

PRODUKSI BAHAN BAKAR NABATI DARI MINYAK JARAK DENGAN BANTUAN ULTRASONIK
THE PRODUCTION OF BIOFUEL FROM CASTOR OIL WITH THE HELP OF ULTRASONIC.

Umar Rusli Marasabessy^{1*}, Andi Suryanto², La Ifa³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Kimia Fak. Teknologi Industri Universitas Muslim Indonesia Makassar, Indonesia

*Email: umarrusli80@gmail.com

Diterima: 25 Februari 2023. Disetujui: 30 Maret 2023. Dipublikasikan: 4 April 2023

Abstrak: Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh gelombang suara pada pembuatan bahan bakar alternatif biodiesel dari minyak jarak, disamping itu juga untuk mengetahui pengaruh waktu reaksi dan konsentrasi katalis heterogen dalam memperoleh produk biodiesel sebagai bahan bakar nabati. Penelitian dilaksanakan yang diawali dengan reaksi esterifikasi untuk menurunkan kadar free fatty acid dan dilanjutkan dengan reaksi transesterifikasi dengan pemanasan ultrasonik. Parameter kualitas produk yang dihasilkan antara lain ; bilangan asam. Densitas, viskositas, kadar air dan analisa gas chromatography.

Kata kunci : Minyak Jarak, transesterifikasi, biodiesel dan sonikasi

Abstract: This study aims to determine the effect of sound waves on the manufacture of alternative fuel biodiesel from castor oil, in addition to knowing the effect of reaction time and heterogeneous catalyst concentrations in obtaining biodiesel as a biofuel. The research was carried out starting with an esterification reaction to reduce free fatty acid levels and continued with a transesterification reaction with ultrasonic heating. Product quality parameters produced include; acid number. Density, viscosity, moisture content and gas chromatography analysis,

Keywords: Castor oil, trans-esterification, biodiesel and sonication.

PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan mendasar manusia, karena seluruh aspek kehidupan manusia membutuhkan energy [1]. Di seluruh dunia, bahan bakar minyak merupakan sumber energi dengan konsumsi terbesar dibanding sumber energi lainnya. Kebutuhan bahan bakar minyak meningkat seiring dengan meningkatnya populasi dan semakin berkembangnya teknologi, akan tetapi cadangan minyak bumi yang berasal dari fosil semakin menipis karena sifatnya yang tidak dapat diperbaharui.

Sehubungan dengan hal tersebut perlu dikembangkan bahan bakar alternatif yaitu biodiesel yang dibuat dari minyak nabati. Untuk mengatasi kelangkaan energi ini, pemerintah dengan gencar mencanangkan pengembangan energi alternatif yang dapat diperbaharui, ini terlihat dengan dikeluarkannya Inpres No 25 tahun 2006 tentang penyediaan dan pemanfaatan bahan bakar nabati (BBN) sebagai bahan bakar lain.

Selanjutnya diikuti dengan Peraturan Pemerintah Nomor 5 Tahun 2006 Tentang Kebijakan Energi Nasional yang mempertegas arah pengembangan Biofuel. Salah satu butir penting dari peraturan tersebut adalah pengurangan konsumsi pada bahan bakar minyak dari 54% menjadi 20%.

Kajian ekologi modern dan lingkungan hidup (environmental studies) yang dilakukan oleh para ilmuwan menerangkan bahwa pembakaran bahan bakar minyak bumi yang berasal dari fosil sangat mungkin merubah susunan dan kandungan gas-gas yang berada di lapisan atmosfer bumi [2]. Hal ini sangat berdampak terhadap lingkungan.

Trigliserida yang mengandung asam lemak bebas dalam kadar rendah diperlukan dalam proses

transesterifikasi yang dikatalisa oleh alkali. Jika trigliserida mengandung asam lemak bebas dan kadar air yang tinggi, transesterifikasi yang dikatalisa asam dapat digunakan terlebih dahulu [3], transesterifikasi terdiri atas sejumlah reaksi reversibel yang berurutan. Saat ini banyak negara termasuk Indonesia kekurangan bahan bakar minyak terutama bahan diesel atau solar namun produksi yang ada sekarang tidak cukup, oleh karena itu diperlukan sumber energy alternative yang dapat diperbaharui untuk menggantikan bahan bakar minyak. Indonesia sebenarnya memiliki banyak sekali sumber daya alam yang dapat di manfaatkan seperti hasil perkebunan yang melimpah yang dapat dijadikan biofuel seperti biodiesel.

