PRARANCANGAN PABRIK *XYLITOL* DARI AMPAS TEBU DENGAN METODE HIDROGENASI KATALITIK KAPASITAS 1.600 TON/TAHUN

Alvin Siva Ananda[1], Yunita Virda Uzinuzulla[1,*], Davina Aurelia Mada Arifin[1,], Ditta Kharisma Yolanda Putri[1], Yukti Nurani[1], Meta Fitri Rizkiana[1],

[1]Program Studi S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Uniiversitas Jember Jl. Kalimantan No. 37, Jember Jawa Timur, 68121
E-mail: yunitavirda621@gmail.com

Abstrak

Desain pabrik xylitol menggunakan bahan baku ampas tebu dirancang dengan kapasitas produksi 1.600 ton/tahun. Kapasitas produksi hariannya adalah 4.848 kg/hari. Pabrik ini akan didirikan di Kawasan Industri Gresik Roomo, Kabupaten Gresik, Jawa Timur dengan waktu produksi 330 hari/tahun. Proses produksi terdiri dari lima tahap persiapan bahan baku, hidrolisis, pemurnian xilosa, hidrogenasi, dan pemurnian xylitol. Tahap Hidrolisis berlangsung secara kontinu dalam Continuous Flow Stirred Tank Reactor (CSTR) yang dilengkapi pengaduk, dengan kondisi operasi suhu 80°C dan tekanan 1 atm selama 4 jam. Tahap Hidrogenasi yang yang digunakan berjenis Fixed Bed Reactor (FBR) dengan kondisi operasi pada suhu 100°C dan tekanan 20 atm selama 30 menit untuk menghasilkan xylitol. Reaksi ini berlangsung berlangsung secara endotermis dengan bantuan katalis Ruthenium dengan kemurnian produk yang dihasilkan sebesar 96% xylitol. Bentuk perusahaan yang dipilih adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan jumlah karyawan sebanyak 108 orang yang terdiri dari karyawan shift dan non shift. Berdasarkan evaluasi ekonomi, Annual Cash Flow (ACF) sebesar 33,31%, Pay Out Time (POT) sebesar 2,7 tahun, dan Break Event Point (BEP) sebesar 43,96%.

Kata kunci : Ampas *tebu, Xilanase, Ruthenium, Hidrogenasi, Xylitol*

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara dengan kebutuhan tinggi terhadap *xylitol*, tetapi hingga saat ini masih bergantung pada impor untuk memenuhi permintaan tersebut. Hal ini disebabkan karena tidak tersedia pabrik