

BAB I

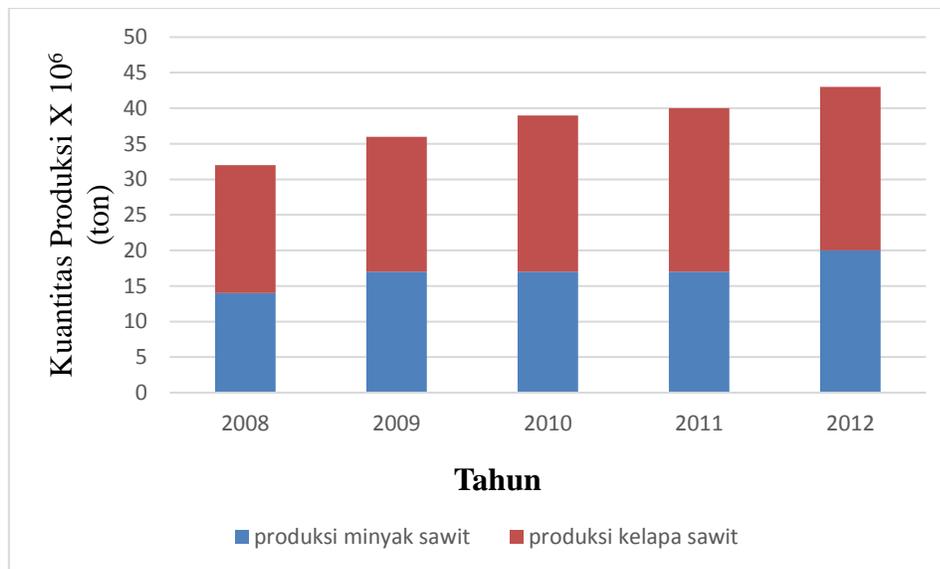
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki beragam kekayaan alam terbarukan sangat potensial sebagai penghasil bahan baku untuk bahan bakar alternatif selain minyak bumi. Keterbatasan persediaan cadangan minyak bumi dan isu lingkungan menyebabkan negara-negara di dunia mulai beralih pada produksi atau pemanfaatan bahan bakar nabati. Etanol merupakan bahan bakar yang telah dimanfaatkan sebagai campuran bensin di negara-negara maju. Negara-negara penghasil bioetanol seperti Brazil dan Amerika Serikat mengembangkan industri pengolahan etanol mulai dari industri pengolahan skala kecil sampai dengan skala besar (Hermiati, 2010).

Bioetanol merupakan salah satu *biofuel* yang hadir sebagai bahan bakar alternatif yang lebih ramah lingkungan dan sifatnya yang terbarukan. Bioetanol adalah bahan bakar alternatif yang diolah dari tumbuhan yang memiliki keunggulan karena mampu menurunkan emisi CO₂ hingga 18%, dibandingkan dengan emisi bahan bakar fosil seperti minyak tanah. Etanol yang diproduksi saat ini umumnya berasal dari etanol generasi pertama, yaitu etanol yang dibuat dari gula (tebu, molasses) atau pati (jagung, singkong). Bahan-bahan tersebut berasal dari bahan pangan dan pakan. Konversi bahan pangan menjadi etanol merupakan salah satu penyebab harga-harga pangan meningkat. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian etanol generasi kedua, yaitu etanol dari biomassa lignoselulosa. Biomassa yang berpotensi menghasilkan bioetanol antara lain adalah hasil limbah pertanian seperti jerami, gandum, tongkol jagung, dan tandan kosong kelapa sawit (Panca Nugrahini, Hermanto Sitompul, Donny Riza Putra, 2016).

Kelapa sawit merupakan tanaman dengan nilai ekonomis yang cukup tinggi karena merupakan salah satu tanaman penghasil minyak nabati. Tanaman kelapa sawit merupakan salah satu jenis tanaman perkebunan yang menduduki posisi penting dalam sektor pertanian dan sektor perkebunan. Ketersediaan kelapa sawit di Indonesia sangat melimpah dan selalu mengalami peningkatan dari tahun ke tahun, contohnya seperti produksi kelapa sawit dan minyak sawit dari tahun 2009-2012 yang ditunjukkan pada gambar 1.1 di bawah ini :



Sumber: Badan Pusat Statistik, 2013

Gambar 1.1 produksi kelapa sawit dan minyak sawit di Indonesia

Salah satu limbah padat industri kelapa sawit adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Limbah padat tersebut mempunyai ciri khas pada komposisinya. Dimana komponen terbesarnya adalah selulosa, disamping komponen lain meskipun lebih kecil seperti abu, hemiselulosa dan lignin (Fauzi, 2003). TKKS merupakan limbah padat yang paling banyak dihasilkan oleh industri kelapa sawit yaitu sekitar 22-23% dari total tandan buah segar (TBS) yang diolah (Wardani, 2012).

