



USULAN PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

**PENGEMBANGAN GEL BIOETANOL BERBAHAN BAKU LIMBAH AGAR
DENGAN PENGENTAL KARAGENAN SEBAGAI ALTERNATIF
BAHAN BAKAR RUMAH TANGGA**

**BIDANG KEGIATAN:
PKM – GAGASAN TERTULIS**

Diusulkan oleh:

Dyah Raysa Laksitoresmi	C34070055	2007
Murdiati	F24070002	2007
Berlian Purnama Sari	F24090118	2009

INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2011

LEMBAR PENGESAHAN

1. Judul : Pengembangan Gel Bioetanol Berbahan Baku Limbah Agar Dengan Pengental Karagenan Sebagai Alternatif Bahan Bakar Rumah Tangga
2. Bidang Kegiatan : () PKM AI (√) PKM GT
3. Ketua
 - a. Nama Lengkap : Dyah Raysa Laksitoesmi
 - b. NIM : C34070055

Bogor, 7 Maret 2011

Menyetujui,
Ketua Departemen Teknologi Hasil Perairan

Ketua Pelaksana Kegiatan

Dr. Ir. Ruddy Suwandi, MS, MPhil
NIP. 19580511 198503 1 002

Dyah Raysa Laksitoesmi
NIM. C34070055

Wakil Rektor Bidang Akademik dan
Kemahasiswaan IPB

Dosen Pembimbing

Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, MS
NIP. 19581228 198503 1 003

Dr. Ir. Joko Santoso, MSi
NIP. 19670922 199203 1 003

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah ke hadirat Allah SWT atas segala limpahan kekuatan dan hidayah-Nya sehingga kami dapat menyelesaikan karya inovasi teknologi lingkungan, yaitu sumber energi alternatif pada khususnya, dalam bentuk karya tulis yang berjudul “Pengembangan Gel Bioetanol Berbahan Baku Limbah Agar dengan Pengental Karagenan Sebagai Alternatif Bahan Bakar Rumah Tangga”. Karya tulis ini diajukan sebagai bentuk kepedulian terhadap krisis energi dan isu lingkungan lainnya, yang dituangkan dalam bentuk karya tulis. Shalawat dan salam semoga tercurah pula kepada Rasulullah Muhammad SAW, dan para sahabat. Teriring doa dan harap semoga Allah meridhoi upaya yang kami lakukan.

Pembuatan karya ini bertujuan menggali potensi karagenan sebagai bahan pembentuk jeli untuk menjelikan bioetanol sebagai inovasi barunya. Selain itu, dalam pembuatan karya ini juga dilakukan analisis prospek pengembangan bahan bakar nabati di Indonesia, pada khususnya gel bioetanol. Dengan penelitian ini diharapkan masyarakat dapat mengetahui bahwa limbah yang sampai saat ini mereka anggap tidak bermanfaat, ternyata mempunyai nilai guna lain, sebagai sumber energi alternatif, yang diharapkan dapat bermanfaat bagi bangsa Indonesia. Selain itu gel bioetanol yang masih jarang terdengar di kalangan masyarakat Indonesia dapat dijadikan inovasi baru pemanfaatan bioetanol sebagai bahan bakar yang aman.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Joko Santoso sebagai dosen pembimbing, yang banyak memberi bimbingan dan arahan kepada penulis dalam melakukan penulisan dan penelitian.

Penulis berharap karya ini dapat bermanfaat untuk semua, baik bagi penulis maupun bagi pembaca pada umumnya yang salah satu di antaranya adalah masyarakat di kawasan industri bioenergi.

Bogor, 7 Maret 2011

Tim Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
DAFTAR GAMBAR	vi
ABSTRAK.....	1
PENDAHULUAN	3
Latar Belakang	3
Tujuan	3
Manfaat	4
GAGASAN.....	4
Potensi Sumber Daya Limbah Rumput Laut Indonesia.....	4
Analisis Selulosa dalam Limbah Agar.....	5
Produksi Gel Bioetanol	7
Potensi Pengembangan Gel Bioetanol dari Limbah Agar	8
KESIMPULAN DAN REKOMENDASI	12
Kesimpulan	12
Saran	12
DAFTAR PUSTAKA	13
LAMPIRAN.....	15
CV Penulis	15

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Produksi rumput laut dari tahun 2005-2009	4
Gambar 2. Diagram alir pembuatan gel bioetanol	7
Gambar 3. Gambaran penggunaan sistematis <i>SuperBlu Stove</i>	9
Gambar 4. Model <i>SuperBlu Stove</i>	10
Gambar 5. Model kompor gel sederhana	10

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Perusahaan Produsen Agar di Indonesia	5
Tabel 2. Komponen serat rumput laut	6
Tabel 3. Sifat fisik bioetanol	8
Tabel 4. Perhitungan kasar perkiraan jumlah produksi bioetanol dari limbah rumput laut.....	10

ABSTRAK

Pengembangan Gel Bioetanol Berbahan Baku Limbah Agar Dengan Pengental Karagenan Sebagai Alternatif Bahan Bakar Rumah Tangga

Dyah Raysa Laksitoresmi¹, Murdiati², Berlian Purnama Sari²

*¹Departemen Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan,
Institut Pertanian Bogor*

*²Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian,
Institut Pertanian Bogor*

Agar merupakan polisakarida yang telah digunakan secara luas di masyarakat karena kemampuannya dalam membentuk gel dengan konsentrasi yang rendah. Agar adalah polisakarida yang terakumulasi pada dinding sel alga agarofit. Agar terbentuk dari campuran dua polisakarida agarosa dan agaropektin (Phillips dan William 2000). Pengolahan agar-agar menghasilkan residu sebanyak 65-70% dari keseluruhan bahan baku yang digunakan. Limbah yang dihasilkan ini memiliki kandungan selulosa yang tinggi berkisar antara 27,38-39,45% (Fithriani et al. 2007). Oleh karena itu, limbah tersebut berpotensi sebagai bahan baku dalam pembuatan gel bioetanol yang dapat menjadi salah satu solusi alternatif energi terbarukan di Indonesia. Tujuan penulisan karya ilmiah ini adalah memaparkan prospek pengembangan limbah agar sebagai bahan baku pembuatan gel bioetanol dalam menghadapi permasalahan krisis energi dan pemanasan global. Teknologi proses produksi etanol dalam proses hidrolisis dilakukan dengan metode konvensional yaitu dengan menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) atau asam klorida (HCl).

Potensi limbah agar berkorelasi dengan kelimpahan limbah produksi rumput laut. Mengacu pada Harvey (2008), pada tahun 2008 sekitar 1.682.542 ton limbah yang dihasilkan dari pengolahan rumput laut. Selain itu industri penghasil agar-agar diperkirakan mampu menghasilkan kurang lebih 30 ton limbah agar-agar dalam sehari (Saputra 2008). Kandungan selulosa yang diperoleh dari limbah agar adalah sebesar 59,69% (Triwisari 2010). Berdasarkan data tersebut dapat dihitung bahwa dari 1.682.542 ton limbah agar dapat menghasilkan 1.004.309,32 ton selulosa. Mengacu pada Harvey (2008), glukosa yang terkandung dalam selulosa adalah sebesar 16%. Oleh karena itu, dari proses hidrolisis selulosa yang dilakukan dari 1.004.309,32 ton dihasilkan 160.689,49 ton glukosa pertahun. Dari proses fermentasi glukosa tersebut dihasilkan 10,38% etanol, yang diperkirakan menghasilkan 16.679,57 ton, atau setara dengan 16.679.570 liter etanol per tahun.

