

BAB I

PEMBAHASAN UMUM

1.1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara berkembang yang sedang dalam perbaikan kondisi perekonomian. Salah satu cara untuk mendorong kondisi ekonomi negara adalah dengan meningkatkan pendapatan negara melalui sektor industrialisasi, khususnya pada industri kimia yang seiring berjalannya waktu menunjukkan peningkatan yang signifikan baik secara kualitas maupun kuantitas. Oleh karena itu industri kimia dalam negeri perlu dikembangkan lebih lanjut agar dapat bersaing dengan negara-negara lain. Untuk memenuhi kebutuhan bahan kimia, Indonesia banyak mengimpor produk-produk kimia dari luar negeri. Dengan mendirikan industri-industri kimia di dalam negeri diharapkan mampu mengurangi ketergantungan impor dari luar negeri dan dapat menciptakan lapangan pekerjaan yang luas serta dapat membantu menstabilkan kondisi perekonomian dalam negeri.

Etilena merupakan salah satu produk petrokimia yang berperan penting pada sintesis produk kimia lainnya. Hampir 75% produk petrokimia merupakan turunan dari etilena, diantaranya asetaldehida, asam asetat, etilen oksida, etilen glikol, dan sebagainya. Selain itu etilena juga digunakan sebagai monomer pada pembuatan plastik seperti polietilena, polivinil klorida, dan polistirena. Produksi etilena telah dianggap sebagai salah satu dari indikator untuk mengukur tingkat perkembangan petrokimia suatu negara di seluruh dunia. (Minghua Zhang ,2013).

Kebutuhan Etilena di Indonesia terus bertambah seiring dengan perkembangan industri- industri di Indonesia. Etilena di Indonesia hanya diproduksi oleh satu perusahaan, yakni PT. Chandra Asri Petrochemical. Kapasitas produksi etilena oleh PT. Chandra Asri Petrochemical berkisar 850.000 ton/tahun. Produksi etilena tersebut menggunakan bahan baku nafta. Nafta tersebut diimpor dari Timur Tengah dengan biaya yang cukup tinggi. Dengan terus menurunnya pasokan minyak dan gas bumi di dunia, maka diperlukan alternatif lain untuk menjaga stabilitas ketersediaan etilena di kemudian hari.

Etilena yang diproduksi oleh PT. Chandra Asri Petrochemical masih belum dapat memenuhi kebutuhan etilena di Indonesia. Hal ini dapat dilihat dari data impor etilena yang tiap tahun terus mengalami peningkatan (BPS, 2022). Sehubungan dengan hal tersebut, maka merupakan langkah yang tepat apabila didirikannya pabrik etilena di Indonesia agar dapat memenuhi kebutuhan etilena dalam negeri.

Sebagian besar produksi etilena di dunia menggunakan proses *hydrocarbon-cracking* dengan bahan baku berupa bahan bakar fosil. Peningkatan kapasitas industri tiap tahunnya turut mendorong melonjaknya kebutuhan bahan bakar fosil. Pada kegiatan sehari-hari maupun untuk produk industri penggunaan bahan bakar fosil sangat mendominasi baik diperuntukan untuk energi, maupun produk-produk kebutuhan lainnya. Apabila produksi etilena tetap dibebankan pada bahan bakar fosil, maka ketersediaan etilena akan turut terpengaruh mengingat penggunaan bahan bakar fosil secara masif masih digunakan sebagai penyokong energi dunia baik untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari maupun kebutuhan industri.

Salah satu bahan yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan Etilena adalah Etanol. Etanol merupakan senyawa kimia yang termasuk dalam kelompok alkohol. Etanol memiliki pemanfaatan yang sangat luas, diantaranya sebagai bahan baku pada industri pangan, industri farmasi, industri kimia dan bahan bakar, serta pemanfaatan di bidang lainnya. Secara umum etanol dapat diproduksi melalui dua cara, yakni sintesis hidrokarbon dan proses fermentasi bahan alami seperti tebu, jagung, sorgum dan sebagainya. Etanol yang diproduksi menggunakan bahan alami dapat disebut sebagai bioetanol.

