

BAB I

PEMBAHASAN UMUM

1.1 Pendahuluan

Indonesia adalah Negara beriklim tropis yang terkenal dengan keanekaragaman sumber daya alamnya. Agroindustri di Indonesia merupakan sektor yang memiliki peran yang sangat penting dalam perindustrian nasional. Berbagai jenis limbah di industri pertanian hanya dimanfaatkan bahan bakar dan pakan ternak yang terbatas dengan nilai ekonomi yang relatif rendah. Salah satu limbah biomassa yang setiap tahunnya meningkat ialah tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Untuk mengurangi pencemaran lingkungan maka dibutuhkan teknologi baru untuk mendispersikan pemanfaatan limbah tersebut menjadi produk yang nilai jual relatif tinggi. Salah satunya dioah menjadi bahan baku kimia, antara lain yaitu furfural.

Tandan kosong kelapa sawit dapat diolah menjadi furfural karena memiliki komponen utama dalam proses pembuatan furfural. Setiap pengolahan 1 ton tandan buah segar akan dihasilkan tandan kosong sebanyak 23% atau sebanyak 230 kg. Salah satu polisakarida yang terdapat dalam tandan kosong kelapa sawit adalah hemiselulosa, dengan persentase sebesar 25,90% . Sedangkan hemiselulosa pada bagian sawit seperti batang sebesar 25 %, pelepah sebesar 22,97 % dan cangkang sebesar 12,03%. Kandungan hemiselulosa yang cukup tinggi pada bagian TKKS tersebut memungkinkan tandan kosong kelapa sawit untuk diolah menjadi furfural (Pratiwi & Amriani, 2021).

Furfural merupakan bahan kimia organik yang dapat digunakan sebagai bahan pembantu maupun bahan baku industri-industri, seperti industri cat, industri

bidang farmasi dan juga industri bidang polimer. Furfural mempunyai rumus kimia $C_5H_4O_2$, dan dikenal sebagai *furfuraldehyde* atau furfural, kadang-kadang di sebut furfural dan furol. furfural adalah aldehyd fural dengan group CHO- terletak pada kedua sisinya.

Dengan perencanaan pabrik ini diharapkan dapat memenuhi permintaan kebutuhan dalam negeri serta di nilai mempunyai prospek pemasaran yang menguntungkan yang dapat mengurangi ketergantungan furfural dari negara-negara importir lainnya. Dengan adanya pabrik furfural ini diharapkan juga dapat membuka lapangan pekerjaan baru sehingga dapat meningkatkan taraf kehidupan masyarakat Indonesia.

1.2 Sejarah dan Perkembangan

Furfural pertama kali diisolasi tahun 1832 oleh ilmuwan kimia Jerman bernama Johan Dobreiner dalam jumlah yang sangat sedikit dari hasil samping sintesis asam formit. Asam formit tersebut diproduksi dari semut. Kemudian pada tahun 1840 seorang kimiawan Skotlandia John Stenhouse menemukan senyawa kimia yang sama dari destilasi beberapa tanaman meliputi jagung, gandum, sekam padi menggunakan asam sulfat. Kemudian dia memutuskan untuk memberikan rumus empiris senyawa tersebut, yaitu: $C_5H_4O_2$. Dan pada tahun 1901 kimiawan Jerman Carl Harris menemukan rumus struktur furfural. Furfural merupakan cairan yang dapat diproduksi dari limbah biomassa pertanian yang mengandung pentose.

1.3 Macam-Macam Proses Pembuatan

Pembuatan furfural terdiri atas 6 macam proses, yaitu :

1.3.1 *Quarter Oats Process*

Pada pembuatan Furfural dengan cara *Quarter Oats Process* menggunakan asam sulfat sebagai katalis. Larutan asam di serap ke dalam sekam padi, tongkol jagung, tandan kosong kelapa sawit, *bagasse* 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 digester tercapai, valve uap dibuka kemudian di distilasi. Uap di lewatkan boiler sedangkan cairan yang mengandung furfural masuk pada *stripping column*, kemudian di kondensasi dan di pisahkan menjadi dua lapisan. Proses *Quarter 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.

1.3.2 *Rosenlew Process*

Bahan baku di serap dari kolom distilasi furfural pada suhu 80°C di umpankan ke reaktor. Pada reaktor furfural di pertahankan pada tekanan 11-12 kg/cm² (10,8-11,8 bar) steam di lewatkan 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.

1.3.3 *Petrole Chimie Process*

Proses ini didasarkan pada *Agrifurance Process*. Bahan baku di umpankan 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 9,8 bar. Reaksi padat-cair terjadi pada tekanan 6,37 bar dan temperatur 170°C. seperti *steam* yang lain, furfural di distilasi membentuk azeotrop kemudian didekantasi agar menjadi dua

lapisan. Lapisan bawah yang kaya akan furfural dinetralisasi dan didehidrasi menjadi furfural teknik.

1.3.4 *Escher Whys Process*

Dalam hal ini, bahan baku di dari *storage* di transfer ke *belt conveyor* menuju *bucket elevator* untuk diumpankan menuju reaktor pada waktu masuk reaktor, bahan baku diaerasi dengan cara kontakkan 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*.

1.3.5 *Proses Suprayield*

Proses ini dikemukakan oleh Arnold & Buzzard (2003), dimaksudkan untuk mengatasi masalah dalam hal penghematan energi, penurunan *yield* reaksi, kemurnian produk dan pengeluaran produk furfural. Pengeluaran *hidrolisat* (furfural didalam air) pada fasa uap dapat menghindari operasi filtrasi untuk memisahkannya dari ampas padat sisa pemasakan dan menghindari degradasi furfural.

