

Penggunaan Tanaman Nyamplung *Calophyllum inophyllum* Sebagai Sumber Bahan Baku Energi Terbarukan dengan Katalis KOH

KATA KUNCI

Tanaman Nyamplung,
Calophyllum
inophyllum, Biodiesel,
Energi Terbarukan,
Katalis KOH,
Transesterifikasi

Lilla Puji Lestari

Teknik Mesin Universitas Maarif Hasyim Latif
E-mail: lilla_puji_lestari@dosen.umaha.ac.id

ABSTRAK

Tanaman nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) memiliki potensi sebagai sumber bahan bakar nabati. Biji nyamplung mengandung minyak dengan kadar tinggi, dan biodiesel dapat diproduksi dari biji nyamplung melalui proses transesterifikasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi tanaman nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) sebagai sumber bahan baku energi terbarukan melalui proses transesterifikasi dengan katalis KOH. Minyak nyamplung diekstraksi dari bijinya dan dikonversi menjadi biodiesel menggunakan metanol dan KOH sebagai katalis. Pengaruh variabel proses seperti konsentrasi katalis, waktu reaksi, dan suhu reaksi terhadap rendemen biodiesel dan karakteristiknya diinvestigasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak nyamplung memiliki kandungan asam lemak yang sesuai untuk produksi biodiesel, dengan asam oleat (C18:1) sebagai komponen utama. Rendemen minyak nyamplung yang terkandung pada biji buah nyamplung yaitu sebesar 25,3%. Hasil pengujian kadar asam lemak bebas minyak nyamplung yaitu sebesar 17,96 %. Biodiesel nyamplung memiliki sifat fisik dan kimia yang memenuhi standar mutu biodiesel nasional dan internasional, menunjukkan potensi penggunaannya sebagai bahan bakar nabati yang ramah lingkungan.

This is an open acces article under the Attribution-ShareAlike 4.0 International (CC BY-SA 4.0)



Copyright holders:

Lilla Puji Lestari (2024)

First publication right:

Journal of Mandalika Social Science

Volume 2 Nomor 1 2024

PENDAHULUAN

Dalam era modern ini, masalah ketergantungan pada bahan bakar fosil telah menjadi perhatian global yang mendesak. Keterbatasan sumber daya alam, meningkatnya polusi lingkungan, dan ketidakstabilan harga bahan bakar fosil menjadi tantangan utama bagi berbagai sektor ekonomi. Oleh karena itu, pentingnya mencari alternatif yang berkelanjutan dan ramah lingkungan dalam menyediakan energi menjadi semakin mendesak.

Krisis energi dan perubahan iklim global mendorong pencarian sumber energi alternatif yang terbarukan dan ramah lingkungan. Biodiesel, bahan bakar nabati yang dihasilkan dari minyak nabati atau lemak hewani, telah menjadi salah satu alternatif yang menjanjikan (1). Minyak nyamplung

(*Calophyllum inophyllum*) merupakan sumber bahan baku biodiesel yang potensial dengan beberapa keunggulan, seperti kandungan minyak yang tinggi (40-73%), mudah ditanam di berbagai kondisi lahan, dan tidak bersaing dengan tanaman pangan (2)

Salah satu solusi yang menjanjikan adalah energi terbarukan. Energi terbarukan diperoleh dari sumber-sumber alam yang dapat diperbarui, seperti matahari, angin, air, dan tanaman. Dalam konteks ini, tanaman nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) muncul sebagai kandidat yang menarik (3). Tanaman ini telah lama dikenal karena kandungan minyaknya yang tinggi, yang dapat diubah menjadi biodiesel. Ketersediaan tanaman nyamplung yang melimpah, tumbuh baik di daerah tropis dan subtropis, serta kemampuannya untuk tumbuh di lahan-lahan yang marginal membuatnya menjadi kandidat yang menjanjikan sebagai sumber bahan bakar potensial (4)

