

EKSTRAKSI MINYAK NABATI DARI MIKROALGA *SCENEDESSMUS SP.* MENGGUNAKAN GELOMBANG ULTRASONIK

Wulan Ari Kristanti^{1*)}, Satwiko S^{1*)}, Noor Fachrizal^{2*)}

¹Universitas Negeri Jakarta, Jln. Pemuda No. 10 Rawamangun, Jakarta Timur 13220

²Balai Besar Teknologi Energi, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Kawasan Puspiptek,
Gedung 620, Serpong-Banten, Tangerang 15314,

*) Email: wulanarikristanti@yahoo.co.id

Abstrak

Mikroalga merupakan bahan bakar pengganti minyak, memiliki potensi kandungan minyak nabati jauh melampaui komoditas lainnya. Mikroalga penyerap CO₂ paling efektif, sehingga dapat diintegrasikan dengan suatu sistem yang mengemisi CO₂. Metode ekstraksi ultrasonik tidak melibatkan zat kimia, dan relevan digunakan untuk ekstraksi mikroalga. Metode ini juga dapat diintegrasikan dengan sistem pembiakan non-tradisional, sehingga lebih efektif dan terkendali. Diharapkan hasil kegiatan ini dapat menjadi titik tolak pengembangan minyak alga sebagai pengganti BBM dan dapat dimanfaatkan untuk membantu Pemerintah dalam menangani masalah krisis energi dan kebutuhan bahan bakar di Indonesia.

Kata kunci: mikroalga, ekstraksi, ultrasonik

Abstract

Microalgae is a fuel substitute for oil, have potential to produce vegetable oil far beyond the content of other commodities. The most effective microalgae is CO₂ absorbent, so it can be integrated with a system that emits CO₂. Ultrasonic extraction method does not involve chemicals, and is used for the extraction of relevant microalgae. This method can also be integrated with non-traditional breeding system, making it more effective and controllable. Expected results of these activities can be a starting point the development of algae as a substitute for fuel oil and can be used to assist the Government in addressing the problem of energy crisis and fuel needs in Indonesia.

Keywords: microalgae, extraction, ultrasonic

1. Pendahuluan

Kelangkaan Bahan Bakar Minyak (BBM), meningkatnya harga minyak dunia, serta kebijakan pencabutan subsidi sangat mempengaruhi tingkat ekonomi rakyat khususnya bagi masyarakat yang mempunyai tingkat ekonomi menengah ke bawah. Krisis energi merupakan masalah besar yang telah melanda hampir seluruh negara. Bukan hanya Indonesia yang dipaksa berfikir untuk mengambil langkah strategis, berjangka panjang serta berkesinambungan seputar masalah kebijakan energi. China yang mengonsumsi minyak 6,5 juta bph pada tahun 2004 diperkirakan akan memakai 10,5 juta bph pada tahun 2020, sedang melakukan revolusi energi. Begitu juga negara Amerika, negara-negara eropa,

dan sejumlah negara Asia seperti Jepang, Thailand, dan India^[1]. Dengan masalah bahan bakar yang terus dihadapi masyarakat dunia saat ini, ada kekhawatiran akan terjadi kerusakan lingkungan akibat masyarakat kembali menggunakan kayu bakar dengan cara yang tidak terkendali seperti menebangi hutan. Karena itu sudah saatnya kebergantungan pada BBM dan gas dikurangi dengan memanfaatkan potensi sumber energi alternatif seperti minyak nabati, salah satunya adalah minyak alga. Alga adalah salah satu organisme yang dapat tumbuh pada rentang kondisi yang luas di permukaan bumi. Alga biasanya ditemukan pada tempat-tempat yang lembab atau benda-benda yang sering terkena air dan banyak hidup pada lingkungan berair di permukaan bumi. Alga dapat hidup hampir

di semua tempat yang memiliki cukup sinar matahari, air dan CO₂. Karena itu alga merupakan penyerap CO₂ paling efektif sehingga potensial untuk mengurangi pemanasan global. Kelebihan mikroalga dibanding bahan nabati lain adalah pengambilan minyaknya tanpa perlu penggilingan. Minyak mikroalga dapat langsung diekstrak dengan bantuan zat pelarut, enzim, pemerasan, ekstraksi CO₂, ekstraksi ultrasonik, dan *osmotic shock*^{[2][3]}. Cara ekstraksi yang mudah dan ekonomis untuk dilakukan adalah menggunakan gelombang ultrasonik, yang sesuai dengan karakteristik mikroalga, dan metode

ultrasonik sudah dimanfaatkan untuk mengeliminasi tumbuhnya mikroalga di kolam yang membuat kolam menjadi keruh. Dengan menggunakan sistem yang relatif sederhana, metode ultrasonik juga potensial diterapkan dalam sistem produksi minyak nabati dari mikroalga.

