



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam rangka memasuki pembangunan jangka panjang, pemerintah menitikberatkan pembangunan nasional pada sektor industri. Dengan berbagai kebijakan yang diambil, pemerintah terus berupaya untuk menciptakan iklim segar bagi pertumbuhan industri, khususnya industri kimia. Pembangunan industri kimia ini ditekankan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, pemanfaatan sumber daya alam yang ada, menciptakan lapangan kerja, mendorong perkembangan industri lain dan ekspor.

Furfural merupakan bahan kimia organik yang dewasa ini dikonsumsi sebagai bahan pembantu maupun bahan baku industri-industri tertentu. Furfural mempunyai rumus kimia $C_5H_4O_2$, dan dikenal sebagai *furfuraldehyde* atau furfural, kadang-kadang disebut furfural dan furol. Furfural adalah aldehid furfural dengan group CHO- terletak pada kedua sisinya.

Furfural di dalam negeri saat ini dikonsumsi oleh beberapa jenis industri yang dapat dibagi menjadi 2 bagian, yaitu:

- industri minyak pelumas dengan porsi 82%
- konsumsi lain-lain dengan porsi 18 %, yang sebagian besar dikonsumsi oleh karet industri sintetis.

Hingga saat ini kebutuhan furfural di Indonesia masih mengimpor dari negara-negara Eropa seperti, Amerika, Perancis, Finlandia, Argentina, Italia, Spanyol, Hungaria, Jepang, dan Cina.

Furfural dapat diproduksi menggunakan limbah pertanian, seperti, kulit biji gandum, tongkol jagung, sekam padi, bagasse, serbuk gergaji, tandan kosong kelapa sawit dan bahan lain yang mengandung serat. Bahan-bahan tersebut banyak terdapat di Indonesia, mengingat Indonesia adalah negara agraris dimana produk pertanian tersedia melimpah.

Agar suatu industri dapat berlangsung diperlukan kondisi yang baik mengenai harga produk dan harus menguntungkan dari segi teknis dan



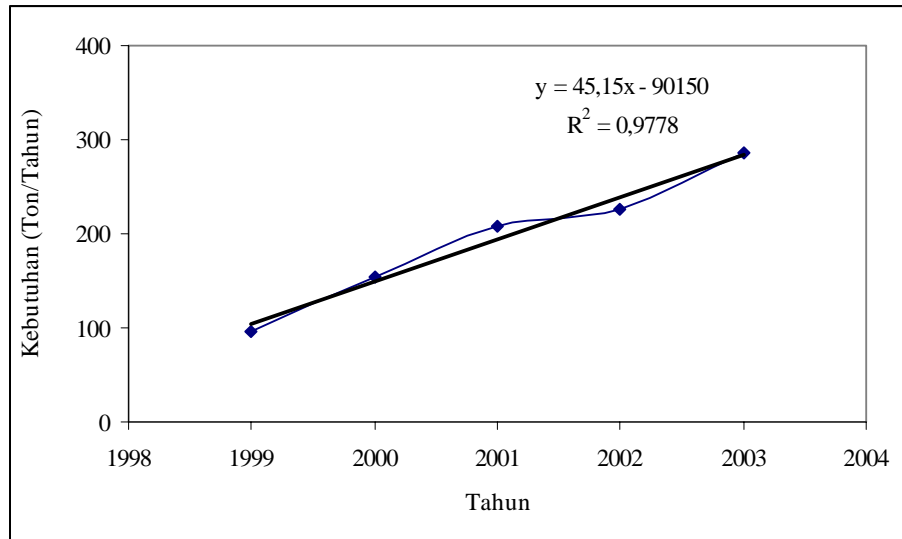
ekonominya. Adapun harga furfural dapat diproyeksikan untuk beberapa tahun mendatang pada tabel 1. Salah satu bahan yang mempunyai nilai ekonomis untuk dimanfaatkan di Indonesia adalah tandan kosong kelapa sawit yang merupakan limbah hasil pengolahan kelapa sawit. Tandan kosong kelapa sawit dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri partikel board, pupuk organik, bahan bakar ketel, bahan baku pulp, dan furfural.

