

TRANSESTERIFIKASI LANGSUNG MIKROALGA (*Chlorella*, Sp.) DENGAN RADIASI GELOMBANG MIKRO

Ade Faisal^{1*}, Thamrin Usman¹, Andi Hairil Alimuddin¹

¹Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura
Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak

*e-mail: ade.faisal@student.untan.ac.id

ABSTRAK

Transesterifikasi langsung terhadap mikroalga (*Chlorella*, Sp.) telah dilakukan tanpa melakukan proses ekstraksi asam lemak dan menggunakan abu tandan kosong kelapa sawit (TKS) sebagai katalis yang direaksikan dalam *microwave* rumah tangga 400 watt. Penggunaan *microwave* berpengaruh terhadap laju reaksi transesterifikasi dan waktu reaksi yang lebih singkat. Pada penelitian ini telah dipelajari pengaruh besarnya ratio konsentrasi antara minyak mikroalga dan alkohol serta pengaruh waktu reaksi terhadap produk metil ester yang dihasilkan. Randemen hasil terbaik 95,03 % pada perbandingan minyak mikroalga : metanol 1 : 12 selama 10 menit. Karakteristik produk meliputi viskositas 10,281 cSt, dengan kerapatan 0,9077 g ml⁻¹, serta indek bias 1,46. Hasil GC-MS menunjukkan komposisi metil ester terdiri dari metil oleat (64,68%), metil palmitat (19,63%), dan metil linoleat (7,81%).

Kata Kunci: transesterifikasi, metil ester, mikroalga, katalis

PENDAHULUAN

Kelangkaan bahan bakar minyak (BBM) fosil yang semakin hari semakin terbatas merupakan suatu kenyataan yang tidak dapat dihindari saat ini. Kelangkaan ini terjadi akibat dari pemakaian BBM secara terus-menerus untuk kegiatan manusia. Indonesia diduga akan mengimpor bahan bakar minyak pada 10 tahun mendatang akibat kurangnya produksi dalam negeri untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Ketersediaan yang terbatas ini menyebabkan kenaikan harga BBM terus melonjak naik. Stok bahan bakar minyak fosil ini akan terus menurun akibat jumlah dari jumlah konsumsi yang terus menerus meningkat sehingga perlunya solusi tepat seperti bahan bakar alternatif yang terbarukan seperti biodiesel.

Beberapa penelitian yang telah dilakukan dalam pemanfaatan energi alternatif terbarukan ini diantaranya adalah pemanfaatan biodiesel sebagai energi alternatif terbarukan. Biodiesel telah diterapkan diberbagai negara maju di Asia, Eropa maupun Amerika dan dikembangkan dalam pemanfaatan minyak kelapa sawit (Anshary et al. 2012), minyak jarak (Sari, 2007), minyak biji bunga matahari sebagai sumber bahan baku pembuatan biodiesel, akan tetapi dalam pembuatan biodiesel

memerlukan lahan pertanian yang luas untuk menumbuhkan sumber bahan baku dan juga memerlukan bahan-bahan kimia lainnya seperti alkohol dan katalisator sehingga jika dibandingkan dengan harga bahan bakar minyak fosil, harga produk biodiesel relatif lebih tinggi. Dalam upaya menurunkan harga produk biodiesel maka diperlukan solusi dengan mengefisienkan bahan serta waktu yang diperlukan dalam pembuatan biodiesel seperti menggunakan mikroalga sebagai sumber bahan baku, memanfaatkan abu TKS sebagai katalisator, serta penggunaan radiasi gelombang mikro (*microwave*) untuk mengefisienkan waktu dalam pembuatan biodiesel.

Mikroalga merupakan organisme seluler yang tidak membutuhkan lahan tumbuh yang luas, mudah untuk dikembangkan serta menghasilkan kandungan minyak tertinggi untuk jenis *Chlorella* sp. yaitu 48,37% dengan menggunakan metode osmotik *shock* (Racmaniah, et al., 2010), sehingga mikroalga memiliki potensi besar sebagai sumber bahan baku dalam pembuatan biodiesel.

Dalam pembuatan biodiesel diperlukan katalis. Beberapa katalis yang sudah umum digunakan pada proses transesterifikasi dalam pembuatan biodiesel adalah KOH dan NaOH, sehingga diperlukan

biaya yang cukup besar untuk mendapatkan bahan tersebut. Abu TKS memiliki kandungan logam K yang tinggi untuk dijadikan sebagai katalis (Imaduddin, et al., 2008). Sehingga untuk menekan biaya, dalam penelitian ini digunakan abu TKS yang tidak terpakai dari hasil kegiatan industri kelapa sawit sebagai katalis heterogen.