Mengacu pada Kiswanti (2009), konsentrasi karagenan yang optimal digunakan sebagai bahan pengental adalah sebesar 5%, dengan hasil produk gel yang memiliki kepadatan tinggi, memiliki sifat keras-kenyal, berwarna bening, tidak mudah patah dan tidak mengalami sineresis.

Kata kunci: bahan bakar alternatif, gel bioetanol, karagenan, limbah agar.

ABSTRACT

Development of Gel Bioethanol Based On Jelly Industrial Waste Used Carrageenan As Thickening Agent As Alternative Household Cooking Fuel.

Dyah Raysa Laksitoresmi¹, Murdiati², Berlian Purnama Sari²

¹*Department of Aquatic Product Technology, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Bogor Agricultural University*

²*Department of Food Science and Technology, Faculty of Agricultural Engineering and Technology, Bogor Agricultural University*

Jelli is a polysaccharide which has been used widely in the society because of its ability to form a gel with low concentrations. Jelli is a polysaccharide that accumulates on the cell walls of algae agarofit. Jelli is formed from a mixture of two polysaccharides agarose and agaropektin (Phillips and Williams 2000). Processing of jelli can produce residue as much as 65-70% of the total materials that used. Waste which has been produced has a high cellulose content range from 27.38 to 39.45% (Fithriani et al. 2007). Therefore, that waste has a potential as raw material in the production of bioethanol gel that could be one alternative solution to renewable energy in Indonesia. The purpose of this scientific paper is to describe the prospect of jelli industrial waste as a raw material for bioethanol production to facing energy crisis and global warming. Technology to production the ethanol is hydrolysis process that carried out by the conventional method using sulfuric acid (H₂SO₄) or hydrochloric acid (HCl).

The potential of jelli industrial waste correlated with abundance of seaweed industrial waste. Referring to Harvey (2008), in 2008 approximately 1,682,542 tons of waste produced from seaweed processing. Furthermore, jelli producing industries is estimated to produce approximately 30 tons of jelli industrial waste in a day (Saputra 2008). The content of cellulose obtained from jelli industrial waste amounted to 59.69% (Triwisari 2010). Based on these data can be calculated that 1,682,542 tons of jelli industrial waste can produce 1,004,309.32 tons of cellulose. Referring to Harvey (2008), the content of glucose in cellulose is 16%. Therefore, the process of hydrolysis cellulose carried out of 1,004,309.32 tons can produced 160,689.49 tons of glucose per year. From the fermentation process of glucose will produce 10.38% ethanol, which is estimated to generate 16679.57 tons, equivalent to 16,679,570 liters of ethanol per year.

Referring to Kiswanti (2009), the optimum concentration of carrageenan which has been used as thickening agent is 5%, with the results of gel product that has a high density, hard-elastic properties, colored clear, not easily broken and have not come through syneresis.

Key words: alternative cooking fuel, gel bioethanol, caragenan, jelly waste.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Indonesia memiliki sumberdaya alam perairan yang besar, salah satunya adalah rumput laut. Rumput laut sebagai salah satu sumber hayati perairan telah dimanfaatkan sejak lama oleh masyarakat sebagai bahan pangan, pakan ataupun obat-obatan. Produksi rumput laut secara nasional pada tahun 2005 mencapai 910.636 ton, pada tahun 2006 mencapai 1.079.850, pada tahun 2007 mencapai 1.620.000 ton (Kementerian Kelautan dan Perikanan 2008). Tahun 2009 produksi nasional rumput laut mencapai 2.574.000 ton (Kementerian Kelautan dan Perikanan 2010). Tahun 2010 produksi nasional rumput laut terus meningkat hingga mencapai 3.082.000 ton dan Kementerian Kelautan dan Perikanan Indonesia menargetkan produksi rumput laut pada tahun 2011 meningkat 57,89% hingga mencapai 3.504.000 ton (Anonim 2011). Seiring dengan terus meningkatnya produksi rumput laut Indonesia, Kementerian Kelautan dan Perikanan Indonesia memperkirakan Indonesia akan menguasai 15% pasar rumput laut dunia. Namun demikian, pengelolaan limbah produksi pengolahan rumput laut sendiri belum menjadi pusat perhatian. Sebagian limbah hasil produksi pengolahan rumput laut hanya berakhir menjadi sampah organik yang belum dimanfaatkan secara optimal. Salah satu limbah yang dihasilkan dari pengolahan rumput laut adalah limbah agar.

Potensi limbah hasil ekstraksi rumput laut diperkirakan berkisar antara 65-75% (Kim *et.al* 2007). Limbah yang dihasilkan ini memiliki kandungan selulosa yang tinggi berkisar antara 27,38-39,45% (Fithriani *et.al* 2007). Selulosa merupakan bahan alam yang dapat diperbaharui dan dapat digunakan secara luas dalam berbagai aplikasi. Melihat potensi kandungan selulosa yang tinggi ini pemanfaatan selulosa sangat diharapkan dapat dikembangkan. Produk yang dipilih dalam proses pengembangan ini adalah bioetanol. Etanol merupakan produk fermentasi yang dapat dibuat dari substrat yang mengandung karbohidrat (gula, pati, atau selulosa). Etanol memiliki sifat fisik yang tak berwarna, mudah menguap, cepat terbakar dan memiliki bau yang spesifik. Sifat fisika dari etanol adalah bersifat polar disebabkan karena gugus hidroksilnya (R-OH). Karena sifat fisiknya tersebut, maka etanol dalam bentuk cair kurang aman apabila diterapkan sebagai bahan bakar rumah tangga. Oleh karena itu, modifikasi bentuk etanol cair menjadi jeli diperkirakan dapat meningkatkan keamanan dalam penggunaan bagi masyarakat.

Bahan pengental yang digunakan dalam pembuatan bioetanol jeli adalah karagenan. Karagenan merupakan campuran polisakarida yang mengandung sulfat yang diekstrak dari alga merah atau *Rhodopyceae* (Aidsinfo 2003). Fungsi utama karagenan adalah sebagai pembentuk gel dan penstabil emulsi (Suptijah 2002). Selain merupakan salah satu usaha optimalisasi produk hasil perairan, penggunaan karagenan sebagai bahan pengental dikarenakan karagenan memiliki kelimpahan yang tinggi, aman dan *biodegradable*. Teknologi proses produksi etanol dalam proses hidrolisis dilakukan dengan metode konvensional yaitu dengan menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) atau asam klorida (HCl).

