



Pengambilan Minyak *Mikroalga Chlorella sp.* dengan Metode *Microwave Assisted Extraction*

Wildan Syaeful Barqi[✉]

DOI 10.15294/jbat.v3i1.5764

Prodi Teknik Kimia D3, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Article Info

Sejarah Artikel:
Diterima April 2015
Disetujui Mei 2015
Dipublikasikan Juni 2015

Keywords:
microwave assisted extraction,
microalgae, vegetable oil.

Abstrak

Penelitian ini mengkaji metode yang efektif untuk mengambil kandungan minyak dalam mikroalga yang merupakan bahan baku potensial untuk produksi biodiesel. Proses pengambilan minyak mikroalga dilakukan dengan metode Microwave Assisted Extraction (MAE). Kelebihan MAE adalah waktu ekstraksi dan kebutuhan pelarut yang relatif rendah dibanding ekstraksi konvensional. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen terbesar dihasilkan dari proses ekstraksi dengan microwave pada daya 450 W selama 20 menit dengan besar rendemen 0,547%. Berdasarkan uji GC-MS, minyak mikroalga hasil ekstraksi mengandung asam oleat, yang merupakan asam lemak tidak jenuh rantai panjang.

Abstract

This study examines effective methods to take the oil content in the microalgae which is a potential raw material for biodiesel production. Microalgae oil was extracted by using method of Microwave Assisted Extraction (MAE). The advantages of using MAE is less amount of solvent consumption and needs relatively lower energy compared to conventional extraction. The results showed that the greatest yield of was obtained from extraction using microwave power of 450 W for 20 minutes with a yield of 0.547%. According to GC-MS analysis, microalgae oil contain oleic acid, which is a long-chain unsaturated fatty acid.

PENDAHULUAN

Biodiesel dikenal sebagai bahan bakar yang ramah lingkungan dan menghasilkan emisi gas buang yang relatif lebih bersih dibandingkan bahan bakar fosil. Biodiesel dianggap tidak menyumbang pemanasan global sebanyak bahan bakar fosil. Mesin diesel yang beroperasi dengan menggunakan biodiesel menghasilkan emisi karbon monoksida, hidrokarbon yang tidak terbakar, partikulat, dan udara beracun yang lebih rendah dibandingkan dengan mesin diesel yang menggunakan bahan bakar petroleum (Gerpen, 2004 dalam Widyastuti, 2011). Biodiesel berasal dari lemak alami seperti minyak nabati, minyak hewan atau minyak goreng bekas yang dapat dimanfaatkan baik secara langsung maupun ditambahkan dengan minyak diesel. Zat-zat penyusun utama minyak nabati adalah gliserol dan asam lemak. Minyak nabati merupakan sumber asam lemak tidak jenuh. Beberapa diantaranya merupakan asam lemak esensial misalnya asam oleat, linoleat, linolenat dan asam arachidonat (Katarin, 1986). Asam lemak tersebut biasanya banyak terdapat pada segala jenis bahan pangan penghasil minyak nabati.

Bahan pangan penghasil minyak nabati tumbuh subur di Indonesia misalnya kelapa sawit, jarak pagar, bunga matahari, kedelai, dan jagung. Namun, bahan penghasil minyak nabati tersebut memiliki beberapa kelemahan yang mengakibatkan kurang optimalnya produksi minyak, seperti masa panen yang lama, memerlukan lahan yang subur dan luas, mengganggu keamanan pangan, serta memiliki potensi meningkatkan harga bahan pangan akibat kompetisi dengan kebutuhan pangan. Oleh sebab itu, perlu dicari bahan penghasil minyak nabati yang dapat mengatasi kelemahan tersebut. Kandungan minyak yang cukup tinggi yaitu mencapai 70% dari berat kering, tidak membutuhkan tanah subur, tidak berkompetisi dengan pangan sehingga menjadikan mikroalga sebagai kandidat bahan baku biodiesel yang paling handal dibandingkan dengan bahan baku biodiesel lainnya (Mata dkk., 2010).

