

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1. Latar belakang

Pertumbuhan perekonomian Indonesia tidak lepas dari perkembangan industri manufaktur di Indonesia. Semakin banyaknya industri/pabrik khususnya industri manufaktur membutuhkan bahan baku yang semakin meningkat pula, disatu sisi sebagian besar bahan baku industri manufaktur masih di beli dari luar negeri/impor. Sebagai negara agraris yang didukung dengan industri, Indonesia memiliki bahan baku industri yang bersumber dari alam yang melimpah antara lain bahan-bahan tambang berupa batu bara, minyak, emas, tembaga, nikel dan lain lain, bahan-bahan dari tanaman industri seperti tanaman kelapa sawit, karet, tebu, kayu, singkong, teh, kopi dan lain lain.

Untuk mengurangi bahan baku yang dibeli dari luar negeri/impor sekaligus menghemat devisa, maka pemerintah sejak lama telah menggalakan investasi bidang industri manufaktur baik penanaman modal asing maupun penanaman modal dalam negeri. Hal ini disamping bahan baku yang ada melimpah juga agar dengan semakin banyaknya industri dalam negeri dapat mengurangi pengangguran.

Dari berbagai industri yang berkembang saat ini, industri kimia memiliki peran yang sangat penting, karena industri kimia umumnya merupakan industri hulu yang membuat bahan baku untuk industri olahan lainnya. Di antara industri kimia yang banyak dibutuhkan oleh industri olahan lainnya di Indonesia adalah pabrik etanol dan asam asetat. Etanol di beberapa negara digunakan sebagai bahan campuran

bensin sehingga menjadi biofuel. Produksi etanol dunia untuk bahan bakar transportasi meningkat 3 kali lipat dalam kurun 7 tahun dari 17 milyar liter tahun 2000 menjadi 52 milyar liter pada tahun 2007. Komposisi etanol pada bahan bakar bensin di dunia telah meningkat 3,7% menjadi 5,4% pada tahun 2010. Produksi etanol dunia 86,9 milyar liter (id.m.wikipedia.org). Etanol digunakan secara luas di Brasil dan Amerika. Kedua negara tersebut memproduksi 88 % dari seluruh jumlah bahan bakar etanol yang diproduksi dunia. Kebanyakan mobil di Amerika Serikat menggunakan bahan bakar dengan kandungan etanol sampai 10%, bahkan di beberapa negara kandungan etanol untuk bensin diwajibkan 10%.

Di Indonesia pemerintah saat ini baru mewajibkan penggunaan campuran minyak biodiesel 20% dan bioethanol 10%, tidak menutup kemungkinan hal tersebut akan merambah bahan bakar bensin yang dicampur dengan bahan etanol (bioetanol).

Kebutuhan etanol di Indonesia masih sangat tinggi yaitu 3 juta kiloliter per tahunnya. Sedangkan produksi etanol di Indonesia baru sebanyak 310 ribu kiloliter per tahun (sumber: Bisnis Indonesia, 30 Agustus 2018). Berarti saat ini, Indonesia masih kekurangan pasokan etanol sebesar 2,69 juta kiloliter lagi. Maka dari itu, semakin banyak pihak yang terlibat dalam produksi etanol maka dapat memberikan dampak yang sangat baik untuk pertumbuhan industri olahan di Indonesia itu sendiri. Penyebab lainnya kurangnya pasokan etanol di Indonesia yaitu karena rendahnya harga untuk pasar lokal. Sehingga

banyak pengusaha etanol yang lebih suka mengekspor etanol karena harganya yang jauh lebih tinggi.

Saat ini Indonesia sangat membutuhkan infrastruktur dan juga otoritas khusus untuk produksi etanol. Jika produksi etanol terus ditingkatkan maka kondisi rakyat akan semakin sejahtera karena mulai dari petani yang membuat bahan baku etanol hingga para produsen etanol tidak perlu mengekspor etanol lagi. Dengan tingginya kebutuhan etanol di Indonesia saat ini, diharapkan dapat mengajak banyak pihak yang memproduksi etanol untuk fokus pada pasar lokal terlebih dahulu.

Dengan melihat dan memperhatikan hal-hal tersebut di atas serta belum mencukupinya kebutuhan etanol dan asam asetat dalam negeri, maka pendirian pabrik etanol di Indonesia merupakan gagasan yang perlu dikaji lebih lanjut sebagai investasi yang menguntungkan di masa yang akan datang.