Tujuan

Penulisan karya tulis ilmiah ini bertujuan untuk memberikan pandangan tentang prospek optimalisasi limbah agar sebagai salah satu sumber daya perairan yang potensial di Indonesia sebagai bahan bakar alternatif terbarukan yang dapat digunakan dalam skala rumah tangga.

Manfaat

Pembuatan karya tulis ilmiah ini memiliki manfaat sebagai berikut:

1. Memberikan informasi bagi masyarakat atas potensi limbah agar sebagai salah satu bahan baku penghasil bioetanol yang potensial.
2. Memberikan informasi kepada perusahaan untuk melakukan optimalisasi pemanfaatan limbah agar, yang dapat memicu terbukanya lapangan kerja baru.
3. Memberikan sumbangsih berupa pemikiran sebagai salah satu bentuk solusi yang bisa diterapkan pemerintah untuk menggalakkan optimalisasi pemanfaatan potensi lokal dalam menghadapi permasalahan energi di Indonesia.
4. Memperoleh pengembangan ide agribisnis non pangan yang dapat diterapkan di Indonesia.

GAGASAN

Potensi Sumber Daya Limbah Rumput Laut Indonesia

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki kelimpahan sumberdaya perairan yang tinggi, salah satunya adalah rumput laut. Rumput laut sebagai salah satu sumber hayati perairan telah dimanfaatkan sejak lama oleh masyarakat sebagai bahan pangan, pakan ataupun obat-obatan. Produksi rumput laut secara nasional pada tahun 2005 mencapai 910.636 ton, pada tahun 2006 mencapai 1.079.850, pada tahun 2007 mencapai 1.620.000 ton (Departemen Kelautan dan Perikanan 2008). Tahun 2009 produksi nasional rumput laut mencapai 2.574.000 ton (Kementerian Kelautan dan Perikanan 2010). Tahun 2010 produksi nasional rumput laut terus meningkat hingga mencapai 3.082.000 ton, Kementerian Kelautan dan Perikanan Indonesia menargetkan produksi rumput laut pada tahun 2011 meningkat 57,89% hingga mencapai 3.504.000 ton (Anonim 2011). Data produksi rumput laut Indonesia dalam grafik disajikan pada Gambar 3.



Gambar 1. Produksi rumput laut dari tahun 2005-2009 (KKP 2010).

Peningkatan ini didukung oleh kegiatan intensif budi daya rumput laut yang dilakukan oleh pemerintah dan masyarakat. Sampai saat ini, jenis rumput laut yang banyak dibudidayakan hanya berkisar kurang dari 10 jenis, selebihnya Indonesia memiliki potensi sebanyak 540 jenis rumput laut yang belum banyak dikembangkan. Rumput laut di Indonesia merupakan sumber bahan baku penghasil agar dan karagenan. Permintaan terhadap agar dan karagenan cukup tinggi di Indonesia. Selain itu, produk olahan rumput laut tersebut juga merupakan produk ekspor yang potensial sebagai sumber devisa negara. Di Indonesia terdapat

kurang lebih 14 perusahaan besar yang bergerak sebagai produsen olahan rumput laut, yakni agar (Depperin 2009). Data perusahaan produsen agar di Indonesia disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Perusahaan Produsen Agar di Indonesia

No	Nama Perusahaan	Lokasi
1.	AGER BOGATAMA, PT	BANTEN
2.	ALLOY JELLY/ALLOY MANDIRI FOOD PT	BANTEN
3.	CARAGENAN INDONESIA	JAWA TIMUR
4.	INDOFREEZE INDUSTRIAL LTD, PT	JAWA BARAT
5.	INDOKING ANEKA AGAR-AGAR INDUSTRI, PT	SUMATERA UTARA
6.	JELY AGAR-AGAR	BANTEN
7.	MERLINDO REKAMATRA,PT	JAWA BARAT
8.	MULTI KARYA FLORA, PT	JAWA TIMUR
9.	PRATAMA AGUNG	DKI JAKARTA
10.	RIYANA CIPTA PANGAN, CV	JAWA BARAT
11.	SATELIT SRITI, PT	JAWA TIMUR
12.	SINAR KENCANA SURABAYA, PT	JAWA TIMUR
13.	SINDURA AGUNG	JAKARTA BARAT
14.	TOP FOOD INDUSTRY, CV	JAKARTA TIMUR

Sumber : Depperin (2009)

Mengacu pada Kim *et al.* (2007) dari 100% bahan rumput laut segar yang akan diolah menjadi agar dapat menghasilkan limbah olahan sekitar 65-75%. Pada tahun 2008 tercatat, limbah dari industri pengolahan rumput laut Indonesia mencapai sekitar 1.682.542 ton (Harvey 2008). Melimpahnya limbah industri pengolahan rumput laut ini masih belum dikelola dengan baik. Sehingga sejumlah limbah hasil produksi hanya menjadi timbunan sampah organik yang tidak termanfaatkan. Melihat lebih dalam pada kondisi limbah industri pengolahan rumput laut yang memiliki kelimpahan yang tinggi, maka diperlukan usaha optimalisasi agar limbah tersebut dapat diubah menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat, salah satunya adalah bioetanol. Upaya optimalisasi ini tentunya harus didukung dengan pengelolaan sistem *zero waste* yang baik.

Analisis Selulosa dalam Limbah Agar

Limbah agar merupakan hasil samping dari proses pengolahan agar-agar dari rumput laut kelas *Rhodophyceae* (alga merah). Limbah agar mengandung selulosa yang ditemukan bersama-sama dengan bahan lain seperti lignin, hemiselulosa, dan pektin serta bahan-bahan anorganik lainnya. Kandungan selulosa limbah agar ini berkisar antara 27,38-39,45% (Fithriani *et al.* 2007). Kadar selulosa bahan sangat bervariasi, mengacu pada Triwisari (2010), kandungan selulosa dalam limbah agar dapat mencapai 59,69%, dengan kandungan hemiselulosa, lignin dan bahan esktraktif lainnya berturut-turut sebesar 13,89%, 2,37% dan 24,05%. Limbah agar memiliki kandungan selulosa yang lebih tinggi dibandingkan kadar limbah karagenan. Komponen serat rumput laut dari beberapa bahan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Komponen serat rumput laut

Bahan	Hemiselulosa (%)	Selulosa (%)	Lignin (%)	Bahan ekstraktif lainnya (%)
Limbah agar	13,89	59,69	2,37	24,05
Limbah karaginan	6,03	26,72	6,63	60,62
<i>E.spinosum</i>	45,27	4,08	10	40,65
<i>G.salicornia</i>	36,02	4,11	5	54,87
<i>Ulva lactuca</i>	16,42	19,58	2,9	61,1
<i>C.crassa</i>	43,73	25,5	4	26,77
<i>S. polycystum</i>	10,11	24,07	9,27	56,55

Sumber: Triwisari (2010)

Selulosa merupakan bahan alam yang paling banyak dimanfaatkan daripada hemiselulosa dan lignin. Berdasarkan hasil yang didapatkan beberapa bahan yang potensial menjadi sumber selulosa yaitu limbah agar dan karaginan, *C. crassa*, *S. polycystum*, dan *U.lactuca*. Produk dengan bahan dasar selulosa rumput laut saat ini mulai banyak dikembangkan, diantaranya sebagai bahan tambahan pangan, pembuat kertas dan bioetanol (Triwisari 2010). Mengacu pada Triwisari (2010), limbah agar memiliki kandungan selulosa sebesar 59,69%. Berdasarkan data tersebut dari 1.682.542 ton limbah agar yang dihasilkan dari industri rumput laut Indonesia per tahun dapat menghasilkan 1.004.309,32 ton selulosa. Mengacu pada Harvey (2008), glukosa yang terkandung dalam selulosa adalah sebesar 16%. Oleh karena itu, dari proses hidrolisis selulosa yang dilakukan dari 1.004.309,32 ton dihasilkan 160.689,49 ton glukosa pertahun. Dari proses fermentasi glukosa tersebut dihasilkan 10,38% etanol, yang diperkirakan menghasilkan 16.679,57 ton, atau setara dengan 16.679.570 liter etanol per tahun.

