

KONFIRMASI PROSES PEMECAHAN BIOMIMETIK GLUKOSA MENJADI TRIOSA

Laporan Penelitian

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar
sarjana di bidang ilmu Teknik Kimia

oleh :

Samuel Luivan (6141901029)

Maria Patrycia Della Susanti (6141901035)

Pembimbing :

Dr. Tatang Hernas Soerawidjaja, Ir.

Dr. Ir. Tedi Hudaya, S.T., M.Eng.Sc.



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

2023



LEMBAR PENGESAHAN

Nama : Samuel Luivan

NPM : 6141901029

Nama : Maria Patrycia Della Susanti

NPM : 6141901035

Judul : Konfirmasi Proses Pemecahan Biomimetik Glukosa Menjadi Triosa

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 15 Juli 2023

Pembimbing 1

Dr. Tatang Hernas Soerawidjaja, Ir.

Pembimbing 2

Dr. Ir. Tedi Hudaya, S.T., M.Eng.Sc.



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

LEMBAR REVISI

Nama : Samuel Luivan

NPM : 6141901029

Nama : Maria Patrycia Della Susanti

NPM : 6141901035

Judul : Konfirmasi Proses Pemecahan Biomimetik Glukosa Menjadi Triosa

CATATAN :

1. Penambahan definisi biomimetik pada Bab 2.

2. Bagian perhitungan untuk mengukur selektifitas dan yield diperjelas pada Bab 3.

3. Penambahan prinsip titrasi dan lampiran flow chart.

4. Tabel run 5 lebih dekat dengan run 1 dan run 2 karena merupakan satu variasi yang sama.

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 13 Juli 2023

Penguji 1

Ir. Kevin Cleary Wanta, S.T, M.Eng.

Penguji 2

I Gede Pandega W., S.T., M.T.



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Samuel Luivan

NPM : 6141901029

Nama : Maria Patrycia Della Susanti

NPM : 6141901035

Dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul :

**KONFIRMASI PROSES PEMECAHAN BIOMIMETIK GLUKOSA MENJADI
TRIOSA**

Adalah hasil pekerjaan kami dan seluruh ide, pendapat atau materi dari sumber lain telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini kami buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan, maka kami bersedia menanggung sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 17 Juli 2023

Samuel Luivan
(6141901035)

Maria Patrycia Della Susanti
(6141901035)

INTISARI

Plastik biodegradable merupakan salah satu solusi dalam pencemaran lingkungan yang ada di dunia ini. Polylactic acid merupakan turunan dari asam laktat dapat dijadikan sebagai bahan dalam pembuatan plastik biodegradable. Polylactic acid sudah terbukti dapat dibuat menjadi bahan pembungkus biodegradable (biodegradable packaging material) yang memiliki sifat mekanik yang relatif kuat walau getas, hidrofobik, dan tidak beracun (non karsinogenik) bagi tubuh manusia. Namun dengan mempertimbangkan harga produksi asam laktat yang cukup mahal, plastik biodegradable yang terbuat dari polylactic acid masih sulit bersaing dengan plastik yang berasal dari polimer buatan.

Asam laktat dalam industri biasanya diproduksi melalui proses fermentasi glukosa, fruktosa, atau gliserol menggunakan bakteri. Proses yang digunakan merupakan proses glikolisis glukosa, dimana asam laktat merupakan produk yang dihasilkan dari proses tersebut, sehingga dengan menggunakan alur dari proses glikolisis asam laktat dapat diproduksi dengan bahan baku glukosa yang jumlahnya berlimpah di alam. Telah banyak peneliti yang mencoba membuat asam laktat dengan menggunakan metode lain selain fermentasi. Beberapa diantaranya telah mencoba berbagai jenis katalis yang dapat meniru proses glikolisis yang ada.

Penelitian ini merupakan konfirmasi dari penelitian sebelumnya, dimana pada penelitian sebelumnya telah menyatakan medium reaksi yang cocok dalam proses reaksi yang menghasilkan dihidroksiaseton dan gliseraldehid dengan menggunakan katalis yang mengandung tripolifosfat Mg-Zn. Kondisi operasi yang digunakan dalam penelitian ini merupakan kondisi operasi terbaik dari penelitian sebelumnya yaitu pada temperatur 90 oC dan dengan katalis Mg tripolifosfat [Na₃MgP₃O₁₀], Zn tripolifosfat [Na₃ZnP₃O₁₀], imidazol, serta garam glutamat (mononatrium glutamat) : dengan masing-masing 0,4%-mol dari glukosa yang telah direaksikan. Lalu untuk menguji keberadaan dihidroksiaseton dan gliseraldehid dalam produk yang dihasilkan, telah dilakukan menggunakan analisis kimia seperti, analisis aldosa, analisis gliseraldehid, serta analisis secara kualitatif.