Dalam proses suprayield pengeluaran produk furfural tidak diikuti produk samping. Dalam proses *suprayield* yang di kemukakan oleh Arnold & Buzzard (2003) dengan tekanan sebesar 18 atm dan memiliki waktu tinggal selama 1 jam. Menggunakan asam sulfat sebagai katalis sebanyak 3% dari massa reaktor.

1.3.6 Proses *Hidrolisis*

Hidrolisis adalah suatu proses antara reaktan dan air agar suatu senyawa pecah atau terurai. Reaksi ini merupakan reaksi orde satu, karena air yang digunakan berlebih, sehingga perubahan reaktan dapat diabaikan. Asam yang biasa digunakan adalah asam asetat, asam fosfat, asam klorida dan asam sulfat. Proses hidrolisa menggunakan katalisator asam sulfat memberikan perolehan kadar furfural yang lebih besar dari pada penggunaan katalisator asam klorida. Hal ini dapat terjadi karena asam sulfat memiliki jumlah ion H^+ yang lebih banyak dari pada asam klorida sehingga pemutusan ikatan menjadi monomer-monomer berlangsung lebih baik. Kecepatan reaksi hidrolisa dipengaruhi oleh keberadaan ion H^+ dalam larutan, sehingga semakin besar jumlah ion H^+ maka kecepatan reaksi semakin meningkat dan memberikan produk hasil hidrolisa yang semakin besar. Dengan konsentrasi yang sama pada katalisator yang berbeda, baik asam sulfat maupun asam klorida memiliki jumlah air yang sama, tetapi asam sulfat memiliki ion H^+ yang lebih banyak daripada asam klorida yang mengakibatkan pemutusan ikatan berlangsung lebih baik, sehingga gugus radikal bebas yang diikat air menjadi lebih banyak pula (Artati *et al*, 2012).

Proses hidrolisis dengan menggunakan asam dipengaruhi oleh ukuran bahan, kecepatan pengadukan, konsentrasi asam, rasio bahan, suhu dan waktu. Semakin halus ukuran bahan permukaan bidang kontak akan semakin luas, sehingga kecepatan reaksi akan bertambah cepat dan akan memperbesar konversi reaksi. Laju proses hidrolisis akan bertambah oleh konsentrasi asam yang tinggi. Meskipun konsentrasi asam yang tinggi dapat menambah laju hidrolisis konsentrasi asam yang tinggi juga dapat menyebabkan terikatnya material pengotor, maka perlu

perbandingan yang sesuai antara bahan yang akan dihidrolisis dengan konsentrasi asam yang ditambahkan. Waktu reaksi yang semakin lama akan memperbanyak jumlah tumbukan zat-zat pereaksi sehingga molekul-molekul yang bereaksi semakin banyak dan memperbanyak hasil yang terbentuk (Mardina *et al*, 2014).

1.4 Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku, Produk dan Limbah

Dalam proses pembuatan Furfural berbahan baku Tandan Kosong Kelapa Sawit. Berikut ini merupakan sifat fisika dan kimia dari bahan baku dan produk tersebut

1.4.1 Bahan Baku

1.4.1.1. Tandan Kosong Kelapa Sawit

Lignin	: 30,45 %	
Selulosa	: 22,24 %	
Densitas	: 0,1775 g/m ³	
Ukuran tandan	: 0,3 mm	
Hemiselulosa	: 25,90 %	(Mohammed, 2012)

Tabel 1.1. Sifat Kimia Tandan Kosong Kelapa Sawit

Analisa proksimat	
Kadar Air (BB)	55,6 %
Kadar Air (BK)	5,18 %
Kadar Abu	3,45 %
<i>Volatile Matter</i>	82,58 %
<i>Fixed Carbon</i>	8,97 %
Analisa Ultimat	
Unsur C	46,645 %
Unsur H	6,45 %
Unsur N	1,21 %
Unsur O	45,66 %
Unsur S	0,035 %

Sumber : Mohammed, 2012.

1.4.1.2. Air

Rumus Molekul	: H ₂ O	
Berat Molekul	: 18,02 kg/kmol	
Wujud	: Liquid	
Warna	: Tidak berwarna	
Titik Didih (1 atm)	: 100 °C	
Densitas (1 atm)	: 1 gr/cm ³	(Perry, 2008)

1.4.1.3. Asam Sulfat

Rumus Molekul	: H ₂ SO ₄	
Berat Molekul	: 98,08 kg/kmol	
Wujud	: Liquid	
Warna	: Tidak berwarna	
Titik Didih (1 atm)	: 290 °C	
Titik Leleh (1 atm)	: 36 °C	
Densitas (1 atm)	: 1,84 gr/cm ³	(Merck, 2014)

1.4.2 Produk Utama

1.4.2.1 Furfural

Rumus Molekul	: C ₅ H ₄ O ₂	
Berat Molekul	: 96,08 gr/gmol	
Wujud	: Liquid	
Warna	: Tidak berwarna	
Titik Didih (1 atm)	: 161,7 °C	
Titik Leleh (1 atm)	: -36,5 °C	
Densitas (1 atm)	: 1,16 gram/cm ³	(Perry, 2008)

1.4.3 Produk Samping

1.4.3.1 Air (H₂O)

Rumus Molekul	: H ₂ O	
Berat Molekul	: 18,02 kg/kmol	
Wujud	: Liquid	
Warna	: Tidak berwarna	
Titik Didih (1 atm)	: 100 °C	
Densitas (1 atm)	: 1 gr/cm ³	(Perry, 2008)