Tanaman nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) merupakan salah satu sumber bahan bakar potensial yang menjanjikan (5). Pohon nyamplung mudah ditanam di berbagai kondisi lahan, termasuk lahan marginal dan pesisir pantai. Biji nyamplung mengandung minyak yang kaya akan asam lemak, terutama asam oleat, yang ideal untuk dikonversi menjadi biodiesel melalui proses transesterifikasi (6). Biodiesel nyamplung memiliki beberapa keunggulan dibandingkan biodiesel dari sumber lain, seperti (7)

- Kandungan asam lemak jenuh yang rendah: Biodiesel nyamplung memiliki kandungan asam lemak jenuh yang lebih rendah dibandingkan biodiesel sawit dan kelapa. Hal ini menghasilkan biodiesel dengan sifat aliran yang lebih baik, emisi gas buang yang lebih rendah, dan stabilitas oksidasi yang lebih tinggi.
- Sifat ramah lingkungan: Tanaman nyamplung tidak bersaing dengan tanaman pangan dan dapat ditanam di berbagai kondisi lahan, termasuk lahan marginal. Budidaya nyamplung juga dapat membantu mengurangi erosi tanah dan meningkatkan keanekaragaman hayati.
- Potensi ekonomi: Biodiesel nyamplung dapat menjadi sumber pendapatan bagi masyarakat pedesaan, terutama di daerah yang memiliki banyak pohon nyamplung. Pemanfaatan biodiesel nyamplung juga dapat membantu mengurangi ketergantungan pada impor bahan bakar fosil. Untuk menghasilkan biodiesel dari minyak biji nyamplung, diperlukan proses transesterifikasi.

Transesterifikasi adalah reaksi kimia yang mengubah minyak nabati menjadi ester metil (biodiesel) dengan menggantikan gugus asam lemak dengan gugus metil (8). Dalam proses ini, katalis digunakan untuk mempercepat reaksi. Proses transesterifikasi merupakan metode utama untuk mengubah minyak nabati atau lemak hewani menjadi biodiesel. Katalis KOH (kalium hidroksida) merupakan salah satu katalis yang paling umum digunakan dalam proses transesterifikasi karena murah, mudah didapat, dan memiliki aktivitas katalitik yang tinggi dalam reaksi transesterifikasi (9). Penggunaan katalis KOH dapat meningkatkan efisiensi reaksi transesterifikasi dan menghasilkan rendemen biodiesel yang tinggi. Kalium hidroksida (KOH). KOH memiliki beberapa keunggulan, termasuk efisiensi tinggi, kecepatan reaksi yang baik, dan hasil biodiesel yang berkualitas (10). Penggunaan KOH dapat meningkatkan yield biodiesel dari biji nyamplung.

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi potensi tanaman nyamplung sebagai sumber bahan bakar terbarukan melalui proses transesterifikasi menggunakan katalis KOH. Melalui pemahaman yang lebih mendalam tentang proses ini, diharapkan dapat diperoleh wawasan baru tentang efektivitas penggunaan tanaman nyamplung sebagai alternatif energi yang berkelanjutan dan ramah lingkungan.

Kajian yang komprehensif tentang potensi tanaman nyamplung sebagai sumber bahan bakar terbarukan masih terbilang terbatas, terutama dalam konteks penggunaannya dalam produksi biodiesel. Penelitian yang mendalam tentang penggunaan katalis KOH dalam proses transesterifikasi

untuk menghasilkan biodiesel dari minyak nyamplung juga masih diperlukan, terutama dalam hal efisiensi reaksi, optimasi parameter, dan analisis kualitas biodiesel yang dihasilkan. Kajian yang membandingkan berbagai jenis katalis dan metode transesterifikasi untuk menghasilkan biodiesel dari tanaman nyamplung dapat memberikan wawasan yang lebih mendalam tentang teknologi yang paling efektif dan ramah lingkungan (11)

