

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Bioetanol (C_2H_5OH) merupakan salah satu *biofuel* yang hadir sebagai bahan bakar alternatif yang ramah lingkungan dan dapat diperbaharui. Bioetanol merupakan bahan bakar alternatif yang diolah dari tumbuhan yang memiliki keunggulan mampu menurunkan emisi CO_2 hingga 18%, dibandingkan dengan emisi bahan bakar fosil lainnya (Komarayati and Gusmailina, 2010). Pemerintah Indonesia telah mencanangkan pengembangan dan implementasi bahan bakar tersebut, bukan hanya untuk menanggulangi krisis energi yang mendera bangsa namun juga sebagai salah satu solusi kebangkitan ekonomi masyarakat (Hafiz, 2010).

Saat ini, keberadaan sumber energi seperti minyak bumi dan gas alam semakin terbatas, padahal kebutuhan energi merupakan sesuatu yang tidak dapat terpisahkan dari kehidupan manusia. Kemajuan jaman dan teknologi menyebabkan semakin meningkatnya jumlah pemakaian kendaraan bermotor, terutama kendaraan yang berbahan bakar premium. Konsumsi premium nasional setiap tahunnya meningkat seiring dengan kenaikan permintaan akan kendaraan bermotor (Fitri, 2013).

Melambungnya harga minyak dunia pada tahun 2005 sampai 2012 merupakan sebuah akibat semakin menipisnya stok minyak di seluruh dunia, namun permintaan dunia semakin tinggi. Harga minyak dunia yang terus meroket dari 53,4 $US\$/barrel$ pada tahun 2005 menjadi hampir 120 $US\%$ pada awal Februari 2012 membuat perekonomian dunia menjadi terhambat (FEUI, 2012).

Di dalam negeri juga terdapat kenaikan konsumsi BBM dan turunnya produksi minyak seperti yang terjadi di dunia. Turunnya produksi minyak di Indonesia yang tidak dapat memenuhi kebutuhan konsumsi minyak dalam negeri membuat Indonesia harus mengimpor BBM dari luar negeri. Dengan demikian Indonesia resmi menjadi negara *net oil importer* sejak tahun 2004. Kebijakan impor BBM yang dilakukan pemerintah tentu saja membuat Indonesia harus mengikuti harga minyak dunia yang dinamis. Apalagi, pemerintah Indonesia memberi subsidi

BAB I PENDAHULUAN

BBM yang besar kepada rakyatnya, sehingga pengeluaran APBN akan membengkak ketika harga minyak dunia naik (FEUI, 2012).

Perlu diadakan suatu inovasi untuk mengatasi masalah krisis energi di Indonesia. Untuk menanggulangi permasalahan tersebut, maka dilakukan berbagai penelitian seperti prarencana pembuatan produk bioetanol. Prarencana pembuatan bioetanol yang penulis rencanakan akan didirikan di pulau Sulawesi pada tahun 2016 dengan menggunakan bahan baku rumput laut.

Bahan baku yang biasa digunakan sebagai bioetanol antara lain adalah singkong atau ubi kayu, tebu, nira, sorgum, nira nipah, ubi jalar, ganyong, dan rumput laut. Apabila dibandingkan dengan bahan-bahan tersebut, rumput laut memiliki keunggulan, diantaranya: lahan budidaya yang luas di Indonesia mencapai 2,2 juta hektar (Dahuri, 2002); potensi hasilnya yang diperkirakan mencapai 145.850 ton basah per tahun; mudah dibudidayakan tanpa modal yang besar untuk irigasi, dan pupuk; waktu panen relatif singkat (4-6 kali per tahun) dan memiliki kemampuan penyerapan CO₂ mencapai 36,7 ton per hektar, lebih besar 5-7 kali dibandingkan tanaman kayu (Prahastha, 2010). Oleh karena itu, rumput laut memiliki potensi untuk diolah dan dikembangkan menjadi bahan bakar alternatif (bioetanol).

Dengan demikian bisnis bioetanol di Indonesia mempunyai prospek yang cerah dan dengan menggunakan teknologi yang dimodifikasi, maka kapasitas industri etanol akan mengalami kenaikan. Latar belakang inilah yang mendasari pemilihan judul “Prarencana Pabrik Bioetanol dari Rumput Laut”.

