



PRARANCANGAN PABRIK DEKSTRIN DARI BONGGOL PISANG DENGAN PROSES HIDROLISIS ENZIMATIS KAPASITAS 12.000 TON/TAHUN

Regita Gustiayu Pramisti Maharani¹, Putri Eka Yulianda¹, Cherobina Bida Ayu Bestari¹

¹Program Studi S1 Teknik Kimia, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Jember
Jl. Kalimantan No. 37, Sumbersari, Jember 68121 Indonesia

*Corresponding Author: regitagustiayu06@gmail.com

Abstrak

Tanaman pisang merupakan suatu tanaman yang memiliki banyak kegunaan dan dapat dimanfaatkan mulai dari akar hingga daun. Kandungan pati pada bonggol pisang bisa dimanfaatkan menjadi dekstrin. Salah satu bahan kimia yang potensial adalah dekstrin yang digunakan sebagai pengental. Pabrik dekstrin berbahan baku bonggol pisang ini dirancang dengan kapasitas 12.000 ton/tahun. Bahan baku yang dibutuhkan sebanyak 17.695,45 ton/tahun. Pada pra-rancangan ini, dekstrin diproduksi melalui beberapa tahapan, yaitu pre-treatment yang dilakukan menggunakan steam explosion dan dilanjutkan tahap pemisahan kadar lignin yang ada, kemudian dilanjutkan dengan proses hidrolisis pati yang menghasilkan dekstrin. Proses ini menggunakan CSTR dengan bantuan katalis enzim α -amilase. Reaksi dilakukan pada tekanan 1 atm dan suhu 95°C. Dekstrin yang berbentuk slurry dialirkan ke dalam Rotary Vacuum Filter untuk dipisahkan antara cake dan filtrat. Dekstrin kemudian diumpukan ke evaporator untuk mendapatkan kemurnian yang tinggi, kemudian dilanjutkan ke spray dryer untuk mengubah fase dekstrin menjadi serbuk. Pabrik ini direncanakan akan dibangun pada wilayah Dusun Krajan, Papringan, Kecamatan Klakah, Kabupaten Lumajang dengan luas tanah 53 hektar. Jumlah karyawan yang dibutuhkan sebanyak 184 orang. Hasil analisis ekonomi menunjukkan bahwa keuntungan penjualan bersih Rp. 121.271.840.757,87. Tingkat pengembalian investasi (Return on Investment/ROI) sebesar 8,20%. Waktu pengembalian modal (Pay Out Time/POT) adalah 4,32 tahun. Dengan demikian, titik impas (Break Even Point/BEP) mencapai 41,78%. Berdasarkan evaluasi ekonomi tersebut, maka pabrik dekstrin dengan kapasitas produksi 12.000 ton per tahun layak untuk didirikan.

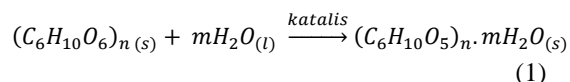
Kata kunci: bonggol pisang, CSTR, dekstrin, pati, enzim.

1. Pendahuluan

Tanaman pisang merupakan suatu tanaman yang memiliki banyak kegunaan dan dapat dimanfaatkan mulai dari akar hingga daun. Kandungan pati pada bonggol pisang bisa dimanfaatkan menjadi dekstrin. Salah satu bahan kimia yang potensial adalah dekstrin yang digunakan sebagai pengental. Pertumbuhan dan perkembangan tanaman pisang yang cepat menjadikan ketersediaan bonggol pisang sangat melimpah, serta harganya tidak mahal, sehingga mempunyai potensi yang baik sebagai bahan baku pembuatan dekstrin (Marwati, 2013).

Dekstrin dengan rumus molekul $(C_6H_{10}O_5)_n$ merupakan salah satu jenis karbohidrat yang tersintesis selama hidrolisis pati menjadi gula yang

dilakukan oleh panas dan enzim (Fadillah dkk., 2022). Dekstrin banyak digunakan dalam bidang industri, antara lain sebagai bahan pengental dan bahan baku utama pembuatan dekstrin adalah bonggol pisang. Dekstrin diperoleh dari reaksi likuifikasi, seperti ditunjukkan reaksi pada Persamaan 1 berikut (Brandam dkk, 2003).