Tandan kosong kelapa sawit merupakan limbah yang potensial untuk menghasilkan produk furfural karena merupakan bahan yang kaya akan komponen lignoselulosa. Jumlah limbah yang terus meningkat belum diimbangi dengan kemajuan teknologi dalam pemanfaatannya. Salah satu alternatif adalah pendirian pabrik furfural yang diharapkan dapat meningkatkan perekonomian, devisa serta mengatasi dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh limbah industri pertanian tersebut.

Tabel 1. Kebutuhan furfural di Indonesia berdasarkan data impor

Tahun	Jumlah Ton/tahun
1999	96,394
2000	153,993
2001	208,973
2002	226,632
2003	285,823

Sumber ; Biro Pusat Statistik data impor (1999-2003)



Gambar 1. Grafik hubungan antara tahun *versus* kebutuhan furfural.

Dari hasil regresi diperoleh persamaan hubungan antara tahun *versus* kebutuhan furfural, yaitu :

$$Y = 45,15x - 90150.$$

Sehingga pada tahun 2010 diperkirakan kebutuhan furfural mencapai

$$\begin{aligned} Y &= 45,15 (2010) - 90150 \\ &= 601,5 \text{ ton/tahun.} \end{aligned}$$

Jadi perkiraan pada tahun 2010 kebutuhan furfural mencapai 601,5 ton/tahun.

1.2 Kapasitas Perancangan Pabrik

Penentuan kapasitas pabrik suatu industri diupayakan dengan memperhatikan segi teknis, finansial dan ekonomis. Dari segi teknik, industri furfural yang direncanakan memperhatikan peluang pasar, segi ketersediaan dan kontinuitas bahan baku, selain itu juga fasilitas lain yang mempengaruhi seperti sarana transportasi dan sebagainya.

Dari segi ekonomis pendirian pabrik furfural harus memperhatikan probabilitas selain modal yang harus disediakan yang pada akhirnya harus melihat kondisi finansial nasional. Dari segi teknis, sarana dan prasarana



industri nasional tidak menjadi kendala dalam pengambilan kapasitas produksi.

Kapasitas minimal pabrik furfural yang sudah ada dengan proses *Escher Wyss* adalah di Hongaria dengan kapasitas sebesar 2000 ton/tahun, sedangkan kapasitas terbesar adalah 160.000 ton/tahun di USA dengan proses *Quaker Oats*.

Pabrik furfural direncanakan dibangun pada tahun 2010, berdasarkan data impor Indonesia dan juga kapasitas pabrik yang telah berdiri. Tabel 2. menunjukkan kapasitas produksi minimum pabrik furfural yang telah berdiri.

Tabel 2. Kapasitas produksi pabrik furfural yang telah berdiri

Negara	Nama Perusahaan	Kapasitas produksi (ton)
USA	Quaker Oats	160.000
	International Petro-Chem	
	South Puerto Rico Sugar Co.	
Dominican Republic	Central Comana By-Products Co.	40.000
France	Socrete agrifurance	9.000
Finland	Socrete Sicamie	1.000
Ussr	Rosenlew	16.000
Argentina	-	1.500
Italy	Indonors A	10.000
Japan	Societe italina Ledoga Sp. A	12.000
	Sumitomo Chemical Co.	
China	Japan – Kao Soap Co.	12.000
Spain	-	9.000
Hungary	Furano Hispana Alemana	2.000
	Furfural Espano	
Others	Escher Wyss	28.000
Total	-	300.500

Sumber : Mc. Ketta 1978



Berdasarkan kebutuhan dan kapasitas produksi pabrik yang telah ada maka dirancang produksi sebesar 5.000 ton/tahun, dengan pertimbangan :

1. Dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri
2. Dapat memberi kesempatan bagi berdirinya industri-industri yang menggunakan furfural sebagai bahan baku
3. Dapat menghemat devisa negara karena berkurangnya impor furfural
4. Bila memungkinkan dapat diekspor sehingga dapat menambah devisa negara.

1.3 Lokasi Pabrik

Lokasi suatu pabrik sangat berpengaruh terhadap kelangsungan operasi pabrik tersebut. Untuk itu sebelum pabrik berdiri perlu dilakukan studi kelayakan untuk mempertimbangkan faktor-faktor penunjang yang mendukung kelangsungan pabrik tersebut. Adapun faktor-faktor yang perlu dipertimbangkan adalah :

1. Penyediaan bahan baku
2. Penyediaan listrik dan bahan bakar
3. Penyediaan air
4. Transportasi
5. Tenaga kerja

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut diatas maka lokasi pabrik furfural ditetapkan di Palembang, Sumatera Selatan dengan alasan sebagai berikut.