Selama ini pengolahan atau pemanfaatan TKKS masih sangat terbatas yaitu dibakar dalam incinerator, ditimbun (open dumping), dijadikan mulsa di perkebunan kelapa sawit, atau diolah menjadi kompos. Namun karena adanya beberapa kendala seperti waktu pengomposan yang cukup lama sampai 6–12 bulan, fasilitas yang harus disediakan, dan biaya pengolahan TKKS tersebut. Padahal tandan kosong kelapa sawit berpotensi untuk dikembangkan menjadi barang yang lebih berguna, salah satunya menjadi bahan baku bioetanol. Kandungan selulosa yang cukup tinggi yaitu sebesar 45% menjadikan kelapa sawit sebagai prioritas untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol (Aryafatta, 2008).

Pengolahan TKKS menjadi bioetanol pada prinsipnya sama dengan proses yang berbahan baku singkong yaitu melalui tahapan hidrolisis, fermentasi dan destilasi. Tetapi pada TKKS perlu adanya perlakuan tambahan berupa pretreatment untuk dapat menghilangkan lignin yang dapat mengganggu proses hidrolisis selulosa. Bioetanol biasanya digunakan sebagai bahan bakar pada kendaraan bermotor. Penggunaannya dapat dicampur dengan bensin tetapi bisa juga 100% bioetanol apabila mesin kendaraan bermotor tersebut didesain khusus untuk bahan bakar bioetanol (Hidayat, R. 2005). Dipasaran harga tkks Rp.300,- per kilogram dan harga bioetanol Rp.27.000,- per liter sehingga perubahan nilai ekonomi dari tandan kosong kelapa sawit ke bioetanol yaitu sebesar Rp. 26.700,-per liter.

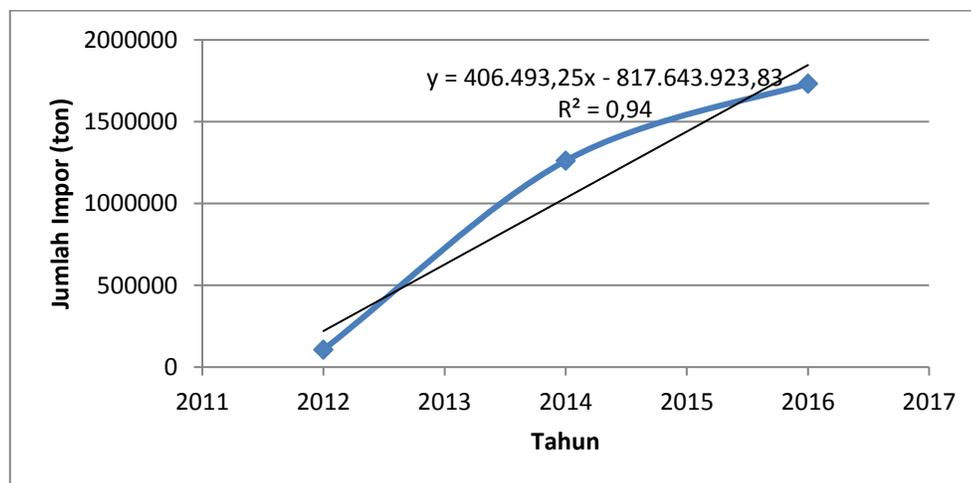
Pabrik industri bioetanol dari biomassa ini didirikan dengan tujuan untuk meningkatkan nilai kegunaan serta nilai ekonomis dari limbah hasil olahan kelapa sawit (tandan kosong kelapa sawit) yang sebagian besar hanya dimanfaatkan sebagai pupuk dan arang yang tidak memiliki nilai jual tinggi serta sulit bersaing dipasar internasional. Selain itu dengan adanya pabrik ini diharapkan dapat membantu mengurangi jumlah impor bioetanol di Indonesia. Data impor-nya dapat lihat pada tabel 1.1 berikut ini :

Tabel 1.1 Data Impor Bioetanol

Tahun	Jumlah (ton)
2012	1.064,38
2014	12.615,96
2016	17.324,11

Sumber: badan pusat statistik, 2018

Berdasarkan data di atas, melalui metode regresi linear dengan menggunakan persamaan garis lurus didapatkan kurva sebagai berikut :