Tabel 1. Produktivitas dan kandungan lipid pada spesies mikroalga yang berbeda

Nama-nama Spesies Mikroalga	Kandungan Lipid (% berat biomassa kering)	Produktivitas Lipid (mg/L/hari)
Ankistrodesmus sp.	24.0-31.0	-
Botryococcus braunii	25.0-75.0	-
Chaetoceros muelleri	33.6	21.8
Chaetoceros calcitrans	14.6-16.4/39.8	17.6
Chlorella emersonii	25.0-63.0	10.3-50.0
Chlorella protothecoides	14.6-57.8	1214
Chlorella sorokiniana	19.0-22.0	44.7
Chlorella vulgaris	5.0-58.0	11.2-40.0
Chlorella sp.	10.0-48.0	42.1
Chlorella pyrenoidosa	2.0	-
Chlorella	18.0-57.0	18.7
Chlorococcum sp.	19.3	53.7
Cryptocodinium cohnii	20.0-51.1	-
Dunaliella salina	6.0-25.0	116.0
Dunaliella primolecta	23.1	-
Dunaliella tertiolecta	16.7-71.0	-
Dunaliella sp.	17.5-67.0	33.5
Ellipsoidion sp.	27.4	47.3
Euglena gracilis	14.0-20.0	-
Haematococcus pluvialis	25.0	-
Isochrysis galbana	7.0-40.0	-
Isochrysis sp.	7.1-33	37.8
Monodus subterraneus	16.0	30.4
Monallanthus salina	20.0-22.0	-
Nannochloris sp.	20.0-56.0	60.9-76.5
Nannochloropsis oculata	22.7-29.7	84.0-142.0
Nannochloropsis sp.	12.0-53.0	37.6-90.0
Neochloris oleoabundans	29.0-65.0	90.0-134.0
Nitzschia sp.	16.0-47.0	-
Oocystis pusilla	10.5	-
Pavlova salina	30.9	49.4
Pavlova lutheri	35.5	40.2
Phaeodactylum tricornutum	18.0-57.0	44.8
Porphyridium cruentum	9.0-18.8/60.7	34.8

Scenedesmus obliquus	11.0-55.0	-
Scenedesmus quadricauda	1.9-18.4	35.1
Scenedesmus sp.	19.6-21.1	40.8-52.9
Skeletonema sp.	13.3-31.8	27.3
Skeletonema costatum	13.5-51.3	17.4
Spirulina platensis	4.0-16.6	-
Spirulina maxima	4.0-9.0	-
Thalassiosira pseudonana	20.6	17.4
Tetraselmis suecica	8.5-23.0	27.0-36.4
Tetraselmis sp.	12.6-14.7	43.4

(Sumber: Teresa M. Mata, Antó nio A, Martins, Nidia. S. Caetano. *Microalgae for biodiesel production and other application*, diolah)

Tabel 1 diatas memperlihatkan kandungan lipid dari spesies alga yang berbeda. Mikroalga juga lazim disebut fitoplankton yang merupakan kelompok tumbuhan berukuran renik, baik sel tunggal maupun koloni yang hidup di seluruh wilayah perairan air tawar dan laut (Kawaroe, 2008). Lebih jauh menurut Palmer (1985), mikroalga adalah tumbuhan tingkat rendah yang berukuran 5 sampai 30 μm dan jika dibandingkan dengan tumbuhan tingkat tinggi penghasil minyak nabati melalui fotosintesis, maka mikroalga dapat melakukan proses yang sama dengan lebih efisien, bahkan memiliki produktifitas yang lebih tinggi.

