

# Proses *Treatment* Dengan Menggunakan NaOCl Dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Untuk Mempercepat Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Rumput Laut *Eucheuma Cottonii*

I Nyoman Winjaya Putra<sup>1)</sup>, I Gusti Bagus Wijaya Kusuma<sup>2)</sup> dan I Nyoman Suprpta Winaya<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Program Magister Teknik Mesin Program pasca sarjana Universitas Udayana

## Abstrak

Proses fermentasi limbah rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* untuk menjadi bioetanol dapat dipercepat dengan memberikan perlakuan khusus, yakni dengan melakukan proses delignifikasi dengan menggunakan NaOCl dan perendaman dengan menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> untuk berbagai variasi campuran. Proses fermentasi juga dilakukan dengan menggunakan ragi *Saccharomyces cerevisiae* dengan berbagai variasi campuran, untuk mengetahui laju fermentasi bioetanol.

Pada penelitian ini variasi campuran NaOCl yang digunakan adalah 0,25%, 0,50% dan 0,75%. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dipergunakan dengan konsentrasi 0,5% dan variasi ragi *Saccharomyces cerevisiae* dengan perbandingan 1: 0,0015; 1: 0,003; 1: 0,0045; 1: 0,006 dan 1: 0,0075 untuk setiap kilogram limbah *Eucheuma Cottonii* dan ragi, serta waktu fermentasi dari 3, 6 dan 9 hari. Sebagai pembanding adalah treatment yang sama, tetapi tanpa menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Berdasarkan penelitian, diperoleh hasil sebagai berikut. Laju fermentasi bioetanol paling tinggi adalah sebesar 4,4% per hari dan kadar alkohol paling tinggi yang dihasilkan adalah sebesar 14,0%. Hal ini diperoleh dengan cara setiap kilogram limbah *Eucheuma cottonii* diproses secara delignifikasi dengan konsentrasi NaOCl 0,5% yang kemudian dilanjutkan dengan treatment secara fisika, dengan variasi ragi 1: 0,006 dan dengan waktu fermentasi selama 3 hari.

## Abstract

The fermentation process of the waste of *Eucheuma cottonii* seaweed to become bioethanol can be accelerated by providing special treatment, such as delignification process using NaOCl and immersion by using a mixture of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> for different variations. The fermentation process is also be done by using the yeast of *Saccharomyces cerevisiae* with a variety of mixtures, to determine the rate of bioethanol fermentation.

In this study NaOCl has been used with variation of 0.25%, 0.50% and 0.75%. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> is used with a concentration of 0.5% and the variations of *Saccharomyces cerevisiae* yeast with a ratio of 1: 0.0015; 1: 0.003; 1: 0.0045; 1: 0.006 and 1: 0.0075 for every kilogram of waste *Eucheuma Cottonii* and yeast, and with fermentation time of 3, 6 and 9 days. As a comparison is the same treatment, but without the use of H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

Based on the research, the following results obtained. The highest rate of bioethanol fermentation is 4.4% per day and the highest levels of ethanol produced is 14.0%. This is achieved for where each kilogram of waste of *Eucheuma cottonii* is delignificated with a concentration of 0.5% NaOCl followed by a treatment in physics, with the variations of yeast 1: 0.006 and with a time of fermentation for 3 days.

**Kata kunci:** Bioethanol,ragi,fermentasi,mempercepat proses, limbah euheuma cottonii, NaOCl, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia memiliki beragam sumber daya yang dapat dijadikan sebagai sumber energi. Saat ini sumber daya energi negara kita masih tergantung pada minyak, gas, batubara, panas bumi, air dan sebagainya yang digunakan dalam berbagai aktivitas pembangunan baik secara langsung maupun tidak langsung.

Kebutuhan energi saat ini pada umumnya didominasi oleh energi fosil yaitu minyak bumi, gas bumi dan batubara. Di lain pihak, karena adanya cadangan energi fosil yang terbatas, sudah seharusnya dilakukan antisipasi dengan berbagai upaya untuk mengurangi ketergantungan terhadap energi fosil tersebut.