Demikian pula kebutuhan asam asetat dalam setahun, kebutuhan dunia akan asam asetat mencapai 6,5 juta ton per tahun. 1,5 juta ton per tahun diperoleh dari hasil daur ulang, sisanya diperoleh dari industri petrokimia. Sebagai pereaksi kimia, sumber hayati cukup menarik, tetapi tidak kompetitif. Cuka adalah asam asetat encer, seringkali diproduksi melalui fermentasi dan oksidasi lanjutan etanol.

#### 1.1.1. Penentuan Kapasitas

Pertimbangan dalam penentuan kapasitas pabrik etanol berbahan baku tetes tebu antara lain :

1. Produksi tetes tebu dari pabrik gula di Indonesia sebanyak 17,69 juta ton atau 17.690.000.000 kg. Nilai densitas etanol ( $\rho$ ) sebesar  $789 \text{ kg/m}^3$ , sehingga volume molases sebesar

$$\frac{17.690.000.000 \text{ kg}}{789 \text{ kg/m}^3} = 22.420.785,8 \text{ kl}$$

Sedangkan produksi di Jawa tengah dan Jawa Timur 7,13 juta ton per tahun.

2. Data kapasitas pabrik etanol di Indonesia yaitu 1.600 ton (Basis Indah), 40.000 ton (PT Indoacidatama), 130.000 ton (PT MRI), 60.000 ton (PT Perkebunan Nusantara X Kediri dan Mojokerto), 16.500 ton (PT Rajawali Nusantara Indonesia), dan beberapa pabrik kecil sekitar 61.900 ton . Berarti, total kapasitas dari pabrik yang sudah berdiri adalah 310 ton (sesuai data BPS), sehingga volume etanol sebesar

$$\frac{310.000.000 \text{ kg}}{789 \text{ kg/m}^3} = 392.902,41 \text{ m}^3 = 392.902,41 \text{ kl}.$$

Produksi etanol di Indonesia saat ini baru mencapai 310 ribu kilo liter sementara kebutuhan 3.000.000 kL (Bisnis Indonesia, 30 Agustus 2018). Jadi, kapasitas tersedia adalah

$$3.000.000 \text{ kl} - 392.902,41 \text{ kl} = 2.607.975,59 \text{ kl}$$

$$2.607.975,59 \text{ m}^3 \times 789 \text{ kg/m}^3 = 2.057.000.000 \text{ kg}$$

$$= 2.057.000 \text{ ton}$$

3. Regulasi pemerintah Perluasan Mandatori B20 (BBM Biodiesel dan bioetanol) yang mulai berlaku tanggal 1 September 2018 (CNN Indonesia, 4 September 2018).

Investor dalam beberapa tahun terakhir berinvestasi pabrik etanol antara lain :

- a. PT Madusari Murni Indah (Molindo Group) Malang berinvestasi membuat pabrik etanol di Lampung dengan kapasitas 50 juta liter per tahun dengan nilai investasi Rp.500 milyar dengan bahan baku tetes tebu dan jagung dan sebanyak 35% produksinya akan di ekspor (Republika.co.id 1 Agustus 2018).
- b. PT Perkebunan Nusantara X Mojokerto membangun pabrik bioetanol dengan kapasitas 30 juta liter per tahun kerjasama dengan New Energy and Industrial Technology Development Organization dengan investasi Rp.467,79 milyar. Hasil produksi di ekspor ke Jepang (Kompas.com, 29 Mei 2012).

Dengan pertimbangan tersebut, maka dengan rancangan pabrik etanol dengan kapasitas 40.000 ton per tahun layak dijalankan.

#### 1.1.2. Ketersediaan Bahan Baku

Bahan baku utama pabrik ethanol dan asam asetat adalah tetes tebu (molase) dimana di Indonesia jumlah pabrik gula yang

