

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Setiap tahun, kebutuhan bahan kimia kian pesat seiring dengan terus bertambahnya industri, baik industri yang menghasilkan bahan jadi maupun industri yang menghasilkan bahan setengah jadi (*intermediate*) yang digunakan untuk bahan baku industri lainnya. Hal ini dikarenakan industri kimia memiliki peranan penting dalam pembangunan nasional.

Perkembangan industri kimia diharapkan dapat merangsang pertumbuhan ekonomi dan industri. Tujuannya adalah untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, dan juga untuk memberikan lapangan pekerjaan bagi masyarakat Indonesia. Sejalan dengan kebijakan Pemerintah untuk meningkatkan iklim industry maka pembangunan industri kimia dasar yang berwawasan masa depan mempunyai prospek yang cukup bagus. Salah satunya bahan kimia yang cukup penting adalah cinnamaldehyd.

Cinnamic aldehyd atau Cinnamaldehyd atau 3-phenylpropenal atau β -phenylacrolein dengan rumus kimia $C_6H_5CH=CHCHO$. merupakan senyawa yang terdapat dalam kayu manis yang diperoleh dengan mengisolasi minyak kayu manis. Kandungan Cinnamaldehyd dalam minyak kayu manis sekitar 74%. (Clark, 1991). Cinnamaldehyd diisolasi dari minyak esensial kayu manis pada tahun 1834

oleh Dumas dan Péligot, dan disintesis di laboratorium oleh Luigi Chiozza, ahli kimia asal Italia, pada tahun 1854. Produk alami dari sintesis Cinnamaldehyd adalah trans-cinnamaldehyd. Molekul Cinnamaldehyd terdiri dari cincin benzen yang terikat pada aldehyd tak jenuh. Cinnamaldehyd merupakan salah satu bahan kimia yang termasuk dalam senyawa aldehyd dengan fase cair dan titik didih 253°C . Selain itu, bahan kimia ini memiliki kegunaan sebagai berikut:

- a. Pada industri makanan, Cinnamaldehyd bermanfaat untuk memberikan rasa dan aroma kayu manis pada makanan, minuman cair, es krim, permen karet dan permen.
- b. Pada bidang kesehatan, Cinnamaldehyd membantu untuk melawan kerusakan gigi dan bau mulut, ramuannya biasa digunakan untuk meningkatkan kesehatan mulut. Sifat antijamur dan antibakteri cinnamaldehyd juga dapat membantu mengurangi infeksi dan mencegah pertumbuhan bakteri dan patogen lainnya di lidah.
- c. Pada bidang Agrichemical, Cinnamaldehyd juga digunakan sebagai fungisida. Terbukti efektif di lebih dari 40 tanaman yang berbeda, cinnamaldehyd biasanya diterapkan pada sistem akar tanaman. Pada tingkat lebih rendah, cinnamaldehyd digunakan sebagai insektisida efektif.
- d. Cinnamaldehyd juga dikenal sebagai inhibitor korosi untuk baja dan paduan besi lainnya dalam cairan korosif seperti asam klorida.

1.2 Perancangan Produksi

1.2.1 Kapasitas Perancangan

Penentuan kapasitas perancangan pabrik didasarkan pada kebutuhan Cinnamaldehyde di Indonesia dengan menggunakan beberapa pertimbangan sebagai berikut:

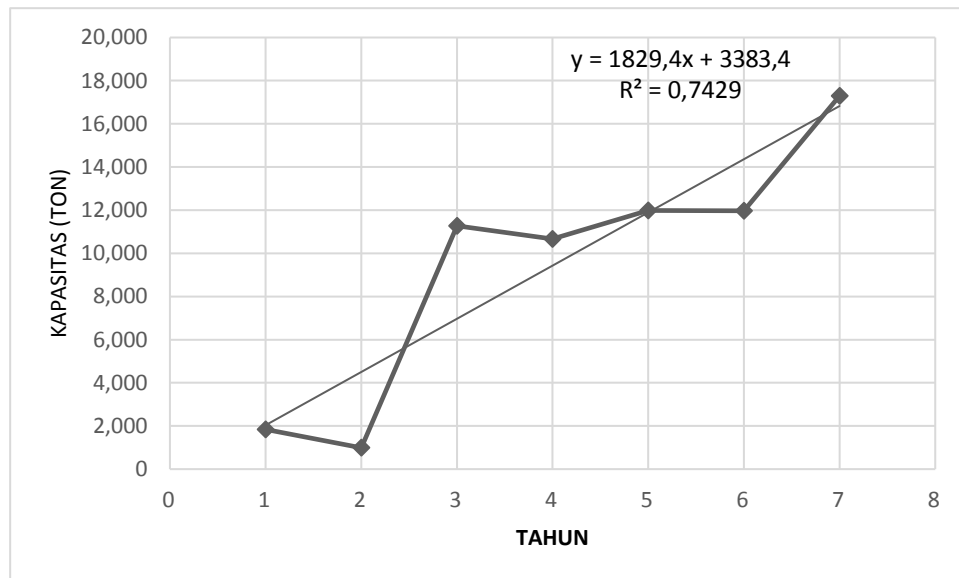
a. Perkiraan Kebutuhan Produk di Indonesia

