

EKSTRAKSI LIPIDA DENGAN METODE *Microwave Assisted Extraction* DARI MIKROALGA YANG POTENSIAL SEBAGAI BIODIESEL

Yoni Rina Bintari¹, Winarto Haryadi², Tri Joko Rahardjo³

¹Fakultas Kedokteran Universitas Islam Malang

email: yonirinabintari@unisma.ac.id

²Fakultas Matematika dan Sains Universitas Gadjah Mada.

ABSTRACT

*Important stages of the production of biodiesel from microalgae is a lipid extraction step. Microwave Assisted Extraction (MAE) is an extraction technique utilizing microwave energy using water solvent. Excellence MAE method is to minimize the use of organic solvents that are toxic, no ecofriendly and unrenewable. Extraction of lipids from microalgae using MAE method leads to a green process to produce bioenergy. This study aims to obtain the optimum extraction conditions of *S. platensis* lipids and *T. chuii* using MAE method, the effect of the addition of n-hexane at a post extraction and conversion to biodiesel. The results showed that the optimum of lipid extraction conditions from *S. platensis* at microwave power of 560 Watts, the addition of water to the volume of microalgae 6.67 mL/gram dry weight of *S. platensis* and extraction time of 510 seconds resulting lipid yield of 1.27%. The optimum of lipid extraction condition from *T. chuii* at 800 Watts of power, the addition of water to the volume of microalgae 8.3 mL/gram dry weight *T. chuii* and extraction time for 510 seconds resulting lipid yield of 1.25%. Increasing the number of n-hexane at a post extraction from *S. platensis* effective in adding volume 5 mL, where the addition of 7 mL to 15 mL have no significant increase in yield. Conversion of *S. platensis* lipids and *T. chuii* produced a high yield of biodiesel in comparison to the amount of lipid methanol 1:173 to yield 66,7% and 75% respectively.*

Keywords: *S. platensis*, *T. chuii*, MAE, Biodiesel

1. PENDAHULUAN

Produksi energi dari sumber energi baru yang dapat diperbaharui dengan nilai ekonomis menjadi alternatif mengatasi kelangkaan sumber energi. Mikroalga berpotensi dijadikan sebagai bahan baku untuk produksi bioenergi. Keunggulan mikroalga sebagai bahan baku produksi biodiesel karena mudah dikembangkan, direkayasa genetiknya, masa panen yang singkat dan mengandung biomassa yang cukup bermanfaat seperti karbohidrat, protein, ataupun lemak. Kandungan lemak mikroalga yang cukup tinggi dapat dimanfaatkan sebagai biodiesel (Chisti 2007).

Tahapan penting produksi biodiesel dari mikroalga adalah tahap ekstraksi lipida. Metode ekstraksi lipida yang umum dilakukan adalah perusakan sel antara lain dengan metode sonikasi, *bead beating*, gelombang mikro, *osmotic shock* (dengan NaCl), dan autoklav (121-125° C) (Lee, *et al.*, 1998, 2010; Prabakaran dan Ravindran, 2011). Proses ekstraksi lipida dengan energi gelombang mikro pada prinsipnya memanfaatkan gelombang mikro yang dihasilkan oleh medan listrik dan medan magnet yang saling beresilasi dengan adanya dua fenomena yang berjalan secara simultan yaitu konduksi ionik dan rotasi dipol. Hal ini menyebabkan timbulnya panas dan tekanan, sehingga menyebabkan sel mikroalga akan pecah dan biomassa yang terkandung di dalamnya akan keluar (Iqbal *et al.*, 2013, Choi *et al.*, 2006).

Microwave extraction (MAE) adalah teknik untuk mengekstraksi bahan-bahan terlarut di dalam sampel menggunakan pelarut air dengan bantuan energi gelombang mikro. Keunggulan MAE sebagai metode ekstraksi adalah meminimalkan penggunaan pelarut organik, efisiensi waktu, dan sebagai metode ekstraksi yang ramah lingkungan. Transesterifikasi dapat dilakukan secara efektif dan efisien dengan bantuan radiasi gelombang mikro, hal ini dikarenakan fenomena konduksi ionik dan

rotasi dipol menyebabkan peningkatan panas serta absorpsi energi gelombang mikro selektif terhadap molekul polar (Shakinaz *et al.*, 2010). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi optimum ekstraksi lipida dari *S. platensis* dan *T. chuii* dengan metode SFMAE dan konversinya menjadi biodiesel.