berbasis tebu sebanyak 62 pabrik yang terdiri dari 50 BUMN dan 12 swasta (Bisnis.com, 2015) dengan total produksi gula 1,5 juta ton per tahun bahkan data terakhir 2,2 juta ton per tahun (Kementan, Katadata.co.id, 2018). Kementerian Pertanian menargetkan hingga 2019 ada 11 pabrik gula baru akan beroperasi di Indonesia. Pembangunan pabrik baru tersebut rata-rata memiliki kapasitas 7.000-10.000 TCD (tons can per day). Jumlah tersebut 4 pabrik merupakan PMA dan sisanya PMDN . Lokasi pabrik yang akan beroperasi tersebut tersebar di beberapa daerah yaitu Lamongan, Blora, Lampung, Dompu, OKI, Blitar, Indramayu, Sumba Timur, Sampit, Timor Tengah Utara, Timor Tengah Selatan. Dengan tambahan pabrik tersebut diharapkan ada tambahan pasokan gula dari dalam negeri sebanyak 1,8 juta ton (Liputan6.com, 15 Juli 2017). Wilayah Jawa Tengah dan DIY sendiri saat ini memiliki 6 pabrik gula tebu yang masih aktif tersebar di beberapa daerah meliputi Kabupaten Karanganyar (PG Tasikmadu), Kabupaten Kudus (PG.Rendeng), Kabupaten Pati (PG Trangkil), Kabupaten Klaten (PG Gondangwinangun), Kabupaten Bantul (PG Madukismo), Kabupaten Batang (PG Cipiring). Sedangkan wilayah Jawa Timur yang letak geografinya relatif dekat dengan lokasi pabrik etanol, sebanyak 25 pabrik antara lain Situbondo (PG Asembagus, PG Panji, PG Wringinanom, PG Olean), Bondowoso (PG.Prajekan), Jember (PG Semboro), Lumajang (PG Jatiroto), Pasuruan (PG Kedawung), Malang (PG Kebonagung, PG Kregbet) Jombang (PG Cukir, PG Jombang),

Kediri (PG Pesantren, PG Merican), Nganjuk (PG Lestari) Kota Madiun (PG Rejoagung) , Kabupaten Madiun (PG.Pagotan), Magetan (PG.Purwodadi), Ngawi (PG Sudono).

Pabrik-pabrik tersebut masih banyak menghasilkan tetes tebu sehingga memudahkan perusahaan dalam pemenuhan kebutuhan bahan baku. Dengan mengetahui jumlah produksi gula saat ini produksi tetes tebu dapat dihitung.

Produksi gula nasional 2,2 juta ton per tahun (Kementan, CNBC Indonesia 12 September 2018), rata-rata rendemen tebu 8,24 % (sampel PT.Rajawali 10%, PT KTM 8,21% dan Petani tebu Malang 6,5%) sehingga produksi tebu nasional adalah 2,2 juta ton x 100/8,24 = **26,7 juta ton per tahun.**

Kandungan pada tebu ( Wikipedia) :

Air : 73-76 %

Serat ampas : 11-16 %

Zat kering terlarut : 10-16 %

Air nira mengandung rendemen 8,24% gula sisanya 66,26 % molases. Kandungan sukrosa pada molase 48-55% (rata-rata 51,5%) (Prescott dan Dunn, 1959).

Produksi tetes tebu nasional adalah 26,7 juta ton x 66,26 % =

**17,69 juta ton per tahun.**

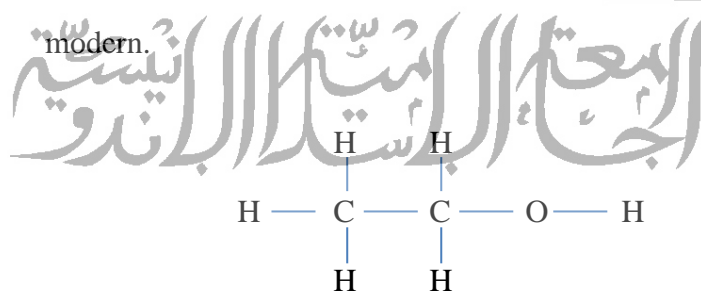
Produksi tetes tebu di Jawa Tengah dan Jawa Timur sebesar :

Jumlah pabrik gula nasional 62 pabrik dengan produksi tetes 17,69 juta ton, Jawa Tengah dan Jawa Timur memiliki 25 pabrik, maka apabila dibikin rata-rata produksi tetes tebu Jawa Tengah dan Jawa Timur  $25/62 \times 17,69 = 7,13$  juta ton

## 1.2. Tinjauan Pustaka

### 1.2.1. Etanol

Etanol murni/absolut dihasilkan pertama kali tahun 1796 oleh Johan Tobias Lowitz yaitu dengan cara menyaring alkohol hasil distilasi melalui arang. Etanol pertama dibuat secara sintetik tahun 1826 oleh Henry Hennel dari Britania Raya dan S.G. Serullas dari Prancis secara terpisah. Etanol disebut juga etil alkohol, alkohol murni, alkohol absolut atau disebut alkohol saja, yaitu jenis cairan yang mudah menguap, mudah terbakar, tak berwarna dan merupakan alkohol yang paling sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Senyawa ini merupakan obat psikoaktif dan dapat ditemukan pada minuman beralkohol dan termometer modern.



