

MAKALAH PENDAHULUAN

PRARANCANGAN

PABRIK FURFURAL DARI SEKAM PADI DENGAN PROSES

QUAKER OATS

KAPASITAS 1.550 TON PER TAHUN



Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh

Gelar Kesarjanaan Strata 1 Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Oleh :

Dian Karmila Sugiarta

D 500 040 015

Dosen pembimbing :

- 1. Farida Nur Cahyani, ST, MSc**
- 2. Tri Widayatno, ST, MSc**

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

SURAKARTA

2009



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Furfural merupakan bahan kimia organik yang dewasa ini digunakan sebagai bahan pembantu maupun bahan baku industri-industri tertentu. Furfural mempunyai rumus kimia $C_5H_4O_2$ dan dikenal sebagai furfuraldehid atau furfural, kadang-kadang disebut furfural atau furol. Furfural adalah aldehid furfural dengan grup CHO- terletak pada posisi kedua.

Furfural didalam negeri saat ini dikonsumsi oleh beberapa jenis konsumsi yang dibagi menjadi dua bagian yaitu :

- Industri minyak pelumas porsi 82%.
- Konsumsi-konsumsi lain dengan porsi 18%, yang sebagian besar dikonsumsi oleh karet sintesis.

Hingga saat ini furfural belum diproduksi sendiri di Indonesia, kebutuhan dalam negeri dipenuhi dengan mengimpor dari Negara Amerika, Prancis, Argentina, Italia, Spanyol, Hungaria, Cina.

Furfural lazim diproduksi menggunakan limbah pertanian seperti : tongkol jagung, bagasse, serbuk gergaji dan bahan yang mengandung serat lainnya. Bahan-bahan tersebut mudah diproduksi di Indonesia, mengingat Indonesia adalah Negara agraris dalam produk pertanian tersedia melimpah.

Agar suatu industri dapat berlangsung, diperlukan kondisi yang baik mengenai harga produknya dan harus menguntungkan dari segi teknis dan ekonomi. Adapun harga furfural dapat diproyeksi untuk beberapa tahun mendatang pada tabel 1 dan bahan yang mempunyai nilai ekonomis untuk dimanfaatkan di Indonesia sekam padi. Hal ini karena sekam padi mempunyai harga yang sangat murah dibandingkan harga furfural yang dihasilkan. Oleh karena itu pabrik furfural di Indonesia mempunyai proyek yang sangat cerah.



Tabel 1.1. Harga Furfural Tahun 2002-2006

No	Tahun	Harga per kg (US \$)
1	2002	285.823
2	2003	5.301
3	2004	452.238
4	2005	49.920
5	2006	94.826

Sumber : Biro Pusat Statistik Data Import (2002-2006)

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 konstituitas bahan baku, selain itu juga fasilitas lain yang mempengaruhi seperti sarana transportasi dan sebagai pendukung terbentuknya sebuah pabrik itu sendiri.

Dari segi ekonomis pendirian pabrik furfural yang direncanakan memperhatikan probabilitas selain modal yang harus disediakan yang pada akhirnya harus melihat kondisi finansial nasional. Dari segi teknis, saran dan prasarana industri nasional tidak menjadi kendala dalam pengambilan kapasitas produksi. Demikian pula dengan ketersediaan bahan baku yang dapat dilihat pada tabel 2, dimana sekam padi merupakan bahan yang tersedia dalam jumlah besar. Permasalahannya adalah tinjauan kondisi permintaan nasional dan kapasitas produksi. Pada tabel 4 ditunjukkan kapasitas produksi minimal industri furfural yang telah berdiri yaitu sebesar 6000 ton/tahun.



Tabel 1.2. Data Permintaan Furfural tahun 2002-2006

No	Tahun	Estimasi Permintaan (kg)
1	2002	335.568
2	2003	97.655
3	2004	449.219
4	2005	430.008
5	2006	82.616

Sumber : Biro Pusat Statistik Data Import (2002-2006)

Tabel 1.3. Kapasitas produksi industri furfural yang telah berdiri

No	Negara	Perusahaan	Kapasitas (ton/tahun)	Proses	Bahan baku
1	Argentina	Indunor S.A	3000	-	Wood after extraction
		E.C. Welbers	1500	-	Wood after extraction
2	Brazil	Agroquimica Rafard	4000-6000	-	Bagasse
3	Dominican	SA	3500	Quaker Oats	Bagasse
4	Republic	Central Romana Co.	1800	-	Corncoobs
5	Mexico	Furfuraly Derivados	-	-	
6	USA	Great Lakes Chem-Co	4500	Quaker Oats	Bagasse, corncoobs, rice and other plant husk, etc
7	Austria	Lenzig Aktiengesellse haft	10000	Agrifurance	Alkaline residues from cellulose boiling
8	France	Agrifurance SA	10000	Agrifurance	Corncoobs
9	Germany	Schwaebische Zellstoff AG	200	-	Sulphite Alkaline Residues
10	Spain	Furfural Espanol SA	4500	-	Almond Shells
11	Hungary	Pet Nitrogen Work	2000	Escher wyss	Corncoobs
12	Poland	Polimex Cekop	5000	Rosenlew	-
13	Slovenia	State Owned Complex	1500	-	Chestnut wood after extraction
14	Kenya	Kenya Furfural Ltd.	5000	Escher Wyss	Corncoobs
15	South Africa	Smithchem Ltd.	17000	Rosenlew	Bagasse
16	India	Southhem Agrifurance	6000	Agrifurance	Bagasse