2. Metode Penelitian

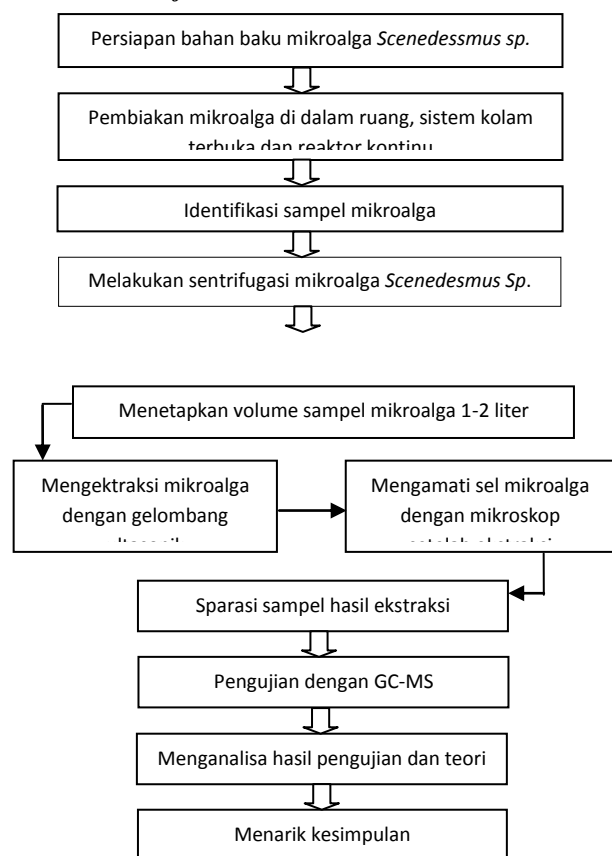
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Lokasi penelitian yang digunakan di laboratorium biologi Universitas Negeri Jakarta, Laboratorium Balai Besar Teknologi Energi BBPT Puspiptek Serpong, Tangerang, dan Pusat laboratorium Forensik Mabes Polri, Jakarta. Penelitian berlangsung mulai bulan Januari sampai dengan bulan Juni 2012.

2.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah reaktor ultrasonik *batch*, *centrifuge*, gelas ukur, gelas kimia, batang pengaduk, peralatan gelas pyrex, akuarium, pipa gelas berskala dengan ketelitian sampai dengan 0,1 cm, pengukur temperatur digital, botol bekas, kaca, alat ukur intensitas akustik, pengukur daya listrik, pengukur daya ultrasonik, multimeter, mikroskop, dan laptop. Sedangkan sampel bahan yang digunakan adalah mikroalga *Scenedesmus Sp* dan air sebagai medium.

2.3 Cara kerja



3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Identifikasi Mikroalga

Identifikasi mikroalga dilakukan dengan cara mengambil sample pada pembibitan di akuarium Balai Besar Teknologi Energi yang dibeli dari *Surfactan and Bioenergy Research Center* (SBRC) IPB, Bogor yang membiakkan berbagai jenis mikroalga. Dari lokasi tersebut, mikroalga yang teridentifikasi dapat ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Mikroalga *Scenedesmus Sp.*

Gambar 1 merupakan mikrolaga *Scenedesmus Sp.* yaitu salah satu spesies ganggang hijau uniseluler yang berkoloni dan dapat dimanfaatkan dalam pembuatan biodiesel. Sel-selnya mempunyai kloroplas yang berwarna hijau, mengandung klorofil-a dan klorofil-b, serta karotenoid. Pada kloroplas terdapat pirenoid, hasil asimilasi berupa tepung dan minyak. Organisme ini tumbuh subur di lingkungan perairan yang kaya akan nutrisi. Koloninya umumnya terdiri dari 2 atau 4 sel yang berbentuk silindris. Masing-masing selnya mempunyai panjang 5 mm sampai 30 mm. *Scenedesmus sp.* mengandung *fatty acid* sebesar 16-40%. Komponen lemak inilah yang dapat dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan biodiesel^[4]

Tabel 2. Hasil produksi minyak berbagai tanaman

Jenis Tanaman	Minyak dalam liter/hektar
Jarak	1413
Bunga matahari	952
Safflower (<i>chartamus tinctorius</i>)	779
Palem	5.950
Kedele	446
Kelapa	2.689
Alga	100.000

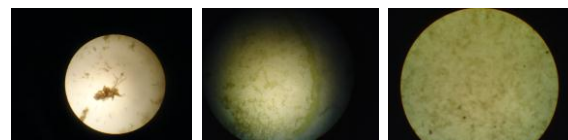
(sumber: Prof. I. Nyoman K. Kabinawa, 2008)

Pada tabel 1, terlihat bahwa produksi minyak dalam liter/hektar lahan ternyata yang tertinggi adalah alga mencapai 100.000 liter. Kemudian diikuti oleh minyak dari kelapa sawit selanjutnya adalah kelapa. Sedangkan sumber dari minyak

jarak hanya menghasilkan 1413 liter atau mencapai 71 kali lebih rendah dari alga. Sedangkan minyak yang dihasilkan terendah adalah dari kedele sebanyak 446 liter^[5]. Untuk itu melakukan eksplorasi alga sebagai penghasil energi terbarukan yang sangat potensial untuk dikembangkan.