Hasil percobaan yang diperoleh dari penelitian menunjukkan perbedaan dengan hasil penelitian dari peneliti pendahulu. Konversi tertinggi pada percobaan sebesar 57,16 %, sedangkan hasil peneliti pendahulu mencapai 90,6 %. Hal tersebut disebabkan karena pada penelitian ini menggunakan teknik analisis yang lebih teliti dan telah diperbaiki serta terlebih dahulu melakukan konfirmasi terhadap proses analisis yang dilakukan. Pada analisis secara kualitatif dapat diyakinkan bahwa terdapat dihidroksiaseton di dalam sampel uji. Selain itu, ditemukan juga pengaruh kemurnian dari asetonitril sebagai medium reaksi terhadap perolehan dihidroksiaseton dan gliseraldehid. Meskipun memiliki perbedaan yang signifikan, kedua penelitian ini menunjukkan bahwa katalis Mg-Zn tripolifosfat dengan imidazol serta mononatrium glutamat dapat dijadikan katalis dalam proses pembuatan dihidroksiaseton dan gliseraldehid.

Kata Kunci : glikolisis, glukosa, dihidroksiaseton, gliseraldehid, isolasi

ABSTRACT

Biodegradable plastic is one of solution to reduce environmental pollution in this world. Polylactic acid is a derivative of lactic acid which can be used as an ingredient in the manufacture of biodegradable plastics. Polylactic acid has been proven to be made into a biodegradable packaging material which has relatively strong mechanical properties although it is brittle, hydrophobic, and non-toxic (non-carcinogenic) to the human body. However, taking into account the relatively expensive price of lactic acid production, biodegradable plastics made from polylactic acid are still difficult to compete with plastics derived from artificial polymers. Lactic acid itself can be produced using a fermentation process, besides that lactic acid is also a product of the glycolysis process. So by using the flow of lactic acid glycolysis process can be produced with the raw material of glucose which is abundant in nature. By using a catalyst containing Mg-Zn tripolyphosphate and glucose, a lot of lactic acid can be produced and biodegradable plastics can be used by the wider community.

Lactic acid in industry is usually produced through the fermentation process of glucose, fructose, or glycerol using bacteria. The process used is the process of glycolysis of glucose, where lactic acid is the product produced from this process. So by using the flow of lactic acid glycolysis process can be produced with the raw material of glucose which is abundant in nature. Many researchers have tried to make lactic acid using methods other than fermentation. Some of them have tried various types of catalysts that can mimic the existing glycolysis process.

This research is a confirmation of previous research, which previously stated that the reaction medium is suitable for the reaction process that produces dihydroxyacetone and glyceraldehyde using a catalyst containing Mg-Zn tripolyphosphate. The operating conditions used in this study were the best operating conditions from previous studies, namely at a temperature of 90 oC and with a catalyst of Mg tripolyphosphate [Na₃MgP₃O₁₀], Zn tripolyphosphate [Na₃ZnP₃O₁₀], imidazole, and glutamate salt (monosodium glutamate): each 0. 4%-mole of glucose to be reacted. Then to test the presence of dihydroxyacetone and glyceraldehyde in the resulting product, chemical analysis will be carried out, such as aldose analysis, glyceraldehyde analysis, and qualitative analysis.

The experimental results obtained from the study showed differences with the results of previous studies. The highest conversion in the experiment was 57.16%, while the results of previous researchers reached 90.6%. This is because in this study using analytical techniques that are more thorough and have been improved and first confirm the analysis process carried out. In qualitative analysis, one can be sure that there is dihydroxyacetone in the test sample. In addition, it was also found the effect of the purity of acetonitrile as a reaction medium on the result of dihydroxyacetone and glyceraldehyde. Despite having significant differences, these two studies showed that Mg-Zn tripolyphosphate with imidazole and monosodium glutamate could be used as catalysts in the process of producing dihydroxyacetone and glyceraldehyde.

Keywords: glycolysis, glucose, dihydroxyacetone, glyceraldehyde

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya peoposal penelitian yang berjudul “Pembuatan Katalis Biomimetik Dalam Pemecahan Glukosa Menjadi” ini dapat diselesaikan dengan baik. Laporan penelitian ini dibuat untuk memenuhi salah satu tugas akhir dari Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan.