Gambar 1.1 Senyawa Etanol



Etanol termasuk ke dalam alkohol rantai tunggal, dengan rumus kimia  $C_2H_5OH$  dan rumus empiris  $C_2H_6O$ . Ia merupakan isomer konstitusional dari dimetil eter. Etanol sering disingkat menjadi EtOH, dengan "Et" merupakan singkatan dari gugus etil ( $C_2H_5$ ). Fermentasi gula menjadi etanol merupakan salah satu reaksi organik paling awal yang pernah dilakukan manusia. Efek dari konsumsi etanol yang memabukkan juga telah diketahui sejak dulu. Pada zaman modern, etanol yang ditujukan untuk kegunaan industri seringkali dihasilkan dari etilena.

Etanol banyak digunakan sebagai pelarut berbagai bahan-bahan kimia yang ditujukan untuk konsumsi dan kegunaan manusia. Contohnya adalah pada parfum, perasa, pewarna makanan, dan obat-obatan. Dalam kimia, etanol adalah pelarut yang penting sekaligus sebagai stok umpam untuk sintesis senyawa kimia lainnya. Dalam sejarahnya, etanol telah lama digunakan sebagai bahan bakar. (id.m.wikipedia.org)

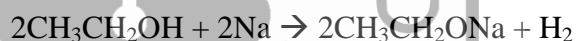
Etanol ( $C_2H_5OH$ ) dengan kemurnian 96,5% bV dapat digunakan untuk:

- a. Industri minuman, kosmetik, parfum dan rokok
- b. Melarutkan lemak, resin, oil dan hydrocarbon.
- c. Bahan baku untuk acetaldehyde, acetic acid, ethyl acetate dan ethylene

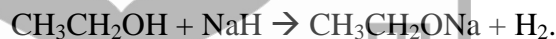
Ada banyak sekali proses pembuatan etanol, diantaranya:

### 1.2.1.1. Reaksi asam-basa

Gugus hidroksil etanol membuat molekul ini sedikit basa. Ia hampir netral dalam air, dengan pH 100% etanol adalah 7,33, berbanding dengan pH air murni yang sebesar 7,00. Etanol dapat diubah menjadi konjugat basanya (ketika suatu asam dan basa bereaksi satu sama lain, asam akan membentuk basa konjugatnya dan basa membentuk asam konjugatnya melalui pertukaran proton (Bronsted-Lowry, 1923), ion etoksida ( $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{O}^-$ ), dengan mereaksikannya dengan logam alkali seperti natrium:



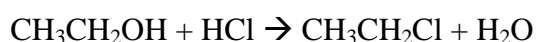
ataupun dengan basa kuat seperti natrium hidrida:



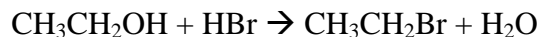
Reaksi seperti ini tidak dapat dilakukan dalam larutan akuatik, karena air lebih asam daripada etanol, sehingga pembentukan hidroksida lebih difavoritkan daripada pembentukan etoksida.

### 1.2.1.2. Halogenasi

Etanol bereaksi dengan hidrogen halida dan menghasilkan etil halida seperti etil klorida dan etil bromida:



Reaksi dengan HCl memerlukan katalis seperti seng klorida. Hidrogen klorida dengan keberadaan seng klorida dikenal sebagai reagen Lucas.



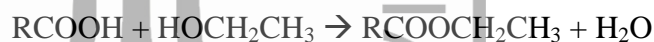
Reaksi dengan HBr memerlukan proses refluks dengan katalis asam sulfat.

Etil halida juga dapat dihasilkan dengan mereaksikan alkohol dengan agen halogenasi yang khusus, seperti tionil klorida untuk pembuatan etil klorida, ataupun fosforus tribromida untuk pembuatan etil bromida.



#### 1.2.1.3. Pembentukan ester

Kondisi di bawah katalis asam, etanol bereaksi dengan asam karboksilat dan menghasilkan senyawa etil eter dan air:



Agar reaksi ini menghasilkan rendeman yang cukup tinggi, air perlu dipisahkan dari campuran reaksi seketika ia terbentuk.

Etanol juga dapat membentuk senyawa ester dengan asam anorganik. Dietil sulfat dan trietil fosfat dihasilkan dengan mereaksikan etanol dengan asam sulfat dan asam fosfat. Senyawa yang dihasilkan oleh reaksi ini sangat berguna sebagai agen etilasi dalam sintesis organik.