I.2. Sifat-sifat Bahan Baku dan Produk

I.2.1. Sifat-sifat Bahan Baku Utama

➤ **Rumput Laut *Eucheuma cottonii***

Eucheuma cottonii merupakan spesies rumput laut yang banyak dibudidayakan di perairan Indonesia. Menurut (Doty, 1985), *Eucheuma cottonii* merupakan salah satu jenis rumput laut merah (*Rhodophyceae*) dan berubah nama menjadi *Kappaphycus alvarezii* karena karaginan yang dihasilkan termasuk fraksi kappa-karaginan. Maka jenis ini secara taksonomi disebut *Kappaphycus alvarezii*. Nama daerah ‘*cottonii*’ umumnya lebih dikenal dan biasa dipakai dalam dunia

BAB I PENDAHULUAN

perdagangan nasional maupun internasional. Klasifikasi *Eucheuma cottonii* menurut (Doty, 1985) adalah sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*
Divisi : *Rhodophyta*
Kelas : *Rhodophyceae*
Ordo : *Gigartinales*
Famili : *Solieracea*
Genus : *Eucheuma*
Species : *Eucheuma alvarezii*

Kappaphycus alvarezii

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). Duri-duri pada *thallus* runcing memanjang, agak jarang-jarang dan tidak bersusun melingkari *thallus*. Percabangan ke berbagai arah dengan batang-batang utama keluar saling berdekatan ke daerah basal (pangkal).

Cabang-cabang pertama dan kedua tumbuh dengan membentuk rumpun yang rimbun dengan ciri khusus mengarah ke arah datangnya sinar matahari (Atmaja dkk, 1996). Umumnya *Eucheuma cottonii* tumbuh dengan baik di daerah pantai terumbu. Habitat khasnya adalah daerah yang memperoleh aliran air laut yang tetap, variasi suhu harian yang kecil.

Lokasi budidaya rumput laut jenis ini di Indonesia antara lain Lombok, Sumba, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah, Lampung, Kepulauan Seribu, dan Perairan Pelabuhan Ratu (Atmaja dkk, 1996). Kandungan rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* dapat dilihat pada Tabel I.1. berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Tabel I.1. Kandungan rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* (Yunizal, 2004)

Komposisi	Persen massa
Protein	3,46
Lemak	0,93
Abu	16,05
Serat Kasar	7,08
Karbohidrat	57,52
Kandungan Air	14,96

I.2.2. Sifat-sifat Bahan Baku Pendukung**1. H₂SO₄ (Suprpto and Limanto, 2004)**

Walaupun asam sulfat yang mendekati 100% dapat dibuat, ia akan melepaskan SO₃ pada titik didihnya dan menghasilkan asam 98,3%. Asam sulfat 98% lebih stabil untuk disimpan, dan merupakan bentuk asam sulfat yang paling umum. Asam sulfat 98% umumnya disebut sebagai asam sulfat pekat. Sifat fisika dan kimia dari asam sulfat dapat dilihat sebagai berikut.

Sifat Fisika :

- Tidak berwarna pada suhu kamar.
- Larut dalam air.
- Berat molekul : 98,08 g/mol
- *Spesific gravity* : 1,839 referensi pada air suhu 15,5⁰C.
- Titik lelehnya adalah : 10,49⁰C.
- Titik didihnya adalah : 340⁰C
- Panas larutan : -22,99 kcal/gmol
- Panas pembentukan : -199,91 kcal/gmol

Sifat Kimia :

- Bereaksi dengan semua logam dan membebaskan hidrogen kecuali Al, Cr, Bi yang pada keadaan biasa tidak bereaksi;
- Sangat korosif;
- Dapat mengoksidasi beberapa unsur non metal seperti karbon dan sulfur.

Kegunaan :

- Sebagai reaktan untuk proses hidrolisis karbohidrat rumput laut dimana menggunakan asam encer pada suhu dan tekanan yang tinggi.

BAB I PENDAHULUAN

2. *Yeast* (Suprpto and Limanto, 2004)

Yeast adalah bahan pembantu yang berfungsi sebagai media fermentasi. Pada kondisi aerob dapat berkembangbiak dengan baik dan pada kondisi anaerobik dapat mengubah gula menjadi alkohol.

Sifat fisika *yeast* adalah:

- Berwarna putih kekuningan;
- Berbentuk butiran;
- Tidak beracun;
- Tidak tahan suhu tinggi (maks. 40⁰C);
- Tidak tahan alkohol berkadar tinggi (maks.12%);
- Ph pertumbuhan optimum 4-5;

Pertumbuhan *yeast* memerlukan media dan nutrisi, media yang dipakai merupakan zat yang mengandung gula, karbohidrat, selulosa dan oksigen;