Provinsi Bali memiliki potensi pengembangan rumput laut seluas 800 hektar dan baru dimanfaatkan 481 hektar atau sekitar 55%. Potensi tersebut tersebar di perairan lima kabupaten yang meliputi Kabupaten Klungkung, Kabupaten Karangasem, Kabupaten

Badung, Kabupaten Buleleng dan Kota Denpasar. Kecamatan Nusa Penida yang merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Klungkung sangat potensial untuk dijadikan tempat pengembangan rumput laut karena memiliki garis pantai yang cukup panjang yaitu sekitar ± 95 km dengan luas 749.79 km<sup>2</sup>. Saat ini, tercatat sekitar 2.000 warga di Nusa Penida menekuni profesi sebagai petani rumput laut. Adapun jenis rumput laut yang populer dibudidayakan di Kecamatan Nusa Penida adalah *Eucheuma cottonii*. Jenis ini mempunyai nilai ekonomis penting karena sebagai penghasil karaginan dan merupakan bahan baku pembuatan kosmetik.

Namun tidak semua hasil panen rumput laut dapat dimanfaatkan, karena ada rumput laut yang tidak masuk kedalam kriteria kelayakan sebagai bahan baku. Sisa hasil panen ini adalah rumput yang terserang penyakit, pertumbuhannya terhambat karena kurangnya nutrisi yang dibutuhkan dalam masa pertumbuhannya dan ada

juga yang rusak dimakan ikan. Sehingga rumput laut yang tidak dimanfaatkan tersebut teronggok membusuk dan menjadi sampah, maka dari itu alangkah baiknya apabila limbah rumput laut tersebut dapat dimanfaatkan sebagai salah satu bahan baku pembuatan bioetanol sebagai bahan bakar alternatif pengganti bahan bakar fosil di masa depan.

Adapun hasil - hasil penelitian sebelumnya tentang rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* yaitu dari hasil penelitian Angka dkk (2000) yang melaporkan bahwa rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* ternyata mengandung kadar air 16,69%, protein 2,48%, lemak 4,30%, serat kasar 0%, karbohidrat 63,19% dan kadar abu 13,34%. Banati dkk (2009) menyatakan bahwa pemanfaatan alga masih perlu dikembangkan lagi agar memberikan nilai tambah, baik secara ekonomi maupun lingkungan. Seiring dengan perkembangan teknologi alga telah ditingkatkan pemanfaatannya sehingga akan memberikan nilai yang lebih tinggi. Salah satu pemanfaatannya adalah sebagai etanol.

Dari paparan hasil penelitian sebelumnya terhadap kelompok alga diatas, dapat dilihat bahwa rumput laut khususnya dari limbah jenis *Eucheuma cottonii* dapat diolah menjadi bioetanol dengan metode fermentasi, dengan melihat kandungan karbohidratnya.

## 2. KAJIAN PUSTAKA

### 2.1 *Eucheuma cottonii*

Menurut Doty (1973), *Eucheuma cottonii* merupakan salah satu jenis rumput laut merah (*Rhodophyceae*). Klasifikasi *Eucheuma Cottonii* menurut Doty (1987) adalah sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Rhodophyta</i>
Kelas	: <i>Rhodophyceae</i>
Ordo	: <i>Gigartinales</i>
Famili	: <i>Solieraceae</i>
Genus	: <i>Eucheuma</i>
species	: <i>Eucheuma alvarezzi</i>
Doty	
	: <i>Kappaphycus alvarezii</i>
Doty	

Ciri fisik *Eucheuma cottonii* adalah mempunyai *thallus* silindris dan permukaan licin. Keadaan warna tidak selalu tetap, kadang-kadang berwarna hijau, hijau kuning, abu-abu atau merah. Perubahan warna sering terjadi hanya karena faktor lingkungan. Kejadian ini merupakan suatu proses adaptasi kromatik yaitu penyesuaian antara proporsi pigmen dengan berbagai kualitas pencahayaan (Aslan, 1998).

Komposisi kimia Rumput laut *Eucheuma cottonii* dapat dilihat pada Tabel 2.1 berikut ini

**Tabel 2.1 Komposisi Kimia Rumput Laut *Eucheuma cottonii***

Komponen	(%)
Kadar Air	16,69
Protein	2,48
Lemak	4,30
Karbohidrat	63,19
Serat kasar	-
Abu	13,34

Sumber : Angka dkk (2000)

### 2.2 Selulosa

Selulosa merupakan komponen penyusun dinding sel tanaman bersama-sama dengan hemiselulosa, pektin dan protein. Selulosa merupakan polimer dari glukosa berantai lurus dengan ikatan  $\beta$  (1 - 4) glikosidik dengan jumlah glukosa sampai 10.000 unit. Ikatan  $\beta$  (1 - 4) glikosidik ini menghasilkan konformasi seperti pita yang panjang. Setiap dua residu terjadi rotasi 180° yang dapat membentuk ikatan Hidrogen antar molekul pada rantai yang paralel. Amilase mamalia tidak bisa menghidrolisis ikatan  $\beta$  (1 - 4). (Tensiska 2008)