#### 1.2.1.4. Dehidrasi

Asam kuat yang sangat higroskopis seperti asam sulfat akan menyebabkan dehidrasi etanol dan menghasilkan etilena maupun dietil eter:



#### 1.2.1.5. Oksidasi

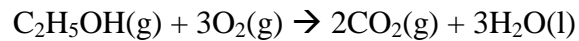
Etanol dapat dioksidasi menjadi asetaldehida, yang kemudian dapat dioksidasi lebih lanjut menjadi asam asetat. Dalam tubuh manusia, reaksi oksidasi ini dikatalisis oleh enzim tubuh. Pada laboratorium, larutan akuatik oksidator seperti asam kromat ataupun kalium permanganat digunakan untuk mengoksidasi etanol menjadi asam asetat. Proses ini akan sangat sulit menghasilkan asetaldehida oleh karena terjadinya overoksidasi. Etanol dapat dioksidasi menjadi asetaldehida tanpa oksidasi lebih lanjut menjadi asam asetat menggunakan piridinium kloro kromat (*Pyridinium chloro chromate, PCC*).



Produk oksidasi etanol, asam asetat, digunakan sebagai nutrien oleh tubuh manusia sebagai asetil-koA.

#### 1.2.1.6. Pembakaran

Pembakaran etanol akan menghasilkan karbon dioksida dan air.



$$(\Delta H_r = -1409 \text{ kJ/mol})$$

### 1.2.2. Molase/Tetes Tebu

Molase merupakan produk sampingan dari industri pengolahan gula tebu atau gula bit yang masih mengandung gula dan asam organik. Molase yang dihasilkan dari industri gula tebu di Indonesia dikenal dengan nama tetes tebu. Tetes tebu didapatkan dari pemisahan dengan kristal gula pada pengolahan gula tebu. Proses penggilingan diawali dengan penggilingan tebu untuk mengeluarkan nira mentah yang berbentuk jus, setelah itu nira mentah akan memasuki proses pemurnian untuk mendapatkan nira jernih dengan cara mengendapkan nira kotor, selanjutnya nira jernih diuapkan untuk meningkatkan konsentrasi sampai dengan tingkat jenuhnya. Sampai tahap ini nira kental hasil proses penguapan akan melalui proses pembentukan kristal gula dengan cara pemasakan. Setelah kristal terbentuk dan didinginkan dilakukan pemisahan menggunakan alat pemusing dan penyaring sehingga didapatkan gula mentah dan tetes tebu. (Alqhaderi Aliffianiko, 2018)

Karena kandungan sukrosa dalam molase cukup tinggi, maka molase dapat digunakan sebagai sumber yang baik untuk pembuatan etanol. Molase berbentuk cairan kental berwarna cokelat ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku etanol, alkohol,

pembentuk asam sitrat, MSG (*monosodium glutamate*), dan gasohol (Dellweg, H. 1983).

Selain itu, molase juga dapat digunakan untuk banyak produk dan aditif makanan, seperti kue jahe di Indonesia dan juga mancanegara, untuk menstabilkan emulsifikasi cuka buatan sendiri dan sebagainya. Dalam bidang peternakan molase dapat digunakan sebagai campuran makanan ternak karena memiliki kandungan protein kasar 3,1%, serat kasar 0,6%, lemak kasar 0,9% dan au 11,9%.. Penggunaan molase untuk campuran pakan ternak dengan cara di fermentasi aik ruminasia sapi,kambing dan babi) maupun untuk unggas (ayam, burung). Dalam bidang tanaman, molase dapat digunakan bahan campuran pupuk organik karena mengandung belerang, potasium, besi, dan zat gizi mikro dari bahan tebu asli.

### 1.2.3 Bahan Pembantu

Dalam pembuatan etanol berbahan baku tetes tebu, diperlukan bahan pembantu lainnya yang berfungsi untuk pengembangan dalam proses fermentasi.

Beberapa bahan pembantu yang diperlukan dalam proses produksi etanol adalah :

- a. Air, air berfungsi sebagai pendingin peralatan proses dan pertukaran garis miring perpindahan panas dalam *heat*

*exchanger*. Di samping itu, air digunakan untuk proses produksi, seperti pengenceran molase dan *rotary filter*.

- b. Ragi/*yeast (saccharomyces cerevisiae)* berfungsi sebagai pengembang molase dalam proses fermentasi.
- c. Asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) berfungsi untuk membantu pemrosesan fermentasi tetes tebu.
- d. Urea ( $CH_4N_2O$ ) berfungsi sebagai pupuk kimia untuk membantu proses fermentasi.
- e. Asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) berfungsi untuk menambah nutrisi pada ragi.

