.
- Fatharani, E. F., Fitri, Sari, R. N., & Harahap, A. M. (2022). Studi Literatur Pemanfaatan Biji Karet (*Hevea Brasiliensis*) sebagai Bahan Baku Tempe di Desa Galang Suka. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 6(1), 250–255.
- Hakim, A., & Mukhtadi, E. (2017). 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*, 13(1), 13–22.
- Hasan, Z., Prabowo, A. R., & Fikriana, A. (2022). Pemberdayaan Masyarakat melalui Pemanfaatan Biji Karet Sebagai Produk Olahan Emping, di Desa Berancah, Kecamatan Bantan, Kabupaten Bengkalis. *Jurnal Pengabdian West Science*, 1, 51–57.
- Kamase, J. (2022). Alternatif Pemberdayaan Masyarakat Melalui Pelatihan Pemanfaatan Biji Karet Sebagai Produk Olahan Emping, Di Desa Bontomangiri, Kecamatan Bulukumpa, Kabupaten Bulukumba. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 7(1), 1–9. <https://doi.org/10.33096>
- Karima, R. (2015). Kualitas Minyak Biji Karet sebagai Minyak Pangan Alternative Pasca Penghilangan HCN. *Jurnal Riset Industri*, 7(2), 17–22.
- Kolo, S. M. D., Siburian, R. A. F., & Lulan, T. Y. K. (2016). Produksi Biodiesel dari Minyak Biji Jarak Pagar (*Jatropha curcas L.*). *Jurnal Pendidikan Biologi International Standard of Serial Number*, 1(1), 2527–6999.
- Krisnawati, A., Ahmadi, N., Thanomutiara, E., Pusat, B., Provinsi, S., & Selatan, S. (2023). Analisis Perkembangan Produksi Perkebunan Karet dan Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produksi Karet di Provinsi Sumatera Selatan. *Jurnal Ilmiah Management Agribisnis*, 4, 115–116.
- Latisya, S. (2022). Teknologi Proses Untuk Produksi Biodiesel Berbasis Minyak Kelapa Sawit. *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 27(2).
- Mardawati, E., Hidayat, M. S., Rahmah, D. M., & Rosalinda, S. (2019). 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*, 1(3), 46–60.
- Musta, R., Haetami, A., & Salmawati, M. (2017). Biodiesel Hasil Transesterifikasi Minyak Biji Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) Dengan Metanol. *J. Chem. Res*, 4(2), 394–401.
- Permata Lestari, L., & Sylvia, N. (2021). PENGARUH SUHU DAN WAKTU REAKSI TRANSESTERIFIKASI MINYAK JARAK KEKYAR (Castor Oil) TERHADAP METIL ESTER DENGAN MENGGUNAKAN KATALIS ABU TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT. Dalam *Chemical Engineering Journal Storage* (Vol. 1, Nomor 2).

- Pranata, D. E., Hanifarianty, S., & Wijaya, A. (2023). Review Biji Karet Sebagai Bahan Baku Alternatif Biodiesel. *Warta Perkaretan*, 42(1), 43–58.
- Prihartantyo, A., Anwar, D., Siburian, E. Y., & Valencia, S. I. (2021). 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*, 1(2), 35–42. <https://doi.org/10.54074/jati.v1i2.37>
- Primadanty, R. P., Jurusan, P. K., Ekonomi, I., Kunci: Biomassa, K., & Energi, T. (2023). Potensi Biomassa dalam Transisi Energi di Indonesia. *Parahyangan Economic Development Review (PEDR)*, 2(2), 136–143.
- Purnomo, A., Purnamasari, S., Hadi, A., & Zahra Maulida, A. (2023). Pemanfaatan Limbah Biji Karet Menjadi Olahan Makanan Kripik Bernilai Ekonomis. *Kumawula: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 6(2), 335–344. <https://doi.org/10.24198/kumawula.v6i2.42025>
- Puspita, D., & Nugraheni, N. (2024). Energi Bersih Dan Terjangkau Dalam Mewujudkan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs). *Jurnal sosial dan sains*, 4(3), 271–280. <http://sosains.greenvest.co.id>
- Putri, R. A., Muhammad, A., & Ishak. (2017). Optimasi Proses Pembuatan Biodiesel Biji Jarak Pagar (*Jatropha Curcas L.*) Melalui Proses Ekstraksi Reaktif. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 6(2), 16–30.
- Roni, K. A., & Martini, S. (2021). *Pembuatan Biodiesel dari Biji Karet dengan Proses Alkoholisis sebagai Alternatif Sumber Bahan Bakar Ekonomis*. 6(2), 89–95.
- Sari, R. M., & Kembaren, A. (2019). 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)*, 2(1), 124–128. <https://doi.org/10.32734/st.v2i1.329>
- Setyono, A. E., & Kiono, B. F. T. (2021). Dari Energi Fosil Menuju Energi Terbarukan: Potret Kondisi Minyak dan Gas Bumi Indonesia Tahun 2020 – 2050. *Jurnal Energi Baru dan Terbarukan*, 2(3), 154–162. <https://doi.org/10.14710/jebt.2021.11157>
- Suleman, N., Abas, & Paputungan, M. (2019). Esterifikasi dan Transesterifikasi Stearin Sawit untuk Pembuatan Biodiesel. *Jurnal Teknik*, 17(1), 66–77. <https://doi.org/10.37031/jt.v17i1.54>
- Suparno, O., Sofyan, K., & Idham Aliem, M. (2019). Penentuan Kondisi Terbaik Pengempaan Dalam Produksi Minyak Biji Karet (*Hevea brasiliensis*) Untuk Penyamakan Kulit. *Jurnal Teknik Industri*, 20(2), 101–109.
- Ulya, N., & Dwi Siswani, E. (2017). Sintesis Biodiesel dari Minyak Biji Karet (*Hevea brasiliensis*) pada Variasi Suhu Transesterifikasi dan Rasio (Metanol/Minyak) pada Waktu 60 Menit. *Jurnal Kimia Dasar*, 6(4), 120–126.
- Wahyuningsih, S., & Awaluddin, A. (2017). Pembuatan biodisel dari minyak kelapa Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa melalui Reaksi Metanolisis Menggunakan Katalis CaCO₃ yang dipijarkan. *Jurnal Natur Indonesia*, 13(1), 27–32.