Mikroalga merupakan organisme autotrof yang tumbuh melalui proses fotosintesis. Struktur uniseluler mikroalga memungkinkan mengubah energi matahari menjadi energi kimia dengan mudah. Mikroalga dapat tumbuh dimana saja, baik di ekosistem perairan maupun di ekosistem darat (Chisti, 2007). Keuntungan lain dari mikroalga adalah pertumbuhan yang cepat dan produktivitas yang tinggi. Mikroalga dapat menghasilkan biomassa 50 kali lebih besar dibandingkan tumbuhan yang lebih tinggi lainnya (Li dkk.,

2008). Diperkirakan mikroalga mampu menghasilkan minyak 200 kali lebih banyak dibandingkan dengan tumbuh-tumbuhan penghasil minyak (kelapa sawit, jarak pagar, dll) pada kondisi terbaiknya (Rachmania dkk, 2010). Dilihat dari nutrisinya, kandungan mikroalga antara lain protein, karbohidrat, minyak nabati (lipid), mineral, dan asam nukleat (Pranayogi, 2003). Kandungan minyak dalam mikroalga biasanya berbentuk gliserol dan asam lemak dengan panjang rantai C14 sampai C22 (Kawaroe dkk., 2010). Akumulasi minyak dalam mikroalga mempunyai kecenderungan untuk meningkat jika organisme tersebut mengalami tekanan. Selain itu, kandungan minyak yang terdapat di dalamnya sangat bervariasi tergantung dari kondisi lingkungan tempat tumbuhnya mikroalga tersebut (Kawaroe dkk., 2010). Pengambilan minyak dari mikroalga merupakan langkah yang menentukan dalam upaya peningkatan hasil minyak nabati yang dapat diperoleh dari mikroalga, sehingga perlu suatu upaya untuk memaksimalkan minyak yang dapat terambil dalam suatu proses ekstraksi (Purwanti, 2014).

Metode ekstraksi berbasis pelarut seperti metode *soxhletasi* sudah banyak dilakukan, misalnya dengan menggunakan n-heksana (Halim dkk., 2011 dan Lee, 2009), campuran pelarut kloroform atau metanol (Dyer, 1959), atau metanol (Patil dkk., 2011). Metode *soxhletasi* ini membutuhkan waktu yang relatif lama karena hanya bergantung pada pelarut yang digunakan dan tidak ada proses perusakan sel mikroalga. Selain metode dengan pelarut ekstraksi minyak mikroalga juga dapat dilakukan dengan metode fisik yaitu metode dengan prinsip merusak dinding sel.

Metode ekstraksi dengan prinsip perusakan dinding sel yang banyak diaplikasikan antara lain seperti *sonikasi*. Metode sonikasi menggunakan gelombang ultrasonik dengan bantuan pelarut organik juga telah banyak dilakukan, seperti menggunakan etanol atau n-heksana (Neto dkk., 2013). Metode berbasis pelarut ini menggunakan pelarut-pelarut organik yang berbahaya dalam jumlah relatif banyak, sehingga kurang ramah lingkungan dan relatif mahal. Pemilihan metode biasanya dibaratkan pada beberapa faktor yang mendasar.

Dalam metode pengambilan minyak mikroalga ada beberapa faktor yang harus dipertimbangkan, yaitu lama waktu yang dibutuhkan selama proses, dan efisiensi energi yang digunakan. Sehingga diperlukan alternatif proses produksi minyak mikroalga yang tepat. Alternatif proses tersebut harus mampu mengekstrak minyak mikroalga dengan cepat sehingga meminimalkan penggunaan energi. Alternatif proses produksi

minyak mikroalga yang digunakan adalah metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE). MAE merupakan teknik untuk mengekstraksi bahan-bahan terlarut di dalam bahan tanaman dengan bantuan energi gelombang mikro. Teknologi tersebut cocok bagi pengambilan senyawa yang bersifat thermolabil karena memiliki kontrol terhadap temperatur yang lebih baik dibandingkan proses pemanasan konvensional. Selain kontrol suhu yang lebih baik, MAE juga memiliki beberapa kelebihan lain, diantaranya adalah waktu ekstraksi yang lebih singkat, konsumsi energi dan pelarut yang lebih sedikit, akurasi dan presisi yang lebih tinggi, dan *setting* peralatan yang menggabungkan fitur *soxhlet* dan kelebihan dari microwave (Kurniasari dkk, 2008).