Etilena dapat diproduksi melalui proses dehidrasi etanol, menggunakan katalis serta dalam kondisi operasi tertentu. Proses dehidrasi etanol untuk memproduksi etilena dilakukan pada *Multitubular reactor* dengan suhu reaksi berkisar antara 200-450 °C. Konversi reaksi yang didapatkan sangat tinggi, yakni sebesar 99,1% dengan dibantu oleh katalis zeolit. Dengan bahan baku berupa etanol yang dapat diproduksi dengan bahan alami sehingga menjamin ketersediaan bahan baku, serta dengan proses dehidrasi etanol yang berjalan sangat efisien untuk memproduksi etilena, maka pendirian pabrik etilena melalui proses dehidrasi etanol merupakan langkah yang tepat untuk dapat menjaga stabilitas ketersediaan dan memenuhi kebutuhan etilena di Indonesia.

1.2. Sejarah dan Perkembangan

Etilena atau etilen adalah senyawa alkena paling sederhana yang terdiri dari empat atom hidrogen dan dua atom karbon yang terhubung oleh suatu ikatan rangkap. Karena ikatan rangkap ini, etilena disebut pula *hidrokarbon tak jenuh* atau *olefin*.

Pada suhu kamar, molekul etilena tidak dapat berputar pada ikatan rangkapnya sehingga semua atom pembentuknya berada pada bidang yang sama. Sudut yang dibentuk oleh dua ikatan karbon-hidrogen pada molekul adalah 117° , sangat dekat dengan sudut 120° yang diperkirakan berdasarkan hibridisasi ideal.

Etilena pada dasarnya diproduksi secara alami melalui proses pemisahan gas alam dan juga dapat dihasilkan selama proses fermentasi. Namun, produksi etilena dalam skala industri dimulai pada awal abad ke-20. Etilena pertama kali diproduksi dengan metode thermal cracking dari minyak bumi pada akhir tahun 1910 hingga awal tahun 1920. Proses thermal cracking adalah metode yang melibatkan pemanasan minyak bumi atau fraksi minyak tertentu dalam reaktor pada suhu tinggi, sehingga molekul-molekul besar dalam minyak tersebut dipecah menjadi molekul-molekul yang lebih kecil, termasuk etilena.

Pada tahun 1913, ilmuwan bernama William Merriam Burton dan Robert E. Humphreys di *Standard Oil Company of Indiana* (kini menjadi bagian dari BP) berhasil mengembangkan proses *thermal cracking* untuk pertama kalinya secara komersial. Mereka menggunakan proses tersebut untuk memecah fraksi minyak berat menjadi fraksi-fraksi yang lebih ringan, termasuk etilena. Hasil dari percobaan mereka adalah suatu langkah penting dalam pengembangan industri petrokimia.

Dengan ditemukannya metode *thermal cracking*, produksi etilena dari minyak bumi menjadi lebih efisien dan memungkinkan produksi dalam skala yang lebih besar. Sejak saat itu, produksi etilena dengan metode *thermal cracking* telah menjadi salah satu proses utama dalam industri petrokimia. Produksi etilena secara

masal terus berkembang dan menjadi salah satu komoditas kimia paling penting di dunia industri. Penggunaan etilena dalam berbagai produk kimia dan plastik.

Metode pembuatan etilena melalui dehidrasi etanol ditemukan pada pertengahan hingga akhir abad ke-19. Penemuan ini terjadi hampir bersamaan dengan pengembangan industri kimia pada masa itu. Pada tahun 1859, seorang kimiawan Prancis bernama Henri Victor Regnault pertama kali mengamati bahwa etilena dapat dihasilkan dengan memanaskan etanol (C_2H_5OH) dalam kondisi tertentu. Namun, pada saat itu, penemuan ini tidak digunakan untuk produksi etilena dalam skala industri.

Pada tahun 1862, kimiawan Jerman bernama Friedrich Wöhler melakukan penelitian lebih lanjut dan mengidentifikasi metode dehidrasi etanol yang lebih efisien untuk menghasilkan etilena dalam jumlah yang lebih besar. Wöhler menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) sebagai katalis untuk mendehidrasi etanol, dan hasil penelitiannya membuka jalan bagi produksi etilena dalam skala industri.

Meskipun metode dehidrasi etanol untuk produksi etilena telah ditemukan pada abad ke-19, implementasinya dalam skala industri memerlukan teknologi dan infrastruktur yang lebih maju. Seiring dengan perkembangan industri kimia pada abad ke-20, metode ini mulai digunakan secara lebih luas untuk memproduksi etilena dalam jumlah yang lebih besar untuk keperluan industri.