Pendirian pabrik dekstrin ini berguna sebagai solusi dalam pengurangan kebutuhan impor sehingga lebih mengutamakan produk lokal. Pabrik dekstrin ini



juga diharapkan dapat melakukan ekspor dekstrin ke luar negeri seperti India, Malaysia, dan Thailand.

Skala kebutuhan dekstrin di Indonesia dapat ditinjau berdasarkan ekspor, impor, produksi, perkiraan nilai peredaran suatu produk pada tahun pendirian pabrik, dan konsumsi dalam negeri dari tahun ke tahun sehingga diperoleh peluang kapasitas. Penentuan kapasitas pabrik dapat ditulis pada Persamaan 2 berikut:

$$\begin{aligned}
 m_3 &= (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2) & (2) \\
 &= (195,14 + 413.167) - (0 + 402.000) \\
 &= 11.362 \text{ ton/tahun} \\
 &= 12.000 \text{ ton/tahun}
 \end{aligned}$$

Keterangan:

- m_1 : Impor
- m_2 : Produksi pabrik di dalam negeri
- m_3 : Kapasitas pabrik baru
- m_4 : Ekspor
- m_5 : Konsumsi dalam negeri

Kapasitas pabrik dekstrin yang direncanakan 100% dari hasil perhitungan kebutuhan teoritis yakni 12.000 ton/tahun.

Tabel 1 Perbandingan Proses Pembuatan Dekstrin

Parameter	Hidrolisis Asam	Hidrolisis Enzim
Aspek Teknis		
<i>Katalis</i>	Asam Posfat, Asam Klorida	α -amilase
<i>Kondisi proses:</i>		
Konversi (%)	30 – 55	95 – 98
<i>Kondisi operasi:</i>		
- Suhu (°C)	160	90
- Tekanan (atm)	4	1
Aspek Ekonomi		
- Kebutuhan Energi	Tinggi	Rendah

(Risnoyatiningih, 2012; Dewi dkk., 2014; Sumaiyah ddk, 2018; Adrian dkk., 2020)

2. Deskripsi Proses

Proses dalam pembuatan dekstrin terdiri atas beberapa jenis. Tabel 1 adalah perbandingan jenis proses pembuatan dekstrin. Berdasarkan Tabel 1 dapat ditarik kesimpulan bahwa jenis proses yang dipilih untuk pembuatan dekstrin pada pabrik ini adalah proses hidrolisis enzim. Pemilihan proses didasarkan karena konversi yang dihasilkan lebih tinggi, dan kebutuhan energi yang rendah. Selain itu, dalam prosesnya menggunakan katalis yang tidak menimbulkan korosi.

2.1 Uraian proses

Proses pembuatan dekstrin dengan metode hidrolisis enzim dibagi menjadi 4 tahap, yaitu:

2.1.1 Proses Persiapan Bahan Baku

Bonggol pisang disimpan di gudang penyimpanan (F-111). Bahan baku dibersihkan kotorannya menggunakan washer (C-110). Bonggol pisang kemudian dilakukan penghancuran menjadi ukuran lebih kecil pada hammer mills (C-120),

kemudian diangkut menggunakan bucket elevator (J-121) menuju tangki steam explosion (D-210) untuk dilakukan tahap gelatinisasi.

2.1.2 Proses Gelatinisasi dengan Kombinasi Steam Explosion

Pada tangki steam explosion dialiri saturated steam bertekanan 14 bar (13,8 atm) dengan suhu 195°C. Proses gelatinisasi berlangsung selama 15 menit (Saputra dkk., 2022). Slurry keluar tangki steam explosion dialirkan menuju centrifuge (H-212) untuk memisahkan kandungan lignin dengan bantuan pompa (L-211). Lignin akan mengalir keluar menuju unit lainnya untuk dimanfaatkan lebih lanjut. Pati yang terbentuk slurry dialirkan menggunakan pompa (L-213) menuju reaktor (R-310).

