

PENELITIAN PENDAHULUAN PEMBUATAN BIODISEL DAN BIOETANOL DARI *Chlorella sp* SECARA SIMULTAN

Cenny Putnarubun¹, Wawang Suratno^{1,2}, Poniah Adyaningsih³ dan Hery Haerudin⁴

¹Jurusan Kimia Pascasarjana, FMIPA, Unpad, Jl. Dipati Ukur Bandung

²Jurusan Kimia, FMIPA, Unpad, Jl. Singaperbangsa 2, Bandung;

³Jurusan Biologi, FMIPA, Unpad, Jl. Sumedang Bandung

⁴Pusat Penelitian Pertamina Jakarta, Jl. Pemuda Pulo Gadung Jakarta

E-mail: cayputnarubun@yahoo.com

ABSTRAK

Biodiesel dari mikroalga merupakan salah satu bahan bakar biofuel terbarukan yang memiliki potensi untuk sepenuhnya menggantikan bahan bakar transportasi yang berasal dari petroleum tanpa mengganggu penyediaan pangan dan produk tanaman lainnya. Mikroalga jenis *Chlorella sp* memiliki kandungan minyak dan karbohidrat yang cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan biodiesel dan bioetanol. Powder *Chlorella sp* dimestirasi dengan n-heksan dipisahkan minyak alga dan ampas *chlorella sp*. Minyak alga dijadikan biodiesel dengan proses - oksidasi - esterifikasi - transesterifikasi-Biodiesel, sedangkan ampas *chlorella* dijadikan bioetanol dengan proses-hidrolisis-fermentasi. Penelitian bertujuan membuat biodiesel dan bioetanol dari mikroalga secara simultan. Berdasarkan analisis GC-MS minyak alga diperoleh komponen FAME dominan adalah asam palmitat (C16:0) sebanyak 73.34, asam stearate (C18:0) sekitar 1.51%, Asam linoleat (C18:2) sebanyak 4.31. Sedangkan untuk karakterisasi biodiesel diperoleh angka asam 4,488 mg/gr biodiesel dan angka penyabunan 196,35 mg/gr biodiesel. Ampas mikroalga dihidrolisis dengan variasi waktu selama 15 dan 30 menit dengan menggunakan *autoklaf* dan dihitung glukosa yang dihasilkan selama incubasi 0, 24, 48, 72, dan 96 jam selanjutnya difermentasikan dengan menggunakan *Saccharomyces cerevisiae strain fali yeast* selama 0, 6, 12, 20, dan 24 jam. Pada waktu hidrolisis 15 menit dengan waktu incubasi 72 jam menghasilkan glukosa yang baik 1,3 mg/ml dan waktu fermentasi yang baik 6 jam. Kadar etanol ditentukan dengan metode *alcohol dehydrogenase assay* sehingga dapat disimpulkan bahwa waktu optimum fermentasi mikroalga jenis *Chlorella sp* yaitu 6 jam.

Kata kunci: biodiesel, bioetanol, *chlorella sp*, *Saccharomyces cerevisiae strain fali*, hidrolisis

ABSTRACT

Biodiesel from microalgae is a renewable biofuel that has the potential to completely replace transportation fuels derived from petroleum without interfering with the provision of food and other plant products. Microalgae *Chlorella sp* types of oils and carbohydrates contain high enough so that it can be used as raw material for *biodiesel* and *bioethanol*. Powder *Chlorella sp* with n-hexane dimestirasi separated *chlorella sp algae oil* and residue. Algae oil biodiesel made with the process - oxidation - esterification - Biodiesel-transesterification, while the residue *chlorella*-made bioethanol by hydrolysis-fermentation process. The research aims to make biodiesel and bioethanol from microalgae simultaneously. Based on GC-MS analysis of algae oil is the dominant FAME components obtained *palmitic acid* (C16: 0) as much as 73.34, *stearate acid* (C18: 0) about 1.51%, *linoleic acid* (C18: 2) as much as 4:31. As for the characterization of biodiesel obtained by acid number 4.488 mg / g of biodiesel and saponification number 196.35 mg/g biodiesel. Microalgae dregs hydrolyzed with time variation for 15 and 30 minutes using an autoclave and the calculated glucose produced during incubasi 0, 24, 48, 72, and 96 hours subsequently fermented using yeast *Saccharomyces cerevisiae strain fali* for 0, 6, 12, 20, and 24 hours. Hydrolysis at 15 minutes with a time of 72 hours incubasi produce good glucose 1.3 mg/ml and a good fermentation time of 6 hours. Ethanol content is determined by the method of *alcohol dehydrogenase assay* so that it can be concluded that the optimum fermentation time microalgae *Chlorella sp* type that is 6 hours.