### 2.3 Lignin

Lignin merupakan polimer non karbohidrat yang bersifat tidak larut dalam air. Lignin merupakan senyawa turunan alkohol kompleks yang menyebabkan dinding sel tanaman menjadi keras. Lignin merupakan heteropolimer yang sebagian besar monomernya p-hidroksifenilpropana dan semua lignin mengandung koniferil alkohol. Lignin tidak larut dalam air dan sebagian besar peralut organik (Robinson, 1991 dalam Tensiska 2008).

### 2.4 Karbohidrat

Karbohidrat berasal dari kata 'karbo' yang berasosiasi dengan kata karbon yaitu suatu elemen dengan simbol 'C' dan 'hidrat' yang berasosiasi dengan kata hidro yang berarti air. Dengan demikian, secara harfiah karbohidrat berarti karbon dengan molekul air. Rumus kimia umum dari karbohidrat digambarkan sebagai berikut:  $C_n(H_2O)_m$  dengan 'n' kadangkala memiliki nilai yang sama dengan 'm'. Berdasarkan pada rumus kimia tersebut maka karbohidrat didefinisikan sebagai suatu senyawa yang mengandung karbon (C), hidrogen (H), dan oksigen (O) dengan ke dua elemen terakhir (yaitu H dan O)

terdapat pada suatu perbandingan sebagaimana dalam air (Winarno 1984)

### 2.5 Ragi *Saccharomyces cerevisiae*

*Saccharomyces cerevisiae* merupakan salah satu spesies ragi yang memiliki daya konversi gula menjadi bioetanol dengan baik. Mikroba ini biasanya dikenal dengan *baker's yeast* dan metabolismenya telah dipelajari dengan baik. Produk metabolik utama adalah bioetanol, CO<sub>2</sub>, dan air sedangkan

beberapa produk lain dihasilkan dalam jumlah sangat sedikit. ragi ini bersifat fakultatif anaerobik. *Saccharomyces cerevisiae* memerlukan suhu 30°C dan pH 4,0-4,6 agar dapat tumbuh dengan baik. (Oura, 1983).

Ragi tumbuh optimum pada suhu 25-30°C dan maksimum pada 35-47°C (Frazier dan Westhoff, 1978). Nilai pH untuk pertumbuhan ragi yang baik antara 3-6. Perubahan pH dapat mempengaruhi pembentukan hasil samping fermentasi. Pada pH tinggi maka konsentrasi gliserin akan naik dan juga berkorelasi positif antara pH dan pembentukan asam piruvat. Pada pH tinggi maka *lag phase* akan berkurang dan aktivitas fermentasi akan naik (Prescott dan Dunn, 1959).

## 2.6 Asam Sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)

Asam sulfat (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) merupakan cairan yang bersifat korosif, tidak berwarna, tidak berbau, sangat reaktif dan mampu melarutkan berbagai logam. Bahan kimia ini dapat larut dengan air, mempunyai titik lebur 10,31°C dan titik didih pada 336,85°C tergantung kepekatan serta pada temperatur 300°C atau lebih terdekomposisi menghasilkan sulfur trioksida. (Fessenden 1982)

## 2.7 Natrium Hypoclorit (NaOCl)

Hipoklorit adalah persenyawaan klorin yang pertama digunakan untuk proses delignifikasi (biasanya disebut *hypo*). Natrium hipoklorit dibuat dari klorin dan natrium hidroksida. Senyawa ini merupakan larutan yang sangat tidak stabil dan cenderung terurai yang meningkat dengan kenaikan konsentrasi dan temperatur serta berkurangnya sifat alkali. Larutan hipoklorit dapat terurai menjadi klorida dan oksigen dengan adanya ion-ion logam berat (Eero Sjostrom,1995).

## 2.8 Bioetanol

Bioetanol adalah etanol yang berasal dari sumber hayati. Bioetanol bersumber dari karbohidrat yang potensial sebagai bahan baku seperti tebu, nira sorgum, ubi kayu, garut, ubi jalar, sagu, jagung, jerami, bonggol jagung, rumput laut, dan kayu. ([www.energi.lipi.go.id](http://www.energi.lipi.go.id), diakses 13 Januari 2005).