2. METODOLOGI PENELITIAN

a. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *S. platensis*, *T. chuii*, akuades, reagen Nile Red, n-heksan, kloroform, metanol, asam sulfat (H₂SO₄). Selain spesies mikroalga, semua bahan tersebut memiliki kualitas pro analitik (p.a). Mikroalga berasal dari CV *Blue Green Biotechnology* Lamongan. Akuades berasal dari laboratorium Kimia Fisik UGM, reagen Nile Red berasal dari Sigma Aldrich, sedangkan bahan lainnya berasal dari Merck. Dalam penelitian ini digunakan peralatan berupa seperangkat alat sokhlet, seperangkat alat reflux, *microwave oven* 2,45 Mhz, termometer, sentrifuge, alat-alat gelas laboratorium, pemanas kompor, evaporator buchi, kromatografi gas spektrofotometer massa (GC-MS, Shimadzu QP-2010S), *scanning electron microscope* (SEM).

b. Prosedur Kerja

Penentuan kondisi optimum ekstraksi lipida metode MAE

1. Penentuan daya optimum

S. platensis dan *Tetraselmis sp.* Masing-masing 3 gram ditambahkan air 20 mL, diekstrak selama 510 detik, dengan daya gelombang mikro yang divariasikan yakni 80 Watt, 240 Watt, 400 Watt, 560 Watt, dan 800 Watt. Waktu ekstraksi dilakukan dengan pola 20 detik ekstraksi dan 2 menit dihentikan. Campuran diperlakukan pada tahap setelah ekstraksi.

2. Penentuan penambahan jumlah air optimum pada mikroalga

Langkah untuk menentukan penambahan jumlah air optimum pada mikroalga dengan metode SFMAE sama dengan langkah penentuan daya optimum, akan tetapi dilakukan pada kondisi daya optimum, waktu reaksi selama 510 detik, dan penambahan jumlah air setiap 3 gram berat kering mikroalga divariasikan 10 mL, 15 mL, 20 mL, 25 mL, dan 30 mL.

3. Penentuan waktu ekstraksi lipida optimum

Langkah untuk menentukan waktu ekstraksi lipida optimum sama dengan langkah penentuan daya optimum, akan tetapi dilakukan pada kondisi daya optimum, penambahan jumlah air optimum, dan waktu ekstraksi yang divariasikan yakni 300 detik, 370 detik, 440 detik, 510 detik, 580 detik, dan 650 detik

4. Tahapan setelah ekstraksi

Campuran ekstrak yang diperoleh ditambahkan dengan n-heksan sebagai *co-solvent* sebanyak 5 mL, kemudian disentrifuge selama 15 menit 3500 rpm. Campuran akan membentuk 2 lapisan, dimana lapisan atas merupakan ekstrak kasar lipida, kemudian dievaporasi untuk menghilangkan n-heksan. Rendemen dihitung dengan menimbang lipida dibandingkan dengan jumlah mikroalga yang digunakan.

5. Penentuan struktur morfologi dari membran mikroalga setelah diekstraksi dengan metode SFMAE

Penentuan struktur morfologi dari mikroalga, dilakukan setelah sel mikroalga tersebut diekstraksi pada kondisi optimum yang sudah diperoleh. Mikroalga yang sudah diekstraksi kemudian dilihat morfologinya dengan menggunakan *scanning electron microscope* (SEM), dibandingkan dengan menggunakan mikroalga yang belum mengalami perlakuan ekstraksi sebagai kontrol.

6. Konversi lipida ke biodiesel dengan variasi jumlah mol lipida terhadap metanol

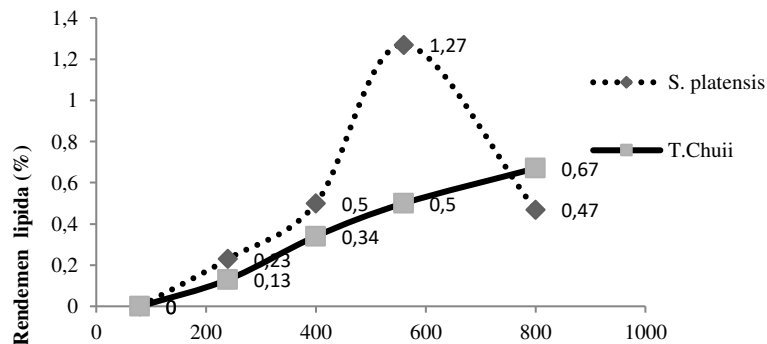
Lipida sebanyak 0,05 gram direaksikan dengan metanol dan 0,02 mL H₂SO₄. Volume metanol yang ditambahkan 0,2 mL dan 0,4 mL. Lama reaksi transesterifikasi adalah 70 detik dengan daya 400 Watt. Campuran transesterifikasi ditambahkan n-heksan dan dipisahkan. Lapisan atas merupakan biodiesel. Rendemen dihitung dengan membandingkan jumlah biodiesel terhadap lipida.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Penentuan Daya Optimum *Microwave Oven* Terhadap Rendemen Lipida *S. platensis* dan *T. chuii*