Keywords: Biodiesel, bioethanol, *chlorella sp*, *Saccharomyces cerevisiae strain fali*, Hydrolysis.

1. PENDAHULUAN

Energi merupakan kebutuhan yang sangat vital dalam kehidupan masyarakat modern, kebutuhan energi akan terus meningkat seiring dengan peningkatan jumlah penduduk dan kemajuan teknologi. Selama ini kebutuhan energi lebih banyak dipenuhi dari energi fosil seperti bahan bakar minyak, dimana bahan bakar tersebut tidak dapat diperbaharui (*unrenewable fuels*) dan ketersediaannya di alam sangatlah terbatas, karena keterbatasan, lambat laun minyak bumi akan habis dan menyebabkan terjadinya krisis energi.

Dengan kelangkaan bahan bakar minyak seperti sekarang, membuat masyarakat tidak hanya bergantung pada minyak dan gas yang bersumber dari fosil, oleh karena itu mulai digalakkan pemanfaatan dan pencarian sumber energi baru dan terbarukan.

Biofuel (Biodisel dan bioetanol) merupakan cara untuk dapat menjawab permasalahan yang ada terutama bersumber dari berbagai minyak tanaman yang memiliki potensi cukup besar untuk ditransformasi menjadi biodiesel¹⁾.

Di sisi lain reaksi esterifikasi dan transesterifikasi asam lemak bebas dan gliserida menjadi metil ester (biodisel) umumnya dilakukan secara "batch – reaction". Reaksi macam ini lambat, dapat mencapai 10-12 jam untuk proses sampai menjadi biodisel²⁾. Metoda baru telah dikembangkan untuk pembuatan biodisel yaitu dengan bantuan gelombang ultrasonik yang dapat mereduksi waktu proses menjadi hanya 30 menit. Penelitian Suratno di Osaka Jepang (Oktober-Nopember 2007) bekerjasama dengan Prof. Dr Hiroshi Bandow dari Osaka Prefecture University tentang pembuatan biodisel dari minyak jarak pagar dengan bantuan gelombang ultrasonik telah berhasil 96% asam lemak dan gliserida menjadi biodisel dalam waktu sekitar 30 - 60 menit.

Etanol dapat diproduksi dari bahan baku tumbuhan yang mengandung karbohidrat atau selulosa yang dapat diperbaharui, sehingga etanol berpeluang besar untuk dapat menggantikan minyak bumi. Etanol dapat digunakan sebagai bahan bakar baik dalam bentuk etanol murni maupun sebagai campuran bensin (gasohol). Keuntungan pemakaian etanol sebagai bahan bakar, ialah etanol memiliki nilai oktan yang lebih tinggi dari bensin³⁾.

Industri etanol di Indonesia mempunyai harapan yang cerah, karena pasar tersedia luas dan kebutuhan akan etanol terus meningkat. Mikroalga menjadi alternatif bahan baku biopremium setelah komoditas nira, singkong, atau sorgum yang lebih dahulu dikenal. Selain mikroalga, semua bahan baku bioetanol itu lazim dikembangkan di lahan yang luas dan subur. Jika dibandingkan sumber nabati lain, mikroalga paling ekonomis menghasilkan bioetanol karena memiliki kandungan karbohidrat, lemak, dan protein yang tinggi selain itu waktu panennya relatif cepat, perawatan lebih mudah, tidak memerlukan lahan yang terlalu luas, dan pertumbuhannya pun jauh lebih cepat 10-20 kali lipat. Selain sebagai biofuel *Chlorella sp* juga dapat dimanfaatkan untuk kebutuhan farmasi, kosmetik, dan makanan ternak.