Bioetanol adalah senyawa organik yang terdiri dari karbon, hidrogen dan oksigen, sehingga dapat dilihat sebagai derivat senyawa hidrokarbon yang mempunyai gugus hidroksil dengan rumus C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH.

## 2.9 Proses pembuatan Bioetanol

Secara umum pembuatan bioetanol mencakup dua tahap, yaitu persiapan bahan baku dan fermentasi .

### 2.9.1 Persiapan Bahan Baku

Persiapan bahan baku dilakukan untuk mendapatkan glukosa. Glukosa diperoleh melalui 2

tahap yaitu *pre treatment* (delignifikasi) dan *treatment*.

#### 2.9.1.1 Proses Pre treatment (Delignifikasi)

Dalam pembuatan bioetanol dari rumput laut yang digunakan adalah selulosanya sehingga ligninnya harus dihilangkan. Proses pemisahan atau penghilangan lignin dari serat – serat selulosa disebut delignifikasi atau pulping.

Proses pemisahan lignin dapat dibedakan menjadi 3, yaitu :

##### 1. Cara Mekanis

Prosesnya sangat sederhana dan tidak menggunakan bahan kimia.

##### 2. Cara Kimia

Proses ini menggunakan bahan kimia pada suhu, tekanan, konsentrasi dan waktu tertentu. Bahan kimia yang digunakan tergantung macam proses dan macam bahan bakunya.

##### 3. Cara Semikimia

Proses ini merupakan gabungan dari proses kimia dan mekanik. Untuk memisahkan serat dipakai daya kimia, sedangkan serat yang tidak hancur dikenai proses mekanik. (Tim Teknik Kimia, 2006)

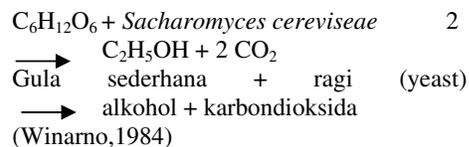
#### 2.9.1.2 Treatment

Proses *treatment* atau perlakuan yang dijelaskan disini menggunakan *treatment* secara fisika. Perlakuan fisik dapat berupa penggilingan, pemanasan dan penekanan. Proses ini dinamakan juga dengan proses gelatinasi. Dalam proses gelatinasi bahan baku yang mengandung karbohidrat seperti ubi kayu, ubi jalar, rumput laut atau jagung dihancurkan dan dicampur air sehingga menjadi bubur, Kemudian bubur pati tersebut dimasak atau dipanaskan sehingga berbentuk gel.

## 2.9.2 Fermentasi

Fermentasi adalah suatu kegiatan penguraian bahan – bahan karbohidrat yang tidak menimbulkan bau busuk dan menghasilkan gas karbondioksida. Suatu fermentasi yang busuk merupakan fermentasi yang mengalami kontaminasi.

Fermentasi pembentukan alkohol dari gula dilakukan oleh mikroba. Mikroba yang biasa digunakan adalah *Sacharomyces cerevisiae*. Perubahan yang terjadi biasanya dinyatakan dalam persamaan berikut :



## 2.10 Laju Fermentasi

Laju fermentasi merupakan kadar kemurnian alkohol yang dihasilkan dari proses fermentasi per satuan waktu. Kadar kemurnian alkohol yang dihasilkan dari

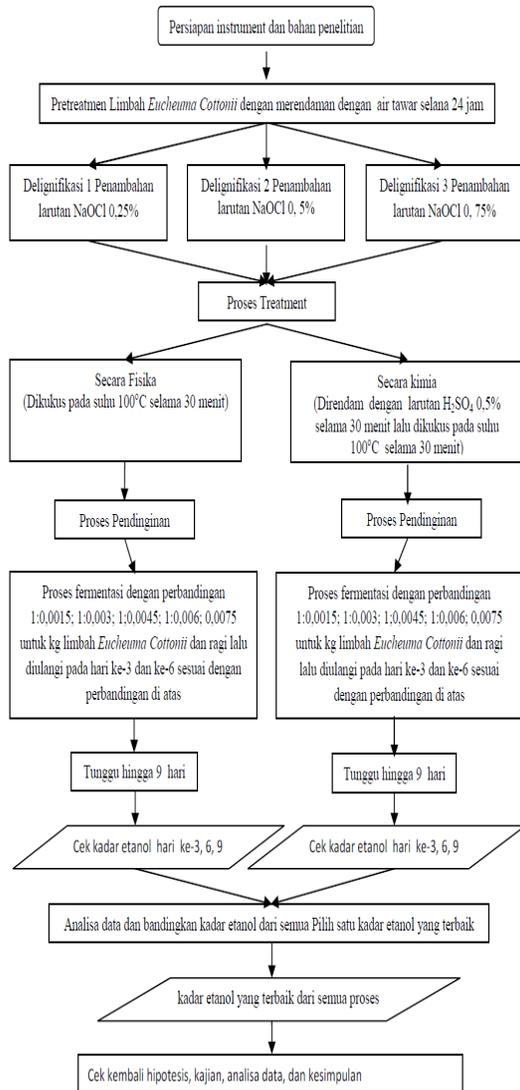
proses ini adalah kadar alkohol pada bioetanol yang terbentuk selama proses fermentasi. Berikut ini merupakan persamaan untuk menentukan laju fermentasi dalam proses fermentasi *Eucheuma Cottonii*.