Produksi Gel Bioetanol

Salah satu kandungan karbohidrat yang terdapat pada limbah rumput laut sebagai limbah dari produksi karaginan adalah selulosa. Selulosa merupakan kerangka struktural semua tumbuh-tumbuhan. Selulosa merupakan bagian utama dinding sel tumbuh-tumbuhan yang terdiri hingga 10.000 unit glukosa dalam bentuk unit-unit anhidroglukopiranosida dengan rumus $C_6H_{10}O_5$ (Almatsier 2003). Selain selulosa, komponen yang masih terdapat dalam limbah agar adalah karagenan yang tidak terekstrak. Karagenan merupakan salah satu hidrokoloid yang berasal dari rumput laut merah (*Rhodophyceae*) (Angka dan Suhartono 2000). Limbah berupa selulosa dan karagenan tersebut merupakan bahan baku dalam pembuatan bioetanol melalui proses fermentasi dengan bantuan *Saccharomyces cerevisiae*. Pembuatan bioetanol dengan menggunakan limbah agar terdiri dari beberapa tahap yaitu, preparasi rumput laut, uji proksimat ampas rumput laut, pembuatan starter (regenerasi kultur dan starter pada media cair), pembuatan media fermentasi (hidrolisis larutan suspensi, uji gula pereduksi, penambahan nutrisi, pengaturan pH dan pasteurisasi, fermentasi, perlakuan inkubasi, pengujian (uji pH akhir, uji kadar etanol, dan uji rendemen etanol), penambahan NaOH dan penambahan karagenan sebagai *thickening agent*.

Preparasi rumput laut meliputi pengeringan di bawah sinar matahari $\pm 2-3$ hari dan penggilingan dengan menggunakan blender, kemudian disaring dengan saringan ± 30 mesh. Selanjutnya dilakukan uji proksimat untuk mengetahui komposisi kimia ampas rumput laut. Uji proksimat yang dilakukan meliputi uji kadar air, kadar abu, kadar protein, dan kadar lemak (AOAC 1995). Kemudian pembuatan starter dilakukan melalui proses regenerasi kultur dan starter pada media cair. Regenerasi kultur dilakukan dengan mengaktifkan

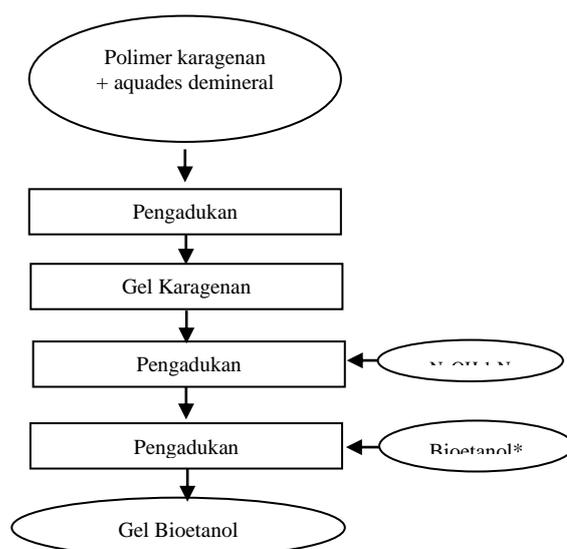
Saccharomyces cereviceae dengan menggunakan metode PDA (*Potato Dextrose Agar*). Pembuatan starter pada media cair selanjutnya dilakukan dengan menginokulasikan biakan yang telah didapatkan pada perlakuan sebelumnya pada PDA (*Potato Dextrose Agar*) ke dalam PDB (*Potato Dextrose Broth*) (Harvey 2008).

Tahap selanjutnya adalah pembuatan media fermentasi yang terdiri dari preparasi ampas rumput laut, hidrolisis larutan suspensi, uji gula pereduksi, penambahan nutrient (pengaturan pH dan pasteurisasi). Tepung ampas rumput laut sebanyak 100 gram dibuat larutan suspense dengan mencampurkannya dengan HCl 5% (v/v) dengan perbandingan 1:20% (b/v), dipanaskan dan diaduk pada suhu 100°C selama 1 jam. Kemudian hasil hidrolisis di *autoclave* pada suhu 121°C, tekanan 1kg/cm² dalam waktu 1 jam. Hasil diambil filtratnya sebagai media fermentasi.

Tahap pembuatan media fermentasi selanjutnya adalah uji kadar gula dengan prinsip gula sederhana, oligosakarida, polisakarida, dan turunnya dapat bereaksi dengan fenol dalam asam sulfat pekat menghasilkan warna *orange*-kekuningan yang stabil. Penambahan nutrien dilakukan dengan menambahkan nutrien berupa 0.5% NPK (b/b), 1% ZA (b/b), dan 2% gula pasir (b/b). Pengaturan pH dilakukan dengan dengan cara menambahkan NaOH sedikit demi sedikit untuk mengambil nilai tengah pH larutan yang telah diatur antara 4-5. Kemudian pasteurisasi dilakukan pada suhu 80°C selama 5 menit lalu didinginkan hingga 30 menit (Harvey 2008).

Metode selanjutnya terdiri dari fermentasi alkohol, perlakuan inkubasi dan pengujian (uji pH akhir, uji kadar etanol dan uji rendemen etanol). Fermentasi utama dilakukan pada kondisi anaerobik. Perlakuan inkubasi yang dilakukan adalah lamanya waktu proses inkubasi. Tahap terakhir pembuatan bioetanol dilakukan dengan pengujian yang terdiri dari uji pH akhir fermentasi, uji kadar bioetanol, (penetapan berat jenis), dan uji rendemen etanol. Setelah rendemen etanol didapatkan, maka proses pembuatan gel bioetanol dilakukan dengan penambahan karagenan sebagai *thickening agent*. Diagram alir pembuatan gel bioetanol disajikan pada Gambar 4.

Pada formulasi bioetanol jeli, perlu dilakukan penambahan air dan *gelling agent* yang mengakibatkan adanya perubahan secara fisik dan kimia dari bioetanol limbah agar yang digunakan. Sifat fisik dan kimia tersebut merupakan parameter-parameter kualitas gel bioetanol dalam fungsinya sebagai bahan bakar terutama untuk aplikasi pada kompor rumah tangga.