1.3. Macam-macam Proses Pembuatan Etilena

Pembuatan etilena dapat melalui beberapa cara, Berikut merupakan beberapa metode untuk memproduksi etilena menurut Mc. Ketta (1984) adalah :

1.3.1. Dehidrasi Etanol

Produksi etilena dari dehidrasi etanol masih jarang digunakan untuk memproduksi etilena dalam skala industri. Reaksi dehidrasi etanol menjadi etilena merupakan reaksi yang diharapkan menjadi sumber alternatif produksi etilena. Pembuatan etilena dari dehidrasi etanol mengikuti persamaan reaksi berikut :



Berdasarkan US Patent No. 11,358,911 reaksi dehidrasi akan berjalan dengan baik apabila menggunakan katalis asam. Pada publikasi ini dijelaskan bahwa katalis ZSM-5 Zeolite mampu membantu mengoptimalkan laju reaksi dehidrasi etanol. Reaksi tersebut dioperasikan pada suhu 430°C, yang selanjutnya menghasilkan produk berupa etilena dan air. Untuk memperoleh konsentrasi etilena yang lebih tinggi dilakukan pemurnian untuk memisahkan kadar H₂O dan C₂H₅OH yang masih terkandung. Pembentukan etilena dari reaksi dehidrasi etanol cukup menguntungkan dengan nilai konversi reaksi mencapai 99,1% pada tekanan 18 atm.

1.3.2. Cracking Hidrokarbon

Proses pirolisis hidrokarbon dapat menghasilkan etilena dalam skala besar, dimana pada umumnya digunakan etana, propana, dan butana sebagai bahan bakunya. Pada proses pirolisis hidrokarbon, bahan baku hidrokarbon bersama - sama dengan steam dimasukkan kedalam reaktor pirolisis (furnace). Reaksi yang terjadi di dalam furnace bersifat endotermis dan non isothermal. Proses berlangsung secara kontinyu dengan suhu 650 - 950 °C dan dengan perbandingan steam 0,3 - 0,7 dari bahan baku. Gas hasil reaksi didinginkan secara cepat dengan *querching tower* guna menghindari terjadinya proses polimerisasi. Selanjutnya dilakukan

pemurnian untuk memisahkan komponen-komponen hidrokarbon yang terbentuk dari reaksi dengan menggunakan kolom fraksinasi (Mackenzie, et al., 1983).

Tabel 1.1 Perbedaan Keuntungan dan Kekurangan Pada Berbagai Proses Sintesa Etilena

Metode	Keuntungan	Kekurangan
Dehidrasi Etanol (US patent 11,358,911 B2)	- Menggunakan bahan baku yang dapat diperbaharui - Sumber bahan baku di Indonesia berupa biomassa sangat mencukupi.	- Jumlah produksi bahan baku masih terbatas, namun dapat ditingkatkan sesuai dengan kebutuhan
Cracking Hydrocarbon (US patent 8,013,196 B2)	- Bahan baku dapat langsung diproses melalui gas alam	- Bahan baku berupa gas alam yang merupakan <i>non-renewable resource</i>

1.4. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku, Produk dan Limbah

1.4.1. Bahan Baku

- **Etanol**

Rumus Molekul	: C_2H_5OH
Berat Molekul	: 46,07 kg/kmol
Wujud	: Cair (30°C, 1 atm)
Warna	: Tidak berwarna
Titik Didih (1 atm)	: 78,2 °C
Densitas (1 atm)	: 0.7893 gr/ml

1.4.2. Katalis

- **ZSM-5 Zeolite**

Bentuk Kristal	: Kubik
Luas Permukaan	: 300 m ² /g
Volume	: 0,13 cm ³ /g
Porositas	: 0,55 nm
Diameter	: 0,5 mm
Densitas	: 850 kg/m ³

1.4.3. Produk Utama

- **Etilena**

Rumus Molekul	: C ₂ H ₄
Berat Molekul	: 28,05 g/mol
Titik didih	: -103,8 °C
Titik nyala	: -100 °C
Tekanan Uap	: 0,0000521 mmHg
Densitas	: 0,96 g/ml
Wujud	: Gas tak berwarna
Viskositas	: 0,01 Cp (20 °C)