Gambar 1.2 Kurva hubungan antara tahun dan jumlah impor bioetanol

$$y = ax + b$$

dimana :

$a = \text{slope}$

$b = \text{intercept}$

$x = \text{tahun produksi}$

$y = \text{jumlah impor bioetanol (ton/tahun)}$

maka :

$$y = ax + b$$

$$y = 406.493,25x - 817.613.923,83 \dots\dots\dots \text{persamaan (1.1)}$$

Karena pabrik akan dibangun pada tahun 2023 sehingga dari persamaan tersebut didapatkan kebutuhan impor sebesar :

$$\begin{aligned} Y &= 406.493,25x - 817.613.923,83 \\ &= (406.493,25 \times 2023) - 817.613.923,83 \\ &= 4.691,92 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

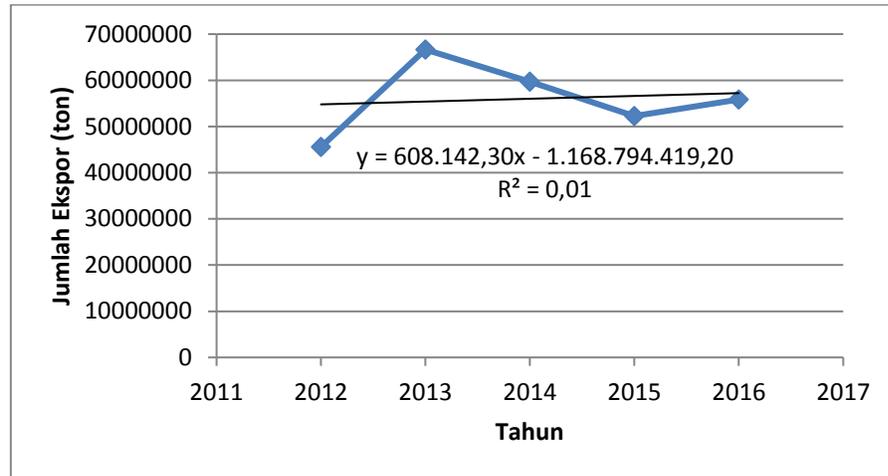
Selain untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, pabrik ini juga akan mendistribusikan bioetanol ke pasar internasional sehingga dapat menunjang devisa pendapatan negara. Mengingat nilai ekspor bioetanol dari Indonesia ini memiliki jumlah yang besar seperti pada tabel berikut ini :

Tabel 1.2 Data Ekspor Bioetanol

Tahun	Jumlah (ton)
2012	45.574.516
2013	66.659.381
2014	59.726.339
2015	52.231.734
2016	55.829.006

Sumber : Badan Pusat Statistik, 2018

Berdasarkan tabel di atas berlaku suatu persamaan regresi linear sebagai berikut:



Gambar 1.3 Kurva hubungan antara tahun dan jumlah ekspor bioetanol

$$y = ax + b$$

dimana :

$a = slope$

$b = intercept$

$x = tahun produksi$

$y = jumlah ekspor bioetanol (ton/tahun)$

maka :

$$y = ax + b$$

$$y = 606.142,30x - 1.168.794.419,20 \dots \dots \dots persamaan (1.2)$$

Pabrik akan dibangun pada tahun 2023 sehingga persamaan di atas akan diperoleh

kebutuhan ekspor sebesar :

$$y = 606.142,30x - 1.168.794.419,20$$

$$= 606.142,30 \times (2023) - 1.168.794.419,20$$

$$= 61.477,4534 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan persamaan 1.1 dan 1.2 dapat diketahui Kondisi kebutuhan bioetanol pada tahun 2023 yaitu :

Kebutuhan impor + kebutuhan ekspor

= 4691,92 ton/tahun + 61477,4534 ton/tahun..... persamaan (1.3)