METODE

Preparasi Bahan

Bahan baku yang digunakan adalah serbuk *Chlorella sp* yang diperoleh dari Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau (BBPBAP) Jepara. Sebanyak 50 gr *chlorella sp.* ditambahkan aquadest sebanyak 200 ml di dalam erlenmeyer. Selanjutnya campuran tersebut dihomogenisasi dengan shaker selama 1 jam dengan kecepatan 300 rpm.

Ekstraksi *chlorella sp.* Dengan Metode *Microwave Assisted Extraction*

Chlorella sp. hasil preparasi dimasukkan ke dalam tabung microwave kemudian dipanaskan dengan variabel daya 300 watt dan 450 watt dengan waktu yang di variasikan 10 menit dan 20 menit. Setelah selesai kemudian *chlorella sp.* di saring dengan pompa vakum dan corong buchner. Filtrat hasil penyaringan kemudian dimasukkan

kedalam corong pisah dan ditambahkan dengan heksan dengan perbandingan pelarut dengan filtrat 1:2. Kemudian campuran tersebut didekantasi selama 24 jam.

Pengambilan Minyak *Chlorella sp.*

Campuran filtrat hasil ekstraksi dan heksan akan memisah menjadi 2 bagian, kemudian bagian atas (heksan) diambil. Heksan yang mengandung minyak kemudian direcovery dengan suhu 70 °C hingga pelarut tidak menetes lagi. Minyak yang dihasilkan kemudian diuji komposisinya dengan GC-MS dan diuji densitasnya.

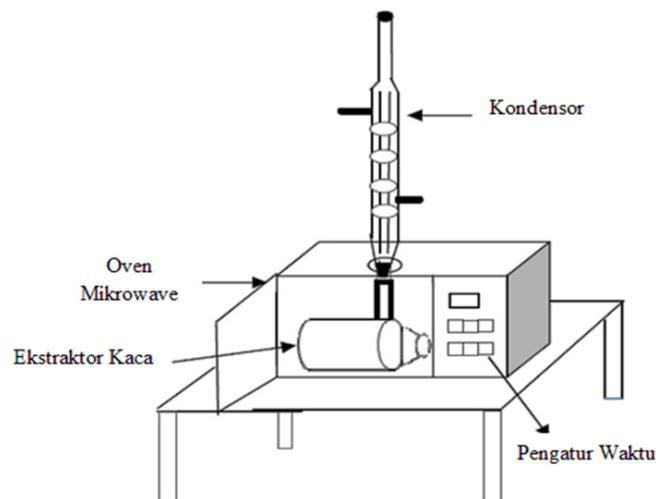
Rangkaian alat *Microwave Assisted Extraction* (MAE)

Serangkaian alat yang digunakan dalam ekstraksi minyak *Chlorella sp.* menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) dapat dilihat pada Gambar 1.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini telah dilakukan eksperimen ekstraksi minyak mikroalga dengan menggunakan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE). Metode MAE ini menggunakan gelombang mikro sebagai sumber energinya, sehingga memiliki kontrol terhadap suhu yang lebih baik dibandingkan proses pemanasan konvensional. Selain itu MAE juga memiliki beberapa kelebihan, diantaranya adalah waktu ekstraksi yang lebih singkat, konsumsi energi dan solven yang lebih sedikit, serta akurasi dan presisi yang lebih tinggi (Purwanto, 2010).

Sebelum melakukan ekstraksi, bahan baku yang berupa serbuk kering *Chlorella sp.* ditambahkan air. Penambahan ini bertujuan un-



Gambar 1. Rangkaian alat ekstraksi dengan metode Microwave Assisted Extraction (MAE)

tuk memudahkan proses pemungutan, karena air mempunyai molekul yang mudah menyerap energi gelombang mikro sehingga panas yang dihasilkan akan merata. Kemudian untuk menghomogenkan campuran, digunakan *shaker* dengan kecepatan 300 rpm selama 1 jam.