17	China	industries	-	50000	-	Corncoobs, cotton processing residues
18	Russia		-	47000	-	Corncoobs, Sunflowers husks, wood
19	Turki	Cukorova		2000	-	-
		ICL Sp. A		6000	-	-
		Socreta furfuralo Sp. A		2000	-	Rice husks

Sumber : www.chem-is-try.org

Kapasitas prarancangan pabrik yang ditentukan berdasarkan kapasitas minimal adalah sebesar 1050 ton/tahun dan 1550 ton/tahun.

1.2 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 diperhatikan adalah :

- Penyediaan bahan baku dan air
- Penyediaan listrik dan bahan bakar
- Transportasi
- Tenaga kerja

Dengan mempertimbangkan faktor-faktor tersebut diatas maka lokasi pabrik furfural ditetapkan di Karanganyar, Solo dengan alasan sebagai berikut :

1. Penyediaan Bahan Baku

Lokasi pabrik dipilih dekat sumber bahan baku sekam padi untuk mengurangi biaya transportasi dan kehilangan bahan baku dalam transportasi. Bahan baku sekam padi diperoleh dari hasil pertanian para petani di daerah Karanganyar, untuk itu dipilih lokasi di Karanganyar, Solo.



2. Penyediaan listrik dan bahan bakar

Penyediaan air dan bahan bakar di Karanganyar, Solo sudah mencukupi, mengingat Karanganyar, Solo adalah daerah yang mempunyai prospek 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 Karanganyar, Solo air untuk proses cukup tersedia karena dekat dengan aliran sungai Bengawan Solo.

4. Transportasi

Transportasi cukup memadai sehingga mempermudah pengangkutan bahan baku maupun produk.

5. Tenaga Kerja

Tenaga kerja banyak tersedia di daerah Jawa sehingga dengan didirikannya pabrik furfural akan 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 Proses*
- b. *Rosenlew Proses*
- c. *Petrole Chimie Proses*
- d. *Escher Wyss Proses*

A. *Quaker Oats Proses*

Pada pembuatan furfural dengan cara *Queker oats* menggunakan asam sulfat sebagai katalis. Larutan asam diserap kedalam sekam padi bagasse, 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



digeser tercapai, valve uap dibuka kemudian didestilasi. Uap dilewatkan boiler sedang cairan yang mengandung furfural masuk pada *stripping column*, kemudian dikondensasi dan dipisahkan menjadi dua lapisan. Proses *quaker oats* membutuhkan waktu 6-8 jam penguapan, 100 kg bahan, 285 liter air, 2 kg asam sulfat dan steam 260 kg untuk menghasilkan 10 kg furfural.

B. *Rosenlew Proses*

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 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 didestilasi, didekantasi, dan dihidrolisasi.

C. *Petrole Chimie Proses*

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

D. *Escher Wyss Proses*

Dalam hal ini bahan baku dari *storage* ditrasfer ke *belt conveyor* menuju *bucket elevator* untuk di umpankan menuju *reaktor*. Pada waktu masuk reaktor, bahan baku diaerasi dengan cara dikontakkan steam pada



suhu 145 °C, tekanan 3-4 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 kondensor. Uap dikondensasi, kondensat didinginkan dengan dilewatkan system. Kondensat diaerasi, disaring dan dikumpulkan dalam *intermediate storage tank*.

Secara garis besar dapat ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 1.4. Macam Proses Dalam Pembuatan Furfural

No.	Proses	Temperatur °C	Katalis	Yield (%)
1	<i>Quaker Oats</i>	190	Asam sulfat	36,2
2	<i>Rosenlew</i>	180	-	24,6-27
3	<i>Escher Wyss</i>	145	Asam sulfat	24,6-27
4	<i>Petrole Chimie</i>	15	Asam sulfat	39,7

(Mc Ketta, 1978)

Dipilih proses *Queker Oats*:

- Teknologi ini mempunyai tingkat konsumsi steam yang relatif kecil.
- Sebagai mana teknologi yang lain, teknologi *Queker Oats* tidak memberikan dampak lingkungan.
- Teknologi *Queker Oats* mampu mengolah dengan bahan baku yang fleksibel. Hal ini sangat cocok karena alternative bahan baku yang tersedia di Indonesia mempunyai pola suplai yang tergantung pada musim.
- Kandungan pentosan yang diperlukan dalam bahan baku paling kecil yaitu 12%.



