



Kreasi Produk Ramah Lingkungan dengan Optimalisasi Biji Karet (*Hevea brasiliensis*) melalui Proses *Biorefinery*

Rosana*, Amrina Rasyada, Hasriati, Ratna Kartika Irawati
Tadris Kimia, Universitas Islam Negeri Antasari Banjarmasin, Indonesia

*e-mail: anandarosana9@gmail.com

Info Artikel

Genesis Artikel:

Received: 7 Maret 2024

Accepted: 28 Juli 2024

Published: 29 Juli 2024

Keywords:

Rubber seeds; biorefineries; waste

Kata Kunci:

Biji karet; *biorefinery*; limbah

DOI: 10.18592/ak.v3i2.12431

ABSTRACT

Rubber (*Hevea brasiliensis*) is one of the leading commodities in the Indonesian plantation sector. The use of rubber is usually only focused on extracting tree sap, while rubber seeds have no economic value other than as generative seeds of rubber trees, so rubber seeds have not been utilized optimally and are considered waste. The research aims to produce various environmentally friendly products by optimizing rubber seeds through a biorefinery process, namely biodiesel, briquettes and liquid organic fertilizer. The process of processing biodiesel from rubber seeds is by pressing the rubber seeds which have been released from their shells, followed by a degumming process and a transesterification reaction. This process produces rubber seed shell waste and rubber seed dregs. Rubber seed shells are processed into briquettes using a process of pulverizing, sieving, mixing the ingredients, molding the briquettes and drying. The process of processing rubber seed dregs into organic liquid fertilizer is by adding EM4 solution and chicken manure, then fermenting for 3 weeks. The results of this research are rubber seed oil which has the potential to become biodiesel, briquettes and organic fertilizer.

ABSTRAK

Karet (*Hevea brasiliensis*) menjadi salah satu komoditas unggulan sektor perkebunan Indonesia. Pemanfaatan karet biasanya hanya difokuskan pada pengambilan getah pohon, sedangkan biji karet tidak mempunyai nilai ekonomis selain sebagai benih generatif pohon karet, sehingga biji karet belum termanfaatkan secara optimal dan dianggap sebagai limbah. Penelitian bertujuan untuk menghasilkan berbagai produk ramah lingkungan dengan mengoptimalkan biji karet melalui proses *biorefinery* yaitu biodiesel, briket, dan pupuk organik cair. Proses mengolah biodiesel dari biji karet yaitu dengan mengepres biji karet yang sudah dilepaskan dari cangkangnya, dilanjutkan dengan proses *degumming* dan reaksi transesterifikasi. Proses tersebut menghasilkan limbah cangkang biji karet dan ampas biji karet. Cangkang biji karet diolah menjadi briket dengan proses pengarangan, pengayakan, pencampuran bahan, pencetakan briket, dan pengeringan. Proses pengolahan ampas biji karet menjadi pupuk cair organik yaitu dengan menambahkan larutan EM4

dan kotoran ayam, kemudian difermentasi selama 3 minggu. Hasil dari penelitian ini yaitu minyak biji karet yang berpotensi menjadi biodiesel, briket, dan pupuk organik.

© 2024 Tadris Biologi, Tadris Fisika, Tadris Kimia, FTK UIN Antasari Banjarmasin.

PENDAHULUAN

Karet merupakan salah satu komoditas perkebunan unggulan yang berperan penting dalam perekonomian nasional. Provinsi Kalimantan Selatan termasuk sebagian sentra produksi karet di Indonesia dengan luas lahan mencapai 272.177 ha dan hasil produksi sebesar 205.203 ton pada tahun 2021. Getah karet masih menjadi komoditas utama dalam pemanfaatan pohon karet. Pengolahan tanaman karet saat ini masih menitikberatkan pemanfaatan getahnya saja.



Gambar 1. Biji karet

Ada bagian dari pohon karet yang masih dianggap sebagai limbah ternyata juga bisa dimanfaatkan yaitu biji karet. Biji karet yang matang biasanya jatuh dari pohon yang selanjutnya dijadikan pembenihan pohon karet, sisanya dibiarkan begitu saja.

