

Produksi Fruktosa dari Tongkol Jagung Sebagai Gula Rendah Kalori

Mahyati^{1,a}, dan Octovianus SR Pasanda^{1,b}

¹ Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang
Jl. Perintis Kemerdekaan KM.10 Makassar, Kode Pos 90245 Indonesia

^a Email : mahyatikimia@poliupg.ac.id

^b Email: o.pasanda@yahoo.com

Abstract--Corn cobs as waste organic agricultural having content $\pm 45\%$ cellulose. Cellulose is a biopolymer that can be converted into glucose. Glucose can be produced by *A.niger* and *T.ressei* through fermentation process. Glucose in generate can be developed to become fructose syrup through a process isomerisasi with enzymes glucoisomerase produced by *Streptomyces Sp.* This research using corn cobs yellow as a source of cellulose for the production of fructose. The purpose of this research is to find concentration fructose syrup obtained from fermentation process. Conversion cellulose be done in enzimatis use *A.niger* and *T.ressei* through the fermentation process by adding *Saccharomyces cerevisiae*. The process continues with isomerization use *Streptomyces Sp.* The process isomerization done with variations time is 1,2,3, and 4 hour and variation pH 6,7, and 8. Analysis concentration glucose and fructose of fermentation product performed with GCMS. The highest result obtained was fermentation 1 hour at pH 6 with glukose 6,7% and fructose 16,22%.

Keywords--Corn Cobs, *Streptomyces Sp* dan Fructose

Abstrak--Tongkol jagung sebagai limbah organik pertanian yang memiliki kandungan selulosa $\pm 45\%$. Selulosa merupakan biopolimer yang dapat dikonversi menjadi glukosa. Glukosa dapat dihasilkan oleh *A.niger* dan *T.ressei* melalui proses fermentasi. Glukosa yang dihasilkan dapat dikembangkan menjadi sirup fruktosa melalui proses isomerisasi menggunakan enzim glukoisomerase yang dihasilkan dari bakteri *Streptomyces Sp.* Penelitian ini menggunakan tongkol jagung kuning (*Zea mays var indurata*) sebagai sumber selulosa untuk memproduksi fruktosa. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui konsentrasi sirup fruktosa yang diperoleh dari proses fermentasi. Konversi selulosa dilakukan secara enzimatis menggunakan *A.niger* dan *T.ressei* melalui proses fermentasi dengan penambahan *Saccharomyces cerevisiae*. Proses dilanjutkan dengan isomerisasi menggunakan *Streptomyces Sp.* Proses isomerisasi dilakukan dengan variasi waktu 1,2,3, dan 4jam dan variasi pH 6,7, dan 8. Analisis kadar glukosa dan fruktosa dari produk fermentasi dilakukan dengan alat GCMS. Hasil tertinggi yang diperoleh adalah fermentasi 1 jam pada pH 6 dengan kadar glukosa 6,7% kadar fruktosa 16,22%.

Kata Kunci: Tongkol jagung, *Streptomyces Sp* dan fruktosa

I. Pendahuluan

Produksi jagung produksi jagung di Sulawesi selatan mencapai 1,49 juta ton [1] dan berpotensi menghasilkan limbah tongkol jagung yang mencapai 30% dari berat total jagung [2]. Pada hal tongkol jagung mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Dari ketiga komponen tersebut, selulosa merupakan komponen yang dapat di konversi glukosa. Peluang untuk memproduksi gula (glukosa) dari tongkol jagung dapat juga menjadi solusi karena kebutuhan pemanis di Indonesia yang cukup tinggi. Pada tahun 2014 kebutuhan gula nasional mencapai 5.700 juta ton (KEMENPERIN). Produksi glukosa dari tongkol jagung dapat dilakukan secara fisika, kimia dan biologi (enzimatik). Proses konversi secara enzimatik menggunakan enzim selulase yang dapat dihasilkan oleh *A. niger* dan *T. reesei* pada hari ke 7 dengan pH awal 4 mencapai 13,88% [3].