Variabel yang dikaji pada ekstraksi minyak mikroalga dengan metode *Microwave Assisted Extraction* (MAE) adalah daya (300 W dan 450 W) dan waktu (10 menit dan 20 menit). Kondisi ini dipilih sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Septiyaningsih dkk. (2012), pada daya 380 W selama 4 menit menghasilkan rendemen tertinggi dibuktikan dengan penampakan dinding sel *Chlorella sp.* yang semakin rusak. Pada variasi 4 menit dinding *Chlorella sp.* semakin rusak, semakin rusaknya dinding sel mengakibatkan semakin mudahnya minyak *Chlorella sp.* keluar.

Minyak yang dihasilkan dari ekstraksi MAE jumlahnya sangat sedikit sehingga perlu dilakukan ekstraksi cair cair dengan pelarut non polar. Salah satu pelarut yang sering digunakan

adalah heksana, yang akan mengikat minyak karena bersifat non polar. Sifat ini memiliki kelebihan lain, diantaranya adalah tidak akan bercampur dengan air karena air memiliki sifat polar sehingga mudah untuk memisahkannya dengan air. Penambahan heksana akan membentuk dua lapisan. Lapisan atas adalah heksana yang mengikat minyak sedangkan lapisan bawah adalah air. Minyak yang terikat dalam heksana perlu dilakukan pemurnian. Pemurnian dilakukan dengan distilasi pada titik didih heksana, yaitu suhu 70 °C. Kemudian minyak dimasukkan dalam botol sampel dan ditaruh dalam lemari asam untuk menguapkan heksana yang masih terkandung dalam minyak. Minyak hasil dilakukan pengujian rendemen dan GC-MS.

Pengaruh Waktu Terhadap Rendemen

Dari hasil pemurnian diperoleh minyak mikroalga dengan berat seperti terlihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

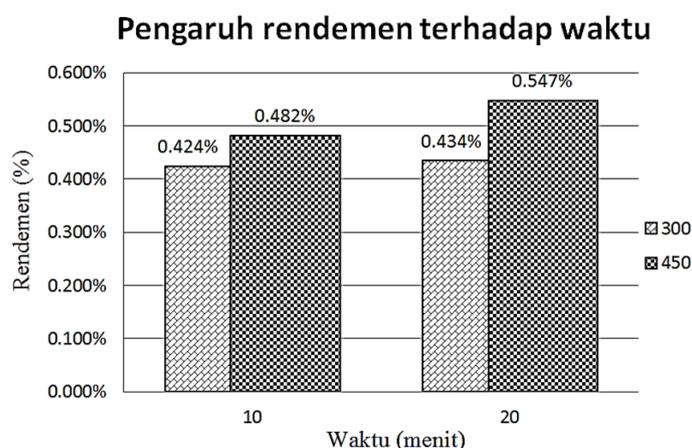
Dari Tabel 1 dan 2 terlihat perbandingan

Tabel 1. Pengaruh Waktu Terhadap Rendemen Minyak Mikroalga Pada Daya 300 W

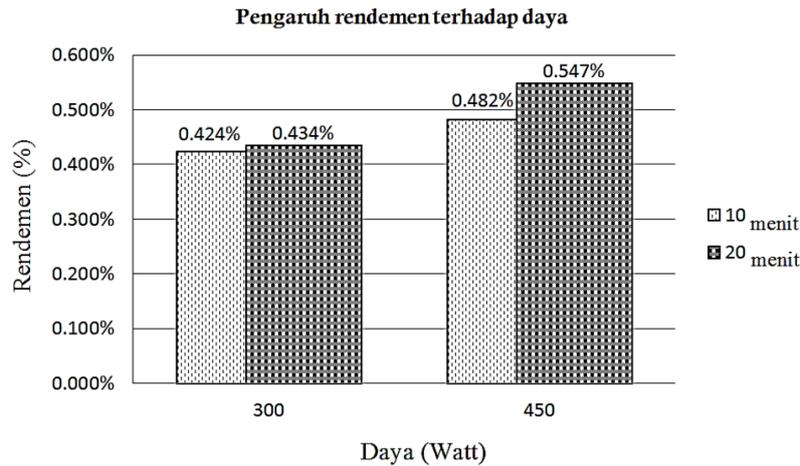
Waktu (menit)	berat sampel (gram)	Rendemen (%)
10	0,212	0,424%
20	0,217	0,434%