Seiring dengan berkembangnya perekonomian, kebutuhan Cinnamaldehyd di Indonesia terus mengalami peningkatan. Hal ini berdampak pada meningkat pula permintaan pasar akan produk ini. Baik pada sector makanan dan minuman, maupun sektor agrichemic dan kesehatan. Berikut ini adalah data impor Cinnamaldehyd di Indonesia:

tabel 1.1 Data impor Cinnamaldehyd

Tahun	Kapasitas (Ton)
2010	1845,271
2011	9885,209
2012	11272,477
2013	10661,527
2014	11978,343
2015	11969,875
2016	17294,625

Dari Tabel 1.1 di atas, dapat dibuat grafik produksi Cinnamaldehyd di Indonesia sebagai berikut:



gambar 1.1 Grafik impor Cinnamaldehyd di Indonesia

Dari gambar di atas, dapat dihitung kapasitas produk Cinnamaldehyd yang akan dirancang adalah sebesar 30,000 ton/tahun dan direncanakan akan beroperasi pada tahun 2022.

1.2.1. Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi pabrik merupakan salah satu faktor utama yang menentukan keberhasilan suatu pabrik. Untuk itu harus dipertimbangkan beberapa faktor di bawah ini:

b. Ketersediaan Bahan Baku

Untuk menghasilkan produk Cinnamaldehyd dengan kapasitas 30.000 ton/tahun akan membutuhkan bahan baku Asetaldehid dan

Benzaldehid. Indonesia masih mengimpor asetaldehid sebesar 2440,763 kg pada tahun 2014 (sumber: BPS). Bahan baku berupa asetaldehid cair akan diimpor dari India tepatnya dari A.B Enterprises yang berlokasi di Maharashtra, India dengan kemurnian mencapai 99%. Sedangkan, bahan baku benzaldehid dengan kemurnian 98 % diperoleh dari ChemFine International Co., Ltd yang beroperasi di Wuxi, China. Bahan baku yang diperoleh dari luar negeri akan lebih mudah apabila lokasinya berdekatan dengan lokasi bongkar muat yaitu pelabuhan. Kawasan Bintang Industri, Batam merupakan salah satu kota dengan kemudahan memperoleh bahan baku karena cukup berdekatan dengan pelabuhan yang menjadi lokasi bongkar muat asetaldehid dan benzaldehid impor.

c. Penyediaan Air

Sumber air yang digunakan dapat berupa sungai, danau dan air laut, serta air tanah. Ketersediaan air bersih di Batam diperoleh melalui sumber air yang berada tersebar di pulau. Berdasarkan data di Badan Pusat Statistik terdapat 22 sungai yang tersebar di Pulau Batam, sehingga kebutuhan air pabrik dapat terpenuhi.

d. Sistem Transportasi

Transportasi dibutuhkan sebagai penunjang, terutama untuk penyediaan bahan baku, pengangkutan produk, dan pemasaran. Dalam mempermudah pengangkutan bahan baku, produk maupun bahan pendukung lainnya sebaiknya dipilih lokasi pabrik yang berada di daerah yang mudah dijangkau oleh kendaraan-kendaraan besar. Kawasan Bintang

Industri Batam memiliki akses darat yang memadai dan berdekatan dengan pelabuhan besar. Bandara Hang Nadim yang melayani berbagai rute domestik dan internasional diharapkan mampu menunjang akses pabrik. Batam termasuk zona perdagangan bebas, yang termasuk lokasi geografis yang memungkinkan barang yang akan diimpor tanpa perlu mengeluarkan berbagai jenis bea masuk dan pajak terkait.

e. Tenaga Kerja

Tenaga kerja dapat diperoleh dari masyarakat sekitar pabrik. Dengan pendirian pabrik ini diharapkan dapat membuka lapangan kerja baru, sehingga mengurangi pengangguran di Indonesia, terutama di wilayah Batam.

f. Pemasaran

Cinnamaldehyd merupakan bahan baku pembuatan fungisida dan memberikan rasa serta aroma kayu manis pada makanan dan minuman, dll sehingga dengan berdirinya pabrik cinnamaldehyd di Batam, Kepulauan Riau diharapkan kebutuhan cinnamaldehyd bias tercukupi, juga membuka kesempatan berdirinya industri-industri lain yang menggunakan cinnamaldehyd sebagai bahan baku.