Ekstraksi lipida dengan *microwave oven* merupakan proses ekstraksi lipida dengan memanfaatkan energi gelombang mikro. Penentuan daya optimum *microwave oven* untuk ekstraksi lipida dari *S. platensis* dan *T. chuii* diperlukan untuk mengetahui daya maksimal yang digunakan sehingga menghasilkan rendemen lipida yang tinggi. Gambar 1 menunjukkan pengaruh daya gelombang mikro terhadap rendemen lipida dari *S. platensis* dan *T. chuii*. Berdasarkan dari penelitian yang dilakukan bahwa semakin besar daya yang digunakan maka semakin besar pula rendemen lipida yang dihasilkan

Ekstraksi lipida dari *S. platensis* dengan meningkatnya daya radiasi gelombang mikro dari 80 Watt sampai 560 Watt diiringi dengan meningkatnya rendemen hingga 1,27%, akan tetapi dengan meningkatnya daya radiasi 800 Watt mengalami penurunan yield. Sedangkan *T. chuii* semakin meningkat daya radiasi dari 80 Watt sampai 800 Watt rendemen yang dihasilkan juga meningkat hingga diperoleh rendemen sebesar 0,67%. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan daya sebanding dengan transfer massa hingga mencapai titik tertentu, yakni diperolehnya rendemen yang optimum.



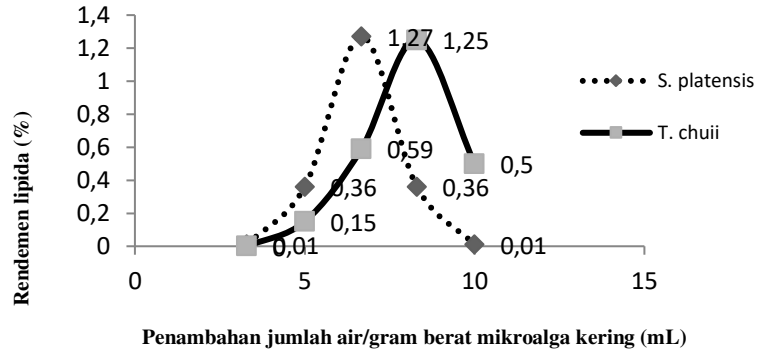
Gambar 1

Pengaruh daya gelombang mikro terhadap rendemen lipida pada *S. platensis* dan *T. chuii* (pada waktu 510 detik, dan penambahan jumlah air pada *S. platensis* dan *T. chuii* 6.67 mL tiap gram berat mikroalga kering)

Adanya perbedaan daya optimum yang terjadi pada *S. platensis* dengan *T. chuii* karena adanya perbedaan ukuran dan komposisi masing-masing dinding sel.

b. Penentuan penambahan jumlah air pada mikroalga

Efektivitas ekstraksi lipida dengan metode MAE salah satunya sangat dipengaruhi oleh pemilihan pelarut. Pelarut yang dipilih merupakan pelarut polar yang memiliki nilai koefisien dielektrik tinggi karena mampu menyerap gelombang mikro. Air memiliki nilai koefisien dielektrik sebesar 78,3, sehingga air sebagai pelarut potensial untuk ekstraksi dengan metode MAE.



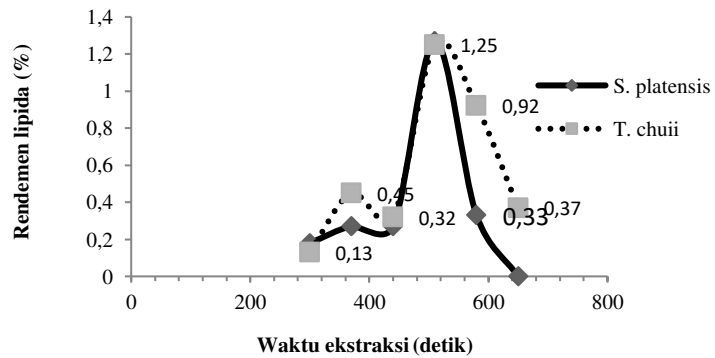
Gambar 2.

