

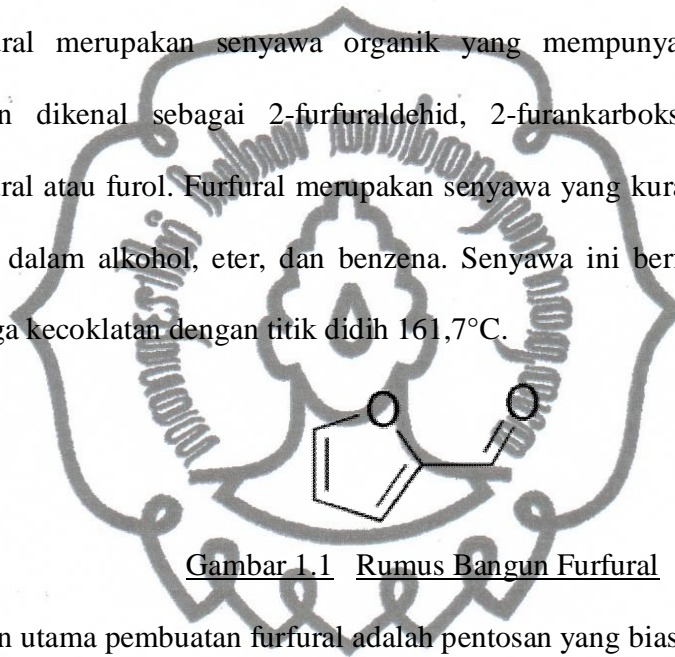


BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik

Furfural merupakan senyawa organik yang mempunyai rumus molekul $C_5H_4O_2$, dan dikenal sebagai 2-furfuraldehid, 2-furankarboksaldehid, biasanya disebut furfural atau furol. Furfural merupakan senyawa yang kurang larut dalam air namun larut dalam alkohol, eter, dan benzena. Senyawa ini berfase cair berwarna kuning hingga kecoklatan dengan titik didih $161,7^\circ C$.



Gambar 1.1 Rumus Bangun Furfural

Bahan utama pembuatan furfural adalah pentosan yang biasanya terdapat pada bahan yang mengandung serat. Pentosan banyak terdapat pada limbah pertanian seperti: tongkol jagung, sekam padi, ampas tebu, dan serbuk gergaji. Sekam padi merupakan salah satu limbah pertanian yang mengandung pentosan. Bahan baku sekam padi mudah diperoleh di Indonesia, mengingat Indonesia merupakan negara agraris dengan produk pertanian yang melimpah. Industri furfural dapat meningkatkan pendapatan petani karena memberi nilai tambah bagi hasil samping pengolahan pertanian.



Pemerintah RI selalu berupaya untuk menciptakan kondisi yang mendukung pertumbuhan industri, khususnya industri kimia. Pembangunan industri kimia furfural ditekankan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, pemanfaatan sumber daya alam yang ada, menciptakan lapangan kerja, dan mendorong perkembangan industri lain seperti industri cat dan plastik, serta ekspor ke negara lain.

Di dalam negeri, furfural mempunyai kegunaan yang cukup luas di beberapa industri. Kegunaan furfural antara lain sebagai pelarut (*solvent*) dalam industri minyak bumi. Senyawa turunan furfural seperti 2-metilfuran (*sylvan*) sebagai bahan pembantu industri resin, cat, pernis, plastik, serat sintesis, serta furan sebagai bahan pembantu pada industri farmasi dan herbisida. (www.furan.com/furfural)

1.2. Kapasitas Perancangan

Penentuan kapasitas perancangan pabrik ini berdasarkan beberapa pertimbangan yaitu kebutuhan produk, ketersediaan bahan baku, dan segi ekonomi. Adapun pabrik-pabrik furfural yang telah berdiri:

Tabel 1.1 Kapasitas Produksi Industri Furfural yang Telah Berdiri

| No. | Negara | Perusahaan | Kapasitas (Ton/Tahun) |
|-----|-----------------|-----------------------|--------------------------|
| 1. | Argentina | Indunor S.A | 3.000 |
| | | E.C. Welbers | 1.500 |
| 2. | Brazil | Agroquimica Rafard SA | 4.000-6.000 |
| 3. | Dominican | Central Romana Co. | 3.500 |
| 4. | Republic-Mexico | Furfuraly Derivados | 1.800 |



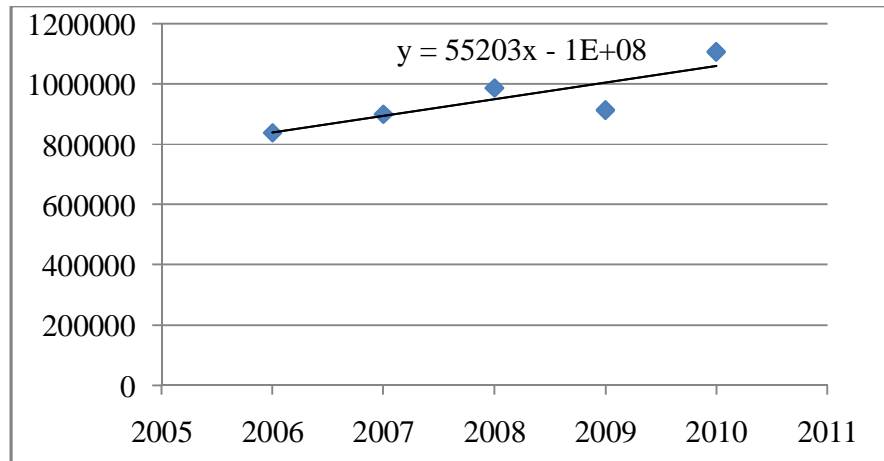
| | | | |
|-----|--------------|----------------------------|--------|
| 5. | USA | Great Lakes Chem-Co | 4.500 |
| 6. | Austria | Lenzig Aktiengesellse Haft | 10.000 |
| 7. | Spain | Furfural Espanol SA | 4.500 |
| 8. | Hungary | Pet Nitrogen Work | 2.000 |
| 9. | Poland | Polimex Cekop | 5.000 |
| 10. | Slovenia | State owned complex | 1.500 |
| 11. | Kenya | Kenya furfural Ltd. | 5.000 |
| 12. | South-Africa | Smithchem Ltd. | 17.000 |
| 13. | China | - | 50.000 |

www.chem-is-try.org

Berdasarkan data dari Biro Statistik harga furfural di pasar internasional pada tahun 2006 adalah US\$ 610.655/kg. Pada tahun 2007 harga meningkat menjadi US\$ 744.734/kg dan pada tahun 2008 meningkat menjadi US\$ 1.291.973/kg. Pada tahun 2009 mengalami penurunan sebesar 25% menjadi US\$ 968.292/kg. Lalu pada tahun 2010 mengalami peningkatan sebesar 28,63% menjadi US\$ 1.356.633/kg.

Dari data diatas dapat kita lihat bahwa harga furfural cenderung bertambah, karena berdirinya industri baru yang menggunakan furfural sebagai bahan utama. Bahan baku sekam padi dipilih karena memiliki harga ekonomis dan untuk memanfaatkan limbah sekam yang dihasilkan setiap musim panen. Umumnya sekam padi belum dimanfaatkan secara optimal dan masih banyak sisa sekam yang menumpuk di penggilingan padi dan tidak digunakan. Biasanya sekam padi dijadikan bahan campuran makanan ternak, arang, dan pembuatan genteng.

Berdasarkan data dari Biro Statistik permintaan furfural di pasar internasional pada tahun 2006-2010 yang dibuat dalam bentuk grafik permintaan



Gambar 1.2 Grafik Impor Furfural di Indonesia

Dari grafik tersebut didapatkan persamaan linier $y = 55203x - 1E+08$ dengan x adalah tahun dan y adalah jumlah produksi furfural (kg). Jika pabrik direncanakan akan berdiri pada tahun 2017, maka kapasitas pabrik direncanakan untuk memenuhi kebutuhan di dalam negeri sebesar 11.344.451 kg. Dilihat dari ketersediaan bahan baku yang ada maka pabrik dirancang dengan kapasitas 3.000.000 kg/thn atau 3.000 ton/thn.

1.3. Pemilihan Lokasi Pabrik

Dengan mempertimbangkan beberapa faktor dibawah ini, lokasi industri kimia furfural dipilih di daerah Cilacap, Jawa Tengah dengan alasan sebagai berikut:

1. Penyediaan bahan baku

Lokasi pabrik dipilih dekat dengan sumber bahan baku sekam padi untuk mengurangi biaya transportasi dan kehilangan bahan baku dalam transportasi.

Pemilihan lokasi di Kabupaten Cilacap dipilih karena memiliki luas sawah 63.094



hektare yang ditanami padi. Dari data Dinas Pertanian dan Peternakan Cilacap, Jawa Tengah, didapatkan data produksi padi sebesar 784.000 ton GKG pada akhir tahun 2010.

Dari sawah seluas 1 Ha dapat menghasilkan 4 ton gabah kering panen berarti sekam yang dihasilkan sekitar 8 kwintal. Dari 100 kg gabah kering akan dihasilkan kira-kira 20 kg sekam dan setiap 10 kg sekam menghasilkan 1 kg furfural. Untuk membuat 3.000 ton furfural membutuhkan 30.000 ton sekam padi. Maka dari jumlah bahan baku sekam dapat memenuhi kapasitas 3.000 ton furfural tersebut. Bahan baku sekam padi diperoleh sekitar 4.000 kg/jam dari hasil pertanian para petani di daerah Cilacap. (www.jumena.wordpress.com)

2. Penyediaan listrik dan bahan bakar

Kebutuhan listrik pabrik ini sebagian dipenuhi dari jaringan PLN, sedangkan untuk menjamin kelancaran penyediaan tenaga listrik bagi kelangsungan produksi, pabrik harus memiliki generator pembangkit tenaga listrik sendiri. Kebutuhan bahan bakar yaitu solar yang dipakai untuk menjalankan generator diperoleh dari Pertamina Cilacap.

3. Penyediaan air

Kebutuhan air pada pabrik diperoleh dari sumber air sungai Donan, Jawa Tengah.

4. Transportasi

Transportasi darat maupun laut 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.



Gambar 1.3 Gambar Pemilihan Lokasi Pabrik Furfural



1.4. Tinjauan Pustaka

1.4.1. Macam-Macam Proses

Pada dasarnya furfural dibuat dengan cara mendehidrasikan pentosa yang merupakan hasil dari pentosan yang terdapat dalam sekam padi. Ada beberapa proses pembuatan furfural secara komersial yang dikemukakan oleh Mc. Ketta (1983), yaitu:

A. *Quaker Oats Process*

Pada pembuatan furfural dengan cara *Quaker Oats* menggunakan asam sulfat sebagai katalis. Larutan asam diserap ke dalam 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 dan 4,1 bar. Sesudah suhu dan tekanan digeser tercapai, *valve* uap dibuka kemudian didistilasi. Uap dilewatkan *boiler* sedangkan 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, 28 liter 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 (10,8–11,8 bar) *steam* dilewatkan reaktor melalui dasar reaktor sebesar 4,9 bar. Dalam kondisi normal waktu tinggal bahan baku dalam reaktor 1-2 jam. Kondensat yang berisi furfural kemudian didistilasi, didekantasi, dan dihidrolisasi.



C. *Petrole Chimie Process*

Proses ini didasarkan pada *Agrifurance 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 sebesar 9,8 bar. Reaksi padat-cair terjadi pada tekanan 6,37 bar dan temperatur 170°C. Seperti *steam* yang lain, furfural didistilasi membentuk azeotrop kemudian didekantasi agar lapisan menjadi dua lapisan. Lapisan bawah yang kaya akan furfural dinetralisasi dan didehidrasi menjadi furfural teknik.

D. *Escher Wyss Process*

Dalam hal 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 *steam* pada suhu 145°C, tekanan 3-4 kg/cm² (2,94–3,92 bar) 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 sistem. Kondensat diaerasi, disaring, dan dikumpulkan dalam *intermediate storage tank*.

Secara garis besar dapat ditabelkan sebagai berikut:



Tabel 1.2 Macam-Macam Proses Pembuatan Furfural

| No. | Proses | Konsumsi <i>Steam</i> | Katalis |
|-----|-----------------------|-----------------------|-------------|
| 1. | Quaker Oats Proses | 22,5 ton (9,8 bar) | Asam Sulfat |
| 2. | Rosenlew Proses | 38 ton (14,7 bar) | - |
| 3. | Petrole Chimie Proses | 20 ton (9,8 bar) | Asam fosfat |
| 4. | Escher Wyss Proses | 30 ton (14,7 bar) | Asam asetat |

(Mc Ketta, 1983)

Dari tabel diatas, dipilih proses *Quaker Oats* karena proses ini mempunyai tingkat konsumsi *steam* dan tekanan yang kecil dibandingkan proses yang lain dengan katalis yang murah.

1.4.2. Kegunaan Produk

Manfaat furfural sangat penting dalam industri kimia, antara lain:

1. Sebagai pelarut selektif untuk memisahkan senyawa jenuh dan tak jenuh dalam minyak, *solvent* untuk resin dan wax. Furfural digunakan pada *Furfural Extraction Unit* berfungsi untuk memperbaiki viskositas indeks dengan mengambil komponen aromatis yang mempunyai viskositas indeks rendah. Unit ini juga berfungsi mengekstraksi aromatis, memperbaiki warna, dan stabilitas bahan bakar.
2. Sebagai bahan pembuatan senyawa furan yang lain seperti furfural alkohol, tetrahidro furfural alkohol, 2-metilfuran (*sylvan*), *Maleic anhydride* yang digunakan sebagai:
 - Zat penghilang warna pada *wood resin*.
 - Bahan pembentuk resin.



- Produksi plastik.
- Herbisida, aromatizing, *agen* untuk brandy, dan industri parfum.

1.4.3. Sifat Fisis dan Kimia Bahan Baku maupun Produk:

1. Sekam Padi

| | | |
|-----------|---|----------------------------------|
| Fase | : | Padat |
| Warna | : | Kuning kecoklatan |
| Komposisi | : | Karbohidrat kasar : 33,38% berat |
| | | Pentosan : 18,00% berat |
| | | Protein kasar : 3,03% berat |
| | | Kadar air : 6,00% berat |
| | | Lemak : 1,18% berat |
| | | Serat kasar : 20,07% berat |
| | | Kadar abu : 17,71% berat |

(Suharno, 1970)

2. Asam Sulfat (SNI 06-0030-1996)

Sifat fisis

| | | |
|---------------|---|----------------|
| Rumus molekul | : | H_2SO_4 |
| Fase | : | Cair |
| Warna | : | Tidak berwarna |
| Berat molekul | : | 98,079 kg/kmol |
| Kadar minimal | : | 98% |



Impuritas : Chlorida (Cl) maksimal 10 ppm, Nitrat (NO₃) maksimal 5 ppm, Besi (Fe) maksimal 50 ppm, dan Timbal (Pb) maksimal 50 ppm.

Kelarutan dalam air : Larut sempurna dalam air

Sifat kimia : a. Larut dalam air, alkohol, dan etil eter
b. Merupakan asam kuat bersifat hidroskopis
(Petrokimia Gresik)

3. Air

Sifat fisis

Rumus molekul : H₂O
Fase : Cair
Warna : Tidak berwarna
Berat molekul : 18,015 kg/kmol
Titik didih : 100°C
Titik beku : 0°C

(Perry,1997)

Sifat kimia

- Sebagai pelarut yang baik karena air merupakan senyawa polar sehingga mudah melarutkan banyak senyawa.
- Bersifat netral, dapat menguraikan garam menjadi asam dan basa, serta dapat bereaksi dengan beraneka ragam zat.

(Pudjaatmaka, 1993)



4. Toluena

Sifat fisis

Berat molekul : 92,14 kg/kmol

Fase : Cair

Titik leleh : -95°C

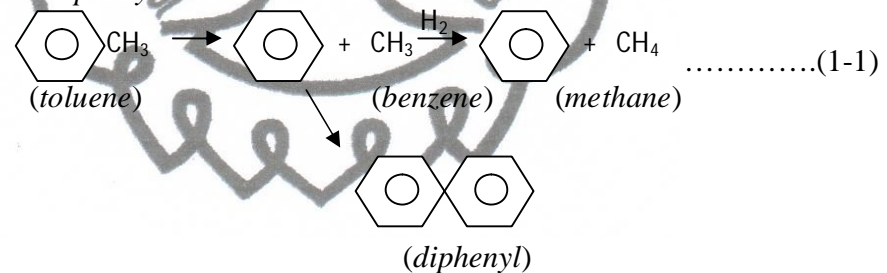
Titik didih : 110,6°C

Densitas : 862,3 kg/m³

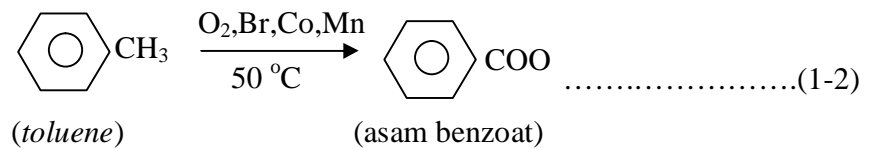
(www.chemicaland21.com)

Sifat kimia

- Hidrogenasi termal dari *toluene* akan menghasilkan *benzene*, *methane*, dan *diphenyl*.



- Dengan oksigen (oksidasi) dalam fase cair dan katalis Br-Co-Mn menghasilkan asam benzoat.



(Kirk and Othmer, 1991)

5. Furfural

Sifat fisis



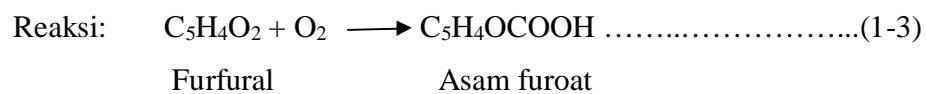
| | |
|---------------------|--|
| Rumus molekul | : C ₅ H ₄ O ₂ |
| Fase | : Cair |
| Warna | : Kuning |
| Berat molekul | : 96,086 kg/kmol |
| Kelarutan dalam air | : 8,3 bagian per 100 bagian air |
| Titik didih | : 161,7°C |
| Titik beku | : -36,5°C |

(Mc.Ketta,1983)

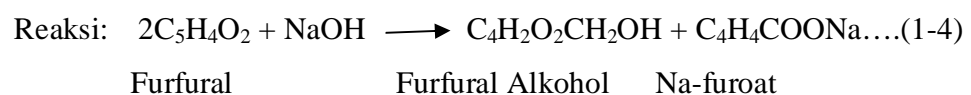
Sifat kimia

Sifat-sifat kimia furfural hampir sama dengan senyawa aromatik aldehyd, tetapi mempunyai karakteristik tersendiri. Furfural adalah senyawa yang stabil secara termal tanpa ada O₂. Pada temperatur 230°C, selama beberapa jam akan mengubah sifat-sifat fisik yaitu perubahan warna.

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



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

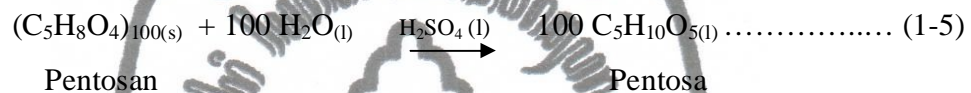


(Dunlop,A.P,1982)

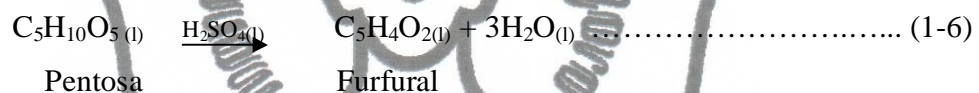


1.4.4. Tinjauan Proses Secara Umum

Pada pembuatan furfural dengan cara *Quaker Oats* menggunakan asam sulfat 98% sebagai katalis dan sekam padi sebagai bahan baku. Proses yang terjadi pada pembuatan furfural adalah proses hidrolisis dan dehidrolisis. Dengan perbandingan bahan baku dan air sebesar 1:6. Proses hidrolisa pentosan menjadi pentosa dilakukan pada suhu 70°C. Berikut ini adalah reaksi hidrolisa furfural:



Lalu dilanjutkan proses dehidrasi pentosa menjadi furfural dengan suhu 230°C.



Lalu ditambahkan toluena sebagai *solvent* untuk memisahkan furfural dengan zat pengotor lainnya. Selanjutnya menuju menara distilasi untuk proses pemurnian furfural.