Dalam menyelesaikan laporan penelitian ini, penulis mendapatkan bantuan dan masukan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. Tatang Hernas Soerawidjaja dan Bapak Tedi Hudaya, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan masukan dan arahan kepada penulis dalam menyusun laporan penelitian ini.
2. Orang tua penulis yang telah memberikan dukungan, doa, dan semangat selama proses penyusunan laporan penelitian ini.
3. Semua pihak yang tidak dapat dituliskan satu per satu yang telah terlibat dalam penyusunan laporan penelitian ini.

Penulis berharap semoga Laporan penelitian ini dapat membantu dan bermanfaat bagi penelitian selanjutnya. Bagi penulis sebagai penyusun laporan penelitian, merasa bahwa masih terdapat banyak kekurangan dalam laporan penelitian ini karena keterbatasan pengetahuan dan pengalaman penulis. Untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca demi kesempurnaan laporan penelitian ini.

Bandung, 02 Juli 2023

Penulis

DAFTAR ISI

COVER.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL.....	viii
INTISARI.....	ix
ABSTRACT	x
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tema Sentral Masalah.....	2
1.3 Identifikasi Masalah	2
1.4 Premis	2
1.5 Hipotesis.....	3
1.6 Tujuan Penelitian.....	3
1.7 Manfaat Penelitian.....	3
BAB II DASAR TEORI	5
2.1 Asam Laktat	5
2.2 Glukosa	6
2.3 Glikolisis Glukosa	7
2.4 Hasil Penelitian Pendahulu	9
2.5 Kebutuhan Penelitian Lanjutan	10
BAB III METODA DAN PERALATAN PENELITIAN.....	11
3.1 Metodologi Penelitian	11
3.2 Rangkaian Percobaan.....	11
3.3 Pembuatan larutan Katalis	12
3.3.1 Pembuatan Magnesium dan Seng Tripolifosfat.....	12
3.3.2 Pembuatan Larutan Katalis.....	13
3.4 Metode-Metode Analisis.....	13
3.4.1 Metode Analisis Aldosa.....	15

3.4.2 Metode Analisis Gliseraldehid	16
3.4.3 Metode Analisis Kualitatif Dihidroksiaseton (Asnis dan Brodie, 1953).....	17
3.5 Jadwal Penelitian	17
BAB IV PEMBAHASAN	19
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Kesimpulan.....	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN A	34
A.1 <i>Material Safety Data Sheet</i> Amoniak	34
A.2 <i>Material Safety Data Sheet</i> Asetonitril.....	36
A.3 <i>Material Safety Data Sheet</i> Arsenmolibdat	38
A.4 <i>Material Safety Data Sheet</i> Aquadest.....	41
A.5 <i>Material Safety Data Sheet</i> Buffer Fosfat	43
A.6 <i>Material Safety Data Sheet</i> Natrium Hidroksida.....	45
A.7 <i>Material Safety Data Sheet</i> Potassium Fosfat.....	47
A.8 <i>Material Safety Data Sheet</i> Monosodium Glutamat Monohidrat	50
A.9 <i>Material Safety Data Sheet</i> Glukosa.....	52
A.10 <i>Material Safety Data Sheet</i> Asam Klorida.....	54
A.11 <i>Material Safety Data Sheet</i> Asam Sulfat.....	57
A.11 <i>Material Safety Data Sheet</i> Kalium Hidroksida.....	59
A.12 <i>Material Safety Data Sheet</i> Natrium Bisulfat.....	62
A.13 <i>Material Safety Data Sheet</i> Fenolftalein	64
A.14 <i>Material Safety Data Sheet</i> Iodium	66
A.15 <i>Material Safety Data Sheet</i> Magnesium Klorida Heksahidrat	69
A.16 <i>Material Safety Data Sheet</i> Natrium tiosulfat	71
A.17 <i>Material Safety Data Sheet</i> Natrium iodat	73
A.18 <i>Material Safety Data Sheet</i> Natrium tartrat (Garam Rochelle)	75
A.19 <i>Material Safety Data Sheet</i> Natrium Sulfit.....	78
A.20 <i>Material Safety Data Sheet</i> Natrium Bikarbonat.....	80
A.21 <i>Material Safety Data Sheet</i> Natrium Tripolifosfat.....	82
A.22 <i>Material Safety Data Sheet</i> Seng Klorida	84
A.23 <i>Material Safety Data Sheet</i> Resorsinol.....	86
A.24 <i>Material Safety Data Sheet</i> Larutan Buffer Hepes	89