Biodiesel merupakan salah satu bahan bakar alternatif yang terbuat dari bahan bakar nabati dan potensial digunakan sebagai bahan bakar minyak [4], biodiesel selain sebagai energi alternatif juga lebih ramah lingkungan dibandingkan dengan bahan bakar fosil. Pembakaran bahan bakar fosil menghasilkan salah satu polutan yaitu sulfur dioksida (SO₂) dan mengakibatkan polusi udara meningkat.

Di Indonesia bahan baku yang berpotensi menghasilkan minyak biodiesel meliputi kelapa sawit, jarak pagar, Minyak Jarak, kelapa, kapuk/randu, nyamplung, alga, dan lain sebagainya. Dari beberapa bahan jenis bahan yang berpotensi sebagai bahan baku biodiesel tersebut, salah satunya adalah Minyak Jarak yang yang mudah ditemui dan terjangkau.

Pada umumnya proses pembuatan biodiesel dari minyak nabati/hewan melalui tahapan esterifikasi dan transesterifikasi hingga menjadi biodiesel, esterifikasi Minyak Jarak dicampurkan

metanol dan katalis asam, sedangkan transesterifikasi Minyak Jarak dicampurkan dengan metanol dan katalis basa sehingga menghasilkan biodiesel dan gliserol.

Reaksi transesterifikasi diperoleh alternatif lain tanpa membutuhkan pengadukan mekanis dan waktu yang lama. Gelombang ultrasonik merupakan proses penggunaan gelombang ultrasonik dapat menyebabkan laju reaksi sehingga mempercepat proses reaksi termasuk dalam pembuatan biodiesel dengan waktu yang lebih efisien.

Pembuatan bahan bakar nabati telah banyak dilakukan secara konvensional dan superkritik, namun kedua metode tersebut masih memiliki beberapa kelemahan. Proses konvensional membutuhkan waktu yang cukup lama karena proses pemurnian harus diawali proses pencucian terutama pada katalis homogen. Sedangkan metode superkritik membutuhkan biaya yang relative mahal dalam proses produksinya sehingga kedua metode tersebut tidak efektif dan ekonomis.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui pengaruh waktu pada produksi biodiesel Minyak Jarak dengan menggunakan bantuan gelombang ultrasonik, pengaruh konsentrasi katalis pada produksi biodiesel Minyak Jarak dan menghasilkan bahan bakar alternatif biodiesel dari Minyak Jarak sebagai pengganti bahan bakar fosil.

METODE PENELITIAN

Proses pembuatan biodiesel dilakukan dengan menggunakan radiasi gelombang *ultrasonic*. Penggunaan *ultrasonic* akan mempercepat waktu reaksi dengan menggunakan katalis homogen. Penelitian dilakukan dengan memvariasikan waktu pada alat *ultrasonic cleaning bath* dan konsentrasi katalis. Selanjutnya digunakan ratio methanol dan jumlah katalis dalam persen massa terhadap minyak.

Penelitian ini dilakukan pada Laboratorium Riset Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Universitas Muslim Indonesia Makassar. Waktu penelitian berlangsung selama 4 (empat) bulan yang diawali dari penelusuran pustaka, penyusunan proposal hingga pelaksanaan dan penyusunan laporan.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Reaktor Kaca Labu Leher Dua yang dilengkapi dengan kondensor refluk. Di dalam Reaktor dilengkapi dengan pengadukan stirrer untuk perlakuan homogenisasi larutan saat proses reaksi berlangsung.

Sebagai bahan baku dalam penelitian ini adalah Minyak Jarak. Dalam proses bahan lain yang digunakan adalah senyawa atau larutan yang terdiri dari : Metanol, KOH dan H_2SO_4