Berdasarkan data yang diperoleh oleh peneliti lain⁴⁾, menyatakan bahwa *Chlorella sp* dan *Nannocloropsis sp* memiliki keuntungan lain yaitu mampu menyerap karbondioksida dan mengkonversikannya menjadi oksigen. Sebanyak 90% dari bobot kering alga mikro menyerap karbondioksida sehingga mampu mengurangi gas itu sampai 1.000 ton/ha/tahun.

Tujuan dari penelitian ini adalah membuat biodiesel dan bioetanol dari mikroalga *Chlorella sp* secara simultan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Bahan

Bahan kimia utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah mikroalga *chlorella*, *Saccharomyces cerevisiae strain fali* yeast, potassium ferricyanide, sodium carbonate, buffer citrate (pH4,8), asam sulfat, asam clorida, kalium hidroksida.

2.2. Prosedur Penelitian

Tahap-tahap yang dilakukan dalam penelitian ini meliputi:

1. Mistrasi mikrolaga dengan n-heksan
2. Pemisahan minyak alga dan ampasnya
3. Ampas mikroalga hasil ekstraksi dibiarkan sampai kering
4. Eksperimen dilaboratorium meliputi :

- a. Penyiapan dan pembuatan reagen kimia
- b. Identifikasi minyak alga dengan GC-MS
- c. Sintesis biodiesel melalui reaksi esterifikasi dan transesterifikasi,
- d. Penentuan biodiesel meliputi angka penyabunan dan angka asam
- e. Pratinjauan ampas mikroalga treatment dengan asam sulfat 3% selanjutnya variasi waktu selama 15 dan 30 menit dengan menggunakan *autoklaf* pada suhu 50°C dan tekanan 121 Psi, agar dapat menguraikan biomassa kompleks dan membunuh bakteri yang ada pada biomassa.
- f. Hidrolisis karbohidrat dengan menggunakan *enzyme trichoderma longibrachiatum cellulose* untuk memecahkan molekul karnohidrat menjadi glukosa dengan variasi waktu hidrolisis 0, 24, 48, 72, dan 96 dan ukur kadar glukosa dengan *spectrophotometer* pada panjang gelombang 420 nm.
- g. Buat standar glukosa dan hitung kadar gulanya dengan metode glucose assay
- h. Fermentasi dengan *Saccharomyces cereviseae strain fali yeast* selama 0, 6, 12, 20, dan 24 jam selanjutnya hitung kadar alcohol dengan metode *alcohol dehydrogenase*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Karakterisasi Minyak Alga

Minyak alga setelah evaporasi dianalisis kromatografi gas-spektroskopi massa (GC-MS) dilakukan untuk mengetahui komponen-komponen yang terkandung dalam minyak alga.

Berdasarkan hasil analisis dengan kromatografi gas-spektroskopi massa diketahui bahwa kandungan komponen minyak alga yang mengandung asam-asam lemak: Asam lemak dominan yang ada adalah, *asam palmitat* (C16:0) sebanyak 0,2%, *asam stearate* (C18:0) sekitar 0,01%, dan *Asam linoleat* (C18:2) sebanyak 0,04%. Kromatogram dan perkiraan kandungan komponennya dapat dilihat pada Gambar 1 dan Tabel 1 Sampel *Chlorella sp*



Gambar 1. Kromatogram minyak alga menggunakan GC-MS

Tabel 1. Kandungan minyak alga berdasarkan hasil GCMS

Peak No	Peak name	Ret. Time.	Raw Area	Raw Area %	Relative percentage composition (FAME peaks only)
1	Hexane	2.133	58231795	95.93	-
2	Unknown	2.317	597429	0.98	-
3	C16:1	5.478	124243	0.20	20.84
4	C16:0	5.572	437159	0.72	73.34
5	C18:2	6.940	25665	0.04	4.31
6	C18:0	7.132	9007	0.01	1.51

Hasil yang diperoleh ini dapat dibandingkan dengan kromatogram standar GC-MS, yang dapat dilihat pada Gambar 2 dan Tabel 2 di bawah ini.



