



BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang memiliki sumber daya alam (SDA) dan sumber daya manusia (SDM) yang melimpah, namun sampai saat ini Indonesia masih tergolong negara yang pendapatannya masih rendah. Salah satu penyebabnya adalah ketidakmampuan untuk mengolah sumber daya alam yang dimilikinya menjadi produk yang memiliki nilai jual. Hal ini ditandai dengan banyaknya produk yang di impor, padahal bahan baku pembuatan produk tersebut melimpah di Indonesia, salah satunya bahan-bahan industri kimia. Furfuraldehide adalah salah satu bahan kimia yang harus diimpor dalam memenuhi kebutuhannya dalam negeri. Menurut BPS (2024) Indonesia mengimpor sejumlah 753,4 Ton di tahun 2023 dan jumlah ampas tebu yang di Jawa Timur saja pada tahun 2023 menurut BPS lebih dari 1 juta ton. Padahal bahan baku utama furfural adalah limbah industri pertanian seperti ampas tebu tidak memiliki nilai jual yang biasanya hanya untuk menjadi bahan bakar tambahan, namun sangat disayangkan dengan potensi tersebut Indonesia masih belum memiliki industri yang memproduksi furfuraldehide. Maka dari itu Indonesia memiliki peluang untuk memenuhi kebutuhan furfuraldehide di Indonesia maupun di pasar global.

Furfural adalah aldehida heterosiklik dengan rumus kimia $C_5H_4O_2$. Molekul ini utamanya merupakan bahan kimia terbarukan yang menjanjikan dalam produksi biokimia dan biofuel dengan biaya rendah dan bahan yang melimpah (Cai, 2014). Senyawa ini berfase cair berwarna kuning hingga kecoklatan. Kegunaan furfural dalam industri antara lain sebagai: bahan kimia intermediet (chemical intermediate), misalnya untuk bahan baku adiponitril $[CN(CN)_2CH_2]$, furfural alkohol, metil furan, pirrole, pindin, asam furoat, hidro furamid, dan tetrahidrofurfural alkohol, dan selective solvent dalam pemurnian minyak bumi maupun minyak nabati. Pada era perkembangan industri ini, furfural berguna untuk medium distilasi ekstraktif pada proses utama dalam pembuatan butadiena dari petroleum.



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pra Rancangan Pabrik Furfuraldehyde Dari Ampas Tebu Dengan Proses Quaker Oats Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”

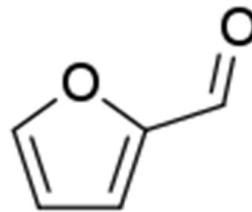
Belum adanya produsen *furfuraldehyde* di Indonesia menjadi salah satu pertimbangan agar Indonesia bisa memproduksi senyawa ini. Oleh karena itu pendirian dan investasi pada pabrik

furfuraldehyde ini memiliki peluang yang baik dan menjanjikan. Bahan baku yang digunakan dalam produksi *furfuraldehyde* ini, yaitu *bagasse* (Ampas Tebu) yang dapat didapatkan di pabrik gula Indonesia. Adapun faktor lain yang menunjang pendirian pabrik *furfuraldehyde* ini adalah :

- Memenuhi kebutuhan *furfuraldehyde* di Indonesia sehingga menghemat devisa negara.
- Melakukan ekspor *furfuraldehyde* yang akan diekspor dari Indonesia.
- Mengurangi jumlah pengangguran dengan menciptakan lapangan kerja baru.
- Meningkatkan pendapatan negara dan perekonomian pada masa mendatang.

I.2 Sejarah Perkembangan

Furfural (FUR) semakin banyak dipertimbangkan sebagai molekul platform C5 dan C6 yang serbaguna. Furfural ($C_5H_4O_2$) atau sering disebut dengan 2-furancarbo-xaldehida, 2-furaldehyde, *furfuraldehyde*, *furale*, dan 2-furaldehyde diperoleh dari xilosa turunan hemiselulosa atau dari polisakarida kaya pentosa lainnya yang terjadi karena adanya proses hidrolisis asam dari hemiselulosa.



