



PEMODELAN DESAIN PROSES SINTESIS BIO PROPILEN GLIKOL DARI GLISEROL SAWIT

YAZALFA INTAN PUTRI HASTANTO



**DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “Pemodelan Desain Proses Sintesis Bio Propilen Glikol dari Gliserol Sawit” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir Tugas Akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juli 2024

Yazalfa Intan Putri Hastanto
F3401201107



ABSTRAK

YAZALFA INTAN PUTRI HASTANTO. Pemodelan Desain Proses Sintesis Bio Propilen Glikol dari Gliserol Sawit. Dibimbing oleh ONO SUPARNO dan ERLIZA HAMBALI.

Kebutuhan propilen glikol di Indonesia kian meningkat karena banyak digunakan dalam berbagai industri khususnya industri *personal care*, kosmetik, dan farmasi. Propilen glikol komersial yang umum diproduksi hingga kini masih menggunakan bahan baku petrokimia yang tidak ramah lingkungan dan di Indonesia kebutuhan propilen glikol masih mengandalkan impor. Disisi lain, Indonesia merupakan salah satu produsen biodiesel terbesar di dunia sehingga dapat menghasilkan produk samping berupa gliserol. PT Ratu Bio Indonesia tergerak untuk melakukan riset dan pengembangan untuk memanfaatkan gliserol sebagai bahan baku untuk memproduksi propilen glikol berbasis bio. Perancangan desain proses dilakukan dengan pemodelan simulasi menggunakan *software* Aspen Hysys dengan basis bahan baku 10 kg. Hasil simulasi menunjukkan bahwa propilen glikol dapat disintesis dari gliserol dengan metode hidrogenolisis melalui *acetol pathway* dibantu oleh katalis Cu-ZnO/Al₂O₃ pada P=30 bar dan T=151,6°C. Rendemen *crude* bio propilen glikol yang dihasilkan sebesar 81,81% dengan kandungan komponen bio propilen glikol sebesar 70,05%. Hasil uji coba sintesis secara langsung masih belum optimal karena alat yang digunakan belum sesuai sehingga dilakukan perancangan perbaikan alat menggunakan sistem *bubble column* dengan penambahan komponen *sparger*, *flow meter*, dan *thermocouple* tipe K. Hasil validasi model menunjukkan persentase error kurang dari 5% sehingga model tersebut dinyatakan valid.

Kata kunci: *acetol pathway*, bio propilen glikol, hidrogenolisis, simulasi, sintesis

@Hak cipta milik IPB University



ABSTRACT

YAZALFA INTAN PUTRI HASTANTO. Design Process Modeling for the Synthesis of Bio Propylene Glycol from Palm Glycerol. Supervised by ONO SUPARNO and ERLIZA HAMBALI.

The demand for propylene glycol in Indonesia is increasing as it is widely used in various industries, particularly in personal care, cosmetics, and pharmaceuticals. Commercial propylene glycol is commonly produced using petrochemical raw materials, which are not environmentally friendly, and in Indonesia, the demand for propylene glycol still relies on imports. On the other hand, Indonesia is one of the largest biodiesel producers in the world, thus generating glycerol as a by-product. PT Ratu Bio Indonesia is motivated to conduct research and development to utilize glycerol as a raw material to produce bio-based propylene glycol. The process design was carried out through simulation modeling using Aspen Hysys software with a raw material basis of 10 kg. The simulation results show that propylene glycol can be synthesized from glycerol using the hydrogenolysis method via the acetol pathway with the aid of a Cu-ZnO/Al₂O₃ catalyst at P=30 bar and T=151.6°C. The yield of crude bio propylene glycol obtained was 81.81% with a bio propylene glycol component content of 70.05%. The results of the direct synthesis trials are still not optimal because the equipment used is not suitable. Therefore, an improvement of the equipment design was carried out using a bubble column system with the addition of components such as a sparger, flow meter, and K-type thermocouple. The model validation results showed an error percentage of less than 5%, making the model valid.

Keywords: acetol pathway, bio propylene glycol, hydrogenolysis, simulation, synthesis



- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024¹
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



PEMODELAN DESAIN PROSES SINTESIS BIO PROPILEN GLIKOL DARI GLISEROL SAWIT

YAZALFA INTAN PUTRI HASTANTO

Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada
Program Studi Teknik Industri Pertanian

**DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tugas Akhir:
1. Dr. Drs. Purwoko, M.Si.
2. Dr. Ir. Sapta Raharja, DEA



Judul Tugas Akhir : **Pemodelan Desain Proses Sintesis Bio Propilen Glikol dari Gliserol Sawit**

Nama : **Yazalfa Intan Putri Hastanto**

NIM : **F3401201107**

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Prof. Dr. Ono Suparno, S.TP., M.T.

Pembimbing 2:

Prof. Dr. Ir. Erliza Hambali, M.Si.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Prof. Dr. Ono Suparno, S.TP., M.T.