Grafik pengaruh penambahan jumlah air terhadap mikroalga tiap gram berat sel kering (Daya gelombang mikro ekstraksi lipid dari biomassa *S. platensis* sebesar 560 Watt dan *T. chuii* sebesar 800 Watt, keduanya diekstraksi selama 510 detik)

Penambahan air pada mikroalga berpengaruh pada rendemen ekstrak lipid yang dihasilkan. Hal ini karena air yang ditambahkan akan terdistribusi di dalam sel *S. platensis* dan *T. chuii*. Mikroalga yang selnya terdistribusi oleh air ketika dikenai radiasi gelombang mikro akan terjadi fenomena rotasi dipol. Fenomena ini seperti yang sudah dijelaskan dalam mekanisme ekstraksi dengan metode MAE menyebabkan lipid terekstrak. Penambahan air yang kurang berakibat pada distribusi air di dalam sel belum merata, sehingga rendemen ekstrak lipid yang dihasilkan belum optimal. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Li *et al.* (2010) yang melaporkan bahwa penambahan air berpengaruh pada ekstraksi senyawa non polar dengan metode MAE.

c. Penentuan waktu ekstraksi dengan metode MAE

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diketahui bahwa makin lama waktu ekstraksi maka dihasilkan rendemen lipid yang makin besar. Hal ini karena semakin lama waktu yang dibutuhkan maka semakin besar energi radiasi gelombang mikro yang dikenakan pada mikroalga. Veera *et al.* (2013) melaporkan bahwa energi radiasi gelombang mikro yang dikenakan makin besar menyebabkan air yang terdistribusi di dalam sel mikroalga mengalami kenaikan panas. Kenaikan panas yang terjadi menimbulkan tekanan di dalam sel sehingga sel rusak dan lipid terekstrak.



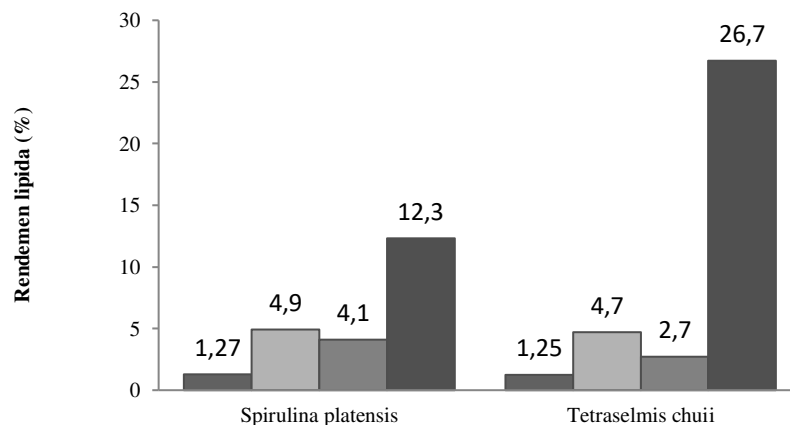
Gambar 3

Grafik pengaruh waktu ekstraksi terhadap rendemen lipid (biomassa *S. platensis* diekstrak pada daya 560 Watt dengan penambahan air 6,67 mL/gram berat kering, *T. chuii* diekstrak pada daya 800 Watt dengan penambahan air 8,3 mL/gram berat kering)

Makin lama waktu ekstraksi tidak akan meningkatkan rendemen lipida, akan tetapi malah menurunkan rendemen. Hal ini karena efek panas yang menyebabkan biomassa akan rusak (biomassa menjadi kering dan gosong). Pada penelitian ini diperoleh waktu ekstraksi lipida optimum dari biomassa *S. platensis* dan *T. chuii* sebesar 510 detik. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Iqbal *et al.* (2013) yang melaporkan bahwa dihasilkan rendemen lipida tertinggi dari *Nannochloropsis sp.* dengan metode MAE selama 5 menit.

d. Rendemen dan Komposisi Kimia Asam Lemak Ekstrak Lipida

Berdasarkan penelitian yang dilakukan terdapat perbedaan rendemen ekstrak lipida yang cukup signifikan dengan metode ekstraksi yang berbeda.



Gambar 4.

Diagram rendemen ekstrak lipida dari biomassa *S. platensis* dan *T. chuii* (keterangan: a = MAE dengan pelarut air; b = MAE dengan pelarut metanol:kloroform (1:1); c = ekstraksi lipida metode sokhlet menggunakan pelarut n-heksana; d = ekstraksi lipida metode sokhlet menggunakan pelarut metanol:kloroform (1:1))

Ekstraksi lipida metode sokhlet dengan pelarut metanol:kloroform (1:1) menghasilkan rendemen lebih tinggi dibandingkan dengan pelarut n-heksana. Perbedaan rendemen yang cukup signifikan karena faktor sifat kepolaran dari pelarut. Campuran metanol:kloroform merupakan campuran pelarut bersifat polar dengan non polar, sedangkan n-heksana bersifat non polar. Ekstraksi lipida metode sokhlet dengan campuran pelarut polar dan non polar lebih banyak mengekstrak lipida dan komponen lain yang ada di dalam mikroalga seperti klorofil. Rendemen lipida yang dihasilkan dari biomassa *S. platensis* sebesar 12,3% dan *T. chuii* sebesar 26,7%.