LAMPIRAN B	92
B.1 Analisis Aldosa	92
B.2 Analisis Gliseraldehid.....	93
B.3 Analisis Dihidroksiaseton.....	94
LAMPIRAN C	95
C.1 Analisis Aldosa	95
C.1.1 Run 1.....	95
C.1.2 Run 2.....	95
C.1.3 Run 3.....	95
C.1.4 Run 4.....	96
C.1.5 Run 5.....	96
C.2 Analisis Gliseraldehid.....	96
C.1.1 Run 1.....	96
C.1.2 Run 2.....	96
C.1.3 Run 3.....	97
C.1.4 Run 4.....	97
C.1.5 Run 5.....	97
C.3 Perbandingan Setiap Run	98
C.4 Uji Ketepatan Analisis Aldosa	98
LAMPIRAN D	99
D.1 Analisis Aldosa	99
D.2 Analisis Gliseraldehid.....	100
D.3 Derajat Konversi Glukosa.....	100
D.4 Perolehan Dihidroksiaseton dan Gliseraldehid	102

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Asam Laktat dengan Dua Bentuk Enantiomer L(+) dan D(-)	5
Gambar 2.2 Struktur dihidroksiaseton (DHA), gliseraldehid (GLAH), dan asam laktat (LA)	6
Gambar 2.3 Struktur glukosa L dan D.....	6
Gambar 2.4 Rentetan 10 reaksi glikolisis glukosa	7
Gambar 3.1 Rangkaian Alat	13
Gambar 3.2 Analisis Kimia BAsah	1
Gambar 4.1 Proses Pemisahan Larutan Dua Fasa	21
Gambar 4.2 Proses pembentukan asam laktat (Hossain dkk, 2021).....	23
Gambar 4.3 (a) Fasa organik (fasa atas) (b) Fasa akuatik (fasa bawah).....	23
Gambar 4.4 (a) Sampel sebelum diinkubasi (b) Sampel setelah diinkubasi	26

DAFTAR TABEL

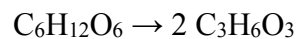
Tabel 1.1 Premis	2
Tabel 1.1 Premis (lanjutan).....	3
Tabel 3.1 Jadwal Penelitian	18
Tabel 4.1 Hasil-hasil Percobaan	21
Tabel 4.2 Hasil Uji Ketepatan Analisis Glukosa	23
Tabel 4.3 Perbandingan glukosa yang bereaksi pada setiap run.....	24
Tabel 4.4 Perolehan dihidroksiaseton dan gliseraldehid pada setiap run	27
Tabel 4.5 Hasil Percobaan Pendahulu (Audreylia dan Sumargo, 2022).....	29

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Glukosa merupakan senyawa organik golongan karbohidrat yang termasuk kedalam kelompok gula monosakarida dengan rumus kimia empirik $C_6H_{12}O_6$. Glukosa merupakan zat organik paling berlimpah di alam, karena merupakan penyusun atau monomer dari selulosa, suatu biopolimer komponen utama lignoselulosa, yaitu bahan struktural tumbuh-tumbuhan. Di dalam tubuh manusia, glukosa memiliki peran yang penting esparto dalam proses glikolisis. Produk dari proses glikolisis (anaerobik) adalah asam laktat ($CH_3CH(OH)COOH$). Jika hanya dilihat rumus empiriknya, asam laktat ($C_3H_6O_3$) adalah setengah glukosa ($C_6H_{12}O_6$), sehingga proses konversi glikolisis anaerobik glukosa dapat dituliskan,



Asam laktat atau asam 2-hidroksipropanoat adalah zat memiliki banyak produk turunan. Salah satu turunannya yang paling penting adalah hasil polimerisasi kondensasinya, yaitu asam polilaktat (*polylactic acid*, PLA). PLA sudah terbukti dapat dibuat menjadi bahan pembungkus biodegradabel (*biodegradable packaging material*) yang memiliki sifat mekanik yang relatif kuat walau getas, hidrofobik, dan tidak beracun (non karsinogenik) bagi tubuh manusia. Dengan sifat-sifat ini, plastik pembungkus berbasis PLA bersifat jauh lebih ramah lingkungan dibanding plastik pembungkus yang berbahan dasar dari polimer sintetik seperti PP (*polypropylene*), PS (*polystyrene*), PVC (*polyvinyl chloride*), dan lain-lain. Sayang sekali, potensi komersial besar PLA belum lagi dapat direalisasikan oleh industri, karena harganya tinggi. Ini disebabkan oleh masih mahalnya bahan mentahnya, yaitu asam laktat. Dewasa ini asam laktat, yang dihasilkan melalui sintesis kimia atau fermentasi glukosa oleh mikroorganisme tertentu, masih berharga di kisaran \$1,4 hingga \$4,5 per kg (Pharmacompass, 2016). Oleh sebab ini, asam laktat sering disebut sebagai “*commodity chemical sleeping giant*” karena memiliki potensi besar untuk digunakan dalam dunia industri namun potensi tersebut belum dapat direalisasikan karena harganya masih mahal. Diperkirakan bahwa jika harga asam laktat bisa turun hingga sekitar \$1 per kg, maka potensi pasar besar asam polilaktat akan bisa terealisasi.