Tabel 2. Pengaruh Waktu Terhadap Rendemen Minyak Mikroalga Pada Daya 450 W

Waktu (menit)	berat sampel (gram)	rendemen (%)
10	0,241	0,482%
20	0,274	0,547%



Gambar 2. Diagram Pengaruh Waktu Terhadap Rendemen Minyak Mikroalga Pada Daya 300 dan 450 W



Gambar 3. Diagram Pengaruh Daya Terhadap Rendemen Minyak Mikroalga

rendemen minyak mikroalga. Hasil rendemen terbesar dengan perlakuan selama 20 menit. Perbedaan rendemen ini dikarenakan pemanasan gelombang mikro meningkat untuk cairan ataupun padatan yang dapat mengubah energi elektromagnetik menjadi panas. Semakin lama waktu ekstraksi, maka semakin banyak energi elektromagnetik yang dirubah menjadi energi panas sehingga suhu semakin meningkat (Elwin, 2014). Perbandingan hasil tersebut juga dapat dilihat pada Gambar 2.

Pengaruh Daya Terhadap Rendemen

Optimasi metode ekstraksi yang terakhir dilakukan adalah variasi daya *oven microwave*. Daya yang dipilih adalah 300 W dan 450 W. Hasil dari pemurnian minyak mikroalga dengan daya 300 W dan 450 W dapat dilihat pada Tabel 3. dan Tabel 4.

Tabel 3. Pengaruh Daya Terhadap Rendemen Minyak Mikroalga Selama 10 Menit

Daya (Watt)	Berat Sampel (gram)	Rendemen (%)
300	0,212	0,424%
450	0,241	0,482%

Tabel 4. Pengaruh Daya Terhadap Rendemen Minyak Mikroalga Selama 20 Menit

Daya (Watt)	berat sampel (gram)	Rendemen (%)
300	0,217	0,434%
450	0,274	0,547%

Terlihat pada tabel rendemen meningkat sejalan dengan bertambah besarnya daya yang

digunakan. Efisiensi ekstraksi dengan energi gelombang mikro meningkat seiring dengan peningkatan daya. Perbedaan rendemen juga dapat dilihat pada Gambar 3.