Gambar I.1 Struktur Molekul Furfural

Furfural, sebagai senyawa organik (aldehida heterosiklik) memiliki massa jenis 1160 kg/m^3 dan titik didih $161,7^\circ\text{C}$ (pada 1 atm). Pada tahun 1821, furfural diisolasi sebagai produk sampingan dari produksi asam format dan kemudian diproduksi oleh hidrolisis dan dehidrasi dari berbagai tumbuhan. Furfural secara konvensional digunakan untuk pembuatan resin (dalam teknologi pengecoran) dan



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pra Rancangan Pabrik Furfuraldehyde Dari Ampas Tebu Dengan Proses Quaker Oats Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”

sebagai pelarut untuk produksi pelumas. Produk sampingan yang dipasarkan dari hasil produksi tahun 1922 saat itu seperti asam asetat dan metanol yang diperoleh berdasarkan proses pemisahan. Residu padat dapat dipisahkan dari cairan pada akhir periode reaksi dan katalis asam dapat diperoleh kembali. Kondisi yang diinginkan untuk reaksi produksi furfural adalah: larutan asam 8% dengan rasio massa lignoselulosa antara 2: 1 dan 3: 1, dengan waktu reaksi sekitar 30 menit dan suhu reaksi sekitar 170-185C. Dengan teknologi ini, hasil maksimum furfural adalah antara 45% dan 50%. Kekurangan dari proses ini adalah nilai *yield* yang rendah (kurang dari 50% berdasarkan gula monosakarida), kebutuhan uap yang cukup tinggi, produksi limbah yang tinggi, dan biaya operasional yang tinggi, yang menyebabkan penutupan pabrik-pabrik di negara-negara maju pada tahun 1990-an.

Saat ini, furfural diusulkan sebagai bahan kimia platform untuk produksi bahan kimia berbasis furan lainnya seperti furfuryl alcohol (FFA), methyltetrahydrofuran, tetrahydrofurfural alcohol, asam furoat, furfurylamine, dan methylfuran. Turunan yang disebutkan di atas memiliki aplikasi industri yang sangat potensial. Misalnya, furfural dapat menggantikan pengikat berbasis minyak dalam industri pengecoran dengan memproduksi FFA melalui hidrogenasi. Furfural dapat digunakan sebagai monomer atau pelarut dalam industri farmasi dari produk sampingan yang disebut tetrahidrofuran (THF) (disintesis dengan dekarbonilasi dan hidrogenasi katalitik (Kabbour M, 2020).

Proses Quaker Oats dengan kelemahannya berhasil di modifikasi seiring dengan perkembangan. Anak perusahaan Westpro Company di California, menggunakan variasi (proses kontinu) dari teknologi Quaker Oats untuk memproduksi furfural di Cina. Metode ini menggunakan reaktor fixed-bed dan proses penyulingan distilasi azeotropik dinamis yang berkelanjutan, yang menghasilkan hasil produksi sebesar 4% - 12% dari berat awal biomassa kering yang digunakan (yaitu tongkol jagung, sekam padi, ampas kapak, sekam kapas, ampas tebu, dan kayu). Kemudian untuk menanggulangi kelemahan yang ada, proses furfural kembali di modifikasi menjadi SupraYield. Proses ini merupakan modifikasi lain dari proses Teknologi Quaker Oats yang diperkenalkan pada akhir tahun 1990-an. SupraYield dikembangkan dari teknologi yang dipatenkan yang



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pra Rancangan Pabrik Furfuraldehide Dari Ampas Tebu Dengan Proses Quaker Oats Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”

dimiliki oleh Karl Zeitsch, seorang pelopor dalam teknologi furfural dan telah diambilalih oleh sebuah kelompok di Afrika Selatan. Dalam teknologi ini, ampas tebu dihidrolisis dalam satu tahap, dan kemudian pentosis diubah menjadi furfural dalam larutan air pada titik didihnya (dengan atau tanpa asam fosfat). Larutan yang mengandung furfural kemudian didistilasi secara adiabatik, yang mana memfasilitasi transfer furfural yang terbentuk dari fase air ke fase uap.

I.3 Aspek Ekonomi

Furfural merupakan produk kimia intermediet, senyawa ini mempunyai potensi besar untuk dapat diproduksi di dalam negeri. Pembangunan pabrik furfural didalam negri adalah peluang yang bagus, karena belum adanya pabrik yang memproduksi furfural sehingga dapat menguasai pasar dalam negri, selain itu juga dengan sumber daya yang murah dan banyak didapatkan didalam negri yaitu bagasse, memungkinkan juga untuk menjangkau kebutuhan furfural di pasar global. Apabila negara dapat menggenjot produksi dari furfural maka pertumbuhan industri kimia akan berkemebang cepat, kebutuhan impor dapat dihentikan, dan sisanya akan diekspor. Dalam memproduksi *furfuraldehide* maka dibutuhkan data penunjang berupa produsen dari bahan baku, yaitu berupa harga dan juga kapasitas dari bahan baku. Berikut harga bahan baku, bahan baku penunjang dan produk.