Gambar 2. Diagram alir pembuatan gel bioetanol (Meilianti 2009)

Parameter yang diuji dalam menentukan kualitas gel bioetanol adalah viskositas dan nilai pembakaran. Penambahan NaOH sebagai basa penetral sebelum pencampuran bioetanol pada hidrogel dimaksudkan untuk menghasilkan tampilan gel bioetanol dengan tampilan yang bersih dan kekentalan yang baik (Meiliani 2009).

Potensi Pengembangan Gel Bioetanol dari Limbah Agar

Bioetanol merupakan produk fermentasi yang dapat dibuat dari substrat yang mengandung karbohidrat (gula, pati dan selulosa). Keuntungan dari pengolahan dengan fermentasi diantaranya antara lain 1) menggunakan pH dan suhu yang normal untuk perawatan dan peningkatan kandungan nutrisi dan penampakan dari bahan pangan tersebut, 2) menghasilkan aroma dan tekstur yang tidak dapat diproduksi dengan metode lain, 3) membutuhkan energi yang rendah, dan 4) membutuhkan biaya operasional yang ringan, dan merupakan teknologi yang sederhana.

Etanol dimanfaatkan sebagai bahan bakar bensin tanpa timbal dengan 10% etanol. Produksi etanol yang ada baru sekitar 185 juta liter per tahun atau alau dicampurkan ke dalam premium hanya sekitar 1% saja. Pada 2010 diduga permintaan etanol khususnya untuk memperoleh bahan bakar gasohol (E-10) diperlukan 3.8 milyar liter etanol. Etanol memiliki sifat ramah lingkungan karena emisi gas buangnya rendah dan etanol mudah terurai dan aman tidak mencemari perairan (Toharisman 2007). Namun begitu, penerapan bioetanol cair sebagai bahan bakar rumah tangga masih perlu diwaspadai. Mengacu pada Robinson (2006), bioetanol cair memiliki sifat fisik yang mudah menguap karena memiliki titik uap dan titik nyala yang rendah yaitu 14°C. Viskositas dan tegangan permukaan yang rendah dalam kondisi cair memudahkan bioetanol mengalir dengan bebas atau memercik. Uap bioetanol tersebut berpotensi menimbulkan bahaya kebakaran apabila terpapar panas. Pengalaman Brazil sebagai salah satu negara dengan penggunaan bioetanol terbesar dunia dimana bioetanol dalam bentuk cair merupakan penyebab utama kebakaran di negara tersebut. Sifat fisik bioetanol secara lengkap disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Sifat fisik bioetanol

Sifat Fisik	Kuantitas
Massa molekul relative	46.07g/mol
Titik beku	-114.1°C
Titik didih normal	78.32°C
Densitas pada 20°C	0.7893 g/ml
Kelarutan dalam air 20°C	Sangat larut
Viskositas 20°C	1.17 Cp
Kalor spesifik 20°C	0.579 Kal/g°C
Kalor pembakaran 25°C	7092.1 Kal/g
Kalor penguapan (78.32°C)	200.6 Kal/g

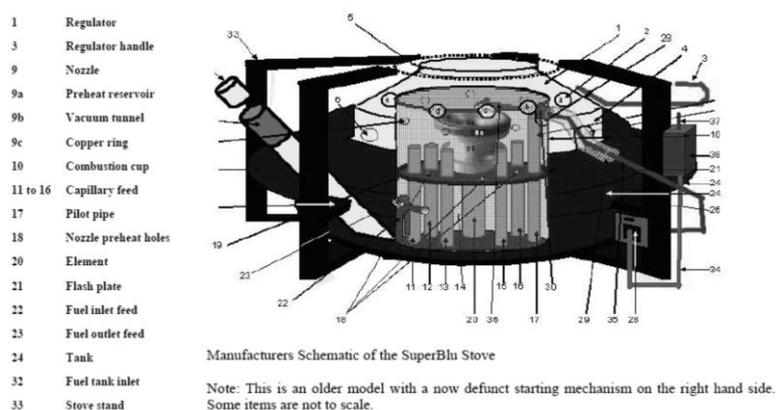
Sumber :Rizani (2000)

Mempertimbangkan sifat fisik bioetanol cair tersebut, modifikasi sifat fisik bioetanol menjadi bentuk jeli diharapkan dapat meningkatkan keamanan bagi penggunaannya. Perubahan fisik bioetanol tersebut dilakukan dengan bantuan karagenan sebagai *gelling agent*. Karagenan adalah campuran dari polisakarida yang mengandung sulfat yang diekstrak dari alga merah atau *Rhodophyceae* (Aidsinfo 2003). Karagenan adalah nama umum dari golongan polisakarida pembentuk gel dan pengental yang diperoleh secara komersial melalui proses ekstraksi dari spesies alga merah (*Rhodophyceae*) tertentu. Beberapa spesies utama

yang saat ini digunakan untuk memproduksi karagenan berasal dari genera-genera seperti *Gigartina*, *Chondrus crispus*, *Iridea*, dan *Euchema* (Van de Velde dan De Ruitter 2005). Karagenan telah digunakan sebagai bahan pengental dan penstabil pada, makanan di Eropa dan Asia Timur sejak beberapa tahun lalu. Agroindustri karagenan Indonesia memperkirakan bahwa untuk produk olahan rumput laut yaitu karagenan, Indonesia mampu menguasai pasar dunia sekitar 13% (tahun 2007), 13,7% pada tahun 2008, 14% pada tahun 2009, dan sekitar 15% pada tahun 2010 (Sulaeman 2006).

Kiswanti (2009) menyatakan bahwa formula gel dengan konsentrasi karagenan 5% pada pembuatan formula gel penolak nyamuk dengan penambahan minyak sereh 20% menghasilkan gel terbaik. Gel yang dihasilkan memiliki kepadatan yang lebih baik, tidak mudah patah dan mengalami sineresis serta berwarna bening. Dalam Meilianti (2009), bioetanol yang optimal dalam pembuatan gel adalah bioetanol dengan konsentrasi 80%. Pada kenyataannya, mengacu pada Harvey (2008) bioetanol yang dihasilkan dari limbah agar adalah sekitar 10,38% dari hasil fermentasi media selama 6 hari. Oleh karena itu, perlu dilakukan optimasi agar modifikasi sifat fisik bioetanol cair menjadi jeli dapat dihasilkan dengan baik. Dengan asumsi tersebut, maka nilai viskositas bioetanol yang dapat dihasilkan adalah berkisar antara 2.381-16.893cP. Nilai maksimum viskositas tersebut melebihi nilai viskositas madu yang berkisar antara 8000-10000 cP (<http://www.graco.com> 2009). Berdasarkan asumsi diatas, maka dapat diketahui bahwa perpaduan antara 5% karagenan-80% bioetanol dengan nilai viskositas 3.583 cP dan nilai kalori 20.255 J/g merupakan formula gel terbaik berdasarkan kinerja *water boiling test* (Meilianti 2009). Nilai kalori yang dihasilkan tersebut memiliki potensi yang tinggi dan cukup bersaing apabila dibandingkan dengan gel bioetanol yang sudah diterapkan di Afrika Selatan dengan nilai kalori sebesar 16.400 J/g.

