

Pengaruh Variasi Waktu Dan Daya *Microwave* Pada Transesterifikasi Terhadap Kadar Rendemen Dan Densitas Biodiesel Minyak Biji Bunga Matahari Komersial

M.H.A.G. Azkandri, I Nyoman Suprpta Winaya, Ainul Ghurri
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Minyak biji bunga matahari non pangan komersial memiliki potensi sebagai alternatif bahan baku biodiesel dan alat *microwave* (gelombang mikro) merupakan perkembangan dari manufaktur untuk meningkatkan konversi biodiesel. Tujuan penelitian untuk mengetahui pengaruh variasi kondisi transesterifikasi menggunakan alat *microwave* yaitu dengan lama waktu 10 menit, 20 menit dan 30 menit pada daya 300 watt, 600 watt, dan 900 watt disetiap variasai waktu, adapun yang diamati adalah pengaruh waktu dan daya *microwave* terhadap kadar rendemen biodiesel minyak biji bunga matahari. Tahapan penelitian dimulai dari perlakuan awal, transesterifikasi *microwave*, pemisahan gliserol, pencucian biodiesel dan analisis hasil kadar rendemen. Penelitian ini dilakukan pada kondisi atmosferik dengan penggunaan minyak biji bunga matahari komersial dan metanol 99% dengan perbandingan 4:1, katalis berjenis basa yaitu KOH 0,5M menggunakan pelarut metanol 99% dan suhu pengoperasian transesterifikasi dari 60 °C dan tidak lebih dari 70 °C Hasil penelitian didapatkan kadar rendemen paling tinggi pada waktu 30 menit dan daya 600 watt sebesar 97,72%. Hasil Kadar densitas rendah 30 menit dan daya 900 watt dengan hasil 0,806 gr/cm³. Maka dapat disimpulkan bahwa variasi waktu dan daya *microwave* pada transesterifikasi dapat mempengaruhi kadar rendemen dan densitas biodiesel minyak biji bunga matahari komersial.

Kata Kunci: Transesterifikasi *Microwave*, Kadar Rendemen dan Densitas Biodiesel Minyak biji bunga matahari komersial.

Abstract

Non-food sunflower seed oil has potential as an alternative raw material for biodiesel and *microwave* (electromagnetic wave) devices which are developments from manufacturing to increase the biodiesel conversion. The purpose of the research was to determine the effect of the variation in the transesterification conditions using a *microwave* device, namely with a length of 10 minutes, 20 minutes, and 30 minutes at 300 watts, 600 watts, and 900 watts of power at each time variation. The effects of time and *microwave* power on yields were observed in this research study. The research stages consisted of pre-treatment, transesterification, glycerol separation, washing, and analysis of yield levels. This research was conducted under atmospheric conditions using non-food sunflower seed oil and 99% methanol in a ratio of 4:1, an alkaline type of catalyst, 0.5M KOH using 99% methanol as a solvent, and a transesterification operating temperature of 60 °C and no more than 70 °C The results showed that the highest yield level was at 30 minutes and 600 watts of power, which was 97.72%. Of the nine biodiesel samples, The result of the lowest density is at 30 minutes and 900 watts of power with a result of 0.806 gr/cm³. It can be concluded that the variation of time and *microwave* power in transesterification can affect the biodiesel characteristics of sunflower seed oil.

Keywords: *Microwave* Transesterification, yield biodiesel Of Non-food sunflower seed oil

1. Pendahuluan

Biji bunga matahari merupakan buah dari bunga matahari (*helianthus annuus*) yaitu tanaman perdu semusim family compositae. Tanaman ini berasal dari Negara Mesiko dan Amerika Latin. Bunga matahari teridikasi memiliki potensi tumbuh di Negara Indonesia [1]. Negara Indonesia telah memanfaatkan minyak dari biji bunga matahari sebagai bahan baku produk konsumsi. Namun penelitian pemanfaatan minyak biji bunga matahari sebagai bahan utama pembuatan bahan bakar belum dimaksimalkan. Densitas dari minyak biji bunga matahari (minyak nabati) umunya cukup tinggi dibandingkan dengan minyak yang diperoleh dari fraksi bumi. Cara mengurangi densitas dari minyak nabati yang tinggi yaitu memutus percabangan rantai

senyawa pada gliserol yang terdapat pada minyak, proses ini dinamakan tahapan transesterifikasi nggunakan bantuan alkohol seperti metanol dan katalis yang memiliki reaktivitas yang lebih tinggi [2].