1. Penyediaan bahan baku

Lokasi pabrik dipilih mendekati sumber bahan baku tandan kosong kelapa sawit untuk mengurangi biaya transportasi dan kehilangan bahan baku dalam transportasi. Bahan baku tandan kosong kelapa sawit diperoleh dari industri pengolahan kelapa sawit.



2. Penyediaan listrik dan bahan bakar.

Penyediaan listrik dan bahan bakar di Palembang, Sumatera Selatan sudah mencukupi, mengingat Palembang adalah daerah yang mempunyai prospek yang baik sebagai daerah pengembangan industri dan tidak sedikit industri yang berdiri, sehingga kebutuhan listrik dan bahan bakar tidak menjadi masalah.

3. Penyediaan air.

Di daerah Palembang, Sumatera Selatan air untuk proses cukup tersedia, karena dekat dengan sungai Musi.

4. Transportasi.

Transportasi laut maupun darat memadai sehingga akan mempermudah pengangkutan bahan baku dan produk.

5. Tenaga kerja.

Tenaga kerja banyak tersedia di daerah Sumatera sehingga dengan didirikannya pabrik furfural akan mampu menyerap tenaga kerja dan menunjang program pemerintah untuk mengurangi pengangguran.

1.4 Tinjauan Pustaka

1.4.1. Macam-Macam Proses

Sampai saat ini ada 4 macam proses teknologi pembuatan furfural yaitu :

- a. *Quaker Oats Process*
- b. *Rosenlew Process*
- c. *Petrole Chimie Process*
- d. *Escher Wyss Process*

a. *Quaker Oats Process*

Pada pembuatan furfural dengan cara *Quaker Oats* menggunakan asam sulfat sebagai katalis. Larutan asam sulfat diserap kedalam sekam padi, baggase, tongkol jagung atau bahan baku lainnya. Dalam hal ini digunakan *spherical digester* dengan putaran



horizontal dan *high pressure steam* dengan suhu 153 °C, tekanan 4,2 kg/cm² gauge. Sesudah suhu dan tekanan digester tercapai, valve uap dibuka kemudian didistilasi. Uap dilewatkan boiler sedang cairan yang mengandung furfural masuk ke *stripping column*, kemudian dikondensasi dan dipisahkan menjadi dua lapisan. Proses *Quaker Oats* membutuhkan waktu 6 – 8 jam penguapan, 100 kg bahan, 284 kg air, 2 kg asam sulfat dan *steam* 260 kg untuk menghasilkan 10 kg furfural.

b. Rosenlew Process

Bahan baku diserap dari kolom distilasi furfural pada suhu 80°C diumpankan ke reaktor. Pada reaktor, furfural dipertahankan pada tekanan 11 – 12 kg/cm². *Steam* dilewatkan reaktor melalui dasar reaktor sebesar 5 kg/cm². Dalam kondisi normal waktu tinggal bahan baku dalam reaktor 1 – 2 jam. Kondensat yang berisi 5 – 7 dan furfural kemudian didistilasi, didekantasi dan didehidrolisa.

c. Petrole Chimie Process

Proses ini didasarkan pada *Agrifurane Process*. Bahan baku diumpankan ke dalam reaktor bersama – sama dengan air dan juga asam fosfat sebagai katalis kemudian ditambahkan *steam*. Pada keadaan normal, perbandingan padat cair adalah 1 : 6. *Steam* yang digunakan bertekanan 10 kg/cm². Reaksi padat cair terjadi pada tekanan 6,5 kg/cm² dan temperatur 170 °C. Seperti sistem lain, furfural didistilasi membentuk *azeotrop* kemudian didekantasi agar terpisah menjadi dua lapisan. Lapisan bawah yang kaya akan furfural dinetralisasi dan didehidrasi menjadi furfural teknik.

d. Escher Wyss Process

Dalam proses ini bahan baku dari *storage* ditransfer ke *belt conveyor* menuju *bucket elevator* untuk diumpankan menuju reaktor. Pada waktu masuk reaktor, bahan baku diaerasi dengan cara dikontakkan dengan *steam* pada suhu 190 °C, tekanan 12 kg/cm² dan dicampur asam asetat sebagai katalis. Produk yang berisi furfural dan asam asetat meninggalkan seksi atas reaktor sebagai uap bersama



kelebihan *steam* dan melewati *condenser*. Uap dikondensasi, kondensat didinginkan dengan dilewatkan sistem. Kondensat diaerasi, disaring dan dikumpulkan dalam *intermediate storage tank*.