- Merupakan mikroorganisme bersel tunggal dengan ukuran antara 5 dan 20 mikron;
- Dapat tumbuh dalam media cair dan padat;
- Merupakan mikroorganisme yang bersifat saprofitik. Hidup dalam lingkungan yang bergula dan pH rendah.
- Metabolisme sangat kuat di dalam proses fermentasi.
- Sebagai biakan murni yang ditambahkan sebanyak 5–10% dari volume fermentor.
- Kondisi optimum adalah pH 3,5–5,5 dengan suhu antara 30–35⁰C dengan kekentalan 14–20 %TS (*total sugar*).
- Menghasilkan enzim zimase dan intervase. Enzim intervase berfungsi untuk memecah sukrosa menjadi monosakarida (glukosa dan fruktosa). Enzim zimase mengubah glukosa menjadi etanol. Di bawah kondisi anarobik dan konsentrasi glukosa tinggi, *Saccharomyces cerevisiae* tumbuh dengan baik, tetapi sedikit menghasilkan alkohol.
- *Saccharomyces cerevisiae* tidak mempunyai *amylase*, maka *starch* harus dihidrolisis.

BAB I PENDAHULUAN

Kegunaan :

- Dipakai pada fermentasi gula menjadi bioetanol, karena memiliki beberapa kelebihan, diantaranya (Assegaf, 2009 dan Musanif, 2009):
1. Dapat menggunakan berbagai jenis gula seperti sukrosa, glukosa, fruktosa, galaktosa, dan maltosa;
 2. Mampu berproduksi tinggi;
 3. Tahan terhadap konsentrasi gula yang tinggi;
 4. Mampu melakukan metabolisme pada suhu 4-32°C;
 5. Toleran terhadap etanol yang berkonsentrasi cukup tinggi (12-18% v/v).

3. NPK (Meyovy, 2012).

Pupuk NPK merupakan nutrisi yang mengandung senyawa nitrogen, fosfat, dan kalium atau potasium yang dibutuhkan *yeast* sebagai nutrisi. NPK terdiri dari campuran amonium nitrat (NH_4NO_3), amonium bihidrogen ($\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$), dan kalium klorida KCl dengan komposisi massa berturut-turut 20,342%, 20,786%, dan 58,872%.

Sebagai bahan baku pembantu pada proses produksi bioetanol, mempunyai sifat fisika sebagai berikut :

- bentuk kristal putih
- *specific gravity* : 1,619
- bersifat alkali pada saat bereaksi
- larut dalam air
- tidak mudah terbakar

Kegunaan :

- sebagai larutan nutrisi
- memurnikan gula
- membiakkan *yeast*

Spesifikasi:

- kandungan P_2O_4 min 50% berat;
- nitrogen min 20% berat;

BAB I PENDAHULUAN

- *arsenic* maks 0,01;
- timah 0,001.

4. CaO

Sifat–sifat fisika CaO (ScienceLab, 2008):

- Berat molekul : 74,10 gr/mol
- Densitas : 2,24 gr/cm³
- Titik lebur : 580 °C
- pH : 14
- Kelarutan (g/100 g H₂O) : 0,185 g (0 °C) ; 0,173 g (20 °C)
- Berwarna putih;
- Berbentuk serbuk atau larutan bening.

Sifat – sifat kimia CaO (Greenwood. 1997):

- Pada suhu 512⁰C dapat terurai menjadi kalsium oksida dan air;
- Merupakan basa dengan kekuatan sedang;
- Senyawa ini juga dapat dihasilkan dalam bentuk endapan melalui pencampuran larutan kalsium klorida (CaCl₂) dengan larutan natrium hidroksida (NaOH);
- Banyak digunakan sebagai flokulan dalam air, pengolahan limbah, serta pengolahan tanah asam;
- Larut dalam gliserol dan asam.

5. Antifoam (Nurcholis, 2010)

Sifat fisika dan kimia:

- Warna kuning kecoklatan;
- Titik didih 150°C;
- Titik lebur 0°C;
- Larut dalam air, membentuk larutan encer;
- *Specific gravity* 1,015 (20°C) untuk 50%, dan 1,03 (20°C) untuk 70%.

BAB I PENDAHULUAN

I.2.3. Sifat-sifat Produk Utama

Bioetanol merupakan salah satu turunan dari senyawa hidroksil atau gugus OH dengan rumus kimia C_2H_5OH . Etanol sering dikenal masyarakat sebagai alkohol. Yang membedakan antara bioetanol dengan etanol adalah bahan baku bioetanol berasal dari tumbuhan. Sifat-sifat bioetanol antara lain adalah tidak berwarna, mudah menguap, mudah terbakar, dan larut dalam air. Sifat-sifat lain dari bioetanol dapat dilihat pada Tabel I.2. berikut:

Tabel I.2. Sifat-Sifat Etanol (Rutz, 2007 dan Ega, 2012)