2.1.3 Proses Liquifikasi

Pada reaktor (R-310) terjadi proses hidrolisis pati menjadi dengan katalis enzim α -amilase. Enzim α -amilase disimpan pada tangki penyimpanan (F-140) ditambahkan ke reaktor menggunakan pompa



(L-141) sebanyak 2% dari kg pati yang digunakan (Badai, 2020). Dilakukan penambahan *buffer* sebanyak 20% dari banyak enzim yang digunakan dengan tujuan agar pH tetap berada pada 6 - 6,5 (Adrian dkk., 2020). Na_2CO_3 ditambahkan ke reaktor menggunakan pompa (L-153). Tahap liquifikasi berlangsung selama 30 menit dengan suhu 95°C dan bertekanan 1 atm (Adrian dkk., 2020). Tipe reaktor yang digunakan yaitu CSTR, karena selama proses reaksi ada massa yang masuk maupun massa yang keluar. Dekstrin yang diperoleh dialirkan menuju *cooler* (E-312) untuk diturunkan suhunya mencapai 73°C dengan bantuan pompa (L-311).

2.1.4 Proses Pemisahan dan Pemurnian

Dekstrin yang dihasilkan terdapat kandungan pati yang tidak terkonversi dan terdapat sisa enzim. Dekstrin dialirkan dengan pompa (L-313) ke *Horizontal Belt Filter* (H-410). *Horizontal Belt Filter* berfungsi sebagai alat pemisah antara *cake* dan *filtrat*. *Cake* berupa enzim α -amilase yang akan dilanjutkan ke unit pengolahan limbah sedangkan *filtrat* (dekstrin) dialirkan menuju kolom *cation* dan *anion exchanger*. Dekstrin dialirkan menggunakan pompa (L-411) ke kolom *cation exchanger* (X-412) dan *anion exchanger* (X-413) untuk menghilangkan ion yang mengandung Na_2CO_3 sehingga ion yang tidak terpakai dialirkan menuju tempat penampungan limbah. Suhu optimum pada alat *cation* dan *anion exchanger* adalah sebesar 60°C . Dekstrin kemudian dialirkan menggunakan pompa (L-414) menuju *Evaporator* (V-420) dengan menguapkan H_2O untuk dilakukan pemurnian produk agar konsentrasinya mencapai 98%. Suhu yang digunakan pada *evaporator* sebesar 80°C (Surfiana dkk., 2013). Dekstrin keluaran dari *Evaporator* kemudian dialirkan menggunakan pompa (L-421) menuju *spray dryer* (D-430) untuk mengubah dekstrin menjadi serbuk/bubuk dengan adanya kontak udara panas. Produk keluaran *spray dryer* selanjutnya dikeluarkan menuju *cooling screw conveyor* (J-431) untuk diturunkan suhunya menjadi 30°C . Selanjutnya produk diumpankan menggunakan *bucket elevator* (J-432) menuju *screening* (H-433) guna menyeragamkan ukuran dekstrin menjadi 80 *mesh* (Supriyatna., 2012). Adapun dekstrin yang belum sesuai dengan ukuran diumpankan lagi dengan menggunakan *bucket elevator* (J-434) menuju *spray*

dryer. Dekstrin yang ukurannya sudah sesuai diumpankan menggunakan *bucket elevator* (J-435) menuju silo (F-436) sebagai tempat penyimpanan produk.

Diagram alir proses pra-rancangan pabrik dekstrin dari bonggol pisang dapat dilihat pada Gambar 1.