Ekstraksi lipida dengan pelarut yang bersifat non polar seperti n-heksana akan lebih mengekstrak lipida netral, seperti triasilgliserida. Dari hasil ekstraksi sokhlet dengan pelarut n-heksana diperoleh rendemen lipida dari biomassa *S. platensis* sebesar 4,1% dan *T. chuii* sebesar 2,7%. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Li, *et al* (2014) bahwa ekstraksi lipida dengan metode sokhlet dari *Tetraselmis sp.* menggunakan campuran heksanaa dan etanol memiliki rendemen lebih tinggi dibandingkan dengan n-heksana. Ekstraksi lipida dengan metode MAE pelarut air memiliki rendemen lebih rendah dibandingkan dengan metode sokhlet.

Tabel 1
Profil asam lemak (% area) ekstrak lipida dari biomassa *S. platensis*

Komposisi	MAE ^a	MAE ^b	Sokhlet	
			n-heksana	Metanol:kloroform (1:1)
Asam Laurat (C12:0)	n.d	5,36	n.d	n.d
Asam Miristat (C14:0)	n.d	7,13	n.d	n.d
Asam Palmitoleat (C16:1)	n.d	n.d	6,25	n.d
Asam Palmitat (C16:0)	53,52	26,96	52,56	52,60
Asam linolenat (C18:3)	19,94	n.d	15,88	9,43
Asam linoleat (C18:2)	16,82	7,73	23,18	24,42
Asam oleat (C18:1)	5,77	44,01	n.d	8,87
Asam stearat (C18:0)	3,95	8,80	2,13	4,67

Keterangan: MAE^a = dengan pelarut air
MAE^b = dengan pelarut metanol:kloroform (1:1)
n.d = no detected

Tabel 2.
Profil asam lemak (% area) ekstrak lipida dari biomassa *T. chuii*

Komposisi	MAE ^a	MAE ^b	Sokhlet	
			n-heksana	Metanol:kloroform (1:1)
Asam Miristat (C14:0)	n.d	n.d	n.d	4,15
Asam Palmitoleat (C16:1)	n.d	n.d	n.d	24,82
Asam Palmitat (C16:0)	33,43	9,46	26,14	46,10
Asam linolenat (C18:3)	24,42	n.d	n.d	n.d
Asam linoleat (C18:2)	n.d	10,92	17,89	5,17
Asam oleat (C18:1)	33,62	19,69	51,59	11,88
Asam stearat (C18:0)	8,62	1,81	4,38	4,62
Asam eikosa-8,11,14 trionat	n.d	58,12	n.d	n.d
Asam eikosa-5,8,11,14,17 pentanoat (C20:5)	n.d	n.d	n.d	3,24

Keterangan: MAE^a = dengan pelarut air
MAE^b = dengan pelarut metanol:kloroform (1:1)
n.d = no detected

Profil asam lemak dari biomassa *T. chuii* yang disajikan pada tabel 2 menunjukkan dengan berbagai metode MAE^a dan MAE^b pada umumnya mampu mengekstrak lipida dengan komposisi asam palmitat (C16:0), asam oleat (C18:1), dan asam stearat (C18:0) lebih dari 65%. Komposisi asam lemak penyusun ekstrak lipida dari biomassa *S. platensis* dan *T. chuii* pada umumnya dengan metode ekstraksi dan pelarut yang berbeda tersusun atas asam palmitat (C16:0) dan asam stearat (C18:0). Umumnya komposisi asam lemak dari mikroalga merupakan campuran dari asam lemak tak jenuh, seperti asam palmitoleat (C16:1), asam linolenat (C18:3), asam linoleat (C18:2), dan asam oleat (C18:1); dan asam lemak jenuh, seperti asam palmitat (C16:0) dan asam stearat (C18:0) (Rachmaniah, 2010).

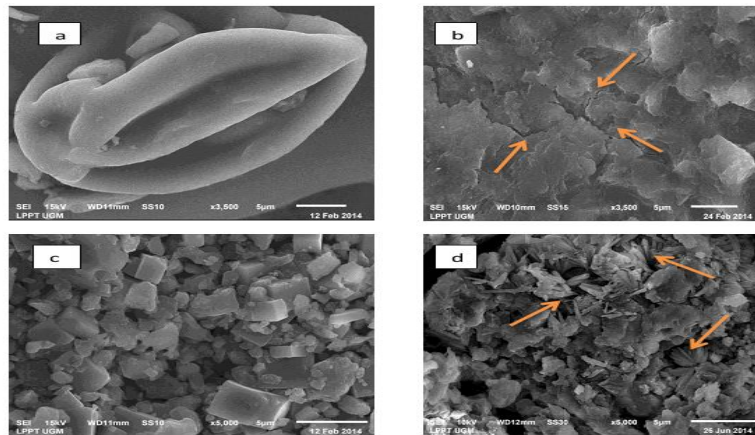
Penelitian yang dilakukan oleh Knothe (2008) melaporkan bahwa pada umumnya asam palmitat, stearat, oleat, dan linoleat merupakan komposisi asam lemak penyusun biodiesel. Geller dan Goodroom (2008) melaporkan bahwa bilangan setana paling tinggi diperoleh dengan kandungan asam palmitat dan asam stearat yang tinggi. Ekstrak lipida dari biomassa *S. platensis* yang diekstrak dengan metode MAE^a memiliki kandungan asam palmitat dan stearat lebih dari