Sifat	
Rumus molekul	C_2H_5OH
Massa molar	46,07 g/mol
Penampilan	Cairan tak berwarna
Densitas	0,789 g/cm ³
Titik lebur	-114,3
Titik didih	78,4
Keasaman	15,9
Viskositas	1,2 cP (20°C)
Nilai kalor	7077 kal/g
Panas Laten Penguapan	204 kal/gram

Bioetanol dapat digunakan untuk berbagai keperluan, yaitu salah satunya sebagai bahan bakar dengan dicampurkan dengan *gasoline*. Pencampuran tersebut tidak menimbulkan masalah pada pembakaran karena etanol memiliki sifat yang menyerupai *gasoline* (Assegaf, 2009). Selain itu bioetanol banyak digunakan juga dalam industri minuman, kosmetik dan industri farmasi serta untuk kebutuhan rumah tangga seperti deterjen dan desinfektan. Alkohol dari produk *petroleum* atau dikenal sebagai alkohol sintesis banyak dipakai untuk bahan baku pada industri *acetaldehyde* dan derivat *acetyl* (Ega dkk, 2012). Aplikasi bioetanol dapat dilihat pada Tabel I.3. berikut:

Tabel I.3. Aplikasi Bioetanol (Anonim, 2007)

Jenis Bioetanol	Kadar (%)	Aplikasi
<i>Industrial Bioethanol</i>	95	Sebagai pelarut
<i>Fine Bioethanol</i>	96-97	Untuk keperluan farmasi dan kosmetik
<i>Anhydrous Bioethanol</i>	99,5-100	Untuk bahan bakar dan pelarut analisis di laboratorium

Bioetanol dihasilkan dengan menggunakan proses fermentasi yang memanfaatkan metabolisme mikroorganisme anaerob. Bahan baku pembuatan

BAB I PENDAHULUAN

bioetanol adalah bahan baku yang mengandung polimer glukosa atau glukosa. Polimer glukosa dapat meliputi pati dan selulosa (Assegaf, 2009). Bahan baku pembuatan etanol dibagi menjadi 3 jenis yaitu (Assegaf, 2009):

- a. Bahan yang mengandung sukrosa,
contohnya: nira, tebu, nira sargum manis, nira kelapa, dan nira aren
- b. Bahan yang mengandung pati,
contohnya: tepung-tepung ubi ganyong, jagung, sagu, ubi kayu, ubi jalar dan rumput laut.
- c. Bahan yang mengandung selulosa,
contohnya: kayu, jerami, dan batang pisang.

Karena sifatnya yang mudah terbakar, bioetanol dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar. Aplikasi bioetanol sebagai bahan bakar saat ini adalah dengan mencampurkan bioetanol dengan *gasoline*. Pencampuran dengan *gasoline* ini bertujuan untuk meningkatkan nilai oktan dari bioetanol. Bioetanol memiliki nilai oktan 117, sedangkan nilai oktan *gasoline* hanyalah 88. Dengan menggunakan komposisi volume, nilai oktan pencampuran bioetanol 10% dengan *gasoline* 90% menghasilkan *gasohol* E10 dapat dijelaskan sebagai berikut (Seno, 2008):

$$\begin{aligned}
 \text{Nilai oktan } \textit{gasohol} \text{ E10} &= (0,1 \times \text{nilai oktan etanol}) + (0,9 \times \text{nilai oktan } \textit{gasoline}) \\
 &= (0,1 \times 117) + (0,9 \times 88) \\
 &= 90,9 \text{ atau hampir setara dengan } \textit{pertamax}
 \end{aligned}$$

Spesifikasi bioetanol berdasarkan SNI dapat dilihat pada Tabel I. 4. berikut.

Tabel I. 4. Spesifikasi bioetanol berdasarkan SNI

No.	Sifat	Unit, min/max	Spesifikasi ¹⁾
1.	Kadar etanol	%-v, min	99,5 (sebelum denaturasi) ²⁾ 94,0 (setelah denaturasi)
2.	Kadar metanol	mg/L, max	300
3.	Kadar air	%-v, max	1
4.	Kadar denaturan	%-v, min %-v, max	2 5
5.	Kadar tembaga (Cu)	mg/kg, max	0,1
6.	Keasaman sebagai CH ₃ COOH	mg/L, max	30
7.	Tampakan		Jernih dan terang, tidak ada endapan dan kotoran

BAB I PENDAHULUAN

8.	Kadar ion klorida (Cl)	mg/L, max	40
9.	Kandungan belerang (S)	mg/L, max	50
10.	Kadar getah (gum), dicuci	mg/100 ml, max	5,0
11.	pHe		6,5 – 9,0

¹⁾ Jika tak diberikan catatan khusus, nilai batasan (spesifikasi) yang diterakan adalah nilai untuk bioetanol yang sudah didenaturasi.