Pembuatan biodiesel umum dilakukan secara konvensional dengan waktu yang diperlukan untuk pembentuk metil ester adalah 2 jam. Dalam pembentukan metil-ester tersebut, masih membutuhkan waktu yang cukup lama sehingga diperlukan upaya untuk mengefisienkan waktu pada proses pembuatannya. Penggunaan radiasi gelombang mikro dapat mempercepat ekstraksi minyak jika dibandingkan dengan cara konvensional (Handayani, 2010). Sehingga memungkinkan proses transesterifikasi juga dapat dipercepat dengan menggunakan radiasi gelombang mikro. Gelombang mikro mengetarkan partikel-partikel pada suatu pereaksi. Hal ini dikarenakan adanya penyerapan gelombang mikro oleh suatu zat seperti asam lemak yang terdapat pada proses transesterifikasi, sehingga atom-atom yang terdapat didalamnya menyesuaikan diri dengan medan elektromagnetik serta frekuensi yang mengakibatkan timbulnya pergerakan secara acak dan bertumbukan sehingga dapat memaksimalkan hasil yang diperoleh dalam pembuatan biodiesel. Pada umumnya gelombang mikro yang terdapat pada oven *microwave* rumah tangga memiliki panjang gelombang 12,2 cm dengan frekuensi 2,45 GHz (Lidstrom, et al., 2001).

METODE PENELITIAN

a. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan di dalam penelitian ini meliputi ayakan 100 mesh, *microwave*, neraca analitik, GC-MS, oven, pemanas, peratan gelas, tanur, termometer 100°C. GC-MS yang digunakan adalah GC-MS Laboratorium Universitas Pendidikan Indonesia serta *Microwave* yang digunakan merupakan *microwave* rumah tangga dengan daya 400watt-220v.

Mikroalga yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikroalga kering dengan jenis *Chlorella*, Sp. yang dikembangkan dengan metode kultur

jaringan menggunakan media air laut. Abu TKS sebagai katalisator, etanol, indikator phenolphthalein, Kalium hidroksida, n-heksana, serta plat silika G F₂₅₄.

b. Metode Penelitian

Penelitian yang dilakukan dibagi menjadi tiga tahap. Penelitian tahap I, adalah tahap preparasi mikroalga kering dan preparasi abu TKS. Pengembangan mikroalga menggunakan metode kultur jaringan dengan pemberian pupuk NPK, TSP, dan Urea sebagai nutrisi, serta media air laut sehingga diperoleh alga basah. Alga basah tersebut kemudian dikeringkan pada suhu 40°C - 48 jam hingga diperoleh alga kering. Preparasi katalis TKS dilakukan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Imaduddin, et al., (2008) dan Pratama et al., (2009). Abu TKS dipanaskan pada temperatur 110°C selama 2 jam untuk menghilangkan air lalu disaring dengan ayakan 100 mesh. Selanjutnya abu dikalsinasi sampai temperatur 600°C selama 2 jam. Setelah ditanur, abu TKS dilarutkan dalam metanol hingga mencapai pH 14.

Tahap II, penentuan bilangan asam minyak mikroalga yang dilakukan dengan metode sokletasi menggunakan n-heksana sebagai pelarut. Sebanyak 1 g sampel minyak mikroalga ditambahkan 15 ml etanol netral kemudian dipanaskan 10 menit. Campuran tersebut kemudian dititrasi menggunakan larutan KOH 0,1N menggunakan indikator phenolphthalein, hingga mencapai titik akhir titrasi.

Tahap III, Transesterifikasi minyak mikroalga berdasarkan penelitian Handayani (2010) dan Majid (2012) yaitu sejumlah mikroalga kering dicampur dengan metanol (yang sudah terkandung logam K didalamnya) dengan perbandingan 1:6, 1:8, 1:10, 1:12 dan 1:14. Campuran kemudian diaduk selama 10 menit, dan selanjutnya direaksikan dengan menggunakan radiasi gelombang mikro dengan variasi waktu 5 menit, 7,5 menit, 10 menit, 12,5 menit, dan 15 menit (rasio perbandingan minyak mikroalga dan metanol terpilih). Metil ester yang terbentuk kemudian dimurnikan dengan metode saponifikasi kemudian dilakukan analisa produk metil ester berdasarkan karakteristik sifat fisik serta diidentifikasi menggunakan GC-MS.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Preparasi Mikroalga

Pengembang biakan mikroalga jenis *Chlorella* sp, dilakukan dengan metode kultur jaringan, dengan air laut sebagai media pengembang biakan serta melihat pertumbuhan mikroalga dalam hitungan hari. Pada umumnya mikroalga memiliki masa stasioner, sehingga perlu dilakukan peremajaan terhadap mikroalga tersebut.