50%. Kandungan asam palmitat dan stearat ekstrak lipida dari biomassa *S. platensis* lebih tinggi dibandingkan biomassa *T. chuii*.

Penelitian yang dilakukan oleh Rashid, *et al.* (2008) melaporkan bahwa kandungan asam oleat yang tinggi cukup potensial sebagai bahan bakar digunakan di daerah dingin, karena bertanggung jawab untuk menurunkan titik kabut dan tuang (*cold filter plugging point* (CFPP)). Ekstrak lipida dari biomassa *T. chuii* dengan metode MAE^a dan sokhlet pelarut n-heksana memiliki kandungan asam oleat tertinggi. *T. chuii* potensial dijadikan bahan baku produksi biodiesel.

e. Pengamatan Kerusakan Sel *S. platensis* dan *T. chuii* dengan SEM (*scanning electron microscope*)

Setelah perlakuan ekstraksi dengan metode MAE menggunakan pelarut air, morfologi permukaan sel mikroalga diamati dengan SEM. Pengamatan ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas gelombang mikro dalam mengekstrak lipida dari biomassa melalui perusakan dinding sel. Morfologi permukaan sel ditunjukkan pada gambar 5a-d. Gambar 5a dan c berturut-turut menunjukkan gambar morfologi sel *S. platensis* dan *T. chuii* sebelum dilakukan ekstraksi dengan gelombang mikro. Sebelum dilakukan ekstraksi terlihat morfologi permukaannya masih halus dan tertutup.



Gambar 5

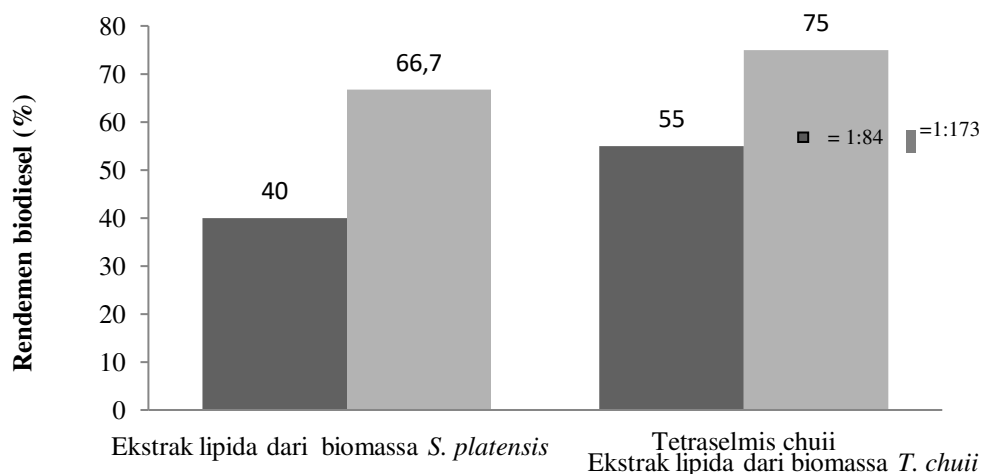
Scanning electron micrographs dari permukaan sel. (a) sel *S. platensis* sebelum dilakukan ekstraksi; (b) sel *S. platensis* setelah dilakukan ekstraksi dengan metode MAE (arah panah); (c) sel *T. chuii* sebelum dilakukan ekstraksi; (d) sel *T. chuii* setelah dilakukan ekstraksi dengan SFMAE (arah panah)

Gambar 5 b dan d berturut-turut menunjukkan gambar morfologi sel *S. platensis* dan *T. chuii* setelah dilakukan ekstraksi dengan gelombang mikro. Morfologi permukaan sel dari kedua mikroalga tersebut terlihat pecah dan berlubang (ditunjukkan oleh panah). Lubang pada sel merupakan akibat adanya radiasi gelombang mikro saat dilakukan ekstraksi.