²⁾ FGE atau bioetanol kering biasanya memiliki berat jenis dalam rentang 0,7936–0,7961 (pada kondisi 15,56/15,56⁰C) atau berat jenis dalam rentang 0,7871–0,7896 (pada kondisi 25/25⁰C), diukur dengan cara piknometri atau hidrometri yang sudah sangat lazim diterapkan di dalam industri alkohol.

Bioetanol yang digunakan haruslah memiliki kadar 99,5%. Karena jika menggunakan bioetanol dengan kandungan di bawah 99,5% akan menyebabkan korosi pada mesin (Assegaf, 2009). Sifat Termal, Kimia, dan Fisika dari Bioetanol dan Premium dapat dilihat pada Tabel I.5. Berikut:

Tabel I.5. Perbandingan Sifat Termal, Kimia, dan Fisika dari Bioetanol dan Premium (Budiyanto, 2009)

No	Keterangan	Unit	Bioetanol	Premium
1	Sifat Termal			
	a. Nilai kalor	(kkal/liter)	5023,3	8308
	b. Panas penguapan 20 ⁰ C	(kkal/liter)	6,4	1,8
	c. Tekanan uap pada 30 ⁰ C	(Bar)	0,2	0,8
	d. Angka oktan motor	(MON)	94	82
	e. Angka oktan riset	(RON)	111	91
	f. Suhu pembakaran	(⁰ C)	363	221-260
	g. Perbandingan nilai bakar dengan premium		0,6	1
2	Sifat Kimia			
	a. Analisa berat			
	C		52,1	87
	H		13,1	13
	O		34,7	0
	C/H		4	6,7
	b. Keperluan udara (kg udara/kg bahan bakar)		9	14,8
3	Sifat Fisika			
	a. Berat Jenis	(g/cm)	0,8	0,7
	b. Titik Didih	(⁰ C)	78	32-185
	c. Kelarutan		Ya	Tidak

BAB I PENDAHULUAN

I.2.4. Sifat-sifat Produk Samping

1. Karbon dioksida (CO₂) (Suprpto and Limanto, 2004)

Sifat Fisika karbon dioksida adalah sebagai berikut:

- Temperatur kritis : 31,1⁰C;
- Tekanan kritis : 734 kPa;
- Densitas *liquid* (pada 0⁰C dan tekanan 101,32 kPa) adalah 1,976 gr/l;
- Viskositas (pada 25⁰C) : 0,015 cP;
- Panas pembentukan pada 25⁰C : 373,4 btu/mol;
- Panas laten penguapan : 148,6 btu/lb;
- *Melting point* pada 5,2 atm : -56,6⁰C;
- *Subliming point* : -78,5⁰C;
- Kelarutan dalam air 179,7 cm³ CO₂ dalam 100 cm³ air pada 0⁰C;
- Kelarutan dalam air 90,1 cm³ CO₂ dalam 100 cm³ air pada 20⁰C;
- Larut dalam alkohol;
- Tidak berbau, tidak berwarna, tidak beracun.

Sifat Kimia :

- CO₂ dapat bereaksi dengan H₂;

$$\text{CO}_2 + \text{H}_2 \rightarrow \text{CO} + \text{H}_2\text{O}$$
- CO₂ dapat bereaksi dengan amoniak yang terjadi pada pabrik urea untuk menghasilkan amonium karbamat;

$$\text{CO}_2 + 2 \text{NH}_3 \rightarrow \text{NH}_2\text{COONH}_4$$
- CO₂ merupakan oksidator akhir dari produk karbon.

2. Air (H₂O) (Suprpto and Limanto, 2004)

Sifat Fisika :

- Berat Molekul : 18,0153 g/mol;
- Titik Didih : 100⁰C;
- Titik Beku : 0⁰C;
- Temperatur Kritis : 374,15⁰C;
- Tekanan Kritis : 218,3074 atm;

BAB I PENDAHULUAN

- Densitas : 0,998 g/cm³ (cair, 20 °C) ; 0,92 g/cm³ (padatan);
- Kalor Jenis : 0,9995 kal/g °C;
- Kenampakan : Cairan jernih.

Sifat Kimia:

- Hidrolisis
Reaksi hidrolisis antara minyak dan air akan menghasilkan asam lemak dan gliserol.