Uji Kandungan Minyak Mikroalga Dengan GC-MS

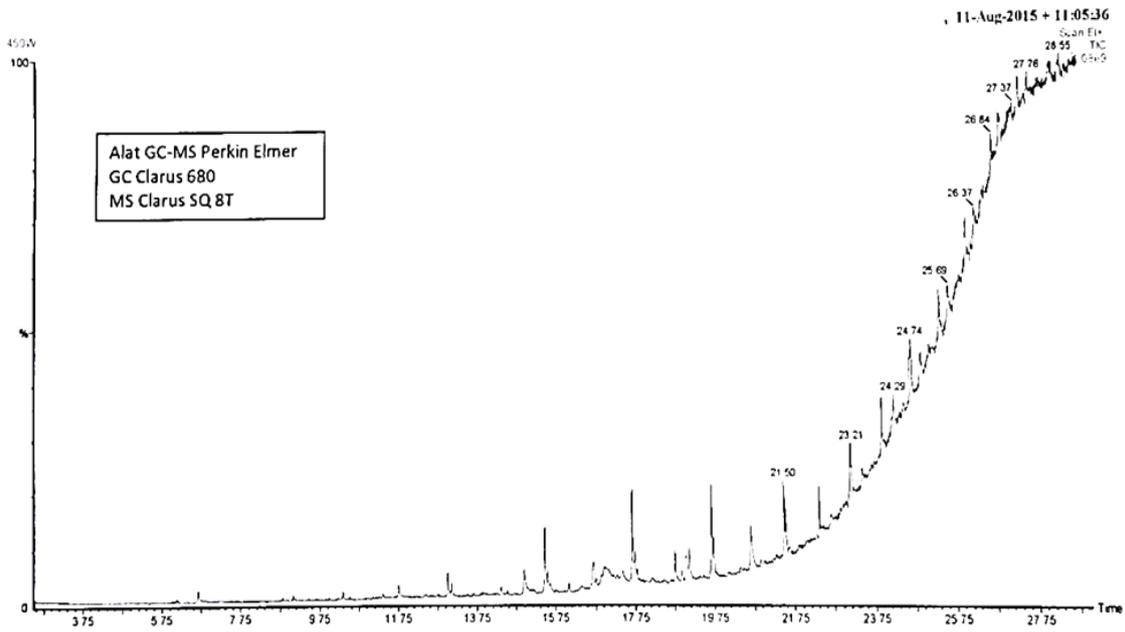
Minyak mikroalga yang sudah dimurnikan kemudian dilakukan uji GC-MS. Sampel yang diujikan adalah sampel dengan variasi daya 300 W selama 20 menit dan sampel dengan variasi daya 450 W selama 20 menit.

Kromatografi gas spektrometer massa (GC-MS) adalah metode yang mengkombinasikan kromatografi gas dan spektrometri massa untuk mengidentifikasi senyawa yang berbeda dalam analisis sampel. GC-MS adalah terdiri dari dua blok bangunan utama, yaitu kromatografi gas dan spektrometer massa (Khotimah, 2013). Kandungan mikroalga dapat dilihat dari Gambar 4. dan Tabel 6.

Seperti terlihat pada Tabel 6 kandungan terbesar ialah asam oleat. Asam oleat adalah asam lemah tidak jenuh rantai panjang dengan rumus molekul $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$. Asam oleat terdapat dalam bentuk trigliserida pada minyak nabati maupun minyak hewani disamping juga asam lemak lainnya. Dalam penelitian yang dilakukan Orchidea tahun 2010, asam oleat merupakan salah satu kandungan terbesar minyak mikroalga dengan berbagai metode ekstraksi. Sedangkan kandungan terbesar pada sampel dengan variasi daya 450 selama 20 menit dapat dilihat dari Gambar 5. dan tabel 6.

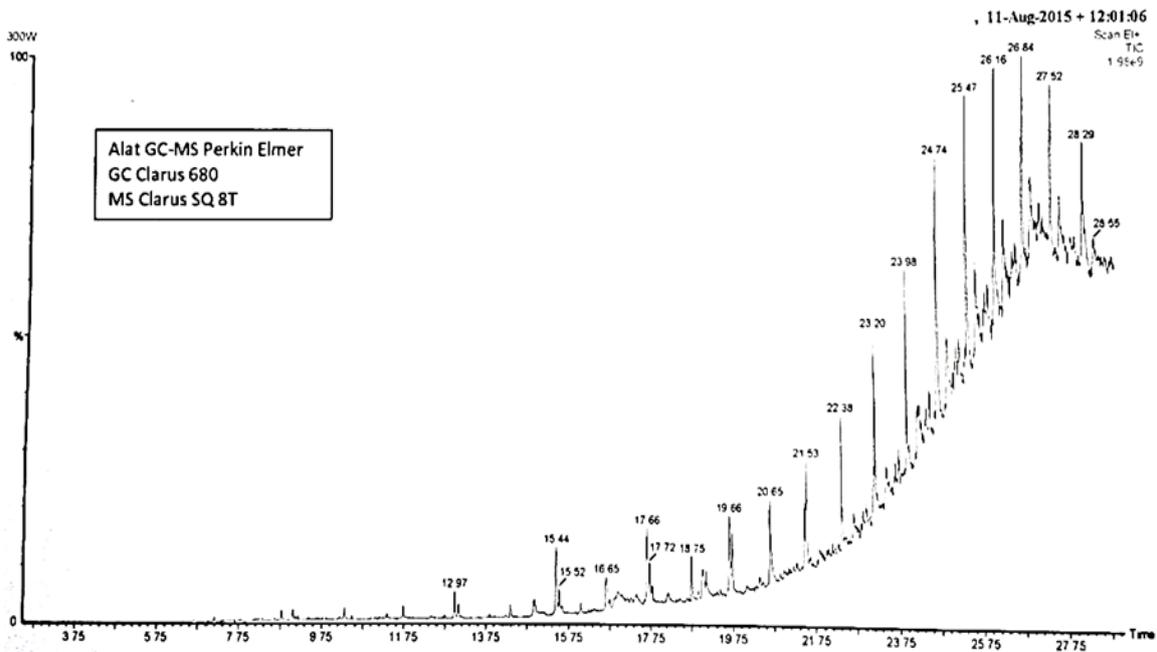
Dari Tabel 6. dapat dilihat kandungan terbanyak sampel 2 adalah heptacosane yang merupakan senyawa tanin. Tanin merupakan golongan senyawa polifenol yang sifatnya polar, dapat larut dalam gliserol, alkohol dan hidroalkoholik, air dan aseton, tetapi tidak larut dalam