Tabel I.1 Harga bahan baku, bahan baku penunjang dan produk

No	Nama	Harga (USD/Kg)	Harga (Rp/Kg)
1	Ampas Tebu	-	1400
2	Asam Sulfat 98%	1,2	10.200
4	<i>Furfuraldehide</i>	1,8	24.000

*kurs dolar USD \$1 = Rp 16.000

I.4 Kapasitas Produksi

Berdasarkan data statistik perdagangan bahan kimia, Indonesia masih melakukan impor *furfuraldehide*. Dari data tersebut didapati bahwa kebutuhan import furfural memiliki tren yang terus meningkat dari tahun ke tahun. Kebutuhan furfural dan turunannya secara global mengalami peningkatan setiap tahunnya. Namun dengan potensi dan juga kebutuhan yang terus meningkat, Indonesia masih



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pra Rancangan Pabrik Furfuraldehyde Dari Ampas Tebu Dengan Proses Quaker Oats Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”

belum memiliki pabrik yang memproduksi furfural sehingga bergantung pada negara-negara lain untuk memenuhi kebutuhan furfural dengan china sebagai penimpor utama.

a. Kebutuhan *Furfuraldehyde*

Kebutuhan furfural di Indonesia masih mengimpor dari negara-negara lain seperti, China, India, Singapura, Jepang, Swiss dan United Kingdom. Berikut merupakan data impor furfural di Indonesia

Tabel I.2 Impor Furfuraldehyde Indonesia 2019-2023

Tahun	Jumlah (ton/tahun)	Pertumbuhan
2019	1366,57	-
2020	1087,5	-20,42%
2021	1350,1	19,22%
2022	1557,3	15,16%
2023	1893,3	24,59%
Rata-Rata	1450,954	10%

(Badan Pusat Statistik, 2024)

Berdasarkan tabel di atas didapat data impor furfuraldehyde di Indonesia selama 5 tahun dari 2019-2023. Dari data di atas menunjukkan bahwa terdapat kenaikan jumlah dari tahun ke tahun. Jumlah impor ini diharapkan terpenuhi dengan adanya potensi dan pembangunan pabrik furfuraldehyde di Indonesia. Dengan besarnya potensi Indonesia dalam industri ini, dikarenakan banyaknya sumber daya limbah pertanian sayangnya masih belum ada pabrik pembuatan furfural di Indonesia. Selain melihat kebutuhan impor furfuraldehyde di Indonesia pada tahun mendatang, perlu diperhatikan pula kebutuhan furfuraldehyde di luar Indonesia sehingga Indonesia dapat menjadi salah satu pemasok furfural di dunia.



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pra Rancangan Pabrik Furfuraldehyde Dari Ampas Tebu Dengan Proses Quaker Oats Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”

Tabel I.3 Impor Furfuraldehyde Arab saudi 2019-2023

Tahun	Jumlah (ton/tahun)	Pertumbuhan
2019	120.000	-
2020	88.375,20	-26%
2021	108.969,26	23%
2022	123.259,42	13%
2023	152.094,16	23%
Rerata	118.539,61	8%

(Wits.Worldbank.org, 2024)

Pabrik akan didirikan direncanakan beroperasi pada tahun 2027 mengingat bahwa pembangunan akan memakan waktu yang cukup lama. Penentuan jumlah produksi dilakukan dengan meninjau data yang ada, yaitu jumlah ekspor dan impor bahan tersebut di Indonesia, dengan menggunakan persamaan berikut :

$$m = P(1 + i)^n \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

- m = perkiraan kebutuhan dalam negeri pada tahun ke-x (ton)
- P = jumlah kebutuhan produk pada tahun terakhir (ton)
- i = pertumbuhan rata-rata per tahun
- n = selisih tahun yang diperhitungkan

a. Perkiraan impor Indonesia

$$\text{Perkiraan impor} = 1893,3(1 + 0,16)^{(4)} = 2771,9 \text{ Ton}$$

Dikarenakan belum adanya produksi furfural di Indonesia sehingga diasumsikan data konsumsi dari furfural sama dengan data impor. Peluang kebutuhan furfural di Indonesia pada tahun 2027 yakni 4061,8 Ton

b. Perkiraan Impor Arab saudi

$$\text{Perkiraan impor} = 118.539,61 + (0,8)^{(4)} = 163.457,7 \text{ Ton/Tahun}$$

$$\begin{aligned} \text{Peluang kapasitas yakni} &= \text{Kebutuhan dalam negeri} + \text{Kebutuhan luar negeri} \\ &= 2771,9 + 163.457,7 \\ &= 166.229,6 \text{ Ton/Tahun} \end{aligned}$$



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pra Rancangan Pabrik Furfuraldehyde Dari Ampas Tebu Dengan Proses Quaker Oats Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”

Direncanakan diambil peluang kapasitas pabrik sebesar 30%. Sehingga didapatkan kapasitas pabrik sebesar = 49.869 Ton/Tahun \approx 50.000 Ton/tahun.



