

BAB I

PEMBAHASAN UMUM

1.1 Pendahuluan

Industri kimia merupakan sektor yang terlibat dalam pembuatan berbagai macam zat kimia, termasuk petrokimia, agrokimia, farmasi, polimer, cat dan oleokimia. Kegiatan ini meliputi proses pengolahan bahan mentah dari berbagai sumber seperti penambangan dan pertanian menjadi bahan, zat, dan senyawa kimia yang digunakan dalam industri atau sebagai produk akhir untuk konsumsi masyarakat. Tujuan utama dari industri kimia adalah untuk memenuhi kebutuhan bahan kimia dalam negeri tanpa harus mengimpor dari Negara lain, sehingga membantu mengurangi devisa Negara.

Meskipun Indonesia telah mengembangkan berbagai industri kimia, masih ada banyak zat kimia yang harus diimpor dari Negara lain. Salah satu contohnya adalah benzil alkohol ($C_6H_5CH_2OH$), yang merupakan senyawa aromatik yang terdiri dari unsur karbon, hidrogen, dan oksigen. Benzil alkohol juga dikenal dengan beberapa nama lain seperti *Alpha-hydroxytoluene*, *Benzoyl alcohol*, *Phenyl carbinol*, dan *Phenyl methanol* (Corcoran *et al*, 2021). Secara alami benzil alkohol dapat ditemukan pada tumbuhan salah satunya adalah *myroxylon balsamum*. Selain itu, benzil alkohol juga ditemukan pada alang-alang, eceng gondok, dan juga pada tepung jagung (Rajesh *et al*, 2023).

Benzil alkohol banyak digunakan untuk melarutkan bahan aktif dan ditambahkan sebagai bahan antibakteriostatik, sebagai anestasi lokal, campuran dalam pewarnaan tekstil, sebagai zat aditif pada parfum dan *coating*. Berdasarkan

data pada Badan Pusat Statistik Indonesia, impor benzil alkohol di Indonesia pada tahun 2019-2023 mengalami peningkatan sebesar 6,8% setiap tahunnya. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik pada tahun 2023, jumlah impor benzil alkohol ke Indonesia ialah sebesar 95.970,100 ton dengan Negara penyuplai terbanyak ialah China, India, Jerman dan Amerika Serikat (BPS, 2023).

Peningkatan jumlah impor benzil alkohol di Indonesia menunjukkan tingginya kebutuhan akan zat tersebut didalam negeri. Saat ini, semua kebutuhan benzil alkohol masih harus diimpor secara keseluruhan dari luar negeri. Situasi ini berpotensi mengakibatkan penurunan devisa Negara karena sebagian besar digunakan untuk membeli bahan kimia, termasuk benzil alkohol. Dengan mendirikan pabrik produksi benzil alkohol di Indonesia, harapannya adalah dapat memenuhi kebutuhan domestik akan zat ini, serta berpotensi meningkatkan pendapatan devisa Negara.

1.2 Sejarah dan Perkembangan

Benzil alkohol merupakan sebuah senyawa organik dengan rumus kimia $C_6H_5CH_2OH$, yang memiliki sejarah dimulai dengan penemuan pada tahun 1832 oleh Justun Von Leibig. Leibig pertama kali berhasil mensintesis benzil alkohol melalui reaksi oksidasi benzoin dengan kalium hidroksida. Penemuan ini merupakan langkah penting dalam perkembangan kimia organik pada abad ke-19. Meskipun penemuan ini memberikan kontribusi signifikan dalam memahami struktur dan reaktivitas senyawa organik, penggunaan awal benzil alkohol terbatas pada penelitian laboratorium. Namun, seiring berjalannya waktu dan

perkembangan ilmu kimia, benzil alkohol mulai digunakan dalam berbagai aplikasi industri, terutama dalam sintesis senyawa farmasi dan bahan kimia organik lainnya.

Perkembangan benzil alkohol telah melalui serangkaian tahap yang menarik sejak penemuan Leibig pada tahun 1832. Awalnya, benzil alkohol hanya dikenal sebagai produk samping dalam sintesis benzoin, dan penggunaannya terbatas pada penelitian laboratorium. Namun, seiring dengan kemajuan dalam pemahaman tentang kimia organik dan teknologi sintesis, peran benzil alkohol mulai berkembang. Pada abad ke-20, peningkatan dalam produksi dan pemurnian benzil alkohol memungkinkan penggunaannya yang lebih luas dalam industri farmasi, kosmetik, dan kimia industri.