Secara garis besar dapat ditabelkan sebagai berikut:

Tabel 3. Macam proses dalam pembuatan furfural.

Proses	Temperatur (°C)	Katalis	Yield (%)
<i>Quaker Oats</i>	153	asam sulfat	36,2
<i>Rosenlew</i>	180	-	24,6 – 27
<i>Escher Wyss</i>	190	asam asetat	24,6 – 27
<i>Petrole Chimie</i>	170	asam fosfat	39,7

Sumber : Mc. Ketta, 1978

Dipilih proses *Escher Wyss* karena :

- Teknologi ini mempunyai tingkat konsumsi *steam* yang relatif kecil
- Sebagaimana teknologi yang lain, teknologi *Escher Wyss* tidak memberikan dampak lingkungan.
- Teknologi *Escher Wyss* mampu mengolah dengan bahan baku yang fleksibel. Hal ini sangat cocok karena alternatif bahan baku yang tersedia di Indonesia mempunyai pola suplai yang tidak tergantung pada musim.
- Teknologi ini sudah diuji dengan kapasitas yang kecil. Hal ini sesuai dengan kapasitas konsumsi nasional masih relatif kecil.

1.4.2. Kegunaan Produk

Manfaat furfural sangat penting dalam industri kimia, antara lain:

1. Bahan pembentuk resin
2. Zat penghilang warna pada *wood resin*
3. Sebagai *intermediate* pada pembuatan *pyrole* dan *pyrolidine*, *pyrilidine* dan *piperidine*
4. Sebagai bahan pembuatan senyawa furan yang lain seperti furfural alkohol, tetrahidro furfural alkohol



5. Sebagai pelarut selektif untuk memisahkan senyawa jenuh dan tidak jenuh dalam minyak, solven untuk resin dan wax
6. Produksi fiber plastik
7. Desinfektan
8. Produksi plastik

1.4.3. Sifat – Sifat Fisik Dan Kimia Bahan Baku Dan Produk :

- a. Sifat fisik dan kimia bahan baku

Sifat fisis pentosan

Rumus pentosan : $C_5H_8O_4$

BM pentosan : 132 g/gmol

Titik didih : 322,39 °C (1 atm)

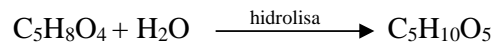
Titik leleh : 153 °C (1 atm)

Specific gravity : 1,513 pada 0 °C, 1 atm

Sifat kimia pentosan

1. Pentosan dapat dihidrolisa dengan air menghasilkan pentosa.

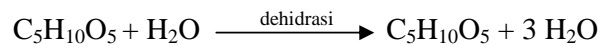
Reaksinya :



Pentosan : pentosa

2. Pentosan dapat mengalami reaksi dehidrasi membentuk furfural dari pentosa yang terbentuk ketika reaksi hidrolisa.

Reaksinya :



Pentosa : furfural

3. Pentosan ketika diuraikan maka akan terlihat seperti kristal berbentuk jarum.
4. Pentosan mempunyai sifat seperti gula yaitu dapat digunakan sebagai pemanis rasa.



b. Sifat fisis dan kimia produk

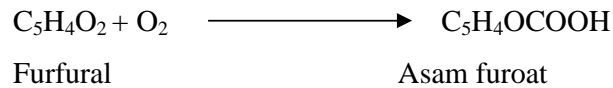
Sifat fisis furfural :

Rumus furfural	: C ₅ H ₄ O ₂
BM furfural	: 96,08 g/gmol
Titik didih	: 161,7 °C (1 atm)
Titik leleh	: 38,7 °C (1 atm)
<i>Specific gravity</i>	: 1,165 pada 150 °C (1 atm) 1,160 pada 20 °C (1 atm)
Titik nyala	: 68,3 °C (1 atm)

Sifat kimia furfural

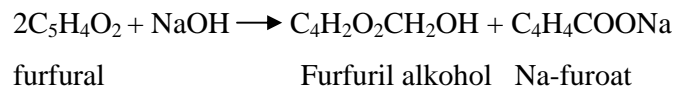
1. Furfural dapat dioksidasi dengan permanganat atau bikromat menghasilkan asam furoat (*furic acid*)

Reaksi:



2. Furfural mengalami reaksi oksidasi bila bertemu dengan basa seperti NaOH dan menghasilkan furfural alkohol dan natrium furoat.