Penelitian ini membawa kontribusi baru dalam memperluas pemahaman tentang potensi tanaman nyamplung sebagai sumber bahan bakar terbarukan dengan fokus pada produksi biodiesel. Penggunaan katalis KOH dalam konteks ini dapat memberikan wawasan baru tentang efisiensi proses transesterifikasi dan kualitas biodiesel yang dihasilkan dari tanaman nyamplung. Selain itu penelitian ini juga dapat mengungkapkan informasi baru tentang faktor-faktor yang mempengaruhi proses transesterifikasi dan kualitas biodiesel dari tanaman nyamplung, yang dapat menjadi dasar untuk pengembangan teknologi yang lebih efisien di masa depan (12). Dengan demikian, penelitian tentang penggunaan tanaman nyamplung sebagai sumber baku energi terbarukan dengan katalis KOH memiliki potensi besar untuk mengurangi ketergantungan pada bahan bakar fosil dan mendukung keberlanjutan energi.

METODE

1. Sumber Bahan Baku:

Bahan baku dalam penelitian ini adalah biji nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) yang dikumpulkan dari daerah Baluran Banyuwangi. Biji nyamplung dipilih berdasarkan kriteria seperti tingkat kematangan dan kondisi fisik yang baik.

2. Proses Ekstraksi Minyak dari Biji Nyamplung

- Biji nyamplung dibersihkan dan dikeringkan untuk mengurangi kadar air.
- Biji yang telah kering kemudian digiling atau dihaluskan menjadi serbuk kasar.
- Ekstraksi minyak dilakukan menggunakan metode ekstraksi pelarut dengan menggunakan pelarut organik seperti heksana atau etanol.
- Minyak diekstraksi secara bertahap dengan pengadukan dan pemanasan hingga mencapai suhu yang optimal untuk keluaran minyak maksimum.
- Minyak hasil ekstraksi kemudian dipisahkan dari residu menggunakan sentrifugasi atau penyaringan. Proses ekstraksi minyak dari biji nyamplung merupakan tahap kunci dalam produksi biodiesel dari tanaman nyamplung (*Calophyllum inophyllum*). Berikut adalah proses ekstraksi minyak biji Nyamplung.

a. Pembersihan dan Pengeringan Biji Nyamplung:

Biji nyamplung yang telah dipanen kemudian dibersihkan dari kotoran dan partikel lain yang melekat. Setelah dibersihkan, biji nyamplung dikeringkan untuk mengurangi kadar air. Kadar air yang tinggi dalam biji dapat mengganggu proses ekstraksi minyak dan mengurangi kualitas minyak yang dihasilkan.

b. Penghalusan Biji Nyamplung:

Biji nyamplung yang telah dikeringkan kemudian dihaluskan atau digiling menjadi serbuk kasar.

Proses penghalusan ini bertujuan untuk meningkatkan luas permukaan biji, sehingga memudahkan pelarutan minyak dalam pelarut pada tahap ekstraksi.

c. Ekstraksi Minyak Menggunakan Pelarut:

Minyak dari biji nyamplung diekstraksi menggunakan metode ekstraksi pelarut. Pelarut organik seperti heksana atau etanol sering digunakan dalam proses ini. Biji nyamplung yang telah dihaluskan kemudian direndam dalam pelarut untuk mengekstrak minyaknya. Pelarutan minyak terjadi karena pelarut dapat melarutkan komponen minyak yang bersifat non-polar.

d. Pengadukan dan Pemanasan:

Setelah biji nyamplung direndam dalam pelarut, campuran tersebut kemudian diaduk dan dipanaskan. Proses pengadukan dan pemanasan bertujuan untuk mempercepat keluarnya minyak dari biji dan meningkatkan hasil ekstraksi. Suhu dan waktu pemanasan biasanya dikendalikan secara ketat untuk meminimalkan kerusakan pada minyak dan mengoptimalkan yield ekstraksi.

e. Pemisahan Minyak dari Residu:

Setelah proses ekstraksi selesai, campuran minyak dan pelarut dipisahkan dari residu biji nyamplung menggunakan proses penyaringan atau sentrifugasi. Minyak yang telah diekstraksi kemudian dipindahkan ke tahap selanjutnya untuk proses pembuatan biodiesel, sementara residu dapat digunakan kembali atau diolah menjadi produk lain jika memungkinkan.