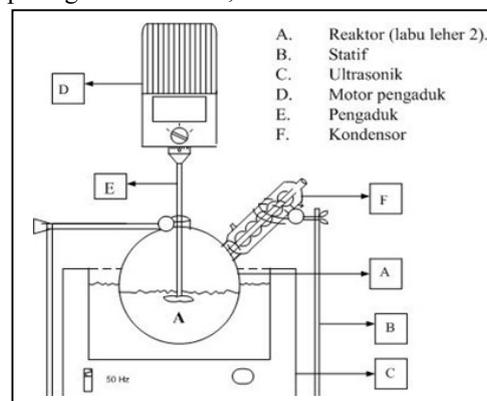
1. Proses Esterifikasi

Katalis H_2SO_4 dan metanol dilarutkan sampai homogen dan Minyak Jarak sebanyak 100 ml dipanaskan dengan suhu yang $60^\circ C$ dimasukkan ke dalam labu leher tiga. Setelah proses esterifikasi selesai hasil

dari proses ini dimasukkan ke dalam corong pisah dan didiamkan selama 5 jam, pada lapisan bawah (gliserol) akan dikeluarkan kemudian lapisan atas tetap pada corong pisah kemudian ditambahkan aquades sebanyak 30% dari Minyak Jarak kemudian didiamkan selama 30 menit, lapisan bawah (gliserol) di keluarkan proses ini dilakukan sebanyak 2-3 kali.

2. Proses Transesterifikasi

Katalis KOH dan metanol dilarutkan hingga homogen dan Minyak Jarak sebanyak 25 ml dimasukkan kedalam labu leher dua alas bulat. Setelah proses transesterifikasi selesai maka hasil dari proses ini dimasukkan ke dalam corong pisah selama 1 jam pada lapisan bawah (gliserol) akan dikeluarkan kemudian lapisan atas tetap pada corong pisah kemudian ditambahkan aquades sebanyak 35-40% dari Minyak Jarak kemudian didiamkan selama 1 jam, lapisan bawah (gliserol) di keluarkan proses ini dilakukan sebanyak 4 kali. Biodiesel yang dihasilkan kemudian dipanaskan dalam oven dengan suhu $110^\circ C$ selama 1 jam. Untuk mengetahui kadar metil ester yang terbentuk dilakukan analisa Gas Chromatography (GC). Rancangan peralatan yang digunakan pada proses reaksi transesterifikasi seperti pada gambar berikut;



Gambar 1. Rancangan peralatan proses reaksi transesterifikasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan biodiesel dari minyak jarak menggunakan gelombang *ultrasonic* telah dilakukan dengan empat variabel penelitian. Penelitian dilakukan pada tekanan atmosferik dengan rasio mol minyak : mol metanol sebesar 1:9. Empat variabel yang digunakan adalah jenis katalis, persen katalis, waktu dan frekuensi gelombang *ultrasonic*. Jenis katalis yang digunakan adalah KOH (0,25%, 0,5%, dan 0,75%) terhadap minyak jarak dan variasi waktu 5 ; 7,5 ; 10 ; 15 ; 30 menit. Adanya variasi pada setiap variabel untuk mengetahui pengaruh variabel terhadap yield biodiesel yang dihasilkan.

Pada penelitian ini dilakukan analisa awal Minyak Jarak untuk mengetahui data fisis Minyak Jarak. Didapatkan densitas Minyak Jarak adalah sebesar 0,913 g/mL, viskositas minyak jarak 42,5 cSt dan % FFA Minyak Jarak sebesar 1,1498.

Tabel 1. Komposisi Asam Lemak Minyak Jarak

Asam Lemak	Komposisi (%)
Asam Hexanoat	0,008
Asam Octanoate	7,948
Asam Laurate	35,23
Asam Myristate	19,026
Asam Palmitate	12,624
Asam Oleat	9,391
Asam Linoleat	5,123
Asam Stearat	0,647

Berdasarkan hasil analisa GC di atas, diketahui bahwa komposisi asam lemak minyak jarak didominasi oleh *oleat acid* dan *palmitic acid* masing-masing sebesar 35% dan 13%. Hasil ini sesuai dengan literatur yang menyebutkan bahwa asam lemak yang dominan dalam minyak jarak adalah asam laurat sebesar 40% - 48% dan asam myristate sebesar 17% [10].

Dengan diketahuinya komponen asam lemak, maka berat molekul dari minyak jarak dapat dihitung. Dari hasil perhitungan didapatkan berat molekul Minyak Jarak Sawit sebesar 638,32 g/gmol. Berat molekul dari perhitungan ini telah mendekati berat molekul minyak jarak yang didapatkan dari literature, yaitu 642,24 g/gmol [11].