Fatty acid methyl ester dapat dikenal para awam dengan nama biodiesel atau bahan bakar pengganti solar pada motor diesel yang didapatkan dari mengkonversi minyak nabati [3]. Biodiesel merupakan campuran asam lemak ester yang dihasilkan dari tahapan esterifikasi maupun transesterifikasi asam lemak trigliserida sebagai hasil akhir yang berasal dari minyak nabati yang dibantuan dengan alkohol rantai pendek. Beberapa bahan baku biodiesel dari minyak nabati yang telah diteliti dapat melalui tahapan esterifikasi dengan kandungan free fatty acid (FFA) > 5% menggunakan katalis asam sulfat

(H_2SO_4) agar tidak membentuk sabun dalam reaksi transesterifikasi [4] dan tahapan transesterifikasi dengan kandungan free fatty acid (FFA) < 5% menggunakan katalis basa Kalium hidroksida (KOH) [5]. Analisis kromatografi gas terdapat perbedaan pada minyak biji bunga matahari komersial dan minyak ekstraksi biji bunga matahari. Kadar FFA minyak komersial didapat 0,28% dan 0,47% didapat dari ekstraksi minyak biji bunga matahari [6].

Metode *microwave* merupakan alternatif dan perkembangan dari tahapan manufaktur sebagai pembuatan biodiesel untuk meningkatkan tahapan konversi. Penggunaan metode *microwave* dengan metode konvensional memiliki perbedaan dalam mengkonversi biodiesel hal ini dapat terjadi karena perubahan struktur sel yang dapat terjadi disebabkan efek gelombang elektromagnetik saat tahapan ekstraksi [7]. Radiasi gelombang dapat menembus dan diserap oleh molekul polar seperti gula, air dan lemak serta zat-zat lain yang atom-atomnya tereksitasi dan menghasilkan panas [8]. Jenis minyak nabati yang digunakan dan pernah diteliti dalam pembuatan (FAME) dengan menggunakan metode *microwave* seperti minyak dari kelapa [4], jarak pagar dan minyak nyamplung [7], minyak jelantah habis pakai [9].

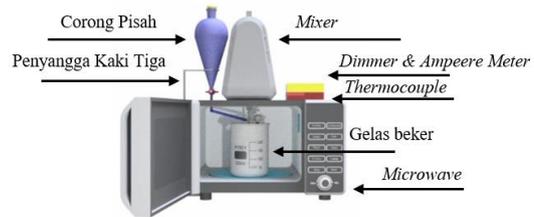
Kelebihan *microwave* yaitu dapat mengekstraksi berbagai campuran termasuk campuran senyawa yang tak inert terhadap suhu tinggi. Selain itu, penggunaan pelarut yang lebih sedikit, laju pemanasan yang lebih tinggi maka waktu ekstraksi dapat lebih cepat dari konvensional [10]. Tahapan pemanasan dengan menggunakan alat *microwave* mempunyai kelebihan yaitu dengan menggunakan gelombang mikro sehingga pemanasan yang didapat lebih merata yang terjadi pada tahapan transesterifikasi dikarenakan panas yang diterima bukan mentransfer panas dari luar bahan atau alat yang dipakai sehingga biodiesel dapat diproduksi pada suhu relatif rendah karena dapat dikontrol. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dipelajari efek variasi waktu dan daya transesterifikasi pada *microwave* untuk menghasilkan kadar rendemen dan karakteristik densitas biodiesel dari minyak biji bunga matahari komersial dengan menggunakan alat *microwave* sebagai pemanas.