3. Proses Transesterifikasi Menggunakan Katalis KOH

- a. Minyak hasil ekstraksi yang telah dipisahkan dari residu digunakan sebagai bahan baku untuk proses transesterifikasi. Sejumlah tertentu minyak nyamplung, metanol, dan katalis KOH ditambahkan ke dalam reaktor dengan perbandingan yang telah ditentukan.
- b. Reaksi transesterifikasi dilakukan pada suhu dan tekanan yang ditentukan selama periode waktu yang telah ditentukan.
- c. Setelah reaksi selesai, campuran reaksi didinginkan untuk memisahkan fase biodiesel dan gliserol.
- d. Biodiesel yang dihasilkan kemudian dibersihkan dari residu dan pelarut sisa menggunakan proses pencucian dengan air.
- e. Biodiesel yang telah dicuci kemudian dikeringkan untuk menghilangkan kelembaban yang tersisa.

4. Parameter-parameter yang diukur dalam penelitian ini

- a. Kadar minyak yang diekstraksi dari biji nyamplung.
 - b. Konversi minyak menjadi biodiesel, diukur sebagai persentase dari jumlah minyak yang diubah menjadi biodiesel.
-

- c. Kualitas biodiesel yang dihasilkan, termasuk nilai viskositas, titik nyala, titik beku, dan komposisi ester metil yang diukur menggunakan teknik analisis laboratorium standar seperti GC-MS (Gas Chromatography-Mass Spectrometry) atau HPLC (High-Performance Liquid Chromatography).
- d. Efisiensi proses transesterifikasi, diukur sebagai rasio antara jumlah biodiesel yang dihasilkan dengan jumlah minyak yang digunakan.
- e. Rendemen biodiesel: Didefinisikan sebagai persentase massa biodiesel yang diperoleh dari massa minyak nyamplung awal. Rendemen biodiesel dihitung dengan rumus:

$$\text{Rendemen biodiesel (\%)} = (\text{Massa biodiesel} / \text{Massa minyak nyamplung awal}) \times 100\%$$

f. Sifat fisik biodiesel: Termasuk viskositas, titik nyala, titik tuang, bilangan asam, dan kandungan ester metil. Sifat fisik biodiesel diukur dengan metode standar yang sesuai, seperti ASTM D465, ASTM D93, ASTM D97, ASTM D664, dan ASTM D1162.

g. Sifat kimia biodiesel: Termasuk kandungan asam lemak, komposisi asam lemak, dan stabilitas oksidasi. Sifat kimia biodiesel diukur dengan metode standar yang sesuai, seperti GC-MS dan Rancimat Test.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Ekstraksi Minyak dari Biji Nyamplung:

Hasil ekstraksi minyak dari biji nyamplung dapat diukur dalam yield, yaitu persentase jumlah minyak yang berhasil diekstraksi dari jumlah biji yang digunakan. Hasil ekstraksi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti metode ekstraksi, waktu ekstraksi, suhu, dan jenis pelarut yang digunakan (13). Analisis yield minyak dari biji nyamplung menjadi salah satu fokus utama dalam penelitian ini.

Dari total bobot biji buah nyamplung kering yang diekstraksi yaitu 4.190 kg didapatkan minyak buah nyamplung dengan bobot 1.396 kg atau rendemen minyak nyamplung yang terkandung pada biji buah nyamplung yaitu sebesar 25,3%. Rendemen minyak nyamplung ini tergolong kecil bila dibandingkan dengan penelitian lain yang menyatakan rendemen minyak nyamplung bervariasi antara 27 - 58% (12)

2. Konversi Minyak Nyamplung Menjadi Biodiesel Menggunakan Katalis KOH:

Proses transesterifikasi minyak nyamplung menjadi biodiesel menggunakan katalis KOH dilakukan untuk mengubah minyak nabati menjadi senyawa ester metil yang merupakan komponen utama biodiesel. Konversi minyak nyamplung menjadi biodiesel diukur dalam efisiensi reaksi, yaitu seberapa banyak minyak yang berhasil diubah menjadi biodiesel. Analisis efisiensi reaksi dan kualitas biodiesel yang dihasilkan menjadi fokus utama dalam tahap ini.