Limbah biji karet bisa dimanfaatkan dengan proses biorefinery, yaitu mengubah biomassa menjadi beberapa produk, misalnya bahan bakar alternatif, bahan kimia dalam rumah tangga, pertanian, dan pembuatan makanan. Biorefinery dikelompokkan menjadi tiga fasa yaitu fasa satu (seri), fasa dua (bercabang), dan fasa tiga (paralel). Proses pengolahan limbah pada biji karet termasuk biorefinery fasa dua, yaitu membuat satu bahan baku yang dapat menghasilkan berbagai produk. Biji karet dapat diolah menjadi biodisel (Palupi, 2023), pakan ikan, biobriket (Hadijah dkk., 2022), pupuk organik cair (Permana dkk., 2020a), dan lain-lain. Limbah biji karet pada penelitian ini diolah menjadi biodiesel, briket, dan pupuk organik cair.

Biodiesel merupakan energi alternatif yang dapat diperbarui, emisinya yang rendah, serta biodegradable (Shahab & Husnah, 2022) sehingga tergolong bahan bakar yang ramah lingkungan. Biji karet mengandung minyak nabati yang tinggi yang bisa dikonversi menjadi biodiesel melalui proses trans-esterifikasi (Shahab & Husnah, 2022). Proses pengolahan biji karet menjadi biodiesel menghasilkan dua limbah berupa cangkang dan ampas dari pemerasan biji karet.

Cangkang yang didapatkan dimanfaatkan menjadi biobriket karena mengandung karbon tinggi yang dapat dimanfaatkan dalam produksi karbon aktif (Palupi, 2023). Biobriket adalah bahan bakar alternatif berupa arang dengan kerapatan tinggi. Biobriket biasanya digunakan

dalam proses memasak, kebutuhan industri, bisa juga digunakan dalam proses pembangkit listrik. Biobriket bisa dibuat menjadi bahan arang yang keras dengan berbagai bentuk karena biobriket termasuk bahan yang lunak. Cangkang biji karet yang didapat dari hasil pengpresan biji karet dipadukan dengan perekat yaitu kanji untuk dibentuk menjadi briket (Hadijah dkk., 2020).

Limbah ampas biji karet yang diperoleh dapat diolah menjadi pupuk organik cair. Pupuk organik cair yang dihasilkan dari ampas biji karet dapat memberikan unsur hara pada tanaman untuk mencapai produktivitas secara optimal dan berkelanjutan (Permana dkk., 2020b). Tidak hanya itu pupuk organik cair akan secara lebih baik merangsang pertumbuhan tanaman dan dapat secara efektif meningkatkan kapasitas tukar kation pada tanah. Bila dibandingkan dengan pupuk kimia yang sering digunakan para petani dapat mengakibatkan kerusakan pada tanah dan dapat mengganggu kesetimbangan hara. Maka dari itu pupuk organik cair yang dibuat dari ampas biji karet menjadi salah satu alternatif untuk penggunaan pupuk kimiayang ramah lingkungan dan tidak merusak unsur hara pada tanah (Permana dkk., 2020b). Produk yang dihasilkan berupa pupuk organik cair dengan asumsi awal adalah ketika pupuk diaplikasikan pada tanaman cabai akan membuat tanaman menjadi subur. Proses pembuatan pupuk adalah dengan bantuan kotoran ayam dan EM4.

Penelitian dengan judul “Kreasi Produk Ramah Lingkungan dengan Optimalisasi Biji Karet (*Hevea brasiliensis*) melalui Proses Biorefinery” diharapkan dapat menghasilkan bahan bakar tepat guna dan ramah lingkungan sehingga mampu meningkatkan kesadaran masyarakat dalam memanfaatkan biji karet yang dianggap sebagai limbah menjadi suatu produk yang mempunyai nilai ekonomis, maka tujuan penelitian yaitu untuk mengkreasikan produk ramah lingkungan dengan optimalisasi biji karet (*Hevea brasiliensis*) melalui proses biorefinery.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yang dilaksanakan di Laboratorium UIN Antasari Banjarmasin. Bagian ini membahas terkait alat dan bahan dan metode ilmiah yang digunakan selama penelitian.