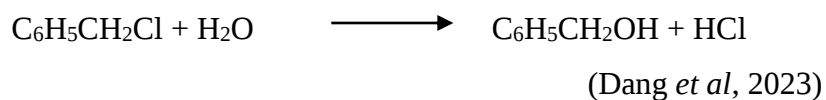
1.3 Macam-Macam Proses Pembuatan

Dalam pembuatan Benzil Alkohol terdapat beberapa macam proses pembuatan Benzil Alkohol, diantaranya sebagai berikut:

1. Reaksi Hidrolisis Benzil Klorida
2. Proses Oksidasi Toluena
3. Hidrogenasi dan Reduksi Benzaldehid

1.3.1 Reaksi Hidrolisis Benzil Klorida

Menurut *CN Patent 116178106 A*, Benzil alkohol dapat diperoleh dari reaksi hidrolisis benzil klorida dan air. Persamaan reaksinya sebagai berikut:



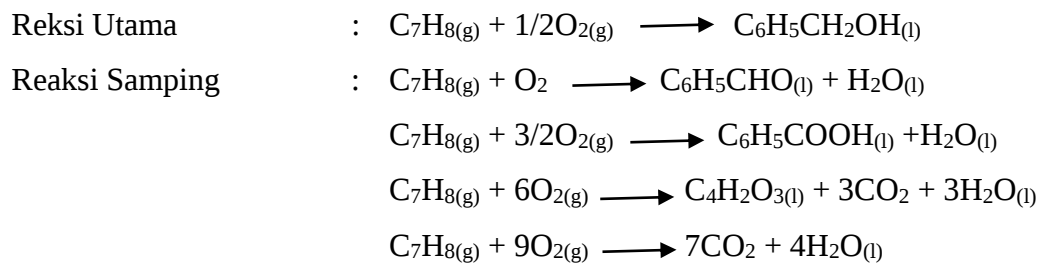
Benzil klorida dan air dengan perbandingan rasio mol 1,2:10 pada tangki berpengaduk dilakukan pada suhu 90°C dan tekanan 19 atm. Reaksi akan terjadi

didalam reaktor *Continuous Stirrer Tank Reactor* (CSTR). Waktu tinggal didalam reaktor ialah 10 menit dengan konversi benzil klorida di reaktor ialah 90%. Setelah bereaksi, aliran dari reaktor diturunkan tekanannya menjadi 1 atm dan dinaikkan suhunya menjadi 185°C lalu dialirkan menuju vaporizer. Hasil atas dari vaporizer yang didapatkan ialah air dengan beberapa zat kimia termasuk asam klorida dan toluena pada fasa uap dan hasil bawah benzil alkohol dengan beberapa bahan kimia yang tidak ikut teruapkan termasuk air dan benzil klorida pada fasa liquid. Uap yang merupakan hasil atas vaporizer akan dikondensasikan untuk diubah fasa dari uap menjadi cair di unit kondensor yang dialirkan dengan menggunakan kompressor. Sedangkan fasa liquid yang merupakan hasil bawah dari vaporizer yakni benzil alkohol akan dimurnikan dengan menggunakan unit distilasi dengan temperatur 185°C. Bahan yang didapatkan dari hasil pemisahan dengan distilasi kemudian di *recycle* untuk masuk kembali kedalam mixing point, sedangkan benzil alkohol kemudian diturunkan temperaturnya dengan menggunakan *cooler* dengan suhu 30°C lalu dialirkan kedalam tangki penyimpanan.

1.3.2 Proses Oksidasi Toluena

Proses oksidasi toluena adalah salah satu metode yang dapat digunakan untuk menghasilkan benzil alkohol, dimana toluena digunakan sebagai bahan baku utama bersama dengan udara. Proses ini umumnya menghasilkan benzaldehid sebagai produk utama, sementara benzil alkohol dihasilkan sebagai produk samping. Namun, proses ini tidak optimal untuk digunakan sebagai pabrik produksi benzil alkohol karena yieldnya hanya sekitar 50%. Selain itu, proses ini cenderung menghasilkan banyak reaksi samping dan produk samping lainnya. Menurut US Patent No. 3387036, proses oksidasi toluena melibatkan pengaliran udara yang

mengandung oksigen dan nitrogen, serta toluena kedalam reaktor. Kondisi operasional didalam reaktor termasuk temperatur antara 170°C hingga 220°C dan tekanan udara antara 9,86 hingga 29,6 atm. Pada proses ini terjadi 5 reaksi didalam reaktor, yaitu:



Setelah proses reaksi didalam reaktor, aliran keluaran dari reaktor dialirkan ke kondensor untuk mengubah fasa menjadi campuran uap dan cair. Kondensor yang digunakan adalah kondensor parsial, sehingga aliran keluaran dari kondensor berupa campuran uap dan cair kemudian, aliran ini dialirkan ke flash drum untuk memisahkan fasa gas dan fasa cair. Fasa gas langsung dibuang kelingkungan, sementara fasa cair dialirkan ke dekanter. Dekanter berfungsi untuk memisahkan fasa yang larut dalam air dan yang tidak larut. Fasa yang tidak larut dalam air dialirkan ke proses distilasi, sementara fasa yang larut dalam air dialirkan ke unit pengolahan limbah. Pada proses distilasi, terjadi pemisahan antara benzil alkohol, toluena, dan benzena. Pada bagian atas distilasi, toluena dan benzena terpisah, sementara pada bagian bawah distilasi didapatkan benzil alkohol. Benzil alkohol yang terpisah kemudian disimpan dalam tangki penyimpanan benzil alkohol.