Mengacu pada Meilianti (2009), 5 gram gel bioetanol dapat menyala antara 3 menit 20 detik hingga 4 menit 15 detik. Residu pembakaran yang dapat dihasilkan berkisar antara 0,4-26 % dengan wujud kerak putih sangat kering, sisa gel dan sisa air. Api pembakaran berwarna biru, berlidah api banyak dan tinggi api pembakaran yang teramati adalah antara 8-12 cm hingga 10-15 cm. Suhu api pembakaran yang terukur adalah 300-318°C. Hasil pengujian *water boiling test* membutuhkan gel bioetanol sebanyak 40,46-57,10 gram sedangkan waktu yang dibutuhkan satu liter air untuk mencapai kondisi mendidih sempurna adalah antara 20 menit 13 detik hingga 30 menit 35 detik dimana makin rendah konsentrasi bioetanol yang digunakan maka kebutuhan akan semakin banyak dan lama waktu memasak semakin lama. Gel bioetanol ini digunakan dalam kompor gel khusus. Kompor bioetanol telah berhasil dibuat dan diaplikasikan di Malawi, Afrika Selatan dengan nama *SuperBlu Stove*. Model kompor bioetanol *SuperBlu Stove* disajikan pada Gambar 3 dan 4.



Gambar 3 Gambaran penggunaan sistematis *SuperBlu Stove* (Robinson 2006)



Gambar 4 Model *SuperBlu Stove* (Robinson 2006)

SuperBlu Stove merupakan kompor bioetanol cair yang telah digunakan dalam kegiatan memasak di Afrika Selatan. Diperkenalkan oleh Robinson pada tahun 2006, sebagai pengganti penggunaan kompor bioetanol dengan nama ICF (*Improved Charcoal Stove*) yang memiliki banyak kekurangan, salah satunya adalah sistem keamanan kompor yang mengakibatkan mudahnya bahan bakar bioetanol menguap dan terbakar saat terpapar panas. Mengacu pada penelitian Robinson (2006), maka modifikasi gel bioetanol sangat berpotensi digunakan sebagai bahan bakar dari *SuperBlu Stove*, sebagai wujud penyempurnaan penggunaan kompor bioetanol yang aman, ditinjau dari sistem pemakaian kompor dan sifat fisik bahan bakarnya. Selain *SuperBlu Stove*, penggunaan kompor gel sederhana juga dapat digunakan. Model kompor gel sederhana disajikan pada Gambar 6.



Gambar 5. Model kompor gel sederhana (Robinson 2006)

Menurut Harvey (2009) pada tahun 2008 limbah dari pengolahan rumput laut sekitar 1.682.542 ton. Jumlah yang cukup besar ini dapat menimbulkan masalah terhadap lingkungan, jika tidak dimanfaatkan. Berikut ini merupakan perhitungan kasar perkiraan jumlah produksi bioetanol dari limbah industri rumput laut

Tabel 4. Perhitungan kasar perkiraan jumlah produksi bioetanol dari limbah rumput laut

Tahun	Jumlah limbah rumput laut	Kandungan selulosa (25% dari total limbah)	Rendemen glukosa (16% dari selulosa)	Rendemen etanol (10,38% dari rendemen glukosa)
2008	1.682.542 ton	420.635,5 ton	67.301,680 ton	6.985,9 ton

Sebanyak 1.682.542 ton limbah industri rumput laut tersebut kurang lebih 420.635,5 ton (asumsi 25% nya Kim *et al.*(2007)) merupakan selulosa. Selulosa tersebut masuk ke dalam proses hidrolisis dan dapat dihasilkan glukosa kira-kira 67.301,680 ton glukosa per tahun (asumsi 16% Kim *et al.*(2007)). Glukosa selanjutnya difermentasikan oleh mikroba menjadi alkohol dengan asumsi rendemen etanol yang terbentuk mencapai 10,38% (Harvey 2009) atau sekitar 6.985,9 ton etanol atau 6.985.900 kg etanol yang setara dengan 6.985.900

liter per tahun (Tabel 4). Gagasan gel bioetanol ini memiliki prospek yang cerah di masa depan. Besarnya potensi tersebut, sangat disayangkan jika hanya dipandang sebelah mata saja oleh pemerintah dan para pemerhati lingkungan. Hal ini dikarenakan jumlah kebutuhan dan produksi bioetanol dunia maupun di Indonesia akan selalu meningkat setiap tahunnya.

Dengan bahan baku yang berasal dari limbah yang sudah tidak diberdayakan, gel bioetanol ini turut berperan serta dalam program pelestarian lingkungan. Lebih dari itu diketahui bahwa agenda nasional mengenai pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam jangka pendek 5 tahun ke depan juga telah menyinggung masalah energi, terutama adalah pengembangan energi terbarukan (Kadiman 2006). Artinya adalah bahwa pengembangan gel bioetanol ini tentu sejalan dengan langkah-langkah strategis untuk mengatasi masalah energi nasional.

Jika disinggung masalah energi terbarukan, maka selain sumber energi alternatif seperti angin, surya, gelombang dan lainnya, tentu juga akan mengarah kepada sumber alternatif lainnya yaitu bahan bakar nabati (BBN). Bahan bakar nabati itu sendiri adalah sejenis bahan bakar yang bahan bakunya bisa berasal dari berbagai sumber daya nabati yaitu kelompok minyak dan lemak seperti minyak sawit, minyak kelapa, minyak kanola, minyak kedelai, kacang tanah, jarak pagar dimana termasuk limbah agar sebagai limbah pengolahan rumput laut. Seperti juga saat Indonesia mengalami krisis moneter, maka pertanian masih menjadi salah satu andalan dalam mengatasi masalah energi secara nasional (Prastowo 2008). Hal antara lain dicerminkan dengan terbitnya Peraturan Presiden No. 5 tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional yang antara lain menetapkan sasaran penggunaan bahan bakar nabati menjadi lebih dari 5 % terhadap konsumsi energi nasional pada tahun 2025. Oleh karena itu, percepatan inovasi teknologi gel bioetanol ini perlu terus dilakukan untuk mendukung pencapaian target penggunaan bahan nabati tersebut.

Implementasi inovasi gel bioetanol berbasis limbah agar memerlukan langkah sinergis dan strategis tiga sektor pembangunan yaitu pemerintah, swasta, dan lembaga non-pemerintahan. Pemerintah harus dapat membuat pemetaan yang jelas tentang pengembangan gel bioetanol mengingat perannya sebagai katalisator tiga sektor tersebut.