3. Utilitas

Utilitas merupakan unit dari suatu pabrik yang memiliki fungsi untuk melengkapi kebutuhan penunjang produk agar sebuah industri dapat berjalan sesuai dengan yang diinginkan. Pada pabrik Dekstrin utilitas memiliki beberapa unit, diantaranya:

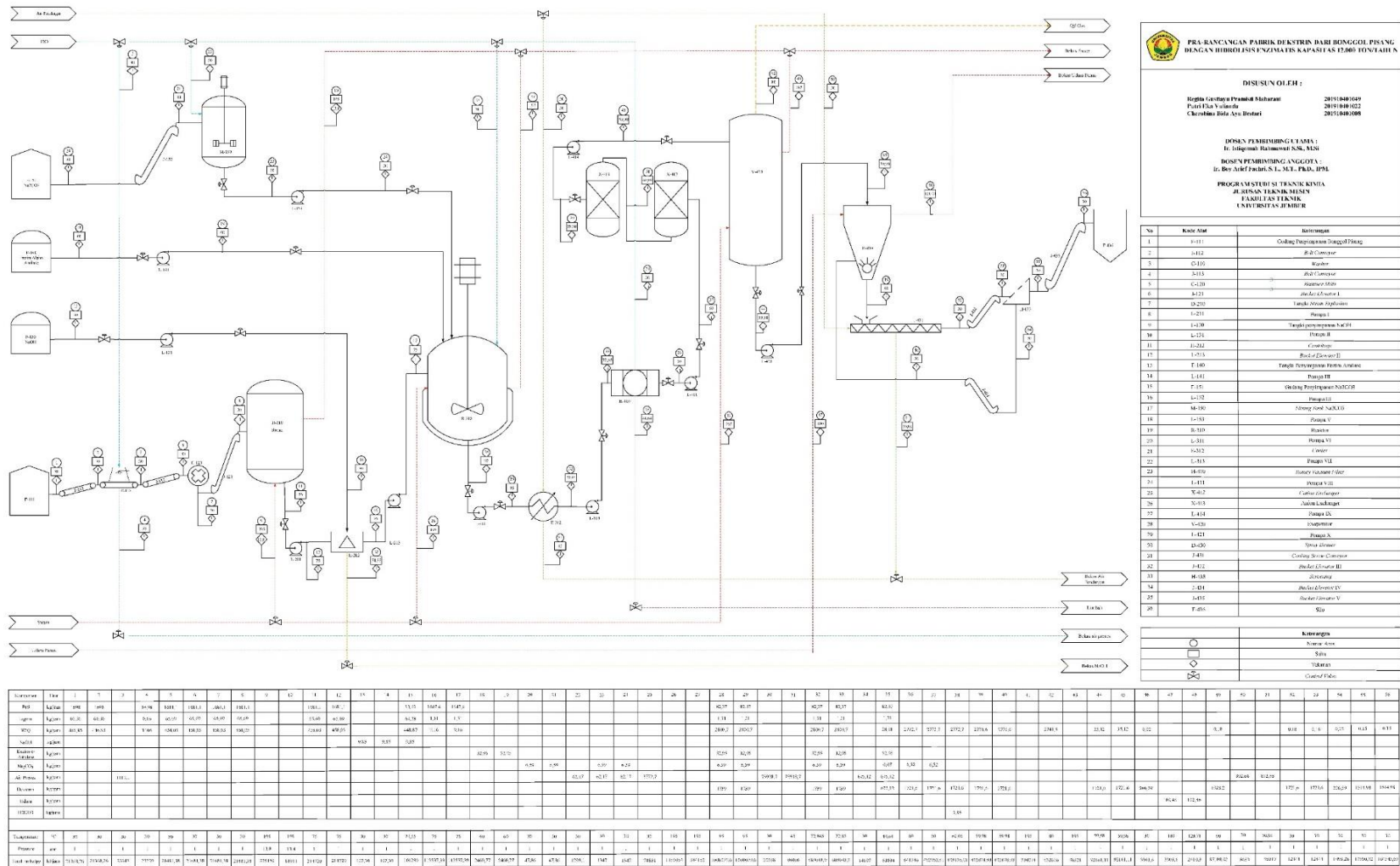
- a. Unit Pengolahan Air
- b. Unit Pengadaan Steam
- c. Unit Pengadaan Tenaga Listrik
- d. Unit Bahan Bakar
- e. Unit Pengolahan Limbah