Lubang pada permukaan sel ketika diradiasi oleh gelombang mikro terjadi karena adanya fenomena rotasi dipol pada mekanisme ekstraksi dengan metode MAE. Penataan dipol terjadi ketika air yang ada di dalam sel mikroalga dikenai gelombang mikro. Pergerakan partikel air ketika mengalami penataan dipol menumbuk partikel di sebelahnya. Akibat tumbukan antar partikel air menghasilkan energi kalor. Energi kalor menyebabkan penguapan air dan menimbulkan tekanan. Tekanan ini akan mendorong dinding sel dari dalam sehingga menyebabkan dinding sel pecah. Lipida yang terekstrak akan keluar melalui permukaan sel pecah tersebut. Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ma an, *et al* (2014) bahwa terjadi lubang pada permukaan sel *Chlorella sp.* setelah dilakukan ekstraksi dengan radiasi gelombang mikro.

f. Reaksi Transesterifikasi Ekstrak Lipida dari Biomassa *S. platensis* dan *T. chuii*

Terbentuknya biodiesel ditandai dengan terbentuknya dua lapisan, dimana lapisan atas berupa biodiesel dan lapisan bawah yang berwarna lebih gelap merupakan gliserol. Dalam penelitian ini, karena jumlah lipida yang direaksikan sangat sedikit sehingga lapisan atas (biodiesel) yang terbentuk sangat tipis. Untuk mengambil biodiesel di lapisan atas dengan ditambahkan sedikit n-heksana.



Gambar 6

Diagram hasil konversi lipida menjadi biodiesel

Berdasarkan hasil penelitian secara umum terlihat bahwa semakin banyak jumlah metanol yang digunakan dalam reaksi transesterifikasi maka hasil konversi ekstrak lipida menjadi biodiesel dari biomassa *S. platensis* ataupun *T. chuii* meningkat. Peningkatan rendemen biodiesel karena keseimbangan reaksi mengarah ke kanan (produk biodiesel). Berdasarkan hasil konversi jumlah mol lipida terhadap metanol diperoleh rendemen tinggi pada perbandingan mol 1:173. Hasil konversi biodiesel ini masih bisa dioptimasi kembali, hal ini terlihat dari rendemen yang dihasilkan masih naik. Reaksi transesterifikasi merupakan reaksi yang reversibel sehingga dengan penambahan metanol yang berlebih akan menggeser jumlah produk ke kanan.

Hasil konversi lipida menjadi biodiesel merupakan senyawa metil yang disajikan dalam tabel 3 dan 4. Senyawa metil ester merupakan komponen utama dari biodiesel. Hasil transesterifikasi dengan bantuan gelombang mikro dari ekstrak lipida *S. platensis* memberikan kandungan metil ester tertinggi adalah metil oleat (46,84%), kemudian berturut-turut metil palmitat (17,65%), metil stearat (8,80%), metil linoleat (8,50%), dan metil miristat (2,36%). Kandungan tertinggi metil ester hasil konversi ekstrak lipida *T. chuii* dengan radasi gelombang mikro adalah metil oleat (32,60%), kemudian berturut-turut metil laurat (25,59%), metil palmitat (19,76%), metil miristat (16,33%), dan metil stearat (5,72%). Konversi lipida dengan bantuan energi gelombang mikro dari kedua mikroalga ini memberikan komposisi metil ester tertinggi pada asam lemak tak jenuh yakni asam oleat.

Tabel 3
Hasil analisis spektra massa dan dugaan senyawa metil ester yang terbentuk dari konversi ekstrak lipida biomassa *S. platensis*

Puncak	Waktu Retensi (menit)	Luas area (%)	Puncak Fragmentasi (m/z)	Senyawa Metil Ester yang diduga
1	32,293	2,36	41, 69, 74 , 87, 115, 129, 143, 157, 171, 185, 199, 211, 242.	Metil miristat
2	36,558	17,65	41, 57, 74 , 87, 101, 115, 129, 143, 157, 171, 185, 199, 213, 227, 239, 270	Metil palmitat
3	39,958	8,50	41, 54, 67 , 81, 95, 109, 123, 136, 150, 163, 179, 294	Metil linoleat
4	40,083	46,84	41, 55 , 69, 74, 97, 123, 137, 222, 264, 296	Metil oleat
5	40,575	8,80	41, 43, 57, 74 , 87, 101, 115, 129, 143, 157, 185, 199, 213, 255, 267, 298	Metil stearat
6	46,642	15,83	41, 55, 67, 79 , 91, 105, 119, 145, 159, 173, 187, 199, 215, 241	Metil eikosa-5,8,11,14,17-pentaenoat