Paparan di atas jelas menunjukkan dibutuhkannya suatu teknologi yang mampu memproduksi asam laktat dengan harga relatif murah.

1.2 Tema Sentral Masalah

Seperti yang telah diuraikan pada **sub bab 1.1**, asam laktat dapat diproduksi melalui proses glikolisis glukosa. Penelitian glikolisis biomimetik yang dilakukan oleh Audreylia dan Sumargo (2022) telah berhasil mendapatkan derajat konversi glukosa yang tinggi menjadi dihidroksi aseton dan gliseraldehid, dua isomer dari asam laktat. Capaian yang didapat oleh penelitian pionir ini sudah tentu harus dikonfirmasi melalui pengulangan percobaan-percobaan mereka yang paling menjanjikan diikuti analisis lebih langsung terhadap produk-produk reaksi. Untuk dapat lebih meyakinkan keberhasilannya, produk-produk tersebut juga perlu diisolasi (alias dipisahkan dan dimurnikan), misalnya saja dengan metode kromatografi kolom seperti yang telah dilakukan oleh Rendina dan Cleland (1981

1.3 Identifikasi Masalah

1. Apakah konversi glukosa menjadi dihidroksi aseton dan gliseraldehid memang benar akan dapat mencapai sekitar 90%?
2. Bagaimana mengetahui secara pasti bahwa terdapat produk gliseraldehid dan dihidroksi aseton dari hasil reaksi glikolisis glukosa?
3. Bagaimana cara mengukur jumlah gliseraldehid dan dihidroksi aseton yang dihasilkan dari reaksi tersebut?

1.4 Premis

Tabel 1.1 Premis

No	Pustaka	Bahan	Kondisi Operasi	Katalis	Hasil Percobaan
1	Audreylia dan Sumargo (2022)	Air dan Asetonitril sebagai media reaksi	pH 8	Zn dan Mg tripolifosfat, imidazol, dan asam glutamat	Penggunaan 50% air-50% asetonitril efektif dijadikan medium dalam reaksi pembuatan gliseraldehid dan dihidroksi aseton
2	Prieto, dkk. (2014)	Fasa gerak : 0,01 M	70 °C		HPLC dapat digunakan untuk

Tabel 1.1 Premis (lanjutan)

		H ₂ SO ₄		menentukan keberadaan gliseraldehid dan dihidroksiaseton
3	Asnis dan Brodie, (1952)	<i>Resorcinol</i> -HCl	Temperatur ruang	<i>Resorcinol</i> -HCl dapat digunakan untuk menentukan dihidroksiaseton yang ada pada suatu larutan

1.5 Hipotesis

1. Hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Audreylia dan Sumargo (2022) didapati kesimpulan bahwa reaksi pemecahan glukosa dengan menggunakan katalis biomimetik dapat menghasilkan konversi hingga 90% yang dimana hasil tersebut terlalu tinggi.
2. HPLC (*high performance liquid chromatography*) dengan menggunakan kolom Aminex HPX-87 dapat mendeteksi keberadaan dari dihidroksiaseton dan gliseraldehid.

1.6 Tujuan Penelitian

1. Memberikan konfirmasi penelitian sebelumnya yaitu dengan mendapatkan bukti atau sanggahan mengenai keefektifan katalis yang berasal dari gabungan tripolifosfat Mg-Zn dengan penambahan imidazol dan mononatrium glutamat sebagai katalis.
2. Membuktikan hasil produk yang dihasilkan adalah dihidroksiaseton dan gliseraldehid.

1.7 Manfaat Penelitian

1. Manfaat bagi peneliti
Dapat mengetahui proses pembuatan asam laktat dengan menggunakan katalis biomimetik yang berasal dari proses glikolisis.
2. Manfaat bagi industri
Dapat memberikan alternatif dalam proses pembuatan asam laktat sebagai bahan baku dalam pembuatan plastik *biodegradable*.

3. Manfaat bagi masyarakat

Dapat menggunakan plastik *biodegradable* dan mengurangi komposisi sampah plastik pada lingkungan masyarakat.