



## BAB II

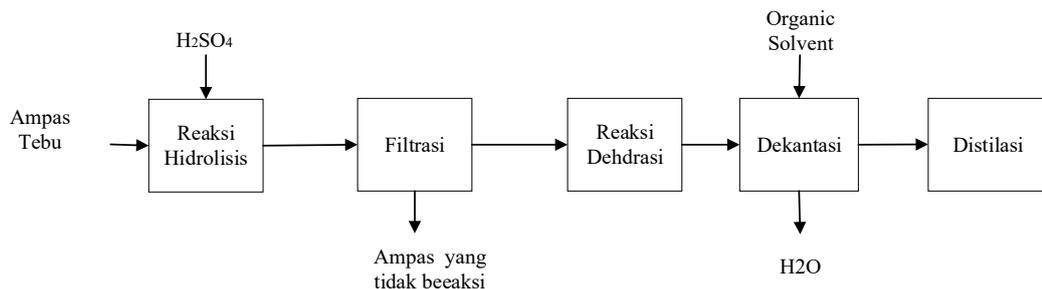
### SELEKSI DAN URAIAN PROSES

#### 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

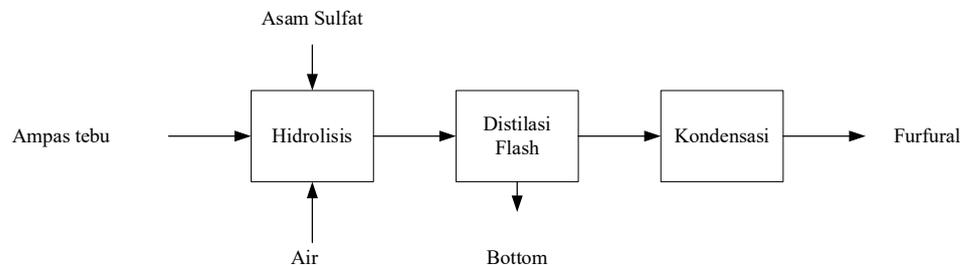


Gambar II. 1 Diagram Alir Proses Quaker Oats

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 furfuraldehide tidak menghasilkan produk samping, sedangkan pada semua proses pembuatan furfuraldehide 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



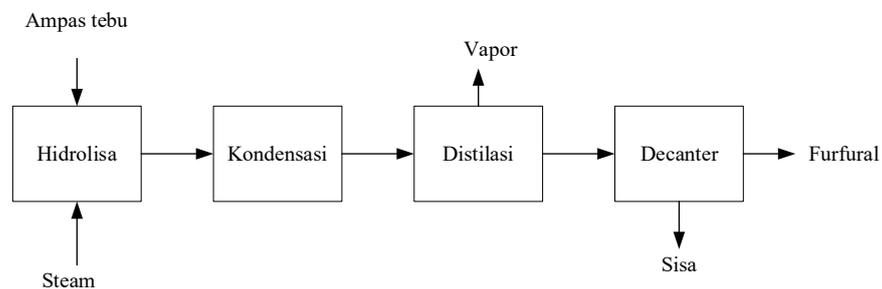
## PRA RANCANGAN PABRIK

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

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



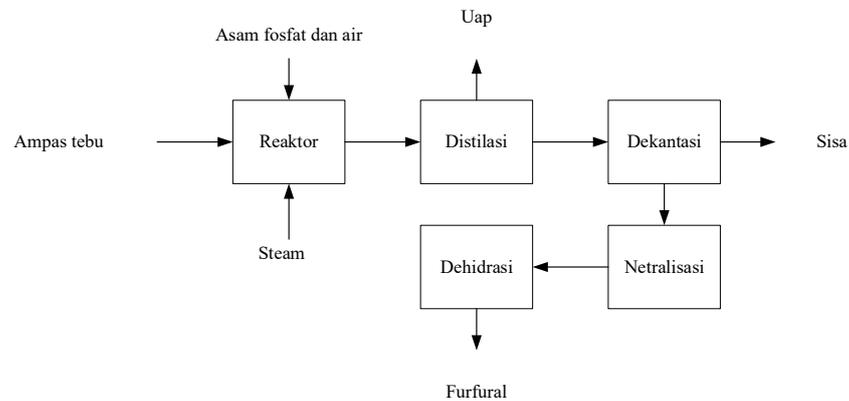
Gambar II. 3 Diagram Alir Proses Rosenlew

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 diumpankan 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).



## PRA RANCANGAN PABRIK

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

### 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 <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Asam Asetat dan Asam Format	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>
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.