Mikroalga memerlukan nutrisi dan oksigen untuk bertahan hidup sehingga diberikan nutrisi berupa fosfor, sulfur dan nitrogen yang didapat dari pupuk seperti NPK, TSP dan Urea. Pada saat mencapai masa stasioner, mikroalga akan dipanen dengan cara diendapkan, dan diperoleh mikroalga basah yang kemudian dikeringkan pada suhu 40°C (48 jam), sehingga diperoleh mikroalga kering yang akan digunakan sebagai bahan penghasil minyak dalam proses transesterifikasi.

Preparasi Katalis Abu TKS

Abu TKS merupakan salah satu produk sampingan yang dapat digunakan sebagai katalis. Berdasarkan identifikasi yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya mengatakan bahwa abu TKS mengandung beberapa logam diantaranya dapat disajikan pada tabel 1 (Usman, dkk, 2007) :

Tabel 1. Kandungan Logam Abu TKS (Usman, dkk, 2007)

No	Parameter Uji	Hasil Uji
1.	Besi (Fe)	1,17 g/Kg
2.	Magnesium (Mg)	22,40 g/Kg
3.	Natrium (Na)	7,01 g/Kg
4.	Kalium (K)	463,50 g/Kg

Berdasarkan data dari tabel 1, abu TKS memiliki kandungan logam kalium yang cukup besar dalam bentuk (K_2CO_3). sehingga berpotensi untuk dijadikan sebagai Katalis.

Tandan kosong kelapa sawit kekeringkan dan bakar hingga menjadi abu. Abu TKS yang terbentuk kemudian diayak 100 mesh yang kemudian dipanaskan pada suhu 110°C (2 jam), agar dapat mengurangi kadar air yang masih terkandung. Abu TKS tersebut, dikalsinasi pada suhu 600°C selama 2 jam agar dapat menghilangkan sisa-sisa senyawa organik yang masih terkandung di dalam abu TKS dan mencegah terbentuknya karbon aktif. Abu

yang dihasilkan dari proses kalsinasi dilarutkan dalam metanol p.a. hingga diperoleh filtrat dengan tingkat kebasaaan pH 13-14. Filtrat abu TKS dengan metanol ini akan digunakan sebagai pereaksi sekaligus katalis dalam reaksi transesterifikasi.

Penentuan Bilangan Asam dan Kadar Air

Penentuan kadar air yang terkandung dalam mikroalga (*Chlorella*, Sp.) kering dilakukan dengan cara melihat selisih pengurangan berat selah dilakukan pemanasan ,pada suhu 110°C selama 30 menit. Hasil pengujian yang dilakukan, diperoleh berat kadungan air dalam mikroalga kering adalah sebesar 3,15%.

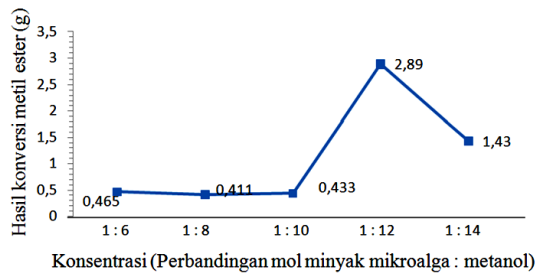
Penentuan bilangan asam minyak mikroalga dilakukan dengan menggunakan metode yang telah dilakukan oleh Sudarmidji (1989). Penentuan bilangan asam ini berfungsi untuk mengetahui kandungan asam lemak bebas (FFA) yang terkandung dalam minyak mikroalga. Reaksi transesterifikasi dapat berlangsung apabila kandungan asam lemak bebas yang terkandung dibawah 5%.

Berdasarkan hasil penentuan bilangan asam pada minyak mikroalga adalah kurang dari 1%, hal ini dibuktikan telah terjadinya perubahan warna merah jambu pada saat ditetesi indikator pp, sebelum dititrasi dengan KOH. Hal ini menandakan sangat kecilnya bilangan asam yang terkandung.