Rumus Perhitungan Laju Fermentasi

$$\text{Laju Fermentasi} = \frac{\text{Kadar Kemurnian Etanol (\%)}}{\text{Waktu (hari)}}$$

### 3. METODE PENELITIAN

Rancangan dalam penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3.1 berikut ini.



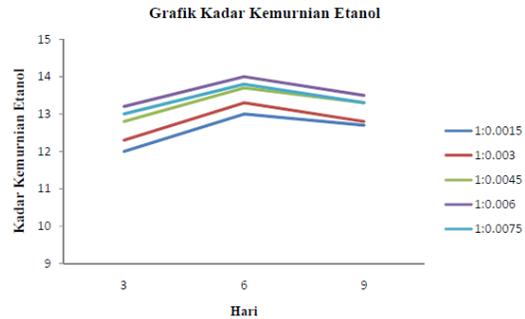
Gambar 3.1 Diagram alir LANGkah penelitian

### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari penelitian yang dilakukan dapat diketahui bahwa kadar alkohol bioetanol yang paling tinggi mencapai 14% dengan laju fermentasi sebesar 4,40 % per hari yang dapat dilihat pada tabel 4.1, grafik4.1, tabel 4.2, dan grafik 4.2 berikut ini.

Tabel 4.1 kadar kemurnian bioetanol

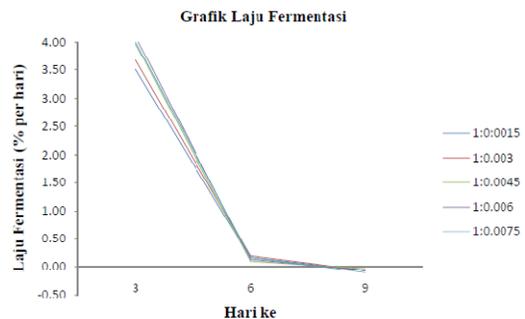
1:0,0015	12	13	12,7
1:0,003	12,3	13,3	12,8
1:0,0045	12,8	13,7	13,3
1:0,006	13,2	14	13,5
1:0,0075	13	13,8	13,3



Grafik 4.1 Kadar Kemurnian bioetanol limbah *Eucheuma Cottonii* Dan Ragi Pada Kondisi Delignifikasi Dengan NaOCl 0,5%, Untuk Perlakuan Fisika dalam Waktu 9 Hari

Tabel 4.2 laju Fermentasi

1:0,0015	4.00	0.33	-0.10
1:0,003	4.10	0.33	-0.17
1:0,0045	4.27	0.30	-0.13
1:0,006	4.40	0.33	-0.17
1:0,0075	4.33	0.20	-0.17



Grafik 4.2 Laju Fermentasi limbah *Eucheuma Cottonii* Pada Kondisi Delignifikasi Dengan NaOCl 0,5 % dan *treatment* Secara fisika

Kadar alcohol bioetanol tertinggi diperoleh pada proses delignifikasi menggunakan konsentrasi NaOCl 0,5%. Hal ini disebabkan konsentrasi NaOCl yang tinggi yaitu 0,75% dapat membuat sebagian besar

selulosa yang ada pada rumput laut hilang atau larut dalam proses delignifikasi. Pada konsentrasi 0,5% hanya sebagian kecil selulosa yang larut. sedangkan pada konsentrasi NaOCl 0,25% sebagian selulosa masih terbungkus oleh lignin sehingga proses delignifikasi kurang maksimal.