1.3.3 Hidrogenasi dan Proses Benzaldehid

Benzil alkohol bisa dihasilkan dari mereduksi benzaldehid melalui proses hidrogenasi dengan menggunakan katalis hidrotalkit (CuHT). Persamaan reaksinya sebagai berikut:



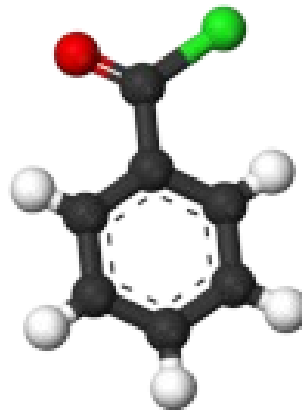
(Ullman, 2005)

Dalam kondisi dengan suhu berkisar antara 150 hingga 300°C dan tekanan hidrogen sebesar 1 atm, benzaldehid mengalami hidrogenasi dengan selektivitas sebesar 93% pada tingkat konversi benzaldehid sebesar 68%, seperti yang dijelaskan oleh Jayesh (2018). Proses dilakukan dalam *Bubble Column Reactor* sesuai dengan studi yang dilakukan oleh Pfeffinger pada tahun 2011.

1.4 Sifat-Sifat Fisik dan Kimia

1.4.1 Bahan Baku

1. Benzil Klorida ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl}$)

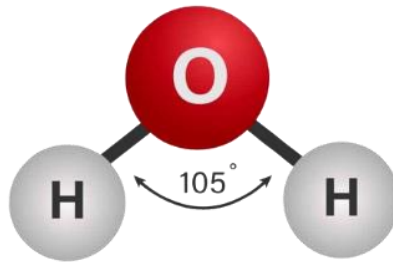


Gambar 1.1 Unsur $\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{Cl}$

Berat molekul	= 126,58 g/mol
Titik beku	= -43°C
Titik didih	= 179°C
Bentuk	= Cair, tidak berwarna
Tekanan Uap	= 1,23 mmHg pada 25°C
Kemurnian	= 99%, 1% Toluena
Kelarutan	= 0,525 g/l dalam air pada 25°C

Viskositas	= 5.474 cP pada 25°C
Densitas	= 1,1004 g/ml pada 20°C
Cp	= 182,4 J/kmol.K pada 25°C

(Pubchem, 2020)

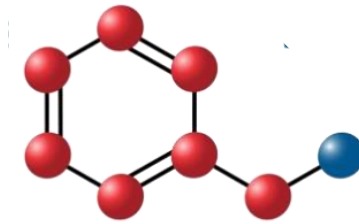
2. Air (H₂O)**Gambar 1.2** Unsur H₂O

Berat Molekul	= 18,02 g/mol
Titik Beku	= 0°C
Titik Didih	= 100°C
Bentuk	= Cair, tidak berwarna
Tekanan Uap Murni	= 760 mmHg
Kemurnian	= 100%
Viskositas	= 0,179 cP
Densitas	= 0,997 g/ml pada 25°C
Cp	= 76,023 J/Kmol.K

(Pubchem, 2020)

1.4.2 Produk

1. Benzil Alkohol ($C_6H_5CH_2OH$)

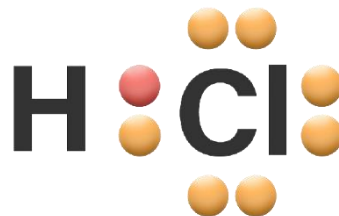


Gambar 1.3 Unsur $C_6H_5CH_2OH$

Berat Molekul	= 108,14 g/mol
Titik Beku	= -15°C
Titik Didih	= 205°C
Bentuk	= Cair, tidak berwarna
Kemurnian	= 99%
Kelarutan	= 42,9 g/l dalam air pada 25°C
Viskositas	= 5,474 cP pada 25°C
Densitas	= 1,0419 g/ml pada 24°C
Cp	= 215,9 J/kmol.K pada 25°C

(Pubchem, 2020)

2. Asam Klorida (HCl)



Gambar 1.4 Unsur HCl

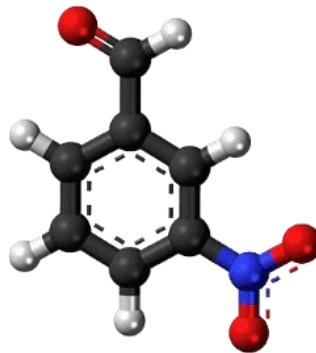
Berat Molekul	= 36,46 g/mol
Titik Beku	= -114,3 °C

Titik Didih	= -85°C
Bentuk	= Cair, tidak berwarna
Kelarutan	= 67,3 g/l dalam air pada 30°C
Densitas	= 1,18 g/ml pada 20°C
Viskositas	= 0,405 cP

(Perry, 1997)

1.4.3 Impurities

1. Toluena (C₇H₈)



Gambar 1.5 Unsur C₇H₈

Berat Molekul	= 92,14 g/mol
Titik Beku	= -95°C
Titik Didih	= 111°C
Bentuk	= Cair, tidak berwarna
Kelarutan	= 0,526 g/l dalam air pada 25°C
Densitas	= 0,8623 g/ml pada 20°C
Viskositas	= 0,560 cP pada 25°C

(Pubchem, 2020)