Glukosa yang dihasilkan dari fermentasi dapat dikembangkan menjadi sirup fruktosa (*High Fructose Syrup*) melalui proses isomerisasi. Pada tahun 1970an peneliti pangan mempelajari cara mengubah glukosa menjadi fruktosa melalui proses isomerisasi menggunakan enzim glukosa isomerase. Enzim glukosa isomerase yang digunakan dalam proses ini dapat diperoleh dari *Streptomyces Sp.* Enzim glukosa isomerase ini mengubah D-glukosa menjadi D-fruktosa. Enzim glukosa isomerase untuk menghasilkan sirup fruktosa dilakukan dengan mengekstrak sel-sel mikroba karena enzim ini bersifat intraseluler [4].

Streptomyces Sp dapat memproduksi enzim glukoisomerase untuk mengkonversi glukosa dari hasil sakarifikasi menjadi fruktosa yang lebih mudah dimetabolisme oleh tubuh sehingga sangat aman untuk

pasien diabetes, obesitas dan penderita jantung. Sirup fruktosa memiliki tingkat kemanisan 2,5 kali lebih besar dibanding sirup glukosa. Disamping itu sirup fruktosa memiliki indeks glikemik lebih rendah (32+2) dibanding glukosa (138+4). Oleh sebab itu sirup fruktosa bisa untuk pemanis penderita diabetes [5].

II. Metode Penelitian

Sampel dibersihkan, dipotong kecil kira-kira 5cm dan dikeringkan. Sebelum proses isomerisasi dan dilakukan analisis kadar glukosa dan fruktosa menggunakan alat GCMS. Selanjutnya difermentasi menggunakan (*A.niger*, *T.reseei*, dan *Streptomyces Sp.*)

A. Proses hidrolisis dan fermentasi dengan metode SSF:

Pembuatan media starter

- 1.95 gram PDA dan 1 gram bacto agar ke dalam 100 ml aquades pada gelas kimia 250 ml.
- Membuat media ekstrak taoge (untuk *Tricoderma reesei* dan *Aspergillus niger*) dengan mendidihkan 1 gram Toge , 1.5 gram bacto agar dan 2 gram glukosa dalam 100 ml aquades pada gelas kimia 250 ml selama 15 menit.
- Membuat media NB (untuk *Streptomyces Sp.*) dengan melarutkan 0.4 gram NB dan 1 gram bacto agar dalam 100 ml aquades pada gelas kimia 250 ml.

B. Pembuatan media produksi

- Membuat larutan nutrisi *Aspergillus niger* dengan melarutkan glukosa 12.5 gram, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0.25 gram, tongkol jagung 1 gram dan KH_2PO_4 0.2 gram kedalam 100 ml aquades pada Erlenmeyer 250 ml.
- Membuat larutan nutrisi *Tricoderma reesei* dengan melarutkan glukosa 12.5 gram, $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0.25 gram, tongkol jagung 1 gram, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.05 gram, $\text{FeSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 0.0001 gram dan KH_2PO_4 0.2 gram kedalam 100 ml aquades pada erlenmeyer 250 ml.
- Hasil fermentasi menggunakan analisis GCMS. Variabel yang digunakan parameter analisis yaitu waktu fermentasi (1, 2, 3, dan 4 jam). Variabel ke dua yang digunakan yaitu pH (6,7 dan 8) dengan waktu fermentasi 1 jam.

III. Hasil dan Pembahasan

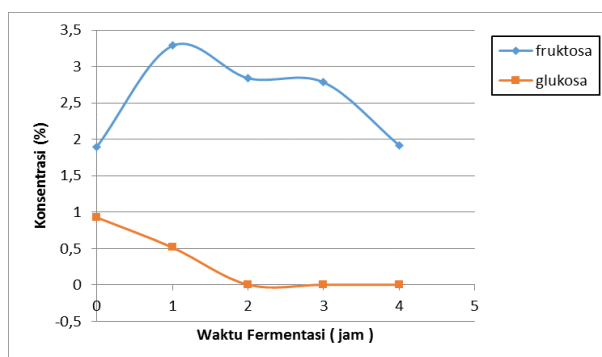
Proses lignifikasi pada tongkol jagung terjadi kehilangan lignin sebesar 8% yaitu dari kandungan lignin awal sebanyak 20% menurun hingga 12% setelah 2 kali perlakuan pendahuluan yaitu lignifikasi menggunakan KOH 4% [6].