Riset perlu diarahkan mengingat inovasi teknologi gel bioetanol yang belum mencapai tahap komersial. Untuk itu perlu ditunjuk universitas/lembaga penelitian untuk melakukan fokus penelitian sesuai keunggulan akademik dan kompetensi bidang penelitian masing-masing. Misalnya universitas berbasis riset pertanian seperti Institut Pertanian Bogor (IPB) khususnya pada bagian hasil perikanan diminta untuk fokus pada riset proses produksi ini, kemudian Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) dan Badan Pengkajian Dan Penerapan Teknologi (BPPT) difokuskan pada riset teknologi konversi energi terbarukan. Badan Penelitian dan Pengembangan Perikanan (Balitbang Perikanan) diarahkan pada litbang budidaya. Pembagian peran tersebut diharapkan dapat melahirkan pusat-pusat unggulan teknologi dimasing-masing universitas/lembaga.

Pembagian peran penelitian dapat dilakukan dengan dilakukannya penelitian dasar oleh perguruan tinggi, sementara penelitian terapan dilakukan oleh Balitbang/Puslitbang/BPPT/LIPI. Pembagian peran ini dapat melibatkan badan usaha swasta yang berminat melalui pola lisensi. Penelitian terapan bersifat menyeluruh menghubungkan antara aspek teknologi, regulasi, bisnis, komersialisasi, struktur perusahaan, dan pemasaran serta program implementasi yang nyata untuk masing-masing teknologi. Setelah dipatenkan, hasil penelitian teknologi perlu disebar luaskan informasinya agar sektor swasta dapat berpartisipasi dalam mengembangkan aspek bisnis melalui sistem lisensi menimbang kemampuan entrepreneurship dan pendanaan dunia usaha.

Kementerian Komunikasi dan Informatika dapat memberikan dukungan dalam tahap ini Bagi badan usaha yang berminat melakukan kegiatan riset pemanfaatan energi baru dan

terbarukan, baik di lingkungan sendiri maupun melalui perguruan tinggi, dapat diberikan insentif sesuai peraturan perundangan yang berlaku. Untuk mendukung komersialisasi dan melindungi konsumen terhadap kepastian/suatu teknologi perlu adanya Lembaga Sertifikasi Teknologi yang bertugas menguji kematangan teknologi tersebut. Hal ini untuk mempercepat penerapan teknologi baru dan mendorong inovasi teknologi baru.

Pemerintah, dalam hal ini Kementerian Riset dan Teknologi bekerjasama dengan Departemen Energi & Sumber Daya Mineral, Departemen Transportasi dan Badan Perencanaan Pembangunan Nasional, membuat inventarisasi kebutuhan, menyusun perencanaan jangka panjang dan program pelaksanaan yang kuantitatif tentang riset dan pengembangan untuk penguasaan teknologinya. Pada koordinasi ini Menteri Riset dan Teknologi melakukan koordinasi dan pengawasan pelaksanaan serta memberikan fasilitas untuk memicu kemajuan masing-masing penelitian sesuai program.

Yang tidak kalah penting, Asosiasi Rumput Laut Indonesia (ARLI) sebagai asosiasi agribisnis rumput laut, asosiasi industry agar atau rumput laut, serta komunitas petani rumput laut perlu dirangkul untuk menjamin ketersediaan produksi hulu. Selain itu, hal ini bertujuan untuk memastikan keberhasilan pengembangan inovasi teknologi berbasis agar atau rumput laut dapat dirasakan dan merata di tingkat produsen hulu terutama para petani.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kesimpulan

Pemanfaatan limbah agar sebagai bahan baku pembuatan gel bioetanol memiliki prospek yang cerah di masa depan. Limbah agar memiliki kandungan selulosa tertinggi bila dibandingkan dengan limbah karagenan yaitu sebesar 59,69% yang berpotensi sebagai bahan baku pembuatan bioetanol. Bentuk gel dari bioetanol memungkinkan terciptanya bentuk bioetanol yang lebih aplikatif dan aman digunakan sebagai bahan bakar rumah tangga. Penggunaan karagenan sebagai bahan pengental bioetanol memiliki potensi yang tinggi. Selain merupakan upaya optimalisasi penggunaan produk perairan, karagenan dinilai lebih aman bagi lingkungan dibandingkan dengan bahan pengental sintetis lainnya seperti asam akrilat dan kalsium asetat. Karagenan juga terjamin segi ketersediaan dan keberlanjutannya. Produk akhir yang dihasilkan berupa gel bioetanol yang padat, tidak mudah patah, memiliki sifat keras-kenyal, berwarna bening dan tidak mudah mengalami sineresis sehingga dapat menjadi solusi di tengah keterbatasan bahan bakar fosil seperti minyak tanah dan ξ . Dengan bahan baku yang berasal dari limbah yang sudah tidak diberdayakan, gel bioetanol turut berperan serta dalam program pelestarian lingkungan dan tentunya tidak berbenturan dengan kebutuhan penyediaan pangan.

Rekomendasi

Rekomendasi yang dapat diberikan pada penulisan karya tulis ilmiah ini adalah perlu dilakukannya optimasi proses fermentasi untuk menghasilkan konsentrasi bioetanol dari limbah agar yang lebih tinggi. Hal ini dimaksudkan agar bioetanol dapat membentuk gel dengan sempurna saat ditambahkan bahan pengental. Selain itu, analisis ekonomi perlu dilakukan untuk mengetahui efektifitas penggunaan gel bioetanol berbahan baku limbah agar dengan bahan pengental karagenan dari segi ekonomi.

DAFTAR PUSTAKA

- Aidsinfo.2003. Carragenan. Departmen Of Health And Human Services : US. www.aidsinfo.nih.gov. [15 Februari 2011].
- Almatsier, S. 2003. *Prinsip Dasar Ilmu Gizi*. Jakarta: P.T. Gramedia Pustaka Utama.
- Anggadiredja J., Achmad Z., Heri P., Sri I. 2008. *Rumput Laut*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Angka SL, Suhartono TS.2000. *Bioteknologi Hasil Laut*. Bogor : Pusat Kajian Sumber Daya Pesisir dan Lautan. Institut Pertanian Bogor.
- [A.O.A.C] Association of Official Analytical Chemist.1984. Official Methods Analysis The Association of Official Analytical Chemist 14th ed. AOAC.Inc.Arlinton, Virginia.
- Anonim. 2011. Tahun 2011, ekspor rumput laut bisa tumbuh 57,89%. <http://industrikontan.co.id>. [22 Februari 2011].
- [BRKP] Balai Riset Kelautan dan Perikanan.2003. Laporan Akhir Riset Pengolahan Kelautan dan Perikanan. Jakarta: Departemen Kelautan.
- Cargill inc. 2007. *Hydrocolloids:Carrageenan*. <http://www.cargillpersonalcare.com>. [22 Februari 2011].
- Departemen Kelautan dan Perikanan. 2008. DKP dorong rumput laut sebagai sumber pangan dan energi. <http://www.dkp.go.id> [15 Februari 2011].
- Departemen Kelautan dan Perikanan. 2010. Investasi perikanan ditargetkan Rp 1,5 triliun.<http://www.dkp.go.id> [15 Februari 2011].
- [Depperin] Departemen Perindustrian. 2009. Daftar Perusahaan Pengolah Agar di Indonesia. www.depperin.com [15 Februari 2011].
- Fardiaz D. 1989. Hidrokoloid. Bogor: Laboratorium Kimia dan Biokimia Pangan, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor.
- Fardiaz S. 1993. *Analisis Mikrobiologi Pangan*. Cet 1. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Fithriani D, Rodiah N, bakti BS. 2007. Ekstraksi selulosa dari limbah pembuatan karaginan. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. 2(2).91-97.
- Harvey, Ferry. 2008. Bioetanol Berbahan Dasar Ampas Rumput Laut. Undergraduate Thesis.Bogor Agricultural University.
- <http://www.graco.com/LCC/etoolbox/viscosisty>. 2009. Graco Liquid Control-Viscosity. [online]. 28 Juli 2010.
- Imeson. 2000. Carrageenan. Phillips GO dan Williams PA, editor. Didalam Handbook of Hydrocolloids. Boca Raton : CRC Press.
- Imeson A. 2010. *Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents*. Oxford: Blackwell Publishing.
- Kadiman, Kusmayanto. 2006. Perspektif Teknologi untuk Energi Alternatif. Kementerian Riset dan Teknologi. Jakarta.
- [KKP] Kementerian Perikanan. 2010. Produksi Rumput Laut Meningkatkan 32%. <http://www.mediaindonesia.com/> [10 Agustus 2010].
- [KKP] Kim GS, Myung KS, Kim YJ, Oh KK, Kim JS, Ryu HJ, dan Kim KH. 2007. Method of Producing Biofuel Using Sea Algae. Seoul: World Intellectual Property Organization.
- Kirkman J.H.,A. Basker, A.N. Surapaneni.1994. Fertility Kit: A Toolkit for Acid, Upland Soil. Phosphate Institute of Canada (PPI/PPIC). *Journal of Agricultural Research*, 37:207-227.
- Kiswanti E.D. 2009. Pemanfaatan Karagenan Yang Ditambahkan Minyak Sereh Wangi Pada Formula Gel Penolak Nyamuk *Culex quinquefasciatus*. [skripsi].Institut Pertanian Bogor.