Unit pengolahan air disediakan lebih banyak karena perlu adanya perhitungan faktor keamanan dan kebocoran saat pengaliran air, maka total air yang dibutuhkan sebanyak 9.708,21 kg/jam, kebutuhan steam sebesar 881,20 kg/jam dan unit listrik sebesar 827,50 kW/jam. Unit listrik perlu adanya perhitungan power keamanan sebesar 20% berlebih maka total kebutuhan listrik menjadi 993,00 kW/jam. Bahan bakar yang digunakan terdapat dua jenis yaitu anthracite coal yang berfungsi sebagai pemanas boiler untuk unit pengadaaan steam, massa anthracite coal sebesar 167,04 kg/jam dan diesel fuel sebagai pemutar genset sebagai kebutuhan listrik sekunder, massa diesel fuel sebesar 117,51 kg/jam.

Limbah hasil proses pada pabrik dekstrin yaitu limbah padat dan cair. Limbah padat dan cair yang dihasilkan dari washer (C-110), centrifuge (H-212), dan rotary drum filter (H-240). Pada pabrik dekstrin memiliki kebijakan dalam mengelola limbah yang berkelanjutan dengan bekerja sama langsung dengan pihak ketiga yang memiliki izin resmi dari pemerintah dalam penanganan serta pengelolaan limbah sesuai dengan peraturan yang berlaku. Hal ini dilakukan untuk memastikan bahwa semua limbah padat yang dihasilkan mendapat pengelolaan yang lebih efisien dan tidak diolah sendiri, tetapi diserahkan langsung pada pihak ketiga. Pihak ketiga ini lebih berkuasa dalam pengelolaan limbah serta fasilitas yang memadai untuk mengolah berbagai jenis limbah, baik limbah padat maupun cair, sehingga dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.



PRA-RANCANGAN PABRIK DEKSTRIN DARI BONGGOL PISANG DENGAN HIDROLISIS ENZIMATIS KAPASITAS 12.000 TON/TAHUN



Gambar 1. Flow Diagram Process

4. Analisis Ekonomi

Pabrik dapat dikatakan layak untuk didirikan dapat ditinjau berdasarkan evaluasi ekonomi. Tujuan dari evaluasi ekonomi yaitu untuk mengetahui besar kecilnya keuntungan yang didapatkan berdasarkan kapasitas produksi tertentu. Hasil evaluasi ekonomi pabrik dekstrin terdapat pada Tabel 2 berikut:

Tabel 2 Parameter Kelayakan Ekonomi

No	Parameter	Hasil Perhitungan
1.	TCI	Rp. 1.644.082.069.797,20
2.	TPC	Rp. 1.065.253.510.267,83
3.	Untung	Rp. 121.271.840.757,87
4.	POT	4,32 Tahun
5.	ROI	8,20 %
6.	BEP	41,78%

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa, pabrik dekstrin memiliki kapasitas produksi sebesar 12.000 ton/tahun dengan proses yang digunakan yaitu hidrolisis enzim. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT). Pabrik dekstrin dari bonggol pisang direncanakan berdiri pada tahun 2027 di wilayah Dusun Krajan, Papringan, Kecamatan Klakah, Kabupaten Lumajang. Pabrik beroperasi kontinu 24 jam selama 330 hari/tahun dengan tenaga kerja sebanyak 184 karyawan. Evaluasi ekonomi diperoleh waktu pengembalian modal selama 4,32 tahun, nilai ROI sebesar 8,10%, dan BEP sebesar 41,78%. Berdasarkan evaluasi ekonomi yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa Pabrik Dekstrin dengan kapasitas 12.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