2. Dasar Teori

2.1 Microwave Extration

Alat *microwave* atau mengekstraksi menggunakan gelombang *microwave* adalah alat yang memanfaatkan gelombang mikro untuk mengkonversi minyak nabati atau minyak hewani menjadi biodiesel. Studi ini dilakukan dengan menggunakan alat *microwave* yang dijual pasaran yang telah dimodifikasi untuk melakukan ekstraksi biodiesel minyak biji bunga matahari skala penelitian. Alat *microwave* ini memiliki komponen seperti saklar start/stop, thermocouple, Graphtec Midi Logger GL240-SD, dimmer, mixer, corong pisah, amperemeter, batang

pengadukan yang berfungsi sebagai pengadukan saat proses transesterifikasi, dan magnetron dimana fungsi magnetron ini adalah mengubah daya listrik menjadi gelombang mikro. Faktor yang mempengaruhi besar gelombang mikro untuk menghasilkan panas dan laju pemanasan pada alat *microwave* adalah daya listrik. Pemanfaatan gelombang mikro ini diharapkan sebagai alternatif dari proses manufaktur untuk pembuatan biodiesel yang juga diharapkan meningkatkan proses konversi dalam hal waktu. Diagram Skema dari *microwave* ekstraksi biodiesel yang dirancang ditunjukkan pada Gambar 1. dibawah ini.



Gambar 1. Skematik *Microwave Biodiesel*

2.2 Kadar Rendemen

Secara umum kadar rendemen biodiesel dapat dipengaruhi baik dari intensitas daya maupun waktu reaksi. Kadar rendemen dapat ditentukan menggunakan persamaan:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{massa biodiesel setelah pencucian (g)}}{\text{massa minyak bunga matahari (g)}} \times 100 \dots\dots\dots (1)$$

2.3 Densitas Biodiesel

Densitas merupakan metode uji lapangan yang paling banyak digunakan dalam menentukan kualitas bahan bakar, utamanya untuk mendeteksi adanya kontaminasi meliputi keberadaan air dan partikulat di bahan bakar saat diterima atau disimpan di tanki. Massa fluida bahan bakar didefinisikan melalui persamaan:

$$\text{Massa (p)} = \frac{m1 - m2}{vp} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

- ρ = massa densitas (gr/cm^3)
- $m1$ = massa piknometer dengan sampel (gr)
- $m2$ = massa piknometer kosong (gr)
- vp = volume piknometer (cm^3)

3. Metode Penelitian

3.1 Alat Dan Bahan

Alat-alat pada penelitian ini meliputi corong pisah, gelas beker, mangkok kaca, stopwatch, microwave, mixer, timbangan analitik, dimmer, thermocouple & data logic, amper meter, piknometer pyrex dan botol kaca 300ml.

Pada penelitian ini menggunakan beberapa bahan seperti minyak biji bunga matahari komersial, aquades, kalium hidroksida (KOH), Metanol 99%,

3.2 Penentu Kadar FFA Minyak biji bunga matahari komersial

Minyak bunga matahari komersial diketahui BM 282 sebagai asam linoleat, berat sampel saat pengujian

5,080 gram, NaOH 0,22 mL dan dititrisi dengan larutan NaOH 0,076 N sehingga didapatkan kadar FFA minyak biji bunga matahari komersial 0,094%.