Reaksi:



3. Furfural mengalami reduksi menjadi furfural alkohol dengan katalis Ni/Fe

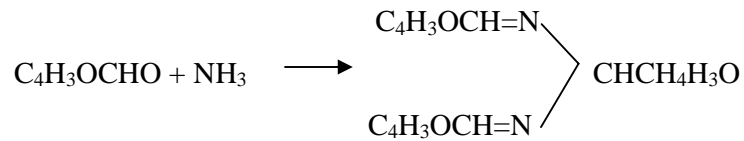
Reaksi:



4. Furfural bereaksi dengan NH₃ dalam keadaan dingin menghasilkan *hidro furomic*



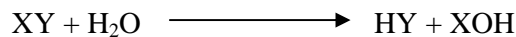
Reaksi :



5. Jika furfural dibiarkan pada suhu 230 °C selama beberapa jam, tidak terjadi perubahan apa-apa. Kecuali warnanya menjadi agak gelap. Pada suhu 565 °C furfural akan terurai menjadi CO₂, furfural dan senyawa lainnya.

1.4.4. Tinjauan Proses Secara Umum

Proses yang terjadi pada pembuatan furfural adalah proses hidrolisa dan dehidrolisa. Hidrolisa dapat terjadi pada senyawa organik maupun anorganik dimana air akan menyebabkan dekomposisi, hidrogen masuk kedalam salah satu komponen dan hidroksil masuk ke komponen lainnya.



Untuk senyawa anorganik, hidrolisa biasanya merupakan kebalikan dari netralisasi. Sedangkan untuk senyawa organik hidrolisa merupakan *broader*, termasuk diantaranya adalah inversi gula, pemecahan protein, spesifikasi lemak dan tahapan terakhir *grignard*.

Hidrolisa dapat dibagi menjadi empat tipe, yaitu:

1. Hidrolisa murni

Disebut hidrolisa murni apabila hanya air yang digunakan dalam reaksi hidrolisa. Hidrolisa ini banyak digunakan dalam sintesa *grignard*.

2. Hidrolisa asam

Dalam hidrolisa ini digunakan larutan asam baik encer maupun pekat, untuk mempercepat reaksi hidrolisa. Hidrolisa asam ester – ester asetat menjadi semacam bukti dasar teori katalis. Hidrolisa ester-ester asetat biasanya untuk menunjukkan efek asam terhadap kandungan ion hidrogen. Asam hidroklorida



dan asam sulfat adalah asam yang biasanya digunakan baik dalam skala laboratorium maupun dalam skala komersial asam - asam tersebut digunakan dari konsentrasi yang sangat tinggi sampai konsentrasi yang sangat rendah.

3. Hidrolisa alkali

Hidrolisa ini menggunakan basa baik encer maupun pekat, untuk mempercepat reaksi hidrolisa. Ada tiga kasus hidrolisa dengan alkali, yaitu:

- a. Penggunaan alkali dalam konsentrasi rendah. Biasanya digunakan dalam hidrolisa ester atau senyawa lainnya yang sejenis.
- b. Penggunaan larutan alkali dibawah tekanan atmosfer dan dalam konsentrasi yang tinggi.
- c. Penggunaan campuran senyawa organik dengan natrium hidroksida atau kalium hidroksida.
- d. Hidrolisa dengan enzim

Hidrolisa ini tergantung pada enzim yang digunakan untuk hidrolisa. Kebanyakan dilakukan pada proses biokimia, seperti dalam industri alkohol digunakan enzim maltase untuk mengkonversi glukosa dan maltosa untuk menkonversi gula tetes.

PROSES DEHIDROLISA SCR UMUM.....