3.2 Karakteristik Ekstraksi Gelombang Ultrasonik

Hasil yang didapatkan dari karakterisasi ekstraksi minyak nabati dari mikroalga dengan ultrasonik dilakukan dalam skala lab. Hasil eksperimentasi empiris karakteristik ekstraksi mikroalga dengan menggunakan gelombang ultrasonik dapat dibuktikan. Alat yang digunakan untuk proses ekstraksi menggunakan reaktor ultrasonik dengan frekuensi yang dipakai 28 kHz, dengan memvariasikan waktu ekstraksi yaitu 20, 40, dan 60 menit menggunakan sampel yang telah konsentratkan. Melalui hasil yang diperoleh dari penelitian ini diharapkan selanjutnya dapat ditingkatkan lebih efisien dan lebih efektif, sehingga dapat diterapkan di berbagai daerah yang potensial dalam pengembangan mikroalga dan menjadi solusi yang signifikan untuk menyelesaikan masalah krisis energi dunia di masa akan datang.



Gambar 2. Pengamatan dinding sel mikroalga setelah ekstraksi selama 20, 40, dan 60 menit dengan mikroskop

Pengamatan secara visual menggunakan mikroskop menunjukkan bahan baku mikroalga setelah proses ekstraksi telah rusak atau mati, hal ini telah membuktikan bahwa gelombang ultrasonik dapat dimanfaatkan untuk mengeliminasi atau mengekstraksi mikroalga. Pada gambar 2 terlihat bahwa dengan ekstraksi selama 60 menit hasil yang didapat dinding sel lebih hancur. Hasil ekstraksi dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Hasil ekstraksi dengan variasi waktu volume 1 dan 1.5 Liter

Pada Gambar 3, terlihat ada dua lapisan. Pada lapisan bagian atas yaitu minyak nabati dan ampas pada bagian bawah. Lapisan ini adalah minyak nabati yang dihasilkan setelah ekstraksi. Percobaan diatas dilakukan dengan daya 300 W selama 20, 40, dan 60 menit dengan volume 1 sampai 1.5 liter. Hasil ekstraksi minyak nabati sulit untuk memisahkan dengan mediumnya yaitu air karena hasil minyak nabati yang dihasilkan dari mikroalga tidak memisah maka itu diperlukan suatu cara untuk memisahkannya yaitu dengan perlakuan berikutnya menggunakan pelarut heksane.



Gambar 4. Hasil pencampuran ekstraksi mikroalga dengan heksane dikocok selama 1 jam

Pada gambar 4 terlihat bahwa pencampuran larutan hasil ekstraksi dengan pelarut heksane terjadi pengentalan seperti gel. Penyebab pertama adalah pelarut yang digunakan tidak cukup untuk mengekstrak sampel dan yang kedua adalah pelarut heksane yang digunakan tidak cocok dengan hasil ekstraksi ultrasonik karena pelarut heksane mengikat komposisi hasil ekstraksi mikroalga. Pada sampel hasil ekstraksi 40 menit yang dihasilkan lebih mengental dari pada waktu 20 dan 60 menit. Karena pada larutan 40 menit sampel hasil ekstraksi yang dipakai adalah 550 ml sedangkan pelarut heksane yang digunakan 250 ml sehingga yang dihasilkan lebih mengental dari pada sampel waktu 20 dan 60 menit yang masing-masing menggunakan 250 ml sampel hasil ekstraksi dan 250 ml pelarut heksane.

Menurut Chisti^[6] mikroalga memiliki potensi yang cukup besar sebagai pengganti petrofuel mengingat mikroalga memiliki waktu tumbuh yang relatif cepat, tumbuh menjadi dua kalinya dalam 3,5 jam dan mempunyai kandungan minyak tinggi. Kandungan dan komposisi minyak alga sangat bergantung jenis atau spesies mikroalga yang digunakan, sebagaimana yang ditunjukkan oleh literatur pada tabel 1^[7].