Berdasarkan data yang didapat dalam penelitian ini diketahui bahwa kadar alkohol bioetanol tertinggi diperoleh sebesar 14% yaitu dari *Eucheuma Cottonii* yang melalui proses *treatment* secara fisika. Hal ini disebabkan karena pada saat proses perendaman limbah *Eucheuma Cottonii* dengan larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> tersebut masuk ke dalam jaringan limbah *Eucheuma Cottonii* yang menyebabkan Limbah *Eucheuma Cottonii* tersebut bersifat asam sehingga ragi banyak yang mati dan proses fermentasi tidak berjalan dengan baik.

Hasil yang maksimal diperoleh pada penambahan ragi 6 gr dan menurun cukup drastis pada penambahan ragi 7,5 gr. Semakin banyak ragi yang ditambahkan maka kadar alkohol bioetanol yang dihasilkan juga semakin tinggi karena dengan semakin banyak ragi yang ditambahkan, maka bakteri yang mengurai glukosa menjadi bioetanol pun semakin banyak tapi pada penambahan ragi 7,5 gr cenderung turun hal ini disebabkan adanya ragi yang mati pada saat proses fermentasi berlangsung, ini ditandai dengan ditemukannya serbuk putih kekuningan pada hasil akhir fermentasi sehingga mikroba yang berperan dalam fermentasi ini pun menjadi kurang maksimal.

## 5. KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa untuk mempercepat proses pembuatan bioetanol perlu dilakukan proses sebagai berikut:

1. Laju fermentasi bioetanol paling tinggi adalah sebesar 4,4% per hari. Hal ini diperoleh dengan cara setiap kilogram limbah rumput laut *Eucheuma Cottonii* diproses secara delignifikasi dengan konsentrasi NaOCl 0,5% yang kemudian dilanjutkan dengan *treatment* secara fisika, dengan penambahan ragi sebanyak 2 butir ragi (0,006 kg), dengan waktu fermentasi selama 3 hari.
2. Kadar alcohol bioetanol paling tinggi yang dihasilkan adalah sebesar 14,0%. Hal ini diperoleh dengan cara setiap kilogram limbah rumput laut *Eucheuma Cottonii* diproses secara delignifikasi dengan konsentrasi NaOCl 0,5% yang kemudian dilanjutkan dengan *treatment* secara fisika, lalu fermentasi dengan penambahan ragi sebanyak 2 butir ragi (0,006 kg) dengan waktu fermentasi selama 3 hari.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Angka, SL, Maggy T dan Suhartono. 2000. Bioteknologi Hasil Laut. Cetakan Pertama. Pusat Kajian Sumberdaya Pesisir dan Lautan. Institut pertanian Bogor.
2. Aslan, L.M., 1998. *Budidaya rumput Laut*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 97 hal.

3. Banati, F.S. Zulaika, E. Hidayati, T.N.2009. Pengaruh Penambahan Enzim  $\alpha$ -Amilase Pada Fermentasi Karbohidrat Ekstrak Ulva Fasciata dari Balekambang Malang Menggunakan Ragi Roti Fermipan. Jurusan Biologi FMIPA ITS Surabaya.
4. Doty, M.S. 1973. *Farming the red seaweed, Eucheuma, for carrageenans*. Micronesia 9:59-73.
5. Doty.1987.dalam Yusron. 2005.*Kajian Filogenetis dan Tipe KeraginanEucheuma Cottonii*. Jakarta.
6. Fessenden & Fessenden, 1982, *Kimia Organik*, Erlangga, Jakarta.
7. Frazier, W.C dan W.C. Westhoff. 1978. *Food Microbiology*. Mc Graw Hill Publishing Co.ltd. New Delhi. India.
8. Oura E. 1983. *Reaction Product of Yeast Fermentation. Dalam H. Dellweg (ed)*. Biotechnology Volume 111. New York: Academic Press.
9. Presscott, S. G dan C. G. Dunn. 1959. *Industrial Microbiology*. The AVI Publishing, Company Inc, Westport-Connecticut.
10. Tensiska. 2008. *Serat Makanan*. Jurusan Teknik Industri pangan Universitas Padjajaran Bandung.
11. Tim Teknik Kimia, 2006, *Petunjuk Praktikum Proses II*, UNS Press, Surakarta.
12. Winarno, F.G., 1984, *Pengantar Teknologi Pangan*, PT. Gramedia, Jakarta.
13. [www.energi.lipi.go.id](http://www.energi.lipi.go.id), 2005