3.3 Transesterifikasi Minyak Biji Bunga Matahari

Minyak biji bunga matahari komersial ditimbang menggunakan timbangan analitik dengan memperoleh berat 178,3 gr. Masing-masing sampel akan dimasukan kedalam *microwave* dan dicampur dengan katalis metanol 99%. Adapun perbandingan minyak dengan metanol 4:1 dan KOH bubuk dengan rasio molaritas 0,5M (1,40 gram) akan dicampur hingga homogen pada metanol disetiap sampelnya. Pada perlakuan transesterifikasi katalis metanol dicampurkan pada minyak biji bunga matahari menggunakan corong pisah, faktor yang mempengaruhi variabel terikat adalah waktu dan daya *microwave*. Perlakuan variasi daya *microwave* pada transesterifikasi yaitu daya 300 watt, 600 watt dan 900 watt dan variasi waktu transesterifikasi 10 menit, 20 menit dan 30 menit yang nantinya menghasilkan sembilan sampel biodiesel. Suhu yang digunakan pada transesterifikasi adalah 60°C dan tidak melebihi titik didih metanol yaitu 70°C (dikontrol). Setelah tahapan transesterifikasi minyak akan didiamkan selama 24 jam hingga terbentuk lapisan berwarna kuning emas (metil ester) pada bagian atas dan lapisan coklat (gliserol) pada bagian bawah, fenomena ini dapat terjadi dikarenakan perbedaan massa jenis antara metil ester dan gliserol.

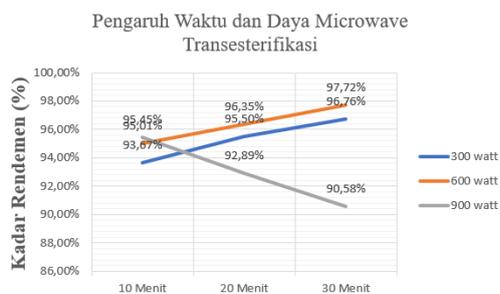
3.4 Pencucian Biodiesel

Setelah Transesterifikasi kemudian metil ester akan dipisahkan dari gliserol menggunakan alat bantu corong pisah secara gravitasi dan dilakukan tahapan pencucian dengan menggunakan aquades dengan suhu 70°C dengan perbandingan 1:1 biodiesel. Pencucian ini bertujuan untuk menghilangkan metanol yang tersisa dan menghilangkan zat pengotor saat tahapan transesterifikasi.

4. Hasil Dan Pembahasan

4.1. Pengaruh Variasi Waktu dan Daya *Microwave* Terhadap Kadar Rendemen

Berikut adalah grafik hasil pengaruh waktu terhadap kadar rendemen biodiesel minyak biji bunga matahari komersial yang ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh Variasi Waktu Transesterifikasi Terhadap Kadar Rendemen

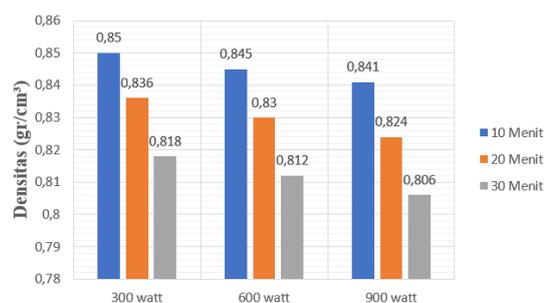
Biodiesel Dalam Berbagai Daya Microwave

Dapat dilihat pada daya 300watt dan waktu 10 menit hasil kadar rendemen yang dihasilkan hanya 93,67%. Terdapat kenaikan kadar rendemen pada waktu 20 menit dan 30 menit secara berturut-turut dengan daya yang sama menjadi sebesar 95,50% dan 96,76%. Hal tersebut terjadi juga pada daya 600watt dengan waktu 10 menit, 20 menit dan 30 menit dengan hasil kadar rendemen secara berturut-turut 95,01%, 96,35% dan 97,72%. Kenaikan kadar rendemen dapat terjadi dikarenakan dengan memberi waktu penyerapan energi *microwave* disistem ekstraksi dapat memicu juga akumulasi termal yang lebih lama dalam pelarut yaitu katalis metanol dan KOH yang dapat mendorong pelarutan ke dalam pelarut yaitu minyak biji bunga matahari. Dengan mengulur waktu reaksi lebih lama pada transesterifikasi maka dapat mempengaruhi paparan gelombang mikro yang diserap [11].