3.3. Pengujian dengan GCMS

Tabel 3. Hasil GCMS dengan waktu 20 menit

R Time	Persentase Area(%)
12,375	0,95
14,498	48,09
16,381	32,54
16,712	18,42
Total	100 %

Tabel 4. Hasil GCMS dengan waktu 40 menit

R Time	Persentase Area (%)
10,034	9,00
12,374	5,52
14,491	67,99
16,709	17,49
Total	100 %

Tabel 5. Hasil GCMS dengan waktu 60 menit

R Time	Persentase Area (%)
10,028	7,65
12,367	5,13
14,484	51,66
16,369	15,86
16,703	19,69
Total	100 %

Hasil analisis GCMS pada hasil ekstraksi pada sampel waktu 20 menit menunjukkan senyawa yang mempunyai luas area terbesar adalah 48,09% yang terjadi pada waktu 14,498. Pada sampel 40 menit luas area terbesar adalah 67,99% yang dihasilkan pada waktu 14,491 dan pada sampel 60 menit luas area terbesar adalah 51,66% pada waktu 14,484. Dari tabel terlihat bahwa hasil sampel 60 menit menghasilkan senyawa asam lemak lebih banyak yaitu lima senyawa dari pada sampel yang lain yang hanya menghasilkan empat senyawa.

4. Kesimpulan

Potensi mikroalga untuk menghasilkan biodiesel jauh lebih besar dibandingkan tumbuhan penghasil minyak lainnya. Berdasarkan tabel, mikroalga *Scenedesmus Sp.* mempunyai kandungan minyak nabati yang cukup banyak sekitar 40.8-52.9 mg/Liter/hari. Gelombang ultrasonik dapat dimanfaatkan untuk mengekstraksi mikroalga menghasilkan minyak nabati dengan menggunakan frekuensi 28 kilo Hertz yang sudah dapat mengeliminasi mikroalga. Gelombang ultrasonik dapat membuat gelembung kavitasi pada material larutan yaitu air. Minyak nabati dalam mikroalga *Scenedesmus Sp.* ini sangat potensial digunakan sebagai bahan baku produksi biodiesel. Proses ekstraksi menggunakan gelombang ultrasonik adalah suatu metode yang digunakan untuk mengekstrak minyak. Penyebab mengentalnya sampel adalah pelarut heksane yang digunakan tidak cocok dengan hasil ekstraksi ultrasonik karena larutan heksane mengikat komposisi-komposisi dari hasil ekstraksi mikroalga salah satunya mengikat lipid. Metode ekstraksi menggunakan gelombang ultrasonik merupakan

cara yang lebih efisien, ekonomis, dan lebih aman dalam mengekstraksi mikroalga menjadi minyak nabati dibandingkan metode ekstraksi yang lain. Perlu dilakukan proses lebih lanjut untuk proses biodiesel dari mikroalga.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada Drs. Satwiko Sidopekso, Phd selaku dosen pembimbing serta Bapak Ir. Noor Fachrizal, MT di Balai Besar Teknologi Energi (B2TE) di Serpong atas bantuannya menyediakan bahan baku *Scenedesmus Sp.* dan penyediaan alat penelitian serta telah mendampingi selama kegiatan di lapangan. Tak lupa pula kami ucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu.

Daftar Acuan

- [1]. Anonim, www.indobiofuel.com, (15 Mei 2012).
- [2]. F. Rahardi. 2006. Krisis BBM, Jarak, dan Alga. Strunk Jr W, White EB.
- [3]. Anonym, algae. <http://www.oilgae.com/algae/oil/extract.html>, (21 Mei 2012).
- [4]. Triantoro, Koko. 2008. Alga Mikro *Scenedesmus Sp.* Sebagai Salah Satu Alternatif Bahan Baku Biodiesel Di Indonesia. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Yogyakarta.
- [5]. <http://www.oilgae.com/algae/oil/extract.html>, (22 Mei 2012).
- [6]. Chisti, Yusuf, *Biodiesel from microalgae*, *Biotechnology Advances* 25, 294–306, 2007.
- [7]. Teresa M. Mata, Anto' nio A, Martins, and Nidia. S. Caetano. *Microalgae for biodiesel production and other application*, Volume 14, (2010), p. 217–232.