Kebutuhan air dalam proses ini paling kecil bila dibanding proses yang lain.

- Proses ini mempunyai *yield* yang paling besar dari keempat proses yang ada.
- Teknologi ini sudah diuji dengan kapasitas konsumsi nasional masih relative 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 *pylo* dan *pyrolidine*, 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*.
9. *Antifreeze*, *herbisida*, *aromatizing*, *agen* untuk brandy dan industri parfum.

1.4.3. Sifat-sifat Fisik dan KIMIA Bahan Baku Dan Produk :

- a. Sifat fisik dan kimia bahan baku

Sifat Fisik Pentosa

Rumus pentosa	: $C_5H_{10}O_5$
BM pentosa	: 150,13 g/gmol
Titik didih	: 161°C (1 atm)
Titik leleh	: 153°C (1 atm)
<i>Spesifik gravity</i>	: 1,513 pada 0°C, 1 atm
Suhu kritis	: 542,04 °C



Tekanan kritis : 8418,72 kpa
www.wikipedia.org/wiki/pentosa

b. Sifat fisik dan kimia produk

Sifat fisik furfural

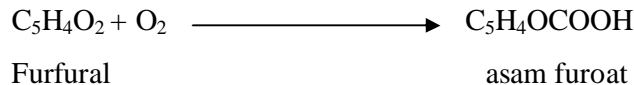
Rumus furfural : $C_5H_4O_2$
BM furfural : 96,69 g/gmol
Titik didih : 161,09 °C (1 atm)
Titik leleh : 38,7 °C (1 atm)
Spesific gravity : 1,165 pada 150 °C (1 atm)
1,160 pada 20 °C (1 atm)
Suhu Kritis : 383,85 °C
Tekanan Kritis : 5521,10 kpa

Fam.chem.googlepages.com

Sifat Kimia Furfural

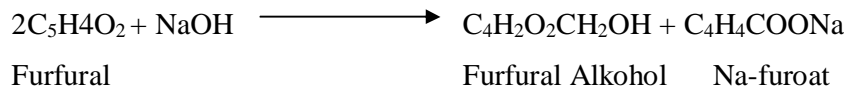
1. Furfural dapat di oksidasi dengan permanganat atau bikromat menghasilkan asam furoat (*furic acid*).

Reaksi :



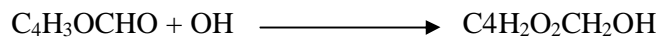
2. Furfural mengalami reaksi oksidasi bila bertemu dengan basa seperti NaOH dan menghasilkan Furfural alkohol dan natrium furoat.

Reaksi :



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

Reaksi :



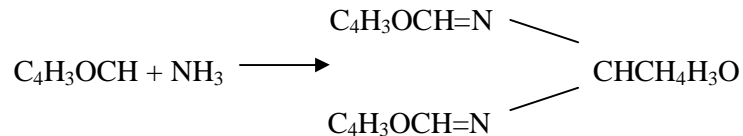


Furfural

Furfuril Alkohol

4. Furfural bereaksi dengan NH_3 dalam keadaan dingin menghasilkan hidrofuromic.

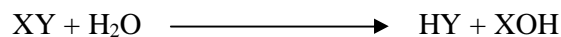
Reaksi :



5. Jika furfural dibiarkan pada suhu 230°C beberapa jam, tidak terjadi perubahan apa-apa. Kecuali warnanya agak gelap. Pada suhu 560°C furfural akan terurai menjadi CO_2 , furfural dan senyawa lain.

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 dan ganda, hydrogen masuk kedalam salah satu komponen dan hidroksil masuk kekomponen lainnya.



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

Hidrolisa dapat dibagi menjadi empat tipe yaitu :

a. Hidrolisis Murni

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



b. Hidrolisis Asam

Dalam hidrolisa ini digunakan asam baik encer maupun pekat, untuk mempercepat reaksi 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 hidrikolik dan asam sulfat adalah asam yang biasanya digunakan. Baik dalam skala laboratorium maupun dalam skala komersial, asam-asam tersebut digunakan dari konsentrasi-konsentrasi yang sangat tinggi sampai konsentrasi rendah.

c. Hidrolisis Alkali

Hidrolisis 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 proses ester atau senyawa lain yang sejenis.
- b. Penggunaan larutan alkali dibawah tekanan atmosfer dan dalam konsentrasi tinggi.
- c. Penggunaan campuran senyawa organik dengan natrium hidroksida atau kalium hidroksida.

d. Hidrolisis 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 mengkonversi sekam padi.