Transesterifikasi Langsung Mikroalga

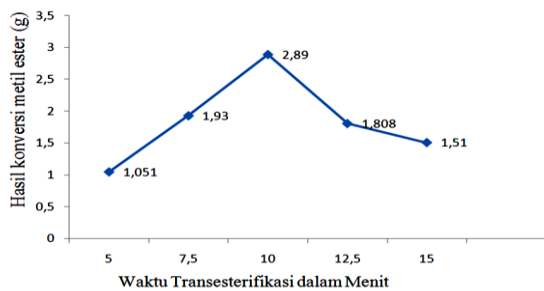
Transesterifikasi langsung mikroalga jenis (*Chlorella*, sp) dilakukan dengan cara mereaksikan filtrat katalis dan metanol dengan 10 gr mikroalga kering menggunakan *microwave*. Perbandingan mol antara minyak dan metanol yang digunakan adalah 1:6, 1:8, 1:10, 1:12 dan 1:14 selama 10 menit.

Hasil konversi metil ester terhadap perbandingan jumlah mol, dapat ditunjukkan pada gambar 1. Berdasarkan kurva tersebut menunjukkan perbandingan mol minyak mikroalga dengan mol metanol yang menghasilkan metil ester paling optimum adalah perbandingan 1 : 12 dengan randemen metil ester 2,89 g.



Gambar 1. Hubungan antara Konsentrasi (Mol) dan hasil konversi Metil Ester (g)

Berdasarkan randemen optimum yang didapatkan dari perbandingan mol, dilakukan reaksi transesterifikasi dengan variasi waktu 5 menit, 7,5 menit, 10 menit, 12,5 menit, dan 15 menit. Hasil konversi metil ester terhadap waktu yang diperlukan dapat dilihat pada gambar 2:



Gambar 2. Hubungan antara Waktu (menit) dan hasil konversi Metil Ester (g)

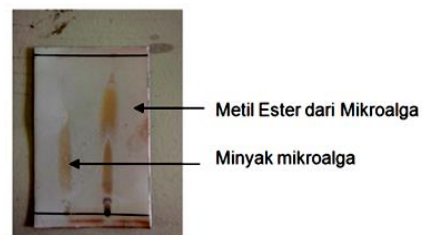
Pada waktu 5 menit, proses transesterifikasi yang terjadi dengan radiasi gelombang mikro, sudah dapat menghasilkan produk metil ester sebesar 1,051 g, dan mengalami peningkatan hingga mencapai puncak optimum pada waktu 10 menit sebesar 2,89 g, dan terus menurun seiring dengan bertambahnya waktu reaksi yang disebabkan terjadinya reaksi reversibel.

Pada penelitian ini penggunaan radiasi gelombang mikro terbukti dapat mempercepat reaksi transesterifikasi 1-2 jam jika dibandingkan dengan proses transesterifikasi secara konvensional. Radiasi gelombang mikro akan diserap oleh pereaksi yang terdiri dari rantai asam lemak dan alkohol yang menyebabkan atom-atom pada reaksi tersebut dapat berotasi/bergetar dan saling bertabrakan sehingga akan menimbulkan panas. Pengaktifan energi panas material seperti minyak dan alkohol dalam sintesis organik ini dapat terjadi secara merata sehingga dapat

memaksimalkan reaksi transesterifikasi dengan tingkat keefisienan waktu yang tinggi.

Identifikasi Produk Metil Ester

Produk metil ester yang terbentuk dari hasil transesterifikasi dianalisis dengan menggunakan metode kromatografi lapis tipis (KLT). Plat dalam KLT berperan sebagai fasa diam. Fasa gerak yang digunakan berupa pelarut organik dengan campuran sikloheksana dan diklorometana dengan perbandingan sebesar 2 : 1.



Gambar 3. Perbandingan Hasil KLT Metil Ester dan Minyak Mikroalga

Berdasarkan gambar 3, dapat dikatakan bahwa metil ester dari hasil transesterifikasi menggunakan microwave telah terbentuk yang ditunjukkan dengan spot noda yang terpisah dari spot noda minyak mikroalga.

Analisa Fisik Metil Ester

Penentuan analisis fisik dari produk ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan metil ester untuk digunakan, berdasarkan SNI metil ester. Adapun hasil analisis yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisa Fisik Metil Ester Mikroalga

Karakteristik	Metil Ester	Standar SNI Metil Ester
Viskositas	10,281 cSt	2,3 – 6,0 cSt
Kerapatan	0,907 g/mL	0,8 – 0,9 g/mL
Indeks bias	1,46	1,3 – 1,45
Kelarutan		
Air	Tidak Larut	-
Aseton	Larut	-
n-Heksana	Larut	-

Nilai viskositas metil ester mikroalga masih terbilang tinggi berdasarkan viskositas SNI yaitu sebesar 10,2 cSt, Nilai kerapatan metil ester yaitu sebesar 0,907 g/mL dan nilai indeks bias metil ester dari mikroalga adalah sebesar 1,46. Produk yang

dihasilkan, sudah mendekati standar SNI produk metil ester, hanya saja nilai viskositas yang masih cukup tinggi, sehingga dapat menyebabkan kerusakan apabila digunakan pada mesin dengan campuran diatas B20. Hasil uji metil ester lainnya adalah uji kelarutan, yang menunjukkan bahwa metil ester bersifat non polar.