KROMATOGRAM MINYAK MIKROALGA 1



Gambar 4. Kromatografi Kandungan Minyak Mikroalga dengan Variasi Daya 300 W Selama 20 Menit

KROMATOGRAM MINYAK MIKROALGA 2



Gambar 5. Kromatografi Kandungan Minyak Mikroalga dengan Variasi Daya 450 W Selama 20 Menit

Tabel 5. Kandungan Terbesar Minyak Mikroalga dengan Variasi Daya 300 W Selama 20 Menit

No.	komponen	Rumus kimia	Nama senyawa	Konsentrasi (%)	Waktu retensi (menit)
1	9-Eicosene, (E)	$C_{20}H_{40}$	9-Didecene; Eicos-9-ene	3,46	17,675
2	2-metyl-1-hexadecanol	$C_{17}H_{36}O$	Alcohols, C14-18-iso-, C16-rich	3,35	19,675
3	Oleic acid	$C_{17}H_{33}COOH$	Asam oleat	4,15	24,742
4	Oleic acid	$C_{17}H_{33}COOH$	Asam oleat	3,57	25,468
5	Oleic acid	$C_{17}H_{33}COOH$	Asam oleat	3,62	26,168

Tabel 6. Kandungan Terbesar Minyak Mikroalga dengan Variasi Daya 450 W Selama 20 Menit

No.	komponen	Rumus kimia	Nama senyawa	Konsentrasi (%)	Waktu retensi (menit)
1	Heptacosane	$C_{27}H_{56}$	Heptacosane	6,29	24,807
2	Heptacosane	$C_{27}H_{56}$	Heptacosane	5,45	25,468
3	Heptacosane	$C_{27}H_{56}$	Heptacosane	6,66	26,163
4	1,54-dibromo-tetrapentacontane	$C_{54}H_{10}Br_2$	1,54-dibromo-tetrapentacontane	5,08	27,518
5	Oleic acid	$C_{17}H_{33}COOH$	Asam oleat	5,40	28,289

kloroform, petroleum eter dan benzene. Tanin merupakan zat pewarna yang menimbulkan warna coklat atau kecokelatan (Lestari, 2013). Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa semakin tinggi daya maka dinding sel semakin rusak sehingga senyawa yang keluar tidak hanya minyak nabati saja, tetapi juga zat warna yang terdapat di dalamnya. Jenis asam lemak yang terdapat pada sampel dengan variasi daya 450 selama 20 menit ini adalah asam oleat yang jumlahnya lebih banyak dibandingkan dengan sampel dengan variasi daya 300 selama 20 menit. Hal ini disebabkan oleh perbedaan daya yang digunakan, Efisiensi ekstraksi dengan energi gelombang mikro meningkat seiring dengan peningkatan daya.