Setelah pengurangan kadar lignin dilakukan proses hidrolisis dengan menggunakan *A.niger* dan *T. resei* untuk mengkonversi selulosa menjadi glukosa dengan pemutusan ikatan selulosa tongkol jagung yang telah terlignifikasi oleh enzim. Proses sakarifikasi dilakukan dengan menggunakan campuran *A. niger*, *T. resei* dan *Saccaromices cereviciae* pada pH 4,5 pada suhu ruang. Selain glukosa pada proses ini telah menghasilkan fruktosa sebesar 11,1% tetapi masih besar kadar 15,4% yang dapat digunakan untuk proses fermentasi menggunakan enzim isomerase dari mikroba.

Tabel 1. Kadar glukosa dan fruktosa setelah fermentasi tahap 1 (sakarifikasi)

No.	Proses	Kadar glukosa (%)	Kadar fruktosa (%)
1	Sakarifikasi 1	1.5	1,9
2	Sakarifikasi 2	2,0	1,7
3	Sakarifikasi 2	0.9	1.9
4	Sakarifikasi 2	15,4	11,1

Selanjutnya glukosa sebesar 15,4% yang diperoleh dari fermentasi pada tahap awal dilakukan fermentasi lanjutan dengan menggunakan *Streptomyces Sp.* yang mampu menghasilkan enzim *gluko isomerase*. Proses hidrolisis substrat dioptimasi dengan variasi waktu pada pH 7 (netral) untuk mendapatkan waktu optimal. Hasil yang diperoleh ditunjukkan pada Gambar 1.



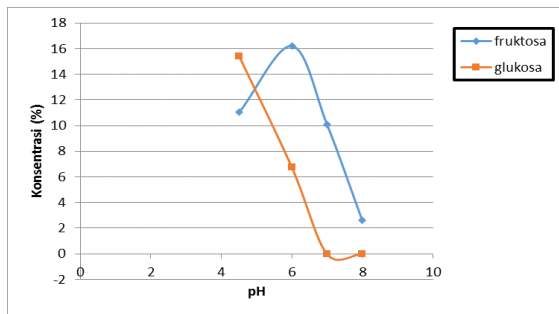
Gambar 1. Kadar fruktosa terhadap pengaruh waktu terhadap konsentrasi fruktosa optimal yang dihasilkan.

Ketika mencapai waktu fermentasi mencapai 1 jam, produksi *gluko isomerase* semakin banyak sehingga perubahan glukosa menjadi fruktosa semakin tinggi sehingga proses isomerisasi dapat berjalan optimal. Setelah 1 jam, produksi fruktosa hasil isomerisasi semakin menurun. Pada saat fermentasi 2 hingga 4 jam, konsentrasi fruktosa kembali menurun mikroba sudah mulai berkurang karena ketersediaan nutrisi pada medium sudah mulai berkurang sehingga proses pembelahan dan aktivitas fermentasi sel terhambat yang

akibatnya hasil samping fermentasi seperti CO₂, sedikit asam-asam volatile, alkohol, dll.

Penurunan kadar fruktosa juga diikuti dengan penurunan konsentrasi glukosa, hal ini dapat disebabkan oleh kinerja enzim glukoisomerase yang merubah glukosa menjadi fruktosa menurun atau menuju pada fase kematian / *non-aktif*.

Derajat Keasaman merupakan faktor yang juga penting untuk optimasi kerja mikroorganisme. Oleh karena itu, dilakukan optimasi pH subtrak isomerisasi untuk mengetahui pada pH berapa enzim glukoisomerase dapat bekerja optimal pada substrat sirup gula hasil sakarifikasi berbahan tongkol jagung.