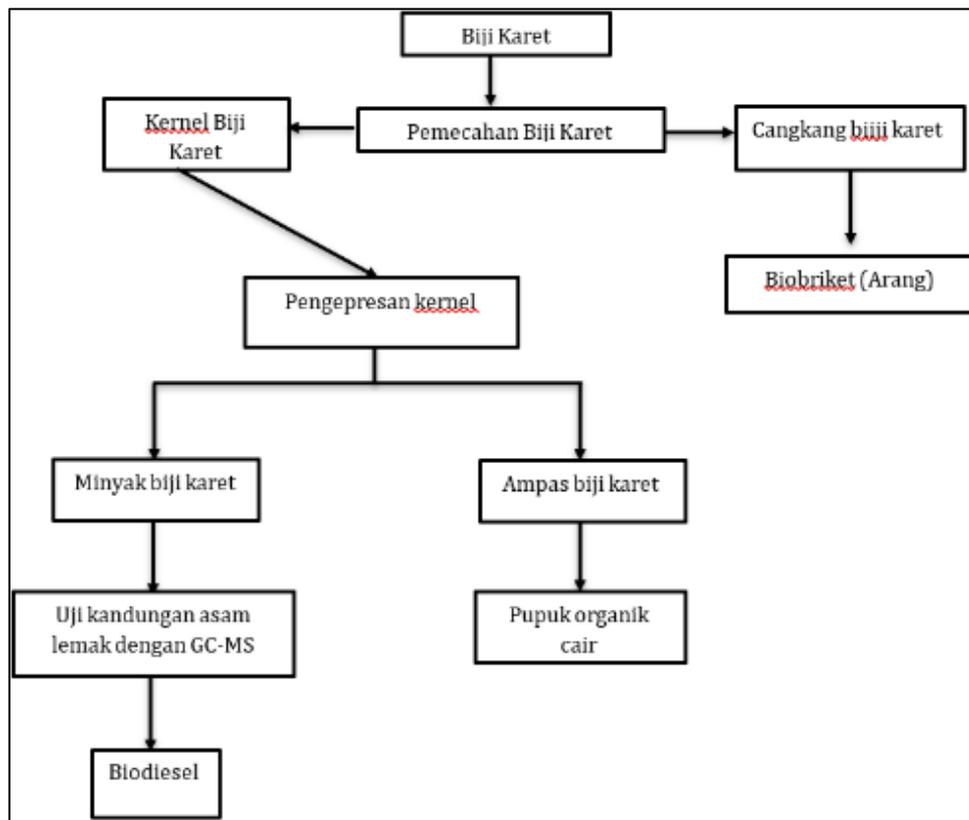
Alat

Rangkaian alat penelitian berupa alat pres untuk menghasilkan minyak, GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*), alat pencetak arang, dan alat pendukung lainnya.

Bahan

Bahan yang digunakan adalah biji karet, biji karet diperoleh dari Martapura Kabupaten Banjar, biji karet yang digunakan sebanyak 1 kg.

Rancangan Penelitian



Gambar 2. Bagan Prosedur Percobaan

Pembuatan Biodiesel

Pembuatan biodiesel dilakukan dengan cara melepas atau membuka cangkang biji karet menggunakan cara manual yaitu memakai palu, kemudian dilakukan proses pengepresan biji karet yang sudah terlepas dari cangkangnya menggunakan alat pres sampai diperoleh minyak biji karet, selain minyak biji karet juga didapatkan ampas dari hasil pengepresan biji karet, kemudian melakukan uji analisis kandungan asam lemak yang terdapat dalam minyak biji karet dengan uji GC-MS, untuk melihat kandungan potensial yang ada pada minyak sehingga, dapat dijadikan sebagai biodiesel. Parameter dalam pengujian dengan GC-MS, kolom kapiler TG1-MS (30m 0,25 mm 0,25 mm), suhu oven dari 70°C kemudian dinaikkan bertahap menjadi 290°C, suhu injector 250°C, gas pembawa Helium, laju alir 1 ml/menit.