I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk

I.3.1. Kegunaan Produk (Nurcholis, 2010)

Bioetanol merupakan produk intermediet yang secara umum digunakan sebagai bahan baku turunan etanol, campuran minuman keras, bahan baku industri farmasi, dan campuran bahan bakar untuk pembakaran. Adapun kegunaan dari bioetanol antara lain adalah sebagai berikut:

- 1) Dalam industri kimia
 - Sebagai bahan baku untuk membuat senyawa kimia lain seperti: asetaldehid, etil asetat, asam asetat, etilen dibromida, etil klorida, dan semua etil ester;
 - Bahan pembuat minuman keras atau minuman beralkohol;
 - Bahan pelarut dalam pembuatan cat dan bahan-bahan kosmetik.
- 2) Bidang kedokteran, farmasi, dan laboratorium
 - Sebagai bahan antiseptik;
 - Sebagai pelarut dalam laboratorium dan industri;
 - Sebagai cairan pengisi termometer karena etanol membeku pada suhu -114°C;
 - Sebagai bahan pembuatan sejumlah besar obat-obatan dan juga sebagai bahan pelarut atau sebagai bahan antara di dalam pembuatan senyawa-senyawa lain skala laboratorium.
- 3) Bahan bakar alternatif kendaraan bermotor
Bioetanol dalam aplikasi sebagai bahan bakar dicampur dengan *gasoline* sehingga menghasilkan gasohol yang ramah lingkungan.

BAB I PENDAHULUAN

I.3.2. Keunggulan Produk (Natasasmita, 2011)

Keuntungan mengembangkan energi alternatif berbahan baku rumput laut yaitu :

1. proses pembudidayaan rumput laut tidak mengurangi lahan pertanian pangan karena tidak memerlukan lahan darat.
2. Selain itu, Indonesia sebagai Negara kepulauan yang daerahnya terdiri dari 2/3 lautan dan memiliki panjang pantai sekitar 81.000 km memiliki potensi besar untuk membudidayakan rumput laut. Indonesia memiliki luas area untuk kegiatan budidaya rumput laut seluas 1.110.900 ha, tetapi pengembangan budidaya rumput laut baru memanfaatkan lahan seluas 222.180 ha sekitar 20% dari luas areal potensial.
3. Proses pembudidayaan rumput laut pun relatif singkat karena hanya memerlukan sekitar 45 hari untuk bisa dipanen.
4. Produktivitas rumput laut cukup tinggi dibandingkan dengan menggunakan tebu, singkong, ubi jalar, dan jagung sebagai bahan baku bioetanol. Rumput laut pun melakukan fotosintesis sehingga dapat menyerap gas CO₂ yang menyebabkan pemanasan global di dunia. Selama ini, pengatasaan pemanasan global selalu dikaitkan dengan penanaman pohon. Padahal, laut memiliki potensi yang besar untuk membantu mengatasi masalah pemanasan global.
5. Tidak mengandung lignin yang biasa ditemukan pada tanaman berkayu yang membutuhkan energi dalam proses *pretreatment* untuk menghancurkannya sebelum diubah menjadi *biofuel*. Rumput laut hanya perlu digiling dan dihancurkan sebelum proses fermentasi.

I.4. Ketersediaan Bahan Baku dan Analisis Pasar

1.4.1. Ketersediaan Bahan Baku (BPS, 2010)

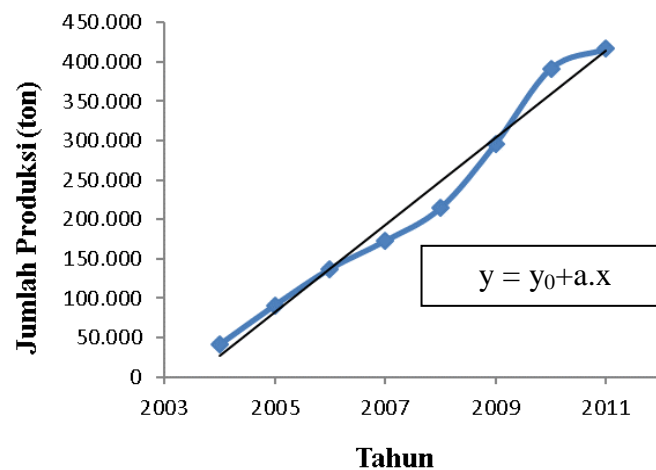
Produksi rumput laut *Eucheuma cottonii* di Indonesia dalam berat kering dapat dilihat pada Tabel I.6. berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Tabel I.6. Rumput laut *Eucheuma cottonii* di Indonesia (Dinas Perikanan dan Kelautan, 2012)

Tahun	Volume (Ton)
2004	41.057
2005	91.063
2006	137.446
2007	172.847
2008	214.506
2009	296.355
2010	391.501
2011	416.272