1.3 Tinjauan Pustaka

Kayu manis adalah salah satu jenis rempah-rempah yang sangat terkenal di dunia. Manfaat dan khasiatnya sangat terkenal bahkan sampai berkilo-kilometer jauhnya dari tempat asalnya. Begitu terkenalnya kayu manis sampai namanya sempat disebut-sebut dalam kisah-kisah di kitab Alkitab dan Talmud. Kayu manis pulalah yang membuat bangsa Eropa menjajah kawasan Asia Tenggara hanya untuk mendapatkannya. Indonesia adalah negara yang memiliki berbagai macam tumbuhan jenis kayu. Dari 54 spesies kayu manis yang dikenal di dunia, 12 di antaranya terdapat di Indonesia. Dari ke-12 spesies marga cinnamon yang ada di Indonesia, yang paling banyak ditemukan dan digunakan adalah *Cinnamomum burmanni*. Secara fisik, tanaman kayu manis memiliki tinggi sekitar 5 – 15 meter dengan kulit kayu yang berwarna abu-abu tua dengan baunya yang khas. Tanaman ini kaku seperti kulit. Letaknya berseling dan panjang tangkai daunnya mampu mencapai 0.5 – 1.5 cm dengan 3 buah tulang daun yang melengkung. Kayu manis dapat tumbuh pada ketinggian hingga 2000 dpl. Namun *Cinnamomum burmanni* akan tumbuh lebih baik jika ditanam 500 – 1500 dpl dengan curah hujan sebesar 2000 – 2500 mm/tahun. Curah hujan yang terlalu tinggi akan membuat rendemen hasil panennya rendah.

Umumnya terdapat 2 proses utama dalam pembuatan Cinnamaldehyd, yaitu proses *steam distillation* yang menggunakan kulit kayu manis dan proses *aldol kondensasi* yang merupakan reaksi

pembentukan ikatan karbon melalui adisi nukleofilik dari keton enolat terhadap suatu aldehida.

1. Proses *Steam Distillation*

Minyak atsiri dalam kayu manis hanya berjumlah 2% dari persen berat kayu manis. Kandungan minyak atsiri tersebut 80 – 90% nya adalah cinnamaldehyd, sedangkan sisanya adalah eugenol, cinnamyl acetate, styrene, dan banyak lagi dengan kandungan yang sangat sedikit. Untuk mendapatkan cinnamaldehyd, tahapan yang harus dilakukan adalah mengolah bahan baku mentah berupa kulit kayu manis. Ketika masih dalam bentuk padatan, kayu manis dihancurkan terlebih dahulu menjadi butiran-butiran kecil halus baru dilakukan proses pemungutan cinnamaldehyd di dalamnya. Untuk mendapatkan cinnamaldehyd, dilakukan tahapan-tahapan sebagai berikut.

- Mula-mula, minyak atsiri dalam kulit kayu manis diambil dengan metode steam distillation. Steam distillation adalah metode pemungutan minyak atsiri dengan cara menguapkan bahan baku alami dengan steam. Uap hasil proses tersebut kemudian didinginkan sehingga mendapatkan campuran heterogen air dengan minyak atsiri yang kandungan utamanya adalah cinnamaldehyd. Untuk memperoleh cinnamaldehyd murni, campuran diekstraksi menggunakan solven cair berupa heksana atau metanol, kemudian ekstrak yang diperoleh dilewatkan melalui flash drum untuk memisahkan cinnamaldehyd dari solvennya. Karena kadar cinnamaldehyd dalam setiap steam distillation berbeda-beda, maka untuk menyamakan

spesifikasi bahan baku, digunakan kolom equalizer dengan pengaduk. Ini digunakan untuk menyamakan konsentrasi cinnamaldehyd di setiap tempat sehingga setiap minyak atsiri yang masuk ke dalam reaktor berikutnya selalu memiliki konsentrasi cinnamaldehyd yang sama. Proses steam distillation memerlukan suhu yang tinggi dalam prosesnya yaitu 99-100

⁰ C. Komponen minyak atsiri yang terdapat pada kayu manis terdekomposisi, terdegradasi, dan yang bersifat volatile hilang akibat terjadi pemanasan pada suhu tinggi. Dan kemurnian yang didapat tidak seperti yang diharapkan. Proses steam distillation memerlukan waktu yang cukup lama yaitu 2 jam untuk memisahkan setiap komponennya. Setelah proses distilasi selesai, gas yang terbentuk harus dipisahkan.