Proses transesterifikasi adalah tahap utama pembuatan biodiesel, karena bertujuan untuk mengkonversi trigliserida menjadi *Fatty Acid Methyl Ester* (FAME) atau biodiesel. Karena kondisi suhu operasi yang tidak stabil maka suhu yang beroperasi pada proses transesterifikasi pada frekuensi low beroperasi mulai suhu 35°C – 55°C dan pada frekuensi high beroperasi mulai suhu 35°C – 60°C, sehingga dapat diasumsikan suhu operasi pada frekuensi low 45°C dan suhu operasi pada frekuensi high 57°C.

Minyak jarak mempunyai viskositas kinematic yang tinggi yaitu sebesar 32,5 cSt. Dengan adanya proses transesterifikasi minyak jarak menjadi biodiesel akan terjadi penurunan viskositas kinematic. Hasil proses transesterifikasi diperoleh viskositas kinematic berkisar antara 3 hingga 32,5 cSt. Viskositas Standar Biodiesel ASTM adalah 2,3 hingga 6 cSt.

Pengaruh jumlah katalis pada pembuatan biodiesel dengan bantuan gelombang ultrasonic dengan konsentrasi katalis KOH (0,1 ; 0,25 ; 0,75 ; 0,8 dan 1% dari berat minyak. Frekuensi gelombang ultrasonic yang digunakan adalah 20 kHz dan 40 kHz.

Bila ditinjau dari kenaikan Yield Biodiesel yang dihasilkan terhadap kenaikan jumlah katalis, didapatkan perubahan paling signifikan pada variable 2% pada frekuensi 20 kHz yakni sebesar 60,17% (60,17% menjadi 88,49%) dengan yield 88,49%

tergolong tinggi hanya dengan konsentrasi katalis 3%, sama halnya dengan frekuensi 40 kHz yang memiliki kemiripan kenaikan % yield yang sebelumnya mengalami penurunan %yield sebesar 88,42% menjadi 72,31% sedangkan %yield tertinggi setiap masing-masing frekuensi yakni frekuensi 20 kHz 88,49% dan frekuensi 40 kHz 92,48%.

Pengaruh waktu yang dilakukan dengan gelombang ultrasonic, pengaruh waktu yang dipelajari adalah 1,2,3,4 dan 5 menit dengan menggunakan perbandingan frekuensi 20 kHz dan 40 kHz, dan 1% KOH. Waktu reaksi dilakukan untuk mempercepat terbentuknya metil ester.

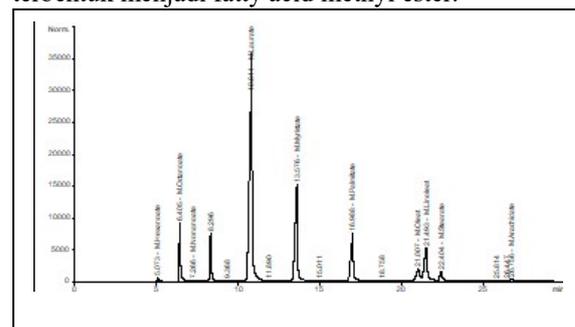
Pada saat waktu reaksi 1 menit % yield yang didapatkan relatif lebih kecil di bandingkan dengan waktu reaksi lainnya, hal ini dikarenakan suhu awal reaksi *ultrasonic cleaning bath* belum mencapai suhu optimum, sehingga % yield yang dihasilkan relatif sedikit. Dalam hal ini dapat dikatakan dengan adanya peningkatan suhu pada *ultrasonic cleaning bath* memberikan efek thermal yang besar ditandai dengan adanya kenaikan suhu dan kenaikan yield produk biodiesel yang dihasilkan.

Pengaruh waktu reaksi terhadap % yield produk biodiesel kurang maksimal apabila kondisi suhu tidak stabil, sehingga menyebabkan bisa terjadinya penurunan % yield yang dihasilkan, seperti pada gambar 4.4, terlihat pada saat awal reaksi pada t=1 menit s/d t= 3 menit selalu mengalami peningkatan % yield atau relatif sama, tetapi yang terjadi pada frekuensi 40 kHz pada t=3 menit mengalami penurunan % yield dari 99,73 % menjadi 76,77 % sedangkan pada frekuensi 20 kHz % yield relatif konstan. Jadi bisa disimpulkan % yield yang terbaik terhadap waktu adalah 5 menit dengan kondisi suhu operasi sudah mencapai suhu operasi transesterifikasi.