Grafik hubungan produksi rumput laut terhadap tahun disajikan pada Gambar I. 1. berikut:



Gambar I. 1. Grafik hubungan produksi rumput laut terhadap tahun

Persamaan linier yang didapatkan dari grafik diatas adalah sebagai berikut:

dimana: $y = -110.839.405,62 + 55.322,31 x$

$$y_0 = -110.839.405,62$$

$$a = 55.322,31$$

$$R^2 = 0,98$$

Untuk mendapatkan data produksi rumput laut *Eucheuma cottonii* pada tahun 2016, maka dari persamaan diatas dengan memasukkan tahun ke-x yaitu 2016 akan didapatkan harga y sebesar 690.372 ton. Dari data ini diprediksi produksi rumput laut *Eucheuma cottonii* pada tahun 2016 akan mengalami peningkatan yang cukup signifikan dan disimpulkan bahwa bahan baku yang tersedia telah mencukupi kebutuhan untuk produksi bioetanol.

BAB I PENDAHULUAN

1.4.2. Analisis pasar

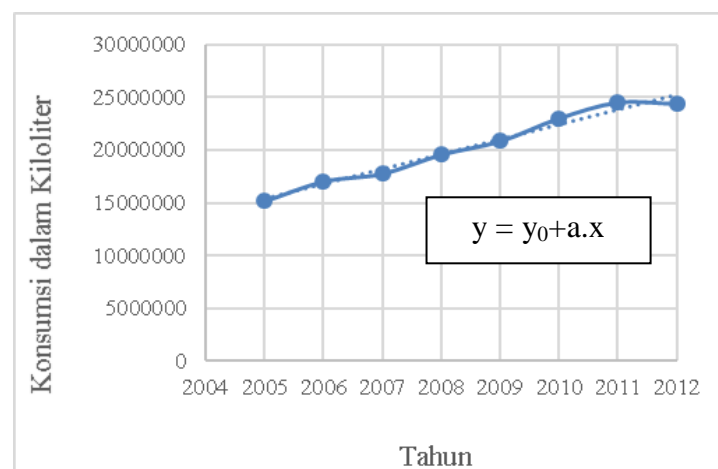
Bioetanol yang dihasilkan dari prarencana pabrik ini akan digunakan untuk bahan bakar alternatif pengganti bensin. Konsumsi premium nasional diprediksi akan semakin meningkat dari tahun ke tahun, hal ini disebabkan karena meningkatnya permintaan akan kendaraan bermotor yang meningkat setiap tahunnya. Prarencana pabrik bioetanol berbahan baku rumput laut ini direncanakan akan mulai beroperasi secara kontinyu pada tahun 2016 dengan waktu konstruksi selama dua tahun dan bertujuan untuk memenuhi kebutuhan bioetanol di Indonesia.

Data konsumsi premium skala nasional yang diperoleh dari Pertamina untuk tahun 2005-2012 dapat dilihat pada Tabel I.7. berikut:

Tabel I.7. Konsumsi Premium Skala Nasional Untuk Tahun 2005-2012

Tahun	Konsumsi (dalam Kilo Liter)
2005	15.200.000
2006	17.069.600
2007	17.800.000
2008	19.614.000
2009	20.876.000
2010	23.040.000
2011	24.538.000
2012	24.411.000

Grafik hubungan antara konsumsi premium skala nasional terhadap tahun dapat dilihat pada Gambar I.2. berikut:



Gambar I.2. Konsumsi Premium Nasional (dalam kiloliter) Tahun 2005-2012

BAB I PENDAHULUAN

Persamaan linier yang didapatkan dari grafik diatas adalah sebagai berikut:

$$\text{dimana: } y = -2.820.298.192,86 + 1.414.297,62 x$$

$$y_0 = -2.820.298.192,86$$

$$a = 1.414.297,62$$

$$R^2 = 0,98$$

Untuk mendapatkan data konsumsi premium nasional pada tahun 2016, maka dari persamaan diatas dengan memasukkan tahun ke- x yaitu 2016 akan didapatkan harga y sebesar 30.925.809,06 kiloliter. Dari data ini dapat disimpulkan bahwa prediksi konsumsi premium pada tahun 2016 akan mengalami peningkatan yang cukup signifikan.