Pembuatan Biobriket

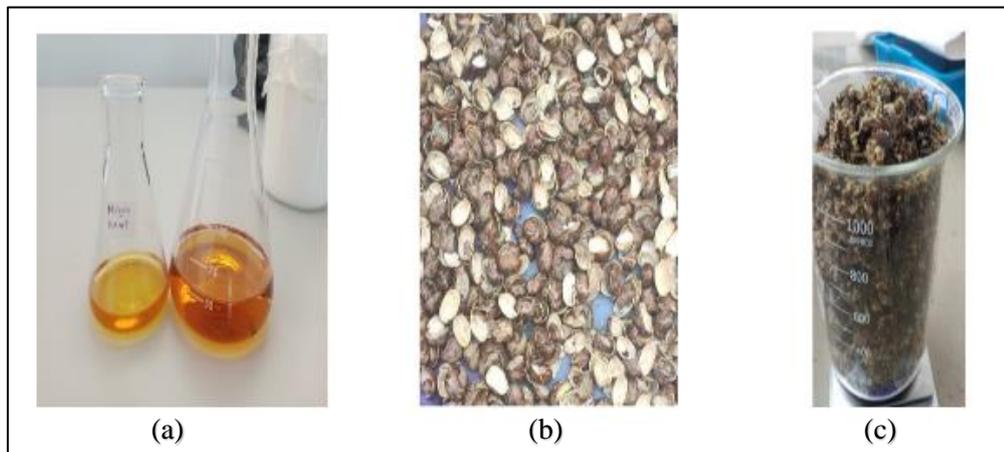
Cangkang biji karet yang diperoleh bisa dimanfaatkan menjadi biobriket. Prosesnya dengan mengeringkan cangkang selama 2 hari di bawah sinar matahari, kemudian cangkang dibakar atau dikenal sebagai proses pengarang kurang lebih selama 1 jam, selanjutnya arang dihaluskan dengan cara manual yaitu digerus, setelah itu dilakukan pengayakan kemudian pencampuran arang yang sudah halus dengan air dan tepung kanji, kemudian dicetak dan ditimbang terlebih dahulu sebelum dikeringkan. Terakhir proses pengeringan dan menimbang arang yang sudah kering.

Pembuatan Pupuk Cair

Proses pengolahan ampas menjadi pupuk yaitu dengan menambahkan larutan EM4 1 mL dan ditambah dengan kotoran ayam, dan didiamkan selama tiga minggu. Pupuk yang dibuat diaplikasikan pada tanaman cabai, dan didiamkan selama satu minggu setelah pengaplikasian pupuk pada tanaman cabai tersebut.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pembuatan biodiesel dari biji karet dimulai dengan melepaskan cangkang biji karet kemudian dilakukan proses pengepresan biji karet menggunakan alat pres sampai diperoleh minyak biji karet, pada proses ini selain menghasilkan minyak juga menghasilkan ampas biji karet dan cangkangnya. Minyak yang dihasilkan kemudian disaring dan dilakukan analisis kandungan asam lemak yang berpotensi menjadi biodiesel dengan GC-MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrophotometry*). Hasil pengepresan minyak pada gambar 3.



Gambar 3. Hasil Pengepresan Minyak Biji Karet; (a) Minyak biji karet; (b) Cangkang biji karet; (c) Ampas biji karet

Pada proses pembuatan biodiesel, biasanya didapati sampel biodiesel dengan kadar asam lemak yang cukup tinggi yang tidak terkonversi menjadi biodiesel. Maka, untuk mengetahui kandungan atau susunan asam lemak yang masih belum terkonversi tersebut dilakukan analisis dengan GC-MS (Solikhah dkk., 2015) dan untuk mengetahui komposisi asam lemak yang ada dalam biji karet.

Berdasarkan hasil uji analisis dari GC-MS pada tabel 1, terdapat asam oleat, linoleat, asam linolenat, dan asam lemak lainnya. Asam lemak oleat, linoleat dan linolenat termasuk komponen asam lemak yang dominan ditemukan dalam minyak nabati. Asam lemak tersebut tergolong asam lemak tak jenuh. Asam palmitat dan stearat adalah asam lemak jenuh yang bisa diproses untuk menjadi biodiesel (Setyawardhani dkk., 2010). Sedangkan pada penelitian ini hasil GC-MS tidak menunjukkan adanya asam palmitat karena bisa disebabkan beberapa faktor salah satunya adalah konsentrasi minyak biji karet yang rendah sehingga tidak terdeteksi pada uji GC-MS. Dalam penelitian Miao Yang, dkk (2021) hasil analisis ditemukan bahwa asam palmitat terdeteksi dalam analisis komposisi asam lemak menggunakan GCMS, namun jika asam lemak tidak terdeteksi dalam beberapa analisis, hal ini bisa disebabkan oleh variasi dalam

efisiensi ekstraksi, persiapan sampel, atau pengaturan sensitivitas GCMS yang digunakan (Yang dkk., 2021).