Hasil pengujian kadar asam lemak bebas minyak nyamplung yaitu sebesar 17.96 %. Tidak ada standar yang mengatur besaran kadar asam lemak bebas pada kualitas minyak nyamplung,

tetapi kadar asam lemak bebas minyak nyamplung yang berasal dari Baluran Banyuwangi lebih kecil dibandingkan dengan kadar asam lemak pada penelitian lain yang sebesar 29.53% (14)

3. Analisis Hasil dan Perbandingan dengan Studi Sebelumnya:

Hasil yang diperoleh dari proses ekstraksi minyak dan konversi menjadi biodiesel kemudian dianalisis secara komprehensif. Selain itu, hasil penelitian ini juga dibandingkan dengan studi sebelumnya yang telah dilakukan oleh peneliti lain. Perbandingan ini membantu untuk mengevaluasi keunggulan dan kelemahan metode yang digunakan serta memperkuat validitas hasil yang diperoleh (15)

4. Diskusi mengenai Faktor-faktor yang Mempengaruhi Efisiensi Proses dan Kualitas Biodiesel yang Dihasilkan:

Faktor-faktor yang mempengaruhi efisiensi proses transesterifikasi dan kualitas biodiesel yang dihasilkan, seperti rasio reagen, suhu reaksi, waktu reaksi, dan konsentrasi katalis, didiskusikan secara mendalam. Diskusi ini bertujuan untuk mengidentifikasi faktor-faktor kunci yang dapat dioptimalkan untuk meningkatkan efisiensi proses dan kualitas biodiesel yang dihasilkan dari tanaman nyamplung.

Efisiensi proses konversi minyak nyamplung menjadi biodiesel dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain konsentrasi katalis: Konsentrasi katalis yang optimal akan meningkatkan laju reaksi transesterifikasi dan menghasilkan rendemen biodiesel yang lebih tinggi. waktu reaksi: Waktu reaksi yang optimal akan memastikan konversi minyak nyamplung menjadi biodiesel yang lengkap. suhu reaksi Suhu reaksi yang optimal akan meningkatkan laju reaksi transesterifikasi tanpa menyebabkan degradasi biodiesel (4). Kualitas biodiesel yang dihasilkan dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain: Kandungan asam lemak: Kandungan asam lemak yang sesuai akan menghasilkan biodiesel dengan sifat fisik dan kimia yang optimal. Konversi asam lemak: Konversi asam lemak yang tinggi akan menghasilkan biodiesel dengan stabilitas oksidasi yang lebih baik (16). Kebersihan biodiesel: Biodiesel yang bersih dan bebas dari impuritas akan memiliki kualitas yang lebih baik

KESIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) memiliki potensi yang tinggi sebagai sumber bahan baku energi terbarukan melalui proses transesterifikasi dengan katalis KOH. Biodiesel nyamplung memiliki sifat fisik dan kimia yang memenuhi standar mutu biodiesel nasional dan internasional, dan memiliki beberapa keunggulan dibandingkan biodiesel dari sumber lain. Rendemen minyak nyamplung yang terkandung pada biji buah nyamplung yaitu sebesar 25,3%. Hasil pengujian kadar asam lemak bebas minyak nyamplung yaitu sebesar 17.96 %. Pemanfaatan biodiesel nyamplung dapat memberikan kontribusi positif dalam mengatasi krisis energi dan perubahan iklim, serta meningkatkan kesejahteraan masyarakat pedesaan.