Daftar Pustaka

- Adrian, A., Syaiful, A.Z., Ridwan, R. dan Hermawati, H., 2020, "Sakarifikasi Pati Ubi Jalar Putih Menjadi Gula Dekstrosa Secara Enzimatis.", *Jurnal Saintis*, 1(1), hal.1-12.
- Badai, M., Thahir, R., dan Damayanti, J.D., 2020, "The Dextrin Production as a Modified Starch from Cassava through Hydrolysis of α -Amylase Enzyme.", *Indonesian Journal of Chemical Technology*, 1(1), hal.14-19.
- Brandam, C., Meyer, X.M., Proth, J., Strehaiano, P. dan Pingaud, H., 2003, "An original kinetic model for the enzymatic hydrolysis of starch during mashing.", *Biochemical Engineering Journal*, 13(1), hal.43-52.
- Brownell dan Young., 1959, "Process Equipment Design.", John Willey and Sons.
- Dewi, H.K., Puspasari, D.A. dan Widjaja, A., 2014, "Pra Desain Pabrik Sorbitol dari Tepung Tapioka dengan Hidrogenasi Katalitik.", *Jurnal Teknik ITS*, 3(1), hal. F33-F38.
- Fadillah, M.F., Hariadi, H., Rezaldi, F. dan Setyaji, D.Y., 2022, "Karakteristik biokimia dan mikrobiologi pada larutan fermentasi kedua kombucha bunga telang (*Clitoria Ternatea* L) sebagai inovasi produk bioteknologi terkini.", *Jurnal Biogenerasi*, 7(2), hal.19-34.
- Geankoplis, C.J., 2003, "Transport Processes and Separation Process Principles: Includes Unit Operations.", Prentice Hall Professional Technical Reference.
- Himmelblau, D.M., 1989, "Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering", Fifth Edition, Singapore.
- Kern, D.Q., 1950, "Process Heat Transfer, International Student Edition.", Mc Graw [1] Hill, New York.
- Mc Cabe, Smith dan Harriot, 1993, "Unit Operations of Chem Engineering", 5 Th. Edition, Mc Graw Hill, Inc. New York.
- Kusnarjo., 2010, "Perancangan Pabrik Kimia.", ITS Press.
- Marwati, S., 2013, "Pemanfaatan Limbah Bonggol Pisang Sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioetanol.", *Jurnal Sains Dasar*, 2(1).
- Ludwig, E. E., 1997, "Applied Process Design (3rd ed, Vol. 1).", Gulf Professional Publishing.
- Peters, M.S., Timmerhaus, K.D. dan West, R.E., 2003, "Plant Design and Economics For Chemical Engineers.", Mcgraw-Hill Chemical Engineering Series. Mcgraw-Hill Education.
- Perry, R.H And, Green, D., 1978, "Perry's Chemical Engineer's Handbook, 8th Ed.".
- Risnoyatningsih, S., 2011, "Hydrolysis of Starch Saccharides from Sweet Potatoes Using Enzyme.", *Jurnal Teknik Kimia*, 5(2), hal.417-424.
- Saputra, B.Y.E., Fahmi, M.F. and Widjaja, T., 2022, "Fraksinasi Lignoselulosa dari TKKS dengan Metode Steam Explosion





- Pretreatment Disertai Penambahan Asam Formiat.”, *Jurnal Teknik ITS*, 11(2), hal.F67-F72.
- Smith, J.M. dan Van Ness, H.C., 1996, “Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics, 5th Ed.”
- Sumaiyah., Wiliantari, S., dan Karsono, 2018, “Preparation and Characterization of Dextrin Obtained from *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott Starch with Acid Catalyst and Enzymatic Methods.”, *Indonesian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 1(2), hal.47 –53.
- Supriyatna, N., 2012, “Produksi dekstrin dari ubi jalar asal pontianak secara enzimatis.”, *Biopropal Industri*, 3(2), hal.51-56.
- Surfiana, S., Nurdjanah, S., Kalsum, N., dan Verdini, L., 2013, “Produksi Dekstrin Ubikayu Melalui Metode Gelatinisasi Sebagian Menggunakan Rotary Drum.”, *Jurnal Teknologi & Industri Hasil Pertanian*, 18(1), 28-41.
- Timmerhaus, 2003, “Plant Design and Economics for Chemical Engineers.”, Mc Graw-Hill.
- Ulrich, G. D., dan Wiley, J., 1984, “A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics”.
- Walas, S. M., 1990, “Chemical Process Equipment.”, British Library Caraloguing in Publication.
- Yaws, C. L., 1999, “Chemical Properties Handbook.” McGraw-Hill.