Keterangan: _ : puncak dasar spektra massa

Tabel 4
Hasil analisis spektra massa dan dugaan senyawa metil ester yang terbentuk dari konversi lipida biomassa *T. chuii*

Puncak	Waktu Retensi (menit)	Luas Area (%)	Puncak Fragmentasi (m/z)	Senyawa Metil Ester yang diduga
1	28,133	25,59	41, 59, 74 , 87, 101, 115, 129, 143, 157, 171, 183, 214	Metil laurat
2	33,172	16,33	41, 69, 74 , 87, 101, 115, 129, 143, 157, 171, 185, 199, 211, 242	Metil miristat
3	37,620	19,76	41, 57, 74 , 87, 101, 115, 129, 143, 157, 171, 185, 199, 213, 227, 239, 270	Metil palmitat
4	40,942	32,60	41, 55 , 69, 83, 97, 123, 137, 222, 264, 296	Metil oleat
5	41,433	5,72	41, 43, 57, 74 , 87, 101, 115, 129, 143, 157, 185, 199, 213, 255, 267, 298	Metil stearat

Keterangan: _ : puncak dasar spektra massa

4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian diperoleh data kondisi optimum ekstraksi lipida dari *S. platensis* pada daya gelombang mikro 560 Watt, penambahan volume air terhadap mikroalga 6,67 mL/gram berat kering *S. platensis* dan waktu ekstraksi selama 510 detik dihasilkan rendemen lipida 1,27%; sedangkan ekstraksi lipida *T. chuii* pada daya 800 Watt, penambahan volume air terhadap mikroalga 8,3 mL/gram berat kering *T. chuii* dan waktu ekstraksi selama 510 detik dihasilkan rendemen lipida 1,25%. Konversi lipida *S. platensis* dan *T. chuii* dihasilkan rendemen biodiesel tinggi pada perbandingan jumlah lipida terhadap metanol 1:173 dengan rendemen berturut-turut 66,7% dan 75%.

5. REFERENSI

- Chisti, Y., 2007, Biodiesel from microalgae, *Biotechnology Advances*, 25, 294-306.
- Choi, I., Choi, S.J., Chun, J.K., dan Moon, T.W., 2006, Extraction yield of soluble protein and microstructure of soybean affected by microwave heating, *J. of food Processing and Preservation* 30, 4, 407-419.
- Iqbal, J., dan Theegala, C., 2013, Microwave assisted lipid extraction from microalgae using biodiesel as co solvent, *Algal Research*, 2, 34-42.
- Knothe, G., 2005, Dependence of biodiesel fuel properties on the structure of fatty acid alkyl esters, *Fuel Processing Technology*, 86, 1059-1070.
- Lee, S.J., Yon, B.D., dan Oh, H.M., 1998. Rapid Method for the determination of lipid from the green alga *Botryococcus braunii*, *Biotechnology techniques*, 12, 553-556.
- Lee, Y.J., Yoo, C., Jun, S.Y., Ahn, C.Y., dan Oh, H.M., 2010, Comparison several methods for effective lipid extraction from microalgae, *Bioresource Technology*, 101, S75-S77.
- Li, Y., Naghdi, F.G., Garg, S., Vega, T.C.A., Thurecht, K.J., Ghafor, W.A., Tannock, S., dan Schenk, P.M., 2014, A comparative study: the impact of different lipid extraction methods on current microalgal lipid research. *Microbial Cell Factories*, 13-14
- Ma an, Y., Cheng, Y.M., Huang, J.W., Jen, J.F., Huang, S.Y., dan Yu, C.C., 2014. Effect of ultrasonic and microwave pretreatments on lipid extraction of microalgae, *Bioprocess Biosyst Eng.*
- Rachmaniah, O., Setyarini, R.D., dan Maulida, L., 2010, *Pemilihan Metode Ekstraksi Minyak Alga dari Chlorella sp. dan Prediksinya sebagai Biodiesel*, Seminar Teknik Kimia Soehadi Reksowardojo, ITS.
- Rashid, U., Anwar, F., Moser, B.R., dan Knothe, G., 2008, Moringa oleifera oil: a possible source of biodiesel, *Bioresour Technol*, 99, 8175-8179.
- Shakinaz, A.E.S., Refaat, A.A., dan El, S.S.T., 2010, Production of Biodiesel using Microwaves Technique, *J. Advanced Research*, 1, 309-314.
- Suzana, W., Idris, A., dan Shaleh, S.R.M., 2014, Rapid biodiesel production using wet microalgae via microwave irradiation, *Energy Conversion and Management*, 84, 227-233.
- Veera, G.G, Patil, P., Gueera, E.M., Dheng, S., dan Nirmalakhandan, N., 2013, Microwave Energy Potential for Biodiesel Production. *Sustainable Chemical Process*, 1-5.