Namun ada penurunan kadar rendemen pada daya 900watt yang terjadi pada waktu 10 menit, 20 menit dan 30 menit dengan hasil secara berturut-turut 95,45%, 92,89% dan 90,58%. Dapat disimpulkan dengan memperpanjang waktu reaksi *microwave* tidak dapat meningkatkan kadar rendemen biodiesel dari minyak biji bunga matahari secara signifikan dengan daya 900watt. Hal ini dikarenakan daya yang lebih besar akan mempengaruhi penyerapan gelombang mikro terhadap minyak biji bunga matahari komersial sehingga laju pemanasan yang tinggi maka hasil berbanding terbalik dimana kadar rendemen yang dihasilkan akan menurun. Daya tinggi meningkatkan laju pemanasan sehingga trigliserida yang dihasilkan akan meningkat dalam konversi namun kualitas minyak akan dibawah standar dan rusak [12].

4.2 Pengaruh Variasi Waktu Dan Daya *Microwave* Terhadap Densitas Biodiesel

Pada pengujian densitas diukur dengan bantuan piknometer pyrex yang telah dikalibrasi dengan aquades pada suhu ruang. Pada pengujian densitas penelitian ini dilakukan dengan cara memanaskan sampel biodiesel dengan suhu 40°C menggunakan alat *oven* dan ditimbang menggunakan timbangan analitik. Berikut grafik pengujian densitas biodiesel minyak biji bunga matahari komersial:



Gambar 3. Pengaruh Variasi Waktu Dan Daya *Microwave* Terhadap Densitas Biodiesel

Berdasarkan grafik diatas nilai densitas biodiesel dari minyak biji bunga matahari tertinggi pada sampel dengan lama waktu 10 menit dengan daya *microwave* 300 watt dengan nilai mencapai 0,850 gr/cm³, sementara itu pada variasi waktu 30 menit dan daya *microwave* 900 watt memiliki nilai densitas 0,806 gr/cm³, nilai tersebut adalah nilai kandungan densitas terendah pada pengujian ini.

Terdapat penurunan massa jenis dari sampel biodiesel minyak biji bunga matahari menggunakan gelombang *microwave*, hal ini dikarenakan peningkatan daya *microwave* dan memperpanjang waktu reaksi dapat mempengaruhi laju pemanasan dan waktu penyerapan gelombang mikro sehingga dapat terjadinya pemutusan senyawa gliserol dengan metil ester yang terdapat dalam minyak biji bunga matahari komersial. Pengaruh suhu akan mempengaruhi kecepatan reaksi dimana semakin tinggi suhu operasi transesterifikasi maka tumbukkan molekul-molekul penyusun akan semakin cepat sehingga memungkinkan pembentukan gugus fungsi pada metil ester berbeda [13].

5. Kesimpulan

Waktu reaksi dapat mempengaruhi kadar rendemen biodiesel hal ini dikarenakan penambahan waktu mampu menyerap energi *microwave* lebih banyak sehingga termal terakumulasi dalam pelarut dan menunda pelarutan katalis ke dalam pelarut dalam penelitian ini minyak biji bunga matahari. Daya *microwave* juga memberikan pengaruh terhadap kadar rendemen biodiesel hal ini dikarenakan penggunaan daya dapat meningkatkan suhu operasi yang sangat cepat atau laju pemanasan tinggi sehingga senyawa trigliserida meningkat dalam metil ester yang dapat merusak dan menurunkan kualitas biodiesel. Dalam penelitian ini, waktu yang menghasilkan kadar rendemen biodiesel minyak biji bunga matahari komersial paling tinggi adalah pada waktu 30 menit pada daya 600watt dengan nilai 97,72%.

Memvariasikan waktu reaksi dan daya *microwave* dapat memberikan pengaruh terhadap densitas biodiesel minyak biji bunga matahari komersial.