KESIMPULAN

Ekstraksi minyak mikroalga dengan metode *microwave assisted distillation* yang dilakukan dengan variasi daya dan waktu menghasilkan rendemen yang relatif lebih sedikit dibandingkan dengan metode konvensional. Dari hasil percobaan dengan dua variasi variabel yang dipilih menunjukkan bahwa ekstraksi dengan *microwave* pada daya 450 selama 20 menit menghasilkan rendemen minyak yang paling banyak, yaitu sebesar 0,54%. Berdasarkan hasil uji GC-MS,

minyak hasil ekstraksi tersebut mengandung senyawa asam oleat dan beberapa senyawa lain seperti zat warna tanin.

DAFTAR PUSTAKA

- Bligh Dyer, 1959. *A Rapid Method for Total Lipid Extraction and Purification*, Can. J. Biochem.
- Chisti, J., 2007, *Biodiesel from microalgae.*, Biotechnology Advances, (25) 294- 06. Cisneros.
- Elwin. 2014. *Analisa Pengaruh Waktu Pretreatment Dan Konsentrasi Naoh Terhadap Kandungan Selulosa, Lignin Dan Hemiselulosa Eceng Gondok Pada Proses Pretreatment Pembuatan Bioetanol*. Universitas Brawijaya. Malang
- Kataren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Universitas Indonesia: Salemba.
- Kawaroe, M., Prariono, T., Sunuddin, A., Sari, S.W., Augustine, D., 2010, Mikroalga: Potensi dan Pemanfaatannya untuk Produksi Bio Bahan Bakar, PT. Penerbit IPB Press, Bogor.
- Khotimah, K., Darius, dan Budi B.S., 2013. *Uji Aktivitas Senyawa Aktif Alga Coklat (Sargassum Fillipendulla) Sebagai Antioksidan Pada Minyak Ikan Lemuru (Sardinella Longiceps)*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Unibraw. Malang: Unibraw.
- Kurniasari, L., Hartati, I., Ratnani, R. D., Sumantri, I., 2008. *Kajian Ekstraksi Minyak Jahe Menggunakan Microwave Assisted Extraction (MAE)*. Mo-

- mentum, Vol. 4, No. 2, Oktober 2008 : 47 – 52.
- Lestari, P., Wijana, S., Ika, W.P., 2013. *Ekstraksi Tanin Dari Daun Alpukat (Persea Americana Mill.) Sebagai Pewarna Alami (Kajian Proporsi Pelarut Dan Waktu Ekstraksi*. Malang: Unibraw.
- Lee, Jae-Yon, Chan Yoo Soo, So-Young Jun, Chi-Yong Ahn, Hee-Mock Oh., 2009. *Comparison of Several Methods for Effective Lipid Extraction from Microalgae*. Bioresour, Technol,
- Li, Y., Horsman, M., Lan, C.Q., dan Dubois-Calero M., 2008, *Biofuels from Microalgae*, Biotechnol.
- Mata, T.M., Martins, A.A., dan Caetano, N.S., 2010, *Microalgae for Biodiesel Production and other Applications: A Review, Renew. and Sustainable Energy Reviews*, 14 (1): 217-232.
- Pranayogi, D., 2003. *Studi Potensi Pigmen Klorofil Dan Mikroalga Jenis Chlophyceae*. Lampung: Universitas Lampung
- Patil, V., Tran, K.Q., and Giselrod, H.R. 2008. Towards sustainable production of biodiesels from microalgae. *Int. J. Mol. Sci.*
- Purwanti, A., 2014. *Pengambilan Lipid Dari Mikroalga Basah Dengan Cara Ekstraksi Dalam Autoklaf*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri. Yogyakarta: ST AKPRIND Yogyakarta.
- Septianingsih, L., dkk. 2012. *Ekstraksi Minyak Nabati Dari Scenedesmus Sp. Menggunakan Gelombang Mikro*. Seminar fisika Unj. Jakarta: Unj.