Tabel 1. Komposisi Asam Lemak Minyak Biji Karet

| Time min | Peak Name | Peak Type |
|----------|---|-----------|
| 28,77 | n-Hexadecanoic acid | BM |
| 29,54 | Hexadecanoic acid, ethyl ester | MB |
| 32,66 | Linoelaidic acid | BM |
| 32,79 | (9E,11E)-Octadecadienoic acid | M |
| 32,84 | 10E,12Z-Octadecadienoic acid | M * |
| 32,92 | 9,12,15-Octadecatrienoic acid, (Z,Z,Z)- | M |
| 33,07 | Oleic Acid | M |
| 33,12 | cis-Vaccenic acid | M |
| 33,28 | Oleic Acid | M |
| 33,47 | 9,12-Octadecadienoic acid, ethyl ester | M |
| 33,55 | 9,12,15-Octadecatrienoic acid, (Z,Z,Z)- | M |
| 33,71 | Octadecanoic acid | M |
| 33,85 | Oleic Acid | M |
| 34,19 | Ethyl 14-methyl-hexadecanoate | M |
| 34,36 | Ethyl 14-methyl-hexadecanoate | M |
| 34,77 | Dodecanoic acid, 3-hydroxy- | M |
| 35,75 | 7-Methyl-Z-tetradecen-1-ol acetate | BMB |
| 36,26 | 2-Myristinoyl pantetheine | BMB |
| 37,18 | [1,1'-Bicyclopropyl]-2-octanoic acid, 2'-hexyl-, methyl ester | BM |
| 37,22 | Z,Z,Z-4,6,9-Nonadecatriene | M |
| 37,27 | 9-Octadecenoic acid (Z)-, 2-hydroxy-1-(hydroxymethyl)ethyl | MB |
| 37,59 | 7-Methyl-Z-tetradecen-1-ol acetate | BMB |
| 37,68 | Glycidyl palmitoleate | BM |
| 37,72 | Z,Z,Z-4,6,9-Nonadecatriene | M |
| 39,44 | [1,1'-Bicyclopropyl]-2-octanoic acid, 2'-hexyl-, methyl ester | BM |
| 41,05 | Z,Z-3,15-Octadecadien-1-ol acetate | BM |
| 41,83 | Ergosta-5,22-dien-3-ol, acetate, (3 β ,22E)- | BMB |
| 44,20 | β -Sitosterol | BMB |
| 44,33 | Ergosta-5,22-dien-3-ol, acetate, (3 β ,22E)- | Rd |
| 48,35 | Tricyclo[20.8.0.0(7,16)]triacontane, 1(22),7(16)-dioxy- | MB |

Biobriket

Proses pengolahan biobriket dilakukan dengan mengeringkan cangkang selama 2 hari di bawah sinar matahari, kemudian cangkang dibakar kurang lebih selama 1 jam, selanjutnya arang digerus dan diayak kemudian dicampurkan dengan air dan tepung kanji, lalu dicetak dan ditimbang sebelum dikeringkan. Briket yang dihasilkan pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Briket

Briket yang sudah didapatkan selanjutnya dilakukan uji laju pembakaran. Uji ini dilakukan dengan membakar briket untuk mengetahui waktu nyala, kemudian melakukan penimbangan briket yang sudah dibakar, proses uji laju pembakaran seperti Gambar 5.



Gambar 5. Proses Uji Laju Pembakaran

Persamaan sistematis yang bisa digunakan untuk mengetahui nilai laju pembakaran yaitu:

$$\text{Laju pembakaran} = \frac{\text{massa briket terbakar}}{\text{waktu pembakaran}}$$

Keterangan:

Massa briket terbakar = massa briket awal – massa briket sisa (gram)

Waktu pembakaran = (menit)

Persamaan di atas adalah untuk mengetahui laju pembakaran dari sebuah briket yang telah di keringkan (Hadijah dkk., 2020). Berdasarkan persamaan tersebut maka hasil yang didapatkan yaitu:

$$\begin{aligned} \text{Massa briket terbakar} &= 9.55 - 2.60 \\ &= 6.95 \text{ gram} \end{aligned}$$

Waktu pembakaran = 198 menit
Laju pembakaran = 6.95/198
= 0.035 gram/menit

Waktu pembakaran briket pada penelitian ini cukup lama yang disebabkan oleh beberapa faktor yaitu briket atau arang yang dibakar masih belum terlalu kering sehingga dalam proses pembakaran api sulit menyala dan karena faktor kepadatan briketnya sendiri. Semakin tinggi nilai dari laju pembakaran maka briket juga semakin cepat habis, meski tidak ada standarisasi dalam penentuan kualitas briket pada nilai laju pembakaran, briket yang bagus yaitu yang mempunyai daya tahan lama pada proses pembakaran (Sukarti dkk., 2023). Dapat disimpulkan bahwa semakin kecil nilai dari laju pembakaran, semakin bagus kualitas briketnya.