Gambar 2. Pengaruh pH terhadap konsentrasi fruktosa yang dihasilkan

Streptomyces mampu tumbuh optimum pada temperatur 25 °C dan pH 6,5 - 8,0 Berdasarkan pH tersebut maka dilakukan fermentasi pada pH 6, 7, 8 sehingga diperoleh kinerja enzim optimal pada pH 6 yaitu dengan konsentrasi fruktosa 16.2 %, mengalami kenaikan 4% dari konsentrasi awal. Aktivitas enzim mulai menurun pada pH 7 yaitu dari konsentrasi awal 11% menjadi 10 % bahkan pada pH 8 terjadi penurunan drastis yaitu menurun 9% dari konsentrasi awal.

Tabel 2. Perbandingan kadar glukosa dan fruktosa hasil fermentasi

Perlakuan	Perbandingan Kandungan (Glukosa : Fruktosa)
Sebelum isomerisasi	15 : 11
Setelah isomerisasi	6 : 16

Rasio perbandingan glukosa dan fruktosa sebelum fermentasi isomerisasi diperoleh 15:11. Proses isomerisasi selama 1 jam pada pH 6 mampu merubah perbandingan glukosa dan fruktosa menjadi 6 : 16. Peningkatan konsentrasi terlihat secara jelas untuk konsentrasi fruktosa sedangkan glukosa mengalami penurunan. Penurunan dapat disebabkan oleh kinerja

enzim glukoisomerase. Enzim glukoisomerase bekerja dengan cara mengubah isomer glukosa menjadi fruktosa. Kinerja enzim glukoisomerase ditandai dengan peningkatan konsentrasi fruktosa setelah proses isomerisasi yang diikuti oleh penurunan konsentrasi glukosa.

Sebagian besar glukosa diikuti dengan isomerisasi glukosa dalam sirup jagung fruktosa untuk menghasilkan fruktosa HFCS-42 (42% fruktosa dan glukosa 58%) [7].

IV. Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian sebagai berikut :

1. Fruktosa yang dihasilkan dari proses fermentasi sakarifikasi bahan baku tongkol jagung menggunakan *T. ressei*, *A. niger* dan *Saccharomyces* pada suhu ruang dengan pH 4,5 adalah 11,5% (b/v) dan pada proses isomerisasi dengan kondisi optimum pada pH 6 selama 1 jam fermentasi diperoleh 16,2% (b/v).
2. Kandungan glukosa dan fruktosa setelah isomerisasi diperoleh perbandingan 6 :16 dengan kondisi optimum pada pH 6 selama 1 jam fermentasi.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih diberikan kepada Bapak Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang yang telah membiayai penelitian melalui dana DIPA Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Daftar Pustaka

- [1] BPS, 2014, Produksi jagung
- [2] Koswara, J. 1991. Budidaya jagung manis (*Zea mays saccharata*) Bahan kursus budidaya jagung manis dan jagung merang. Fakultas Pertanian. IPB, Bogor
- [3] Mahyati, 2014, Biokonversi Lignoselulosa dari tongkol jagung (*Zea mays. L*) menjadi bioetanol sebagai bahan bakar alternative terbarukan, Program pasca sarjana fakultas Matematika dan ilmu pengetahuan alam Universitas Hasanudin, Makassar.
- [4] Kurnadi dan Didik Priyanto, 2011. *Biologi Dasar*. Jakarta: Piranti Darma Kalokatama.
- [5] Richana, N. 2010. *Tepung Jagung Termodifikasi Sebagai Pengganti Terigu*. Warta Penelitian dan Pengembangan Vol. 32 (1) : 6
- [6] Hargreaves, A., Moore, S., Fink, D., Brayman, C., & White, R. (2003). *Succeeding leaders? A study of principal rotation and succession*. Toronto, Ontario, Canada: Ontario Principals' Council.
- [7] Parker, Kay, Michelle Salas dan Veronica C. Nwosu. 2010. *High Fructose Corn Syrup: Production, Uses and Public Health Concerns*. USA: Department of Biology, College of Science and Technology, North Carolina Central University.