Daftar Pustaka

- [1] Surbakti, M. B. (2015). *Penentuan kualitas dan komposisi minyak hasil ekstraksi dari biji bunga matahari yang tumbuh di daerah Pancurbatu Kabupaten Deliserdang*. AGRIMUM: Jurnal Ilmu Pertanian, 16(3).
- [2] Aziz, I., Nurbayti, S., & Ulum, B. (2011). *Pembuatan produk biodiesel dari minyak goreng bekas dengan cara esterifikasi dan transesterifikasi*.
- [3] Wirawan, I. K. G., Guhri, A., Astawa, K., & Septiadi, W. N. (2019), *Characteristics Of*

Biodiesel From Waste Cooking Oil. International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET). Volume 10.

- [4] Jatranti, S., & Mumahammad, F. R. (2014). *Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Nyamplung Menggunakan Pemanasan Gelombang Mikro*. (Doctoral dissertation. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya).
- [5] Busyairi, M., Za'im Muttaqin, A., Meicahyanti, I., & Saryadi, S. (2020). *Potensi Minyak Jelantah Sebagai Biodiesel dan Pengaruh Katalis Serta Waktu Reaksi Terhadap Kualitas Biodiesel Melalui Proses Transesterifikasi*. Jurnal Serambi Engineering, 5(2).
- [6] Katja, D. G. (2012). *Kualitas minyak bunga matahari komersial dan minyak hasil ekstraksi biji bunga matahari (Helianthus annuus L.)*. Jurnal Ilmiah Sains, 12(1), 59-64.
- [7] Azhar, B., & Aditya, H. T. (2018). *Studi Komparatif Metode Batchwise Solvent Extraction Dan Microwave Extraction Uuntuk Pemurnian Bahan Baku Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Nyamplung Dan Jarak Pagar*. (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- [8] Suryanto, A., Suprpto, S., & Mahfud, M. (2015). *Production of Biodiesel from Coconut Oil Using Microwave: Effect of Some Parameters on Transesterification Reaction by NaOH Catalyst*. Bulletin of Chemical Reaction Engineering & Catalysis, 10(2), 162.
- [9] Majid, A. A., Prasetyo, D., & Danarto, Y. C. (2012). *Pembuatan biodiesel dari minyak jelantah dengan menggunakan iradiasi gelombang mikro*.
- [10] Aliefa, N. dan Yunianta. (2015). *Ekstraksi Antosianin dari Buah Murbei (Morus Alba. L) Metode Microwave Assisted Extraction (Kajian Waktu Ekstraksi dan Rasio Bahan: Pelarut)*. Jurnal Pangan dan Agroindustri 3 (3): 835-846.
- [11] Azhar, B., & Aditya, H. T. (2018). *Studi Komparatif Metode Batchwise Solvent Extraction Dan Microwave Extraction Uuntuk Pemurnian Bahan Baku Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Nyamplung Dan Jarak Pagar*. (Doctoral dissertation, Institut Teknologi Sepuluh Nopember).
- [12] Erliyanti, N. K., & Rosyidah, E. (2017). *Pengaruh Daya Microwave terhadap Yield pada Ekstraksi Minyak Atsiri dari Bunga Kamboja (Plumeria Alba) menggunakan Metode*

Microwave Hydrodistillation. Jurnal Rekayasa
Mesin, 8(3), 175-178.

- [13] Monde, J., Fransiskus, H., Lutfi, M., & Kumalasari, P. I. (2022). *Pengaruh Suhu pada Proses Tranesterifikasi terhadap Kualitas Biodiesel dari Minyak Jelantah*. Jurnal Pendidikan Tambusai, 6(1), 1325-1330.



Muhammad Hadiyan Ari Ghilman Azkandri, menyelesaikan studi SMA di SMA N 11 Semarang 2017, kemudian melanjutkan program sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana pada tahun 2018, dan menyelesaikannya pada tahun 2022.

Bidang Penelitian yang di minati adalah topik- topik yang berkaitan dengan konversi energi.