Pupuk Organik Cair

Proses pengolahan ampas menjadi pupuk yaitu dengan mengumpulkan ampas karet dari proses pengepresan, pupuk dibuat dengan memvariasikan komposisi bahan yaitu pupuk pertama terdiri ampas biji karet dan larutan EM4 sedangkan pupuk kedua terdiri dari ampas biji karet, kotoran ayam, dan larutan EM4 pupuk yang dihasilkan seperti Gambar 6.



Gambar 6. Pupuk Organik Cair

Pupuk cair didiamkan selama 3 minggu dan diaplikasikan pada tanaman cabai. Setelah 1 minggu dilakukan pengecekan terhadap tanaman. Hasil yang diperoleh yaitu kondisi tanaman yang layu dan daunnya rontok, seperti pada Gambar 7 dan 8.



Gambar 7. (kiri) pupuk pertama (kanan) pupuk kedua



Gambar 8. Kondisi Tanaman Cabai yang Diaplikasikan Pupuk

Hasil yang didapatkan ini tidak sesuai dengan asumsi awal yang menyebutkan bahwa pupuk yang dihasilkan bisa menyuburkan tanaman cabai. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor yaitu peletakan tanaman cabai yang kurang sesuai, kandungan zat toksik pada biji karet masih terdapat pada ampas biji karet atau terdapat kandungan yang kurang sesuai dengan zat

hara yang dibutuhkan tanaman cabai, waktu fermentasi pada pupuk belum sempurna dan penambahan EM4 yang kurang tepat.

Faktor pertama adalah karena kurang tepatnya peletakan tanaman cabai yaitu diletakkan pada aliran hujan sehingga, tanaman cabai tergenang air. Padahal cabai adalah tanaman yang tidak bisa kekeringan dan juga tidak bisa bertahan pada kondisi tergenang air. Tanaman yang tidak bisa beradaptasi terhadap lingkungan akan mengalami stres dan daun pada tanaman akan gugur bahkan dapat menyebabkan tanaman mati (Fajriansyah dkk., 2012).

Faktor kedua adalah adanya kandungan zat toksik pada biji karet masih terdapat pada ampas karet yang dijadikan sebagai pupuk atau terdapat kandungan yang tidak sesuai dengan zat hara yang dibutuhkan tanaman cabai. Pemupukan dilakukan untuk memberikan zat hara pada tanaman cabai. Namun, aplikasi pupuk yang rasional pada tanaman juga harus memerlukan informasi jumlah hara yang tersedia pada tanah dan nutrisi pada jaringan tanaman. Oleh karena itu, penggunaan pupuk yang efisien harus mempertimbangkan dua hal yaitu terkait dosis dan rasio nutrisi (Makmur & Magfirah, 2018). Karena jika nutrisi yang diberikan sudah sesuai maka akan mendorong pertumbuhan tanaman tetapi, jika nutrisi yang diberikan kurang sesuai maka akan menghambat pertumbuhan tanaman.

Faktor selanjutnya adalah waktu fermentasi pada pupuk belum sempurna. Pembuatan pupuk organik cair dari ampas biji karet ini diperkirakan waktu fermentasinya bisa berlangsung dengan cepat karena dalam prosesnya menambahkan EM4 (aktivator effective mikroorganisme). EM4 adalah bahan yang di dalamnya terdapat berbagai mikroorganisme yang bermanfaat dalam proses fermentasi pupuk (Ansari dkk., 2018). Namun, penambahan EM4 pada pembuatan pupuk ini hanya sebanyak 1 mL, jadi memengaruhi waktu fermentasi yang tidak bisa cepat.

Kandungan zat hara dalam sisa tanaman yang akan dijadikan pupuk sangat beragam, tergantung jenisnya. Oleh karena itu, penting membuat kriteria dan seleksi terhadap kandungan pada bahan pembuatan pupuk karena hal ini dapat memengaruhi mutu dari pupuk sendiri. Bisa saja bahan dasar tersebut mengandung bahan yang cukup berbahaya bagi tanaman seperti logam berat.