REFERENSI

1. Leksono B, Laksmi Hendrati R, Windyarini E, Hasnah T. Variation in Biofuel Potential of Twelve *Calopyllum Inophyllum* Populations in Indonesia. *Indones J For Res.* 2014;1(2):127–38.
 2. Sarwono E, Erzha N, Widarti BN. Pengolahan Biodiesel Dari Biji Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum* L) Menggunakan Katalis Koh. *Pros Semin Nas dan Call Pap* [Internet]. 2017;(November):34–40. Available from: <https://www.e-journal.stie-aub.ac.id/index.php/proceeding/article/view/236/223>
 3. Pratama IA, Kurniati, ; Ika Hasyim UH, Fitriyano G. PEMANFAATAN BIJI NYAMPLUNG (*Calophyllum Inophyllum*) SEBAGAI BAHAN BAKU BIODIESEL BERDASARKAN PROSES PRODUKSI DAN PENAMBAHAN KATALIS. *J Konversi.* 2021;10(2):7–12.
 4. Ansori A, Wibowo SA, Kusuma HS, Bhuana DS, Mahfud M. Production of Biodiesel from Nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) using Microwave with CaO Catalyst from Eggshell Waste: Optimization of Transesterification Process Parameters. *Open Chem.* 2019;17(1):1185–97.
 5. Fadhlullah M, Widiyanto SNB, Restiawaty E. The potential of nyamplung (*Calophyllum inophyllum* L.) seed oil as biodiesel feedstock: Effect of seed moisture content and particle size on oil yield. *Energy Procedia* [Internet]. 2015;68:177–85. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.egypro.2015.03.246>
 6. Minyak T, Mangkin M, Co C k. TRANSESTERIFICATION OF *Calophyllum inophyllum* OIL USING CaO-K 2 CO 3 CATALYST FROM *Corbicula fluminea* SHELLS AND BANANA PEELS. 2022;26(6):1303–12.
 7. Qadariyah L, Bhuana DS, Selaksa R, As Shodiq J, Mahfud M. Biodiesel production from *Calophyllum inophyllum* using base lewis catalyst. *ASEAN J Chem Eng.* 2018;18(1):53–9.
 8. Handayani PA, Wulansarie R, Husaen P, Ulfayanti IM. ESTERIFICATION OF NYAMPLUNG (*Calophyllum inophyllum*) OIL WITH IONIC LIQUID CATALYST OF BMIMHSO4 AND MICROWAVES-ASSISTED. *J Bahan Alam Terbarukan.* 2018;7(1):59–63.
 9. Hamid A, Jakfar A, Saiful S, Febriana ID, Rohmah F. Effect the Addition of Biodiesel from Nyamplung Oil (*Calophyllum Inophyllum*) on Performance and Emission Characteristics of Diesel Engines. *J Tek Kim dan Lingkung.* 2022;6(2):120–7.
 10. Journal I, Engineering C. Analysis Production of Biodiesel from Nyamplung Seeds (*Calophyllum Inophyllum*) in West Java. 2019;10(5):158–62.
 11. Kurniati S, Soeparman S, Yuwono SS, Hakim L. A Novel Process for Production of *Calophyllum Inophyllum* Biodiesel with Electromagnetic Induction.
 12. Febriyanti E, Roesyadi A, Prajitno DH. Konversi Minyak Biji Nyamplung (*Calophyllum Inophyllum* Linn). *Berk Sainstek.* 2020;3(3):89–95.
-

13. Aziz I, Adhani L, Maulana MI, Ali Marwono M, Dwiatmoko AA, Nurbayti S. Conversion of Nyamplung Oil into Green Diesel through Catalytic Deoxygenation using NiAg/ZH Catalyst. *J Kim Val.* 2022;8(2):240–50.
14. Hartati TM. STUDY CONTENT NUTRIENT WASTE PLANT SEEDS NYAMPLUNG (*Calophyllum inophyllum* Linn) AFTER MADE AS BIOFUEL. 2010;23–6.
15. Widiastuti H, Pratiwi M, Neonufa GF, Soerawidjaja TH, Prakoso T, Batam PN, et al. Comparative Study of Nyamplung (*Calophyllum inophyllum*) Kernel Oil Obtained from Mechanical and Chemical Extraction for Biofuel. 2019;13(2):81–7.
16. Rasyid R, Prihartantyo A, Mahfud M, Roesyadi A. Hydrocracking of Nyamplung Oil (*Calophyllum inophyllum* oil) Using CoMo/γ-Al2O3 and CoMo/SiO2 Catalysts. *Mod Appl Sci.* 2015;9(7):43.