= 66.169,48 ton/tahun

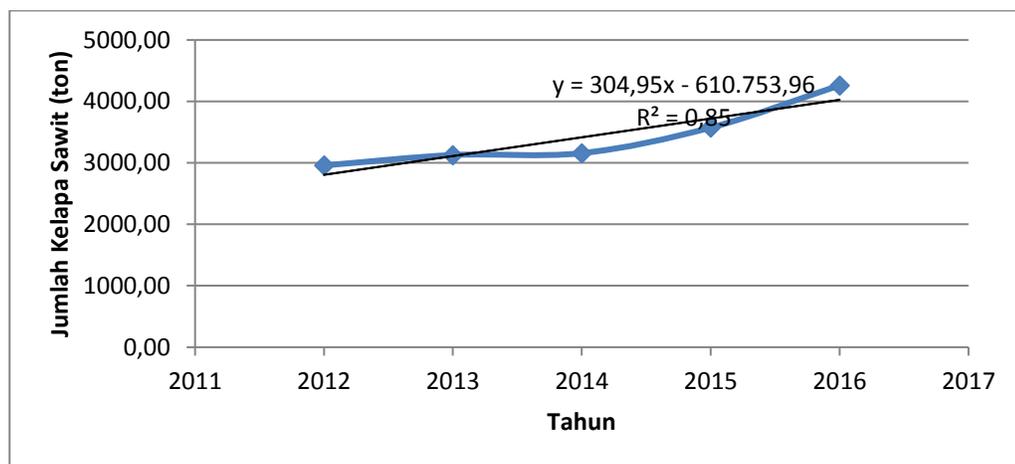
Pabrik yang direncanakan akan di bangun di Kalimantan Tengah sehingga didapatkan data jumlah kelapa sawit didaerah tersebut terdapat pada tabel 1.3 yaitu :

Tabel 1.3 jumlah kelapa sawit di Kalimantan Tengah

Tahun	Jumlah (ton)
2012	2958,28
2013	3127,14
2014	3158,20
2015	3573,00
2016	4260,10

Sumber : Badan pusat Statistik,2018

Berlaku persamaan suatu regresi linear yaitu, sebagai berikut :



Gambar 1.4 Kurva hubungan antara tahun dan jumlah kelapa sawit di daerah Kalimantan Tengah

$y = ax + b$

dimana :

$a = \text{slope}$

$b = \text{intercept}$

$x = \text{tahun produksi}$

$y = \text{jumlah kelapa sawit di Kalimantan Tengah (ton/tahun)}$

maka :

$$y = ax + b$$

$$y = 304,95x - 1.168.794.419,20 \dots \dots \dots \text{persamaan (1.4)}$$

$$\begin{aligned} y &= 304,95 \times (2023) - 1.168.794.419,20 \\ &= 6.159.890 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

Karena 23% dari kelapa sawit merupakan tandan kosong kelapa sawit

maka :

$$y = 23\% \times \text{Jumlah produksi kelapa sawit}$$

$$y = 0,23 \times 6159890 \dots \dots \dots \text{persamaan (1.5)}$$

$$= 1.416.775 \text{ ton/ tahun}$$

Untuk memenuhi kebutuhan bahan baku dalam mencapai kapasitas produksi maka tandan kosong kelapa sawit dibutuhkan menjalankan pabrik adalah sebanyak 10% dari jumlah total tandan kosong kelapa sawit di Kalimantan Tengah.

maka :

$$y = 10\% \times \text{Jumlah tandan kosong kelapa sawit}$$

$$y = 0.1 \times 1416775 \dots \dots \dots \text{persamaan (1.6)}$$

$$= 141.677 \text{ ton/tahun}$$

Berdasarkan jumlah kebutuhan impor dan ekspor bioetanol yang akan dipenuhi pada tahun 2023 serta kuantitas dari kapasitas pabrik yang beroperasi di Indonesia maka pabrik bioetanol yang akan didirikan ini direncanakan akan memenuhi 60% dari total kebutuhan global dengan kapasitas pabrik sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Kapasitas pabrik} &= 60\% \times (\text{Kebutuhan dalam negeri} + \text{kebutuhan luar negeri}) \\ &= 60\% \times (4691,92 \text{ ton/tahun} + 61.477,45 \text{ ton/tahun}) \\ &= 60\% \times 66169,37 \text{ ton/tahun} \\ &= 40.281,06 \approx 40.000 \text{ ton/tahun.}\end{aligned}$$

Dengan demikian dapat di simpulkan bahwa kapasitas pra rancangan pabrik bioetanol yang akan dibuat sebesar 40.000 ton/tahun. Dimana kebutuhan untuk dalam negeri sebesar 4.691,92 ton/tahun dan sisanya sebesar 61.477,45 ton/tahun akan di ekspor ke luar negeri.

Beberapa negara yang akan di ekspor diantaranya : Australia 2.832 ton/tahun, Filipina 23.391 ton/tahun, Korea Selatan 9.239 ton/tahun, Singapura 3.003 ton/tahun, Thailand 1.302 ton/tahun (*Comtrade*, 2013).

1.2 Tinjauan Pustaka

Bioetanol adalah etanol yang bahan utamanya dari tumbuhan dan menggunakan bantuan mikroorganisme dalam prosesnya. Etanol atau *ethyl alcohol* (C_2H_5OH) berupa cairan bening tak berwarna, terurai secara biologis (biodegradable), toksisitas rendah dan tidak menimbulkan polusi udara yang besar bila bocor. Etanol yang terbakar menghasilkan karbondioksida (CO_2) dan air (Rikana dan Adam, 2005).

