

BAB II

TEKNOLOGI BIOPROSES

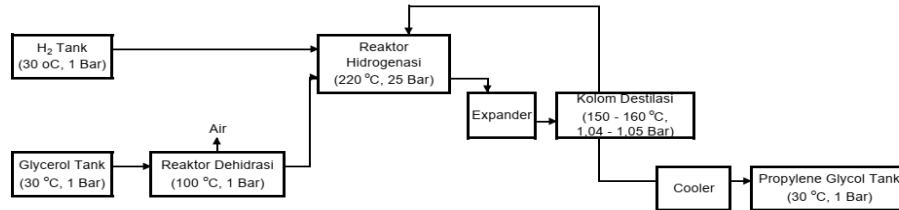
2.1 Teknologi yang Tersedia

Terdapat beberapa teknologi yang diterapkan proses pembuatan propilen glikol dari bahan baku gliserol. Secara umum pembuatan propilen glikol dari gliserol dikenal dengan hidrogenolisis gliserol. Proses hidrogenolisis merupakan salah satu reaksi kimia katalitik dimana akan memecahkan ikatan antara karbon ataupun ikatan antara karbon dan oksigen secara simultan ditambahkan hidrogen dengan meningkatkan tekanan dan temperature. Proses hidrogenolisis menggunakan katalis heterogen berupa logam aktif seperti platine (Pt), perak (Ag), tembaga (Cu). Dibandingkan kedua logam, katalis yang paling sering digunakan yaitu katalis berbasis tembaga karena kekuatan membelah ikatan karbon dan oksigen. Katalis berbasis tembaga biasanya menggunakan penyangga seperti Al_2O_3 (Alumina Oksida), Cr_2O_3 (kromium oksida) SiO_2 . (Paningo, 2022).

2.1.1 Metode menghasilkan alkohol lebih rendah dari gliserol

Proses pertama yaitu metode menghasilkan alcohol lebih rendah dari gliserol berdasarkan *United State Patent 2011*, Suppes et al. Proses pembentukan *Propylene Glycol* dilakukan dalam 3 tahapan utama, yaitu reaksi Dehidrasi (pelepasan air), reaksi Hidrogenasi dan pemurnian produk. Bahan baku gliserol yang digunakan berasal dari produk samping proses produksi biodiesel dengan konsentrasi 40-85 % karena adanya pengotor seperti garam yang mengandung natrium, klorin, belerang dan fosfor. Hidrogenasi adalah suatu reaksi kimia yang melibatkan adisi atau penambahan molekul hidrogen pada suatu molekul. Biasanya reaksi hidrogenasi ini terjadi pada molekul-molekul yang memiliki ikatan rangkap yang tidak jenuh seperti alkena ataupun alkuna. Reaksi dehidrasi didefinisikan sebagai reaksi yang melibatkan pelepasan air dari molekul yang bereaksi. Kondisi operasi pada Reaktor Dehidrasi (R – 101) yaitu dengan suhu $100\text{ }^\circ\text{C}$ dan tekanan 1 Bar dengan bantuan katalis asam Sulfat (H_2SO_4). Pada proses Hidrogenasi kondisi operasi yaitu dengan suhu $220\text{ }^\circ\text{C}$ dan tekanan 250. Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah 1 jam dengan secara kontinyu dengan nilai konversi

reaktor sebesar 80%, sehingga terdapat bahan baku *Glycerol* (propane-1,2,3-triol) dan gas Hidrogen yang tidak bereaksi dan akan dikembalikan (*Recycle*) menuju unit Reaktor Hidrogenasi. Produk yang dihasilkan dari proses Hidrogenasi masih mengandung kontaminan bahan baku *Glycerol* (propane-1,2,3-triol) dan gas Hidrogen yang tidak bereaksi, maka dari itu produk yang dihasilkan harus dimurnikan lebih lanjut dengan menggunakan unit kolom destilasi. (United States of America Patent No. US 7, 943,805 B2, 2011)



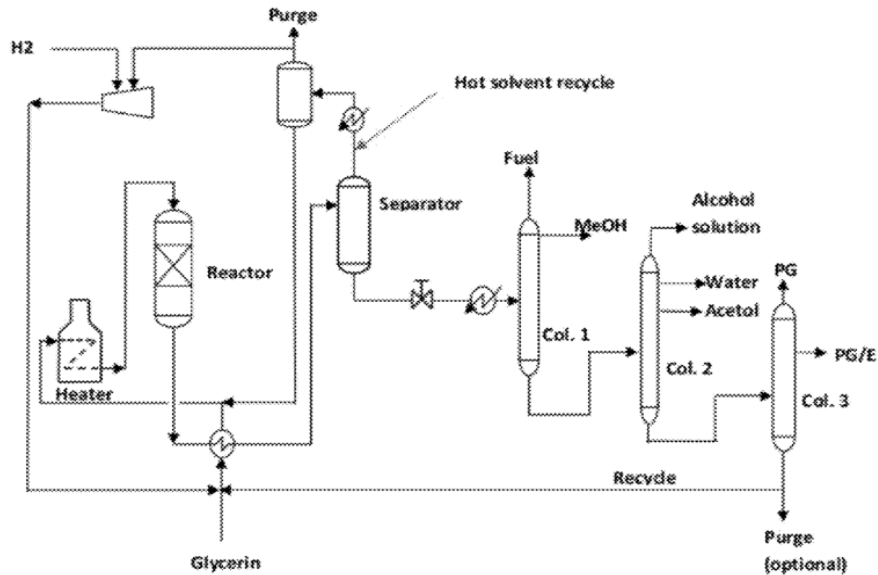
Gambar 2. 1 Blok Flow Diagram Patent Suppes et al. (2011)