Di mana, dari semua kebutuhan tersebut masih direncanakan untuk *blending* 10% dengan premium menjadi gasohol. Sehingga pendirian pabrik bioetanol ini memenuhi 0,1% dari konsumsi premium nasional.

$$\begin{aligned} \text{Sehingga kebutuhan bahan bakar alternatif adalah} &= 0,1 \times 0,1\% \times 30.925.809,06 \text{ kL} \\ &= 3092,58 \text{ kL} \end{aligned}$$

Adapula, enam produsen terbesar etanol di Indonesia: Indo Acidatama (46.200 kL), Indo Lampung Distillery (39.600 kL), Molindo Raya Industrial (39.600 kL), Aneka Kimia Nusantara (14.850 kL), PG. Rajawali II (10.500 kL), dan PT PN XI (7200 kL). (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, 2008)

$$\begin{aligned} \text{Jika diasumsi masa aktif kerja dari pabrik ini adalah 300 hari/tahun maka} \\ \text{kapasitas produksinya sebesar} &= 3092,58 \text{ kL} / 300 \text{ hari} \\ &= 10,3086 \text{ kL/hari} \times \text{petanol } 99,6\% \\ &= 10,3086 \text{ kL/hari} \times 0,823 \text{ g/cm}^3 \\ &= 8,48 \text{ ton/hari} \end{aligned}$$

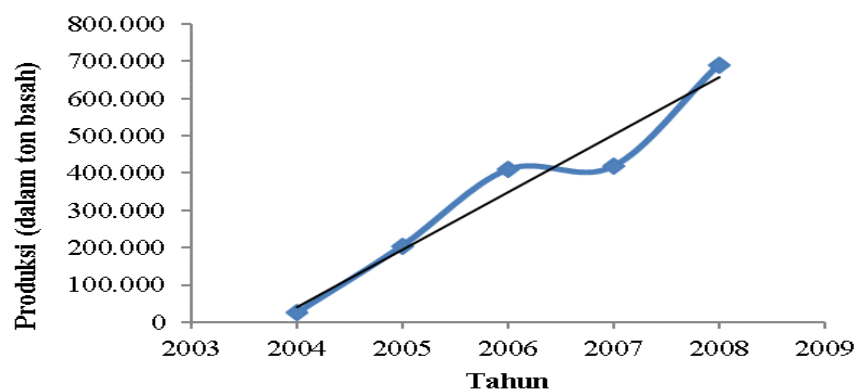
Dengan memperhatikan ketersediaan bahan baku rumput laut yang dibutuhkan, Sulawesi Selatan dinilai memiliki potensi untuk dijadikan tempat untuk mendirikan pabrik ini. Hal ini dikarenakan Sulawesi Selatan merupakan daerah terbesar penghasil rumput laut pertama se-Indonesia. Data produksi rumput laut basah di Sulawesi Selatan dapat dilihat pada tabel Tabel I. 8. berikut.

BAB I PENDAHULUAN

Tabel I. 8. Data Produksi Rumput Laut di Sulawesi Selatan (Ton Basah per Tahun) (Data Statistik Ditjen. Perikanan Budidaya, 2009)

Tahun	Produksi (dalam ton basah)
2004	24.784
2005	204.397
2006	409.422
2007	418.063
2008	690.385

Grafik hubungan antara produksi rumput laut di Sulawesi Selatan terhadap tahun dapat dilihat pada Gambar I.3 berikut



Gambar I.3. Produksi Rumput Laut di Sulawesi Selatan Tahun 2004-2008

Persamaan linier yang didapatkan dari grafik diatas adalah sebagai berikut:

dimana: $y = -309.551.110,63 + 154.486,8 x$

$y_0 = -309.551.110,63$

$a = 154.486,8$

$R^2 = 0,95$

Untuk mendapatkan data produksi rumput laut pada tahun 2016, maka dari persamaan diatas dengan memasukkan tahun ke-x yaitu 2016 akan didapatkan harga y sebesar 1.894.278,17 ton basah pertahun atau setara dengan 189.427,817 ton pertahun. Maka produksi rumput laut kering di Sulawesi Selatan pada tahun 2016 adalah 518,9803 ton rumput laut kering per hari.

Berdasarkan perhitungan neraca massa pada Lampiran A, 1.000 kg rumput laut menghasilkan 447,4276 kg bioetanol. Sehingga untuk menghasilkan bioetanol

BAB I PENDAHULUAN

dengan kapasitas 8,48 ton/hari (8.480 kg/hari) maka bahan baku rumput laut kering perhari yang dibutuhkan adalah:

$$\begin{aligned}\text{Rumput laut kering perhari} &= \frac{1.000 \text{ kg rumput laut kering}}{447,4276 \text{ kg bioetanol}} \times \frac{8.480 \text{ kg bioetanol}}{1 \text{ hari}} \\ &= 18.952,7889 \text{ kg rumput laut kering/hari.}\end{aligned}$$