SIMPULAN

Proses mengkreasikan produk ramah lingkungan dengan mengoptimalkan biji karet (*Hevea brasiliensis*) melalui proses *biorefinery*. Produk ramah lingkungan yang dihasilkan adalah biodiesel, briket dan pupuk organik. Berdasarkan hasil penelitian, biji karet yang diambil memiliki potensi untuk dijadikan biodiesel, namun penelitian hanya sampai melihat potensi minyak biji karet sebagai biodiesel, kemudian hasil penelitian menunjukkan cangkang biji karet dapat diolah sebagai biobriket dengan laju pembakaran 0.035 gram/menit, adapun pupuk organik cair dari ampas biji karet tidak dapat menyuburkan tanaman, hal ini diduga karena masih ada zat toksik dari biji karet yang membuat tanaman untuk uji coba mati setelah diberikan pupuk organik cair dari biji karet, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk proses pengolahan ampas biji karet agar kandungannya dapat menyuburkan tanpa meracuni tanaman.

REFERENSI

- Ansari, M., Alamsyah, P., & Jaya, J. D. (2018). The Effect of Addition of Em4 in The Making of Organic Fertilizer Made from Chicken Manure On the Growth Of Celery Plant (Pengaruh Penambahan Em4 dalam Pembuatan Pupuk Organik Berbahan Kotoran Ayam terhadap Pertumbuhan Tanaman Seledri). 5, 1–7.
- Fajriansyah, A., Purnomo, R. H., & Agustina, H. (2012). Pengaruh Tinggi Muka Air Tanah pada Pertumbuhan Tanaman Cabai (*Capsicum Annum*) dengan Irigasi Bawah Permukaan (Subsurface Irrigation). *Jurnal Teknik Pertanian Sriwijaya*, 1(1), Article 1.
- Hadijah, S., Aji, M. P., & Astuti, B. (2020). Pemanfaatan Cangkang Biji Karet Sebagai Biobriket. 1–7.
- Hadijah, S., Aji, M. P., & Astuti, B. (2022). Pemanfaatan Cangkang Biji Karet Sebagai Biobriket. 7(2).
- Makmur, M., & Magfirah, M. (2018). Respon Pemberian Berbagai Dosis Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Cabai Merah. *Jurnal Galung Tropika*, 7, 1. <https://doi.org/10.31850/Jgt.V7i1.321>
- Palupi, S. (2023). Ekstraksi Minyak dari Daging Biji Karet Menggunakan Larutan N-Heksana (Skripsi).
- Permana, E., Tarigan, I. L., Sazali, A., Gusti, D. R., Andini, P., Bagus, A. E., & Putra, A. J. (2020a). Analisis Kandungan Mikroorganisme Lokal (Mol) dari Biji Karet terhadap Ph, C Organik dan N Total. *Jurnal Teknologi*, 13.
- Permana, E., Tarigan, I. L., Sazali, A., Gusti, D. R., Andini, P., Bagus, A. E., & Putra, A. J. (2020b). Analisis Kandungan Mikroorganisme Lokal (Mol) dari Biji Karet terhadap Ph, C Organik dan N Total. *Jurnal Teknologi*, 13.
- Setyawardhani, D. A., Distantina, S., Henfiana, H., & Dewi, A. S. (2010). Pembuatan Biodiesel dari Asam Lemak Jenuh Minyak Biji Karet.
- Shahab, A., & Husnah, H. (2022). Produksi Biodiesel dari Minyak Biji Karet dengan Teknologi Transesterifikasi Menggunakan Katalis Koh. *Jurnal Redoks*, 7(2), 33–38. <https://doi.org/10.31851/Redoks.V7i2.9532>
- Solikhah, M. D., Pratiwi, F. T., & Diaztuti, M. D. (2015). Penentuan Metode Analisis Komposisi Asam Lemak dan Metil Ester pada Biodiesel dengan GC-MS tanpa Metilasi. *Prosiding Semnastek*, 0, Article 0. <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/547>
- Sukarti, S., Pangga, D., & Ahzan, S. (2023). Pengaruh Persentasi Perikat Briket Berbahan Dasar Tempurung Kelapa terhadap Nilai Kalor dan Laju Pembakaran. *Jurnal Ilmiah Ikip Mataram*, 10(1), 25–31.
- Yang, M., Zhu, W., & Cao, H. (2021). Biorefinery Methods for Extraction of Oil and Protein from Rubber Seed. *Bioresources and Bioprocessing*, 8(1), 45. <https://doi.org/10.1186/S40643-021-00386-2>