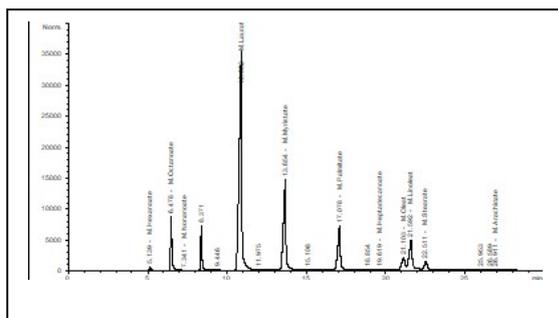
Tabel 2. Karakteristik Kualitas Methyl Ester (Biodiesel)

Jenis Katalis	SNI 04-7182-2006	Eksperimen
Massa jenis pada 40°C (g/cm ³)	0,85 – 0,89	0,81
Viskositas Kinematik pada 40°C, (cSt)	2,3 – 6,0	2,2
Titik Nyala (°C)	Min. 100	125°C

Analisa *Gas Chromatography* (GC) bertujuan untuk mengetahui komponen asam lemak yang terbentuk menjadi fatty acid methyl ester.



Gambar 2. Hasil Analisa GC pada katalis KOH 0,8 % frekuensi 20 kHz, t= 2 menit



Gambar 3. Hasil Analisa GC pada katalis KOH 1% frekuensi 40 kHz, t = 2 menit

Berdasarkan hasil analisa GC di atas, diketahui bahwa komposisi asam lemak Minyak Jarak merk Barco yang terbentuk menjadi methyl ester didominasi oleh *Laurate methyl ester* dan *myristate methyl ester* masing-masing sebesar 53,26 % dan 19,17%. Hasil ini sesuai dengan hasil GC bahan baku dengan komposisi Minyak Jarak yang menyebutkan bahwa asam lemak yang dominan dalam Minyak Jarak adalah *Laurate Acid* adalah 40,91 % dan *myristate acid* 22,05 %.

Dengan diketahuinya komponen methyl ester pada sample biodiesel yang telah diujikan dengan GC maka proses pembuatan biodiesel dari Minyak Jarak dapat dilakukan dengan menggunakan *ultrasonic*.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Pemanfaatan gelombang ultrasonik dengan frekuensi 42 kHz dapat diaplikasikan dalam pembuatan biodiesel dari minyak jarak tanpa membutuhkan energi input tinggi dan waktu yang lama.
2. Biodiesel yang dihasilkan memiliki karakteristik massa jenis 0,81 g/cm³ sesuai range 0,83 – 0,89 (SNI 04-7182-2006) dan viskositas kinematik sebesar 2,2 cSt sesuai range 2,3 – 6,0 (SNI 04-7182-2006) dan kondisi ini didapatkan pada waktu terbaik 5 menit dengan konsentrasi 0,25%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] <https://universitaspertamina.ac.id/>
- [2] <https://www.kompas.com/skola/read/2022/05/04/161806969/dampak-pembakaran-bahan-bakar-fosil?page=all>.
- [3] <https://lontar.ui.ac.id/file?file=pdf/metadata-20342751.pdf>.
- [4] <https://universitaspertamina.ac.id/>
- [5] Kembaryanti, Sri Putri dkk. 2012. *Study Proses Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jarak (Coconut Oil) dengan Bantuan Gelombang Ultrasonik*. Jogjakarta. Jurusan Teknik Kimia. Universitas Gadjah Mada.
- [6] Maharani dan Zuliana. 2010. “*Pembuatan Metil Ester (Biodiesel) dari Minyak Dedak dan Metanol Dengan Proses Esterifikasi dan*

Transesterifikasi”. Semarang :Jurusan Teknik Kimia, Universitas Diponegoro.

- [7] Susilo,B a. 2006. *Biodisel. Pemanfaatan Jarak Pagar Sebagai Alternatif Bahan Bakar. Inovasi dan Teknologi*. Trubus Agrisarana. Surabaya. ISBN 979-3842-25-3.
- [8] Rafida, Iffah, 2018, *Produksi Bahan Bakar Nabati dari Minyak Jelantah dengan bantuan Ultrasonik*, Makassar, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Muslim Indonesia.
- [9] Fitriani, 2016, *Produksi Biodiesel dari Minyak Jelantah Melalui TransEsterifikasi dengan bantuan gelombang ultrasonic, Lampung, Jurusan Budidaya Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung*.
- [10] <https://repository.usu.ac.id/handle/123456789/1859>.
- [11] <http://distilat.polinema.ac.id/index.php/distilat/article/view/228>.