Etanol memiliki banyak manfaat yaitu dapat dikonsumsi manusia sebagai bahan minuman beralkohol, dan sebagai bahan baku farmasi dan kosmetika (Erliza, 2008). Etanol juga dimanfaatkan sebagai bahan cita rasa, obat-obatan dan komponen anti beku (Nitz, 1976). Namun beberapa tahun ini, perhatian mengarah pada produksi etanol sebagai bahan bakar dan pelarut kimia (Crueger dan Crueger, 1990).

Etanol atau *ethyl alcohol* sudah dikenal sejak tahun 3000 SM melalui fermentasi. Teknologi proses pembuatan etanol kemudian berkembang. Proses sintesis etanol diantaranya adalah Hidrasi langsung etilen berkatalis, Konversi Gas Sintetis, Homologasi Metanol, Karbonilasi methanol dan metil asetat, Fermentasi (Kosaric, 2001). Proses-proses tersebut akan diuraikan sebagai berikut :

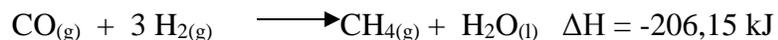
1.2.1 Hidrasi langsung etilen berkatalis

Proses hidrasi dari etilen menjadi etanol merupakan reaksi dapat balik. Pada kondisi reaktor 200-300°C, 5-8 Mpa, Equimolar etilen dan air menghaikan konversi 22% pada kesetimbangan. Katalis yang digunakan adalah asam, umumnya katalis asam fosfat.



1.2.2 Konversi Gas Sintetis

Setelah ditemukannya metode sintesis metanol dari karbon monoksida dan hidrogen, penelitian dilanjutkan untuk mensintesis alkohol gugus lebih panjang, yaitu etanol. Metode untuk memproduksi etanol dari gas sintetis adalah dengan memodifikasi katalis yang mengandung alkali dan kobalt.



1.2.3 Homologasi Metanol (Hidrokarbonilasi)

Proses ini menghasilkan yield etanol yang relatif kecil. Produk proses ini lebih kaya akan alkohol rantai yang lebih panjang, seperti formate, acetate esters dan produk teroksidasi lainnya. Produk samping dapat terbentuk karena terjadi reaksi homologation lanjutan etanol dengan alkohol lain dan juga terjadi reaksi karbonilasi.



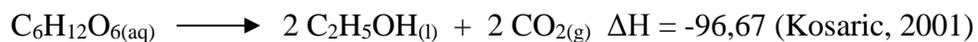
1.2.4 Karbonilasi Methanol dan Metil Asetat

Langkah awal konversi metanol menjadi etanol adalah reaksi karbonilasi metanol menjadi asam asetat. Kemudian asam asetat dapat dihidrogenasi langsung untuk menjadi etanol. Reaksi hidrogenasi langsung ini membutuhkan peralatan bertekanan tinggi, dan prosesnya sangat korosif.



1.2.5 Fermentasi

Fermentasi merupakan proses yang memanfaatkan mikroba seperti bakteri, yeast, atau jamur untuk memperoleh produk. Pada proses fermentasi etanol sebelumnya akan di lakukan hidrolisis untuk mengubah selulosa menjadi glukosa kemudian glukosa di fermentasi dengan bantuan yeast menjadi bioetanol. Produksi etanol melalui fermentasi tergolong memiliki selektivitas tinggi (kecilnya akumulasi produk samping, tingginya yield etanol), toleransi yang tinggi terhadap penambahan konsentrasi substrat dan konsentrasi etanol serta stabilitas konversi sebesar 55,1% (Dellweg, 1983), pada suhu 32°C dan tekanan 1 atm. Walaupun demikian, Yeast yang mempunyai semua karakter seperti ini masih dalam pengembangan.



Dari beberapa proses pembuatan bioetanol di atas, proses fermentasi merupakan proses yang paling banyak digunakan. Hal ini dikarenakan dari aspek teknis proses ini memiliki hasil yang lebih baik dibandingkan proses lainnya. Untuk skala industri, aspek ini dipilih dengan penimbangan bahwa secara teknik ditinjau dari kondisi operasinya, reaksi berlangsung pada tekanan dan suhu yang relatif rendah, sehingga dapat memperkecil kebutuhan energi, selain itu proses ini lebih ekonomis dengan bahan baku yang mudah didapat dan lebih murah (Atherton dan Saghafi, 2010).