- Marinho-Soriano E, Bouret E. 2005. Polysaccharides from red seaweed *Gracilaria durra* (Gracilariales, Rhodophyta) *Bioresorcer Technology* (96):379-382.
- McHugh. 2003. *A Guide to Seaweed Industry*. Fisheries and Aquacultures Department.FAO.
- Meilianti, S. 2009. Formulasi Gel Bioetanol dengan Pengental Polimer Asam Akrilat.Undergraduate Thesis.Bogor Agricultural University.
- Prastowo B. 2008. Inovasi Teknologi Pertanian Mendukung Pengembangan Bahan Bakar Nabati. Prosiding Seminar Nasional Teknik Pertanian 2008 – Yogyakarta, 18-19 November 2008.
- Phillips GO, William PA. 2000. *Handbook of Hydrocoloids*. Boca Raton: CRC Press, Boston New York. Washington, DC.
- Robinson, James. 2006. Bio-Ethanol as a Household Cooking Fuel: A Mini Pilot Study of the SuperBlu Stove in Peri-Urban Malawi. Thesis Report.Loughborough University, Leics, UK.
- Saputra D.R. 2008. *Aplikasi Bioteknologi Pemanfaatan Limbah Rumput Laut*. Jakarta: Kanisius.
- Subaryono, B. S. B. Utomo, T. Wikanta, N. Satriyana. 2003. Pengaruh Penambahan Iota Karaginan pada Ekstraksi Agarosa dari Agar-agar Menggunakan Cetyl Piridinium Klorida. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 9(5):1-9.
- Sulaeman S. 2002. Pengembangan Agribisnis Komoditi Rumput Laut Melalui Model Klaster Bisnis, Infokop Nomor 28 Tahun XXII. www.smecca.com. [15 Februari 2011].
- Suptijah P.2002. Rumput Laut: Prospek dan Tantangannya. *Makalah Pengantar Falsafah Sains*. Bogor: Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Takano R., Kaeko H.,Saburo H. 1995. Highly Methylated Agars with High Gel-Melting Point from the Red Seaweed, *Gracilaria eucheumoides*. Elsevier Science, 40(2):487-490.
- Toharisman,A. 2007.Etanol dari Tebu.www. pusat penelitian perkebunan gulaIndonesia. com. [12 Februari 2011].
- Triwisari D.A. 2010. Fraksinasi Polisakarida Beberapa Jenis Rumput Laut. [skripsi].Institut Pertanian Bogor.
- Van de Velde F.,De Ruiter GA. 2005. *Carrageenan*.Steinbuchel A dan Rhee SK, editor. Di dalam *Polysaccharides and Polyamides in the Food Industry*. Vol 1. Weinheim: Wiley-VCH Verlag GmbH and Co.KgaA.
- Winarno F.G. 2008. *Kimia Pangan dan Gizi*. Bogor: Mbrion Press.

LAMPIRAN

CV PENULIS

1. Nama lengkap : DYAH RAYSA LAKSITORESMI
2. Jenis kelamin : PEREMPUAN
3. Tempat/tgl. lahir : BANDAR LAMPUNG/3 APRIL 1990
4. Alamat lengkap : JL. DELIMA E6 NO 13 PERUMNAS
BERINGIN RAYA, BANDAR LAMPUNG
Telp./Fax./E-mail./HP 0852-11154820
azzahrac3_55@yahoo.co.id
5. Status pendidikan : Program Studi TEKNOLOGI HASIL PERAIRAN
Jur/Dep/Bag: THP, Fak: FPIK
Perguruan Tinggi INSTITUT PERTANIAN BOGOR
6. Riwayat pendidikan :
- a. SD : SDN I BERINGIN RAYA, lulus tahun 2001
- b. SLTP : SLTPN 4 BANDAR LAMPUNG, lulus tahun 2004
- c. SLTA : SMAN 3 BANDAR LAMPUNG, lulus tahun 2007
7. Hobi : TRAVELLING, MENGGAMBAR, MENONTON DRAMA,
MENULIS
-
1. Nama lengkap : MURDIATI
2. Jenis kelamin : PEREMPUAN
3. Tempat/tgl. lahir : JAKARTA/3 JUNI 1989
4. Alamat lengkap : JL. AL-BASHOR NO 64, RT 012/03, DUKUH, KRAMAT JATI,
JAKARTA TIMUR 13550
Telp./Fax./E-mail./HP 085781812008

murdiati2004@yahoo.com

5. Status pendidikan : Program Studi ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
Jur/Dep/Bag: ITP, Fak: FATETA
Perguruan Tinggi INSTITUT PERTANIAN BOGOR

1. Nama lengkap : BERLIAN PURNAMA SARI
2. Jenis kelamin : PEREMPUAN
3. Tempat/tgl. lahir : BANJARMASIN, 1 DESEMBER 1990
4. Alamat lengkap : JL. MELATI NO. 19. RT 010/02, CIGANJUR, JAKARTA
SELATAN
Telp./Fax./E-mail./HP 08561018720
beber_ps@yahoo.com

5. Status pendidikan : Program Studi ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
Jur/Dep/Bag: ITP, Fak: FATETA
Perguruan Tinggi INSTITUT PERTANIAN BOGOR