Analisa GC-MS Metil Ester

Berdasarkan Hasil Uji GC-MS, menunjukkan bahwa senyawa ester yang paling banyak adalah metil oleat (64,68%), Metil linoleat (19,63%) dan metil palmitat (7,81%).

SIMPULAN

Transesterifikasi langsung dari mikroalga *Chlorella* sp. dapat dilakukan dengan bantuan katalis heterogen dari abu TKS menggunakan oven *microwave* dapat mempercepat waktu reaksi 1-2 jam dibandingkan dengan metode konvensional. Perbandingan optimum antara mikroalga dan metanol adalah 1 : 12 dengan waktu optimum adalah 10 menit.

Metil ester yang dihasilkan memiliki nilai viskositas 10,281 cSt, dengan kerapatan 0,907 g/mL, serta indek bias 1,46 pada suhu ruang. Hasil GC-MS menunjukkan besarnya komposisi penyusun metil ester yang terbentuk adalah metil oleat (64,48%), metil palmitat (19,63%), dan metil linoleat (7,81 %).

DAFTAR PUSTAKA

- Anshary, M. I.; Darmayanti; Roesyadi, A.; 2012, Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit dengan Katalis Padat Berpromotor Ganda Dalam Reaktor Fixed Bed. *Teknik Pomits*.1:14.
- Cahyaningsih, S., 2009, Standar Nasional Indonesia Pembenihan Perikanan (Pakan Alami), Pelatihan MPM-CPIB Pembenihan Udang, 16-20 Juni 2009, Situbondo. Balai Budidaya Air Payau Situbondo. Situbondo.
- Chisti, Y., 2007, Biodiesel from Microalgaw, *Biotechnology Advance*, 25:295-296.
- Handayani, S.P., 2010, Pembuatan Biodiesel dari Minyak Ikan dengan Radiasi Gelombang Mikro, Universitas Sebelas Maret, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Surakarta. (Skripsi)
- Immaduddin, M.; Yoeswono; Wijaya, K., dan Tahir, I., 2008, Ekstraksi Kalium Dari Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai Katalis pada Reaksi Transesterifikasi Minyak Sawit, *Bulletin of Chem. Reaction Engineering & Catalyst*, 3:14-20.
- Majid, A.; Prasetyo, D.; Danarto, Y.C., 2012, Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Menggunakan Iradiasi Gelombang Mikro, *Simposium Nasional*, ISSN:1412-9612.
- Mata, T.M.; Martin, A.A.; Caetano, N.S., 2009, Microalgae for Biodiesel Production and Other Applications - A Review, *Renewable and Sustainable Energy Review*, 14:217-232.
- Pratama, L.; Yoeswono; Triyono dan Tahir, I., 2009, Effect of Temperature and Speed of Stirrer to Biodiesel Conversion From Coconut Oil with the Use of Palm Empty Fruit Bunches as Heterogeneous Catalyst, *Indo. J. Chem.*, 9(1):55-56.
- Primaningtyas, W. E. Dan Pintowantoro, S., 2012, Studi Reduksi Pasir Besi menggunakan Gelombang Mikro dengan Variasi Waktu Radiasi dan Berat Total Bahan Reduksi Menggunakan Reduktor Grafit. *Teknik Pomits*. 1:1-6.
- Rachmaniah, O.; Setyarini, R. D. Dan Maulida, L., 2010, Pemilihan Metode Ekstraksi Minyak Alga dari *Chlorella* sp. dan Prediksinya sebagai Biodiesel, Fakultas Teknologi Industri, ITS, Surabaya.
- Sari, A. B., 2007, Proses Pembuatan Biodiesel Minyak Jarak Pagar (*Jartrophtha Curcas L.*) dengan Transesterifikasi, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB, Bogor. (Skripsi)
- Usman, T., Rahmalia, W., Kurniawan, A. dan RAH Kurniawan, 2007, Transesterifikasi Langsung Daging Buah Kelapa dengan Menggunakan Katalis Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit, FMIPA Universitas Tanjungpura (Paten).