2. Proses *Kondensasi Aldol*

Kondensasi aldol adalah reaksi pembentukan ikatan karbon melalui adisi nukleofilik dari keton enolat terhadap suatu aldehida. Berbagai macam nukleofil dapat digunakan dalam reaksi aldol, meliputi enol, enolat, dan enol eter dari keton, aldehida, dan senyawa-senyawa karbonil lainnya. Reaksi aldol sangat penting dalam sintesis organik karena ia menghasilkan produk dengan dua pusat stereogenik yang baru pada karbon $-\alpha$ dan $-\beta$. Kondensasi aldol memiliki beberapa macam reaksi, diantaranya sebagai berikut:

1. Kondensasi aldol silang

Kondensasi aldol yang terjadi pada aldehida yang berbeda disebut dengan kondensasi aldol silang. Reaksi kondensasi aldol silang terjadi jika kedua aldehid mempunyai hidrogen α .

2. Kondensasi aldol ketonik

Senyawa golongan keton kurang reaktif untuk melangsungkan reaksi kondensasi aldol di bandingkan golongan aldehid. Namun demikian, sejumlah sedikit produk reaksi masih dapat di hasilkan. Produk kondensasi aldol senyawa keton akan mengalami dehidrasi secara cepat membentuk produk terstabilitas resonansi.

3. Siklisasi via kondensasi aldol

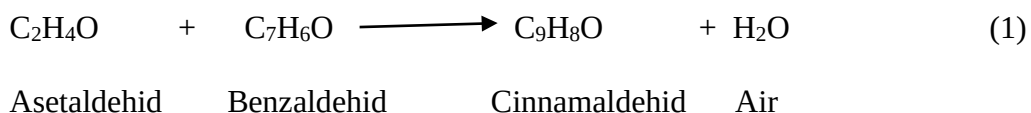
Kondensasi aldol internal, yaitu kondensasi yang dialami dau gugus karbonil pada suatu rantai senyawa yang sama akan membentuk cincin.

4. Kondensasi benzoin

Aldehi aromatic membentuk produk kondensasi ketika di panaskan dengan ion sianida yang di larutkan dalam alkohol berair. Reaksi kondensasi ini mengarahkan pada pembentukan α -hidroksi keton.

Reaksi kondensasi aldol memiliki dua macam mekanisme reaksi yang berbeda secara mendasar bergantung pada katalis yang digunakan. Kondensasi aldol dapat berjalan dalam kondisi basa mengikuti mekanisme enolat. Enolat dapat bertindak sebagai nukleofilik karbon dan ber-adisi pada gugus karbonil pada molekul aldehid atau keton lain. Kondensasi antara dua molekul acetaldehid akan terjadi jika larutan aldehid di beri larutan basa. Kondensasi aldol di buat melalui pembentukan anion enolat dari suatu senyawa karbonil yang diadisikan pada karbonil lain yaitu benzaldehid. Dengan adanya basa, hanya satu macam enolat yang terbentuk. Asetaldehid secara bertahap di reaksikan dengan benzaldehid reaksinya dilakukan pada suhu tinggi seperti 70°C meskipun suhu reaksi ini bervariasi dari 60-80 ° C. Katalis alkali yang digunakan seperti natrium hidroksida.

Mekanisme reaksi :



Asetaldehid yang direaksikan dengan benzaldehid bertujuan untuk meminimalkan kondensasi asetaldehid dan juga sebagai kondensasi lanjut antara asetaldehid dan cinnamaldehyd. Molekul asetaldehid yang berlebih dibandingkan benzaldehid, akan mengembun. Asetaldehid dalam fase cair yang digunakan dalam proses ini. Benzaldehid mengandung pengotor berupa klorin. Pengotor ini untuk selanjutnya akan dikeluarkan pada fraksinisasi akhir cinnamaldehyd.

Parameter pemilihan proses yang dipilih didasarkan pada kemurnian produk yang akan dihasilkan serta risiko yang ditimbulkan. Proses steam distillation memerlukan suhu yang tinggi dalam prosesnya yaitu 99-100 ° C. Sehingga, komponen minyak atsiri yang terdapat pada kayu manis terdekomposisi, terdegradasi, dan yang bersifat volatile hilang akibat terjadi pemanasan pada suhu tinggi. Dan kemurnian yang didapat tidak seperti yang diharapkan. Proses steam distillation memerlukan waktu yang cukup lama yaitu 2 jam untuk memisahkan setiap komponennya. Selain itu, dengan suhu proses yang tinggi dapat menimbulkan risiko tinggi pada pabrik yang beroperasi. Sedangkan, proses kondensasi aldol hanya memerlukan suhu 60-80 ° C dengan waktu reaksi 90 menit sehingga risiko yang dihasilkan lebih kecil jika dibandingkan dengan proses steam distillation. Proses ini juga menggunakan katalis yang dapat memperbesar hasil sintesis (Brown et al., 2012). Serta kemurnian yang didapatkan pada proses ini mencapai 99 %.

Sehingga, proses yang digunakan adalah proses *kondensasi aldol*. Dengan pertimbangan, kemurnian produk yang dihasilkan serta risiko pabrik yang beroperasi.