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pra Rancangan Pabrik Furfuraldehyde Dari Ampas Tebu Dengan Proses Quaker Oats Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”

I.5 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

I.5.1 Selulosa

a. Sifat Fisika

Fase	Padat
Warna	Putih kecoklatan
Bau	Tidak berbau
Titik Leleh	>300°C
Titik Didih	-
Densitas	1,4 gr/cm ³

b. Sifat Kimia

Rumus molekul	C ₆ H ₁₀ O ₅
Berat molekul	162 gr/mol
Kelarutan	Tidak Larut dalam Air

I.5.2 Xylan

c. Sifat Fisika

Fase	Padat
Warna	Putih
Bau	Tidak berbau
Titik Leleh	221°C
Titik Didih	-
Densitas	1,4 gr/cm ³

d. Sifat Kimia

Rumus molekul	C ₅ H ₈ O ₄
Berat molekul	132 gr/mol
Kelarutan	Larut dalam air pada suhu tinggi

I.5.3 Xilosa

e. Sifat Fisika



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pra Rancangan Pabrik Furfuraldehyde Dari Ampas Tebu Dengan Proses Quaker Oats Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”

Fase	Padat
Warna	Putih
Bau	Tidak berbau
Titik Leleh	117°C
Titik Didih	415,5°C
Densitas	1,5 gr/cm ³

f. Sifat Kimia

Rumus molekul	C ₅ H ₁₀ O ₅
Berat molekul	150,13 gr/mol
Kelarutan	Larut dalam air

I.5.4 Lignin

a. Sifat Fisika

Fase	Padat
Warna	kecoklatan
Bau	Tidak berbau
Titik Leleh	>200°C
Titik Didih	-
Densitas	1,4 gr/cm ³

b. Sifat Kimia

Rumus molekul	C ₉ H ₁₀ O ₃
Berat molekul	180 gr/mol
Kelarutan	Tidak Larut dalam Air

I.5.5 Air

a. Sifat Fisika

Fase	Cair
Warna	Tidak berwarna
Bau	Tidak berwarna
Titik leleh	117°C



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pra Rancangan Pabrik Furfuraldehyde Dari Ampas Tebu Dengan Proses Quaker Oats Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”

Titik didih	100°C
Titik beku	0°C
Densitas	0,997 gr/cm ³

b. Sifat Kimia

Rumus molekul	H ₂ O
Berat molekul	18,02 gr/mol

I.5.6 Asam Sulfat

a. Sifat Fisika

Fase	Cair
Warna	Kuning kecoklatan
Bau	Menyengat
Titik leleh	10°C
Titik didih	288°C
Densitas	1,8 gr/cm ³

b. Sifat Kimia

Rumus molekul	H ₂ SO ₄
Berat molekul	98,08 gr/mol
Kelarutan	Larut disuhu 20°C

Komposisi Asam Sulfat:

Komponen	Kandungan
H ₂ SO ₄	98%
H ₂ O	2%

I.5.7 Furfuraldehyde

a. Sifat Fisika

Fase	Cair
Warna	Kecoklatan



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pra Rancangan Pabrik Furfuraldehyde Dari Ampas Tebu Dengan Proses Quaker Oats Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”

Bau	Almond
Titik leleh	-38,7 C
Titik didih	162 C
Densitas	1,16 gr/cm ³

b. Sifat Kimia

Rumus molekul	C ₄ H ₃ OCHO
Berat molekul	96,08 gr/mol
Kelarutan	83g/L

I.6 Kegunaan Produk

Kegunaan Furfural di Indonesia dimanfaatkan sebagai bahan baku seperti berikut :

1. Sebagai pelarut yang selektif terhadap senyawa tidak jenuh dalam minyak bumi.
2. Merupakan pelarut yang baik bagi bahan- bahan pelapis cat, zat warna nitro selulosa dan selulosa asetat.
3. Untuk menghilangkan warna dalam industri damar (Resin Sintetis).
4. Sebagai bahan baku pembuatan heksametilendiamin dan asam adipat yang diperlukan dalam pembuatan nilon.

(Kirk & Othmer, 1986)

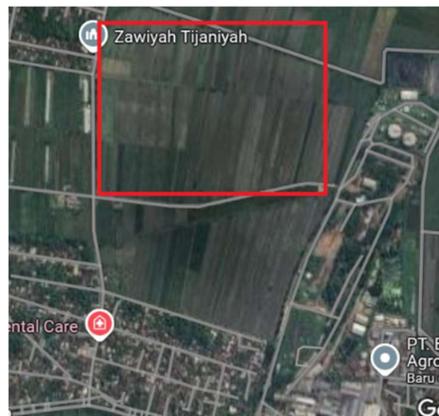
I.7 Pemilihan Lokasi dan Tata Letak Pabrik

Pemilihan lokasi dan tata letak peralatan dalam satu perancangan pabrik merupakan salah satu hal yang penting karena akan mempengaruhi risiko dan keuntungan perusahaan tersebut secara keseluruhan. lokasi dan tata letak peralatan pabrik sangat mendukung untuk terjadinya kelancaran suatu proses produksi. Penentuan dua hal ini, yaitu lokasi dan tata letak pabrik akan menjadi parameter untuk mengestimasi biaya, pemipaan, dan lain-lain.