Gambar 2. Kromatogram standard asam lemak GC-MS

Tabel 2. Kandungan asam lemak standard GCMS

Peak No	Peak name	Ret. Time.	Raw Area	Raw Area %	Relative percentage composition (FAME peaks only)
1	Hexane	2.183	41110598	45.70	-
2	Unknown	2.364	1361059	1.51	-
3	C8:0	2.628	1642102	1.82	3.50
4	C10:0	3.059	2305318	2.56	4.92
5	C12:0	3.683	3024648	3.36	6.45
6	C14:0	4.502	3589296	3.99	7.66
7	C16:1	5.494	2032883	2.26	4.34
8	C16:0	5.596	6475703	7.20	13.81
9	C18:2	6.971	4708516	5.23	10.04
10	C18:3	7.022	2043263	2.27	4.36
11	C18:0	7.165	4278873	4.76	9.13
12	C20:0	9.543	4217932	4.69	9.00
13	C18:1	12.648	2006843	2.23	4.28
14	C22:0	13.142	4397950	4.89	9.38
15	C24:00	15.689	6152092	6.84	13.12

3.2. Karakterisasi Biodiesel

Salah satu karakterisasi biodiesel meliputi angka asam dan bilangan penyabunan, hasil angka asam dan bilangan penyabunan minyak alga yang telah mengalami proses degumming-esterifikasi-trasesterifikasi menjadi biodiesel dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Bilangan Asam dan penyabunan.

Parameter	Satuan	Hasil
Bilangan Asam	mg KOH/g	4,488
Bilangan Penyabunan	mg KOH/g	196,35

Bilangan asam minyak alga (4,488 mg KOH/g minyak), hal ini menunjukkan di dalam minyak mengandung asam lemak bebas kecil. Minyak dengan kandungan asam lemak bebas tinggi tidak dapat dipakai langsung sebagai bahan bakar karena asam lemak bebas bersifat korosif, sehingga mesin cepat rusak, dengan demikian maka minyak alga yang memiliki bilangan asam kecil dapat digunakan langsung kemesindisel.

Bilangan penyabunan menunjukkan kemampuan bahan yang mengandung asam lemak bebas dan asam lemak yang terikat dalam gliserida bereaksi dengan KOH menjadi sabun. Dari data diatas menunjukkan bahwa minyak alga mengandung gliserida dan asam lemak bebas kecil, karena bilangan penyabunannya kecil.

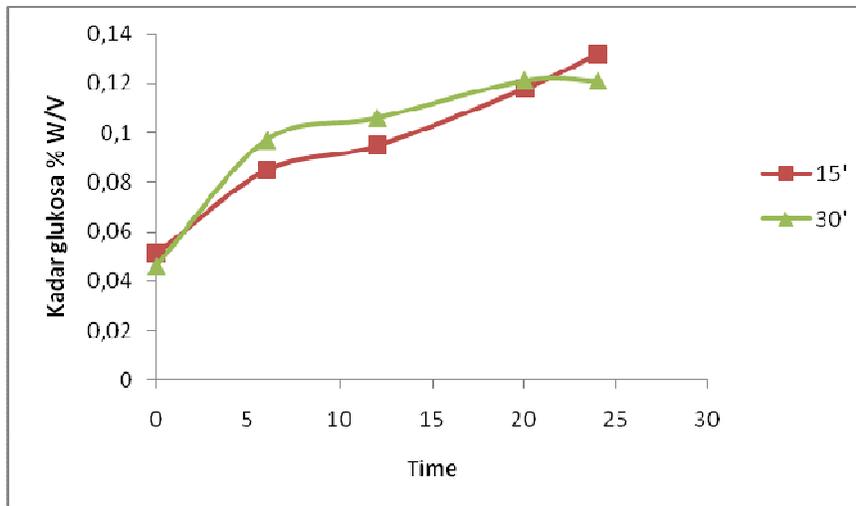
3.3. Produksi Gula

Untuk dapat mengetahui kadar gula yang terdapat pada mikroalga dilakukan pengujian dengan kalsium ferrisianida yakni berapa kadar glukosa yang terdapat dalam ampas alga tersebut, selanjutnya kandungan glukosa yang tertinggi difermentasi untuk menghasilkan alcohol. Fermentasi dapat dilakukan jika terdapat kadar glukosa untuk fermentasi. Pada proses produksi gula ini dilakukan variasi waktu autoklaf selama 15 dan 30 menit pada proses pratretment dan diukur kadar gulanya, selanjutnya dilakukan fermentasi.