NIP. 197212031997021001

Tanggal Ujian:
(12 Juli 2024)

Tanggal Lulus:



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Februari 2024 sampai bulan Juni 2024 ini ialah sintesis bio propilen glikol, dengan judul “Pemodelan Desain Proses Sintesis Bio Propilen Glikol dari Gliserol Sawit”. Penyusunan laporan akhir ini tidak akan berjalan dengan lancar tanpa adanya bantuan dari berbagai pihak. Maka dari itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ono Suparno, S.TP., M.T. sebagai dosen pembimbing dan Prof. Dr. Ir. Erliza Hambali, M.Si. sebagai dosen PIC yang telah membimbing, memberi arahan, dan memberi banyak saran selama proyek ini berlangsung.
2. Dr. Ir. Saptia Raharja, DEA yang telah turut membimbing dan memberikan saran kepada kelompok produta Bio PG.
3. Ibu Mira selaku pembimbing lapang selama penelitian di PT Ratu Bio Indonesia dan SBRC IPB.
4. Abang Sera, Bapak Bayu serta seluruh pihak PT Ratu Bio Indonesia dan SBRC IPB yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas segala jasa dan bantuannya selama pelaksanaan proyek desain utama.
5. Papah (Bapak Pajarto Hastanto), mamah (Ibu Siti Patonah), dan Mas Ari sebagai keluarga penulis atas segala doa dan dukungannya selama penulis melaksanakan proyek serta menjadi motivasi terbesar bagi penulis untuk terus berjuang hingga proyek ini selesai.
6. Deni Gusti Yandi, Albertha Ayustiningsih, dan Puguh Wicaksono selaku teman satu proyek yang saling membantu dan dapat diandalkan hingga proyek desain utama ini selesai.
7. Teman-teman seperjuangan TIN 57 yang telah kebersamai dan saling membantu selama perkuliahan hingga proyek ini berakhir.
8. Seluruh teman-teman dan sahabat yang tidak bisa disebutkan satu persatu atas segala dukungannya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juli 2024

Yazalfa Intan Putri Hastanto



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
I PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Gliserol	5
2.2 Propilen Glikol	6
2.3 Proses Sintesis Propilen Glikol	6
2.4 Aspen Hysys	8
2.5 <i>Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS)</i>	9
III METODE	10
3.1 Waktu dan Tempat	10
3.2 Alat dan Bahan	10
3.3 Tahapan Desain	10
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Hasil Eksplorasi	12
4.2 Hasil Pendefinisian Masalah	12
4.3 Hasil Ideasi	14
4.4 Prototipe Konsep Ide	19
4.5 Validasi Prototipe	27
V SIMPULAN DAN SARAN	28
5.1 Simpulan	28
5.2 Saran	28
DAFTAR PUSTAKA	29
LAMPIRAN	32
RIWAYAT HIDUP	34



DAFTAR TABEL

1	Data impor propilen glikol di Indonesia dari tahun 2017-2021	3
2	Karakteristik gliserol	5
3	Karakteristik propilen glikol	6
4	Perbandingan proses pembuatan propilen glikol	8
5	Perbandingan proses hidrogenolisis	16
6	Parameter model kinetika reaksi sintesis Bio PG	18
7	Data hasil simulasi proses dehidrasi (CSTR-100)	20
8	Data fraksi acetol yang terbentuk	20
9	Data hasil simulasi proses hidrogenasi (CSTR-101) iterasi 1	20
10	Data fraksi <i>crude</i> bio propilen glikol yang terbentuk pada iterasi 1	20
11	Data hasil simulasi proses hidrogenasi (CSTR-101) iterasi 2	21
12	Data fraksi <i>crude</i> bio propilen glikol yang terbentuk pada iterasi 2	22
13	Total kebutuhan energi proses sintesis bio propilen glikol	23
14	Data hasil simulasi proses hidrogenasi (CSTR-101) tahap validasi	27
15	Data fraksi <i>crude</i> Bio PG yang terbentuk pada tahap validasi	27

DAFTAR GAMBAR

1	Struktur kimia gliserol	5
2	Mekanisme reaksi propilen oksida menjadi propilen glikol	6
3	Mekanisme <i>hydrocracking</i> sorbitol	7
4	Mekanisme reaksi hidrogenolisis	7
5	Reaktor <i>high pressure high temperature</i>	13
6	Skema reaktor <i>high pressure high temperature</i>	13
7	Diagram fishbone terkait pendefinisian masalah	14
8	Konsep solusi keteknikan	14
9	(a) Proses sintesis Bio PG dengan <i>acetol pathway</i> dan (b) Reaksi pembentukan Bio PG melalui <i>acetol pathway</i>	15
10	Proses sintesis Bio PG dengan <i>glyceraldehyde pathway</i>	16
11	Proses sintesis bio propilen glikol secara <i>direct hydrogenolysis</i>	16
12	Struktur ikatan pada reaksi pembentukan Bio PG melalui <i>acetol pathway</i>	17
13	Mekanisme reaksi pembentukan Bio PG dengan katalis Cu-ZnO/Al ₂ O ₃	18
14	Skema pemodelan hysys proses sintesis iterasi 1	19
15	Skema pemodelan hysys proses sintesis iterasi 2	21
16	Neraca massa proses (a) dehidrasi dan (b) hidrogenasi iterasi 1	22
17	Neraca massa proses (a) dehidrasi dan (b) hidrogenasi iterasi 2	23
18	Reaktor <i>high pressure</i>	24
19	Skema reaktor <i>high pressure</i>	24
20	Skema perbaikan reaktor	25

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
 1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



DAFTAR LAMPIRAN

1	Data hasil kromatogram menggunakan GC-MS	33
---	--	----

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mempublikasikan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.