2.1.2 Proses untuk Mengkonversi Gliserin ke dalam Propilen Glikol

Proses kedua yaitu proses mengkonversi gliserin ke dalam propilen glikol berdasarkan *United State Patent 2013*, Ding et al. Suatu aspek dari penemuan diarahkan ke suatu proses untuk mengubah gliserin menjadi propilen glikol yang terdiri dari langkah-langkah memanaskan campuran umpan yang terdiri dari gliserin, hidrogen dan metanol dalam pemanas reaktan, melewati campuran umpan yang dipanaskan ke reaktor; memisahkan efflu reaktor masuk ke aliran fase uap dan aliran fase cair, mengembungkan aliran fase uap menjadi cairan yang terkondensasi, mendaur ulang cairan kental ke reaktor, dan penyulingan aliran fase cair untuk mendapatkan propilen glikol yang dimurnikan. Bahan baku gliserol yang digunakan berasal dari produk samping proses produksi biodiesel dengan konsentrasi 40-85 % karena adanya pengotor seperti garam yang mengandung natrium, klorin, belerang dan fosfor.

Pada proses ini campuran umpan yang terdiri dari hidrogen, gliserin dan metanol dipanaskan sebelum dimasukkan ke dalam reaktor. Prosesnya menggunakan suhu 150-240 °C, dengan tekanan 2-8 MPa (20-80 atm) dengan konversi 70%. Selanjutnya efluen dipisahkan ke dalam *vapor phase stream*, keluaran berupa gas H₂ akan diumpankan kembali sedangkan campuran Propilen glikol, asetol, metanol dan air akan dipisahkan dengan cara pemisahan dengan kolom destilasi dengan tiga kali proses destilasi atau disebut dengan destilasi

bertingkat. Katalis yang digunakan berupa logam atau oksida logam. (United State of America Patent No. US 8,394,99 B2, 2013)



Gambar 2. 2 Blok Flow Diagram Patent Ding et al (2013)

2.1.3 Produksi Propilen Glikol dari Gliserin

Proses yang ketiga yaitu produksi propilen glikol dari gliserin berdasarkan patent *United State Patent 2013*, Rabello et al. Propilen glikol yang dibuat dari gliserin yang sudah dimurnikan. Penemuan ini menjelaskan suatu proses untuk produksi propilen glikol dari gliserol, transformasi gliserol murni menjadi propilen glikol dilakukan dengan cara dari reaksi hidrogenolisis, dalam fase cair, di mana dua tahap reaksi berlangsung secara bersamaan dan dalam satu dan reaktor yang sama di bawah kondisi tertentu suhu dan tekanan, dan efluen dari reaktor dibawa ke tahapan proses selanjutnya yang terdiri dari pemisahan dan pemurnian. Bahan baku gliserol yang digunakan berasal dari produk samping proses produksi biodiesel dengan konsentrasi 40-85 % karena adanya pengotor seperti garam yang mengandung natrium, klorin, belerang dan fosfor. Sehingga sebelum penggunaan gliserol sebagai bahan baku perlu dilakukan proses pemurnian terlebih dahulu untuk mendapatkan bahan baku dengan konsentrasi >90%. Proses yang paling umum digunakan untuk pemurnian tahap adalah distilasi fraksional vakum.

Metode produksi propilen glikol dari gliserol menurut klaim paten ini bekerja dalam reaktor metanasi menggunakan katalis berbasis nikel yang didukung pada alumina, beroperasi pada kisaran suhu antara 160 °C – 260 °C, pada tekanan dalam kisaran dari 5 kgf/cm sampai 50 kgf/cm (4.9 bar – 49 bar).

Dalam reaktor dimasukkan tambahan metana yang kemudian akan dikeluarkan dalam bentuk metana dari reaktor untuk diumpungkan kembali. Gas daur ulang dialirkan ke reaktor metanasi, untuk mengubah pengotor CO dan CO yang ada dalam hydrogen mendaur ulang aliran menjadi metana, untuk daur ulang selanjutnya ke reaktor, meminimalkan efek penonaktifan katalis dan mempertahankan konversi gliserol di atas 95% dan selektivitas propilen glikol di atas 90%. Efluen dari reaktor dialirkan ke bagian untuk pemisahan dan pemurnian, setelah produk akhir diperoleh dengan kemurnian tinggi dan kandungan pengotor yang rendah. (United States Patent Patent No. US 8,492,597 B2, 2013)

2.2 Seleksi Proses

Berdasarkan ini merupakan tabel ringkasan seleksi proses beberapa patent

Tabel 2. 1 Ringkasan Seleksi Proses

	Proses 1	Proses 2	Proses 3
Status teknologi			
Bahan baku (<i>bahannya apa, bukan sumbernya dari mana</i>)	Gliserol	Gliserol	Gliserol
Reaksi Kimia	Reaksi Dehidrasi Reaksi Hidrogenasi	Reaksi Dehidrasi Reaksi Hidrogenasi	Reaksi Dehidrasi Reaksi Hidrogenasi
Katalis (<i>Tuliskan namanya</i>)	H ₂ SO ₄	Katalis logam atau oksida logam	Katalis berbasis tembaga
Limbah			
Senyawa	H ₂ O	Metanol, H ₂ O	H ₂ O
Jenis (<i>B3, Karsinogenik, tidak berbahaya, dll</i>)	Tidak Berbahaya	Senyawa beracun	Tidak Berbahaya
Recycle/Reuse (<i>Jawab dengan Ya atau Tidak</i>)	Ya	Ya	Ya
Kondisi Operasi			
Vessel/Reaktor bertekanan tinggi (<i>Isi dengan Ya (X bar)</i>)	220°C	240°C	260°C

<i>atau Tidak (X bar). Jika ada lebih dari satu vessel/reaktor, pilih yang tekanannya lebih tinggi)</i>			
Vessel/Reaktor bertemperatur tinggi <i>(Isi dengan Ya (X °C) atau Tidak (X °C). Jika ada lebih dari satu vessel/reaktor, pilih yang temperaturnya lebih tinggi)</i>	25 bar	81,06 bar	49 bar

2.2.1 Efisiensi Proses

Bahan baku yang digunakan dalam proses ini adalah gliserol. Bahan ini merupakan produk yang berasal dari hasil samping pembuatan *Biodiesel*. Berdasarkan data, jumlah gliserol memadai untuk memenuhi proses produksi propilen glikol dari bahan baku gliserol di Indonesia. Pada paten *United State Patent 2013*, Ding et al dan *United State Patent 2013*, Rabello et al bahan baku yang akan digunakan dilakukan proses pemurnian terlebih dahulu sebelum dijadikan sebagai bahan baku utama dalam proses pembuatan propilen glikol Teknologi yang digunakan dalam proses produksi propilen glikol dari gliserol berdasarkan *United State Patent 2011*, Suppes et al. lebih sederhana jika dibandingkan dengan 2 metode lain karena tidak ada proses pemurnian awal bahan baku. Nilai konversi paten *United State Patent 2011*, Suppes et al adalah sebesar 80%, sedangkan tidak dijelaskan konversi reactor pada paten *United State Patent 2013*, Rabello et al dan konversi reactor pada paten *United State Patent 2013*, Ding et al yaitu sebesar 70%.

2.2.2 Keamanan Teknologi

Berdasarkan perbandingan 3 patent diatas, keamanan teknologi dalam proses produksi propilen glikol dari gliserol berdasarkan *United State Patent 2011*, Suppes et al. lebih baik dikarenakan untuk patent ini menggunakan suhu dan tekanan yang paling rendah dengan hasil samping berupa H₂O yang tidak berbahaya bagi lingkungan dan bahan baku gliserol yang digunakan tidak termasuk dalam kategori sebagai bahan berbahaya. Jika dibandingkan dengan patent *United State Patent 2013*, Ding et al dan

United State Patent 2013, Rabello et al yang menghasilkan hasil samping berupa metanol yang masuk kategori zat beracun.

2.2.3 Biaya

Berdasarkan perbandingan 3 patent diatas, biaya yang digunaka dalam proses produksi propilen glikol dari gliserol berdasarkan *United State Patent 2011*, Suppes et al. lebih sedikit jika dibandingkan dengan paten *United State Patent 2013*, Ding et al dan *United State Patent 2013*, Rabello et al karena paten ini tidak membutuhkan *pre-treatment* awal untuk bahan baku yang digunakan sehingga ada tambahan biaya proses pemurnian bahan baku. Untuk paten *United State Patent 2011*, Suppes et al menggunakan bahan baku gliserol produk samping proses produksi biodiesel dengan konsentrasi 40-85 % tanpa adanya proses *pre-treatment* berupa proses pemurnian. Selain itu dengan pertimbangan tidak adanya hasil samping zat berbahaya maka tidak diperlukan proses pengolahan limbah secara khusus sehingga tidak ada tambahan utilitas pengolahan limbah yang akan menambah biaya dalam proses produksi.

Berdasarkan perbandingan proses pada tabel 2.1, peninjauan efisiensi proses, keamanan proses dan biaya proses beberapa patent maka ditetapkan teknologi proses produksi propilen glikol dari gliserol yang digunakan adalah *United State Patent 2011*, Suppes et al.