Fermentasi merupakan metode pembuatan alcohol yang dibantu oleh mikroorganisme yang mengubah glukosa menjadi alcohol. Mikroalga sebelum difermentasi dihidrolisis terlebih dahulu dengan asam sulfat 3% dan diautoklaf selama 15 dan 30 menit, tambahkan enzim kedalam substrat. Media fermentasi harus diatur pada pH 4,8 dengan menambahkan asam sulfat

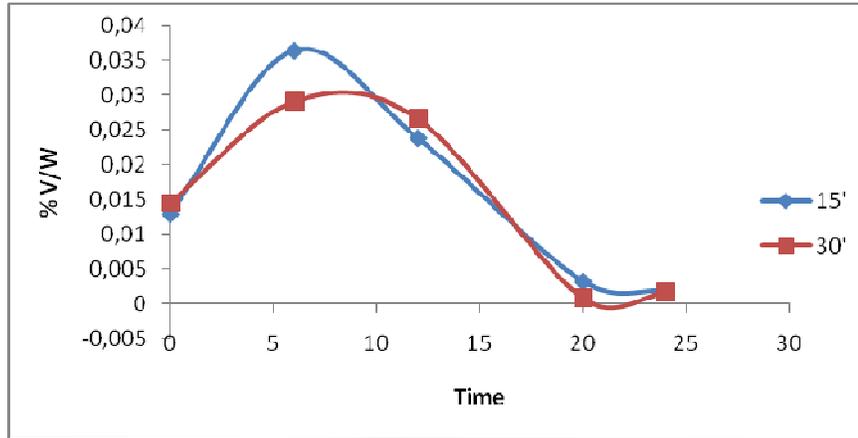
pH berpengaruh pada fermentasi, mengacu pada kepentingannya mengontrol kontaminasi bakterial yang berpengaruh pada pertumbuhan ragi, laju fermentasi, dan pembentukan produk. pH optimum yang pada fermentasi alcohol adalah 4,0-5,0³⁾.

Proses fermentasi dilakukan dengan variasi waktu fermentasi yaitu 0, 6, 12, 20, dan 24 jam dan ragi yang digunakan untuk fermentasi adalah *Saccharomyces cereviseae strain fali* yeast. Hal itu dilakukan untuk mengetahui waktu optimum proses fermentasi yang menghasilkan konsentrasi etanol tertinggi (Gambar 4).



Gambar 4. Kadar glukosa hasil fermentasi

Setelah diperoleh waktu fermentasi terbaik pada jam ke 24 maka diuji kandungan alcoholnya dengan metode *alcohol dehydrogenase assay* pada jam ke 0, 6, 12, 20 dan 24 dan didapatkan hasil etanol hasil fermentasi pada jam ke 6 optimal dapat dilihat pada Gambar 5. Diperoleh hasil ethanol 0,035% v/w pada variasi waktu autoklaf 15 menit.



Gambar 5. Alkohol hasil fermentasi

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut: 1) Biodisel dan bioetanol dapat dihasilkan secara simultan; 2) Mikroalga *Chlorella* sp memiliki biodiesel lebih tinggi dibandingkan bioetanol; 3) Waktu autoklaf yang terbaik 15 menit dan lama incubasi 72 jam akan menghasilkan kandungan gula yang tinggi; dan 4) Fermentasi untuk mendapatkan kadar alcohol yang baik pada jam ke 6.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini saya mengucapkan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, yang telah memberikan beasiswa Sandwich-like program kepada saya di University of Southren Queensland Australia dan dapat melakukan penelitian pendahuluan untuk disertasi guna membantu penyelesaian studi pascasarjana.

DAFTAR PUSTAKA

1. Hamid, T. dan Yusuf, R. 2002. Preparasi Karakterisasi Biodisel dari Minyak Kelapa Sawait. *Jurnal Makara Seri Teknologi*, **6** (2): 60-65.
2. Berchmans et al., (2007). Biodisel production from crude *Jatropha Curcas* L seed oil with a high content of free fatty acids. *Bioresour. Technol.*, **99**: 1716–1721.
3. Sutanto dkk.,1993. Minyak Goreng Bekas sebagai Bahan Bakar Setara Solar, *Jurnal Teknologi Bandung*.
4. Laves, P. and Sorgeloos, P. 1996. *Manual on the production and use of live food for aquaculture*. FAO, Rome. 361 pp.