I.7.1 Lokasi Pabrik

Pemilihan lokasi didasari oleh pertimbangan yang secara praktis, ditinjau dari segi teknis maupun ekonomis, karena lokasi sangat mempengaruhi biaya tetap (fix cost) dan juga biaya variabel (variable cost), baik dalam jangka menengah maupun jangka panjang. Dalam manajemen organisasi pada suatu pabrik, lokasi pabrik sebaiknya diperhitungkan pada saat perencanaan, sehingga pabrik yang akan dijalankan tersebut dapat terorganisir pelaksanaannya di masa mendatang. Pemilihan lokasi yang tepat akan memberikan keuntungan maksimal karena investasi serta produksi dan distribusi dapat dilakukan semaksimal mungkin. Penentuan lokasi ini didasarkan atas beberapa pertimbangan dalam segi penyediaan bahan baku, Pemasaran produk, ketersediaan energi dan sumber air, ketersediaan tenaga kerja, kondisi geografis dan sosial. Berdasarkan pertimbangan diatas maka pabrik furfural direncanakan akan didirikan di daerah Jl. Raya Gedek - Ploso, Gembongan Kulon, Gembongan, Kec. Gedeg, Kabupaten Mojokerto, Jawa Timur 61351



Gambar I.2 Peta Lokasi Rencana Pendirian Pabrik Furfural di Mojokerto
Pemilihan lokasi pabrik di Mojokerto diambil berdasarkan pertimbangan-pertimbangan berikut ini dengan meliputi 2 faktor yang faktor utama dan faktor khusus :

A. Faktor Utama

1. Penyediaan Bahan Baku



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pra Rancangan Pabrik Furfuraldehyde Dari Ampas Tebu Dengan Proses Quaker Oats Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”

Sumber bahan baku merupakan salah satu faktor penting dalam menentukan lokasi pabrik, terutama pada pabrik yang membutuhkan bahan baku dalam jumlah besar. Bahan baku pembuatan furfuraldehyde diambil dari :

- 1) Ampas tebu (Bagasse) merupakan bahan baku utama dalam pembuatan *furfuraldehyde* diperoleh dari PG. Gempolkerp milik PT Perkebunan Nusantara (PTPN) Mojokerto, Jawa timur
- 2) Asam Sulfat merupakan katalis dalam pereaksian diperoleh dari PT. Petro Kimia Gresik, Gresik, Jawa Timur
- 3) Toluene merupakan pelarut furfural diperoleh dari PT Trans Pacific Petrochemical Indotama (TPPI)

2. Pemasaran Produk

Produk furfural akan digunakan untuk memenuhi kebutuhan furfural dalam negeri dan sisanya akan diekspor ke negara lain utamanya memenuhi kebutuhan furfural di Indonesia dan Luar Negri. Untuk kebutuhan dalam negeri sendiri akan didistribusikan ke PT. Pertamina, PT. Karet Deli, PT. Kitachem Ekasedjati, PT. Indagro INC, PT. Paint Manufacturer Pacific, dan lain-lain.

3. Ketersediaan Air

Air sangat penting untuk memenuhi kebutuhan dalam pabrik, yaitu untuk kebutuhan proses, pendingin, atau kebutuhan lainnya. Air didapatkan dari air sungai yang selanjutnya diolah di unit penyedia air sesuai dengan kebutuhan. Lokasi pabrik yang direncanakan ini dekat dengan sungai Brantas yang kemudian diolah oleh Unit water treatment untuk memenuhi kebutuhan utilitas pabrik furfural.

4. Sarana Transportasi

Sarana dan prasarana transportasi sangat diperlukan untuk proses penyediaan bahan baku dan pemasaran produk. Pendirian pabrik dilakukan dengan pertimbangan kemudahan sarana transportasi darat terutama terkait transportasi bahan baku pembuatan *furfuraldehyde* yang akan di transportasikan dari PG. Gempolkerp menuju pabrik yang dapat dijangkau melewati akses Jalan Raya Gempolkerp. Pabrik ini juga dekat dengan akses jalan tol dengan jarak 3,5 km dengan tol terdekat, sehingga akan memudahkan dalam pengiriman produk yang akan didistribusikan. Lokasi pabrik cukup dekat dengan pelabuhan Tanjung Perak



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pra Rancangan Pabrik Furfuraldehyde Dari Ampas Tebu Dengan Proses Quaker Oats Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”

yang ada di Surabaya dan Ketapang Banyuwangi untuk pemasaran diluar Pulau Jawa atau bahkan keluar negeri.

5. Tenaga Kerja

Tenaga kerja juga salah satu faktor penting dalam berdirinya suatu pabrik. Tenaga kerja dapat direkrut dari daerah sekitar lokasi pabrik ataupun di luar pabrik seperti daerah Surabaya raya dan sekitarnya, dengan memiliki keterampilan sesuai dengan kinerja perusahaan. Tenaga kerja dapat direkrut pada daerah dekat pabrik, seperti warga yang berpendidikan menengah kejuruan pada daerah dekat pabrik. Sementara itu untuk tenaga kerja ahli dapat diambil dari kota besar.

B. Faktor Khusus

1. Ketersediaan Perluasan Pabrik

Perluasan pabrik memiliki kaitan dengan adanya rencana pengembangan pabrik di masa mendatang untuk mendukung proses produksi apabila terjadi kenaikan konsumsi dari furfural. Perluasan area pabrik memungkinkan terjadi dikarenakan masih adanya lahan kosong disekitar area pabrik yang dipilih.

2. Karakteristik Lingkungan

Daerah Mojokerto, Jawa Timur merupakan daerah beriklim tropis, sehingga cuaca, iklim dan keadaan tanah relatif stabil dan tidak ekstrim. Struktur dan karakteristik tanah di daerah gresik ini bukan masalah lagi. Hal ini mengingat sudah banyak industri yang telah berdiri dimana lokasi ini khusus untuk pabrik-pabrik industri. Sehingga asumsi bahwa sikap masyarakat yang mendukung pabrik ini berdiri sangat mungkin.



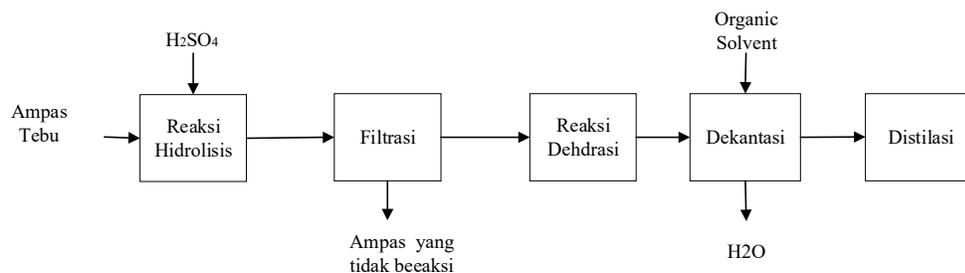
BAB II SELEKSI DAN URAIAN PROSES

II.1 Macam-macam Proses

Pada proses pembuatan furfuraldehyde, terdapat 4 proses utama yang dapat digunakan antara lain:

1. Proses Quaker Oats
2. Proses *Supra Yield*
3. Proses Rosenlaw
4. Proses Petrol Chimie

II.1.1 Proses Quaker Oats

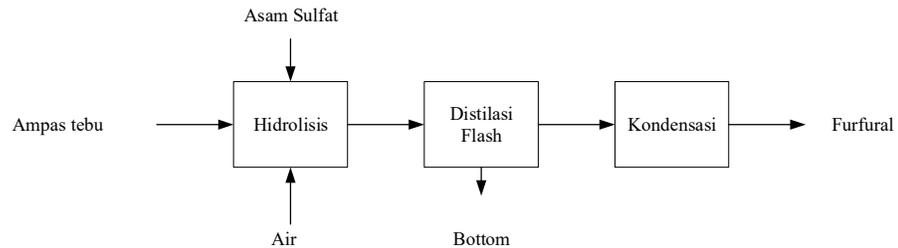


Gambar II. 1 Diagram Alir Proses Quaker Oats

Proses diatas merupakan salah satu inovasi modern dalam produksi furfural secara kontinu dari biomassa lignoselulosa seperti ampas tebu, tongkol jagung, dan sekam padi. Proses ini bertujuan untuk meningkatkan efisiensi konversi, mengurangi reaksi samping, dan menurunkan biaya operasional dibanding metode konvensional. Campuran uap yang keluar dari atas reaktor dikondensasikan dalam kondensor, menghasilkan campuran cair furfural dan air. Campuran ini kemudian dipisahkan dalam unit pemisah furfural-air, biasanya dengan teknik destilasi atau dekanter. Sementara itu, residu padat (lignin, selulosa tak bereaksi) dikeluarkan dari dasar reaktor sebagai limbah padat. Proses ini menghasilkan yield furfural yang lebih tinggi (>85%), waktu reaksi yang jauh lebih cepat, dan lebih sedikit pembentukan produk samping seperti resin atau humin..



II.1.2 Proses Supra Yield



Gambar II. 2 Diagram Alir Proses Supra Yield

Proses Supra Yield merupakan modifikasi proses Quaker Oats untuk mengatasi kerugian yang ditimbulkan proses tersebut. Proses Supra Yield ditemukan oleh Arnold dan Buzzard (2003) yang dapat mengatasi masalah dalam hal penghematan energi, kemurnian produk dan pengeluaran furfural dengan menggunakan uap air/steam. Proses konversi pentosa pada Supra Yield dilakukan di fase larutan pada suhu titik didihnya. Larutan yang mengandung furfural kemudian didistilasi *flash* secara adiabatik, yang memfasilitasi transfer furfural yang terbentuk dari fase air ke fase uap. Pengeluaran hidrolisat berupa furfural dalam air pada fasa uap dapat menghindari adanya operasi filtrasi untuk memisahkannya dari ampas padat yang digunakan sebagai bahan baku dan menghindari degradasi produk furfural. Keuntungan terbesar proses Supra Yield yakni, proses produksi furfuraldehyde tidak menghasilkan produk samping, sedangkan pada semua proses pembuatan furfuraldehyde lainnya menghasilkan produk dengan kemungkinan terbentuknya produk samping selama proses tersebut berjalan. Proses Supra Yield menggunakan tekanan sebesar 18 bar dan menggunakan waktu tinggal selama 1 jam. Proses Supra Yield menggunakan asam sulfat sebagai katalis dengan perbandingan 3% dari massa umpan masuk (Ampas Tebu).

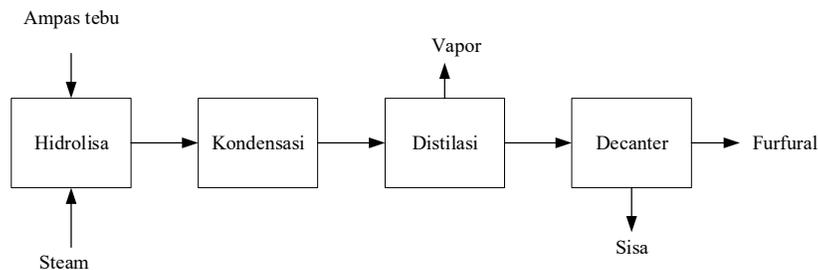
Pada tingkat termal yang berbeda, air yang dipanaskan hingga suhu di atas titik didih atmosferiknya, yakni pada tekanan yang lebih tinggi, dapat dibawa mendidih dan dapat dipertahankan dalam keadaan mendidih dengan perlahan



menurunkan tekanan untuk mempertahankan kondisi air tetap berada pada tekanan uapnya. Untuk proses furfural yang bekerja dengan medium mendidih, proses ini, yang disebut "dekompresi tertunda," memiliki keuntungan bahwa pemanasan awal dapat dilakukan dengan cepat dengan kondensasi uap tanpa masalah fouling.

Dalam proses Supra Yield, "dekompresi tertunda" adalah suatu proses kilat yang terdegenerasi dan diperlambat sedemikian rupa sehingga periode waktu dari tekanan primer yang tinggi menuju tekanan sekunder yang lebih rendah sesuai dengan waktu reaksi yang diperlukan untuk konversi yang diinginkan dari pentosan menjadi furfural. Setelah memanaskan reaktor, tekanan dalam tangki menjadi tinggi, "dekompresi tertunda" dapat dengan mudah dilakukan dan dikendalikan dengan membuka *valve* (Zeitsch, 2000).

II.1.3 Proses Rosenlew



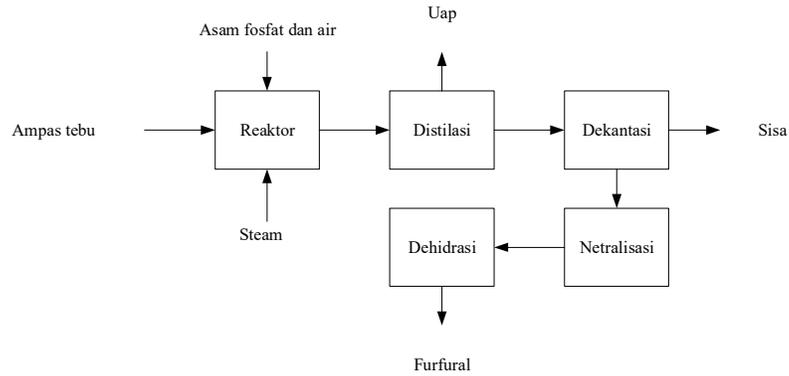
Gambar II. 3 Diagram Alir Proses Rosenlew

Dalam pembuatan furfural dengan proses Rosenlew, ampas tebu diumpankan pada reaktor bagian atas. Reaktor beroperasi pada tekanan 10 bar. Kemudian uap akan dialiri dengan tekanan sebesar 10 bar dan suhu 265°C dalam aliran arus yang berlawanan dari pembuangan bagian bawah reaktor untuk memberikan panas pada reaksi dan penguapan produk yang terbentuk.

Pemurnian furfural dilakukan dengan ekstraksi karena furfural dan air membentuk azeotrop dengan 35 wt% furfural (Zeitsch, 2000). Setelah itu furfural akan dikondensasi dan menuju kolom distilasi. Larutan yang mengandung furfural lebih banyak akan didinginkan hingga 61°C dan diumpankan ke decanter untuk mendapatkan furfural dengan kemurnian yang tinggi.



II.1.4 Proses Petrol Chimie



Gambar II. 4 Diagram Alir Proses Petrol Chimie

Proses ini disebut juga Agrifurane proses. Bahan baku diumpangkan ke dalam reaktor bersama dengan air dan juga asam fosfat sebagai katalis kemudian ditambahkan uap air/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 suhu sekitar 170°C. Seperti halnya steam pada umumnya, furfural didistilasi membentuk azeotrop kemudian didekantasi agar lapisan dapat menjadi dua lapisan, yang dimana bagian lapisan bawah yang kaya akan furfural dinetralisasi dan didehidrasi menjadi furfural teknik (Zeitsch, 2000).



II.2 Seleksi Proses

Berdasarkan kelima proses yang telah disampaikan sebelumnya, dapat dilihat perbandingan dari aspek teknis, ekonomi dan lingkungan sekitar pada **Tabel II.1** dibawah ini:

Tabel II.1 Aspek Teknis, Ekonomis, dan Lingkungan Hidup Setiap Proses

Uraian	Supra <i>Yield</i>	Quaker <i>Oats</i>	Rosenlaw	Petrol Chimie
Sistem	Batch	Continue	Semi-Kontinyu	Batch
Aspek Teknis				
Tekanan (atm)	15	5	9,87	6,26 - 9,28
Suhu (°C)	180-250	120-170	180	161-177
Katalis	H ₂ SO ₄	H ₂ SO ₄	Asam Asetat dan Asam Format	H ₂ SO ₄
Yield (%)	90	85-90	59,5	<50
Aspek Ekonomi				
Biaya Bahan Baku	Rendah			
Produk Samping	Tidak ada	Tidak ada	Rendah	Rendah
Aspek Lingkungan Hidup				
Penggunaan Asam	Ada	Ada	Ada	Ada



PRA RANCANGAN PABRIK

“Pra Rancangan Pabrik Furfuraldehyde Dari Ampas Tebu Dengan Proses Quaker Oats Kapasitas 50.000 Ton/Tahun”

Berdasarkan **Tabel II.1** di atas maka dapat disimpulkan beberapa hal berikut:

1. Aspek Teknis

Apabila dinilai dari aspek teknisnya, proses Quaker merupakan proses yang menguntungkan dibandingkan dengan proses yang lain. Karena merupakan salah satu proses dengan konversi tertinggi, namun proses supra yield membutuhkan tekanan dan suhu yang paling tinggi. Jika ditinjau dari aspek teknis, proses Quaker Oats merupakan proses yang menghasilkan konversi furfural tertinggi dari bagasse, namun saat menggunakan proses ini perlu memperhatikan aspek *safety* karena kondisi operasinya termasuk tinggi.

2. Aspek Ekonomis

Berdasarkan aspek ekonomisnya, untuk biaya bahan baku semua prosesnya sama karena reaksi yang digunakan sama, hanya berbeda kebutuhan utilitas dan katalisnya. Quaker Oats tidak menghasilkan produk samping sehingga menghemat biaya untuk purifikasi dari produk samping.

3. Aspek Lingkungan Hidup

Pada keempat proses menggunakan asam ataupun basa yang dapat mencemari lingkungan. Proses Supra *Yield*, Quaker *Oats*, dan Petrol Chimie menggunakan asam kuat berupa asam sulfat atau HCl, hanya pada proses Rosenlaw yang menggunakan asam lemah yaitu asam format dan asam asetat. Jadi, jika ditinjau dari aspek lingkungan hidup, semua proses memberikan pertimbangan yang sama karena semuanya menggunakan katalis asam.

Dengan demikian, proses pembuatan Furfural dari ampas tebu (Bagasse) dengan proses Quaker Oats paling menguntungkan, dikarenakan yield furfural dari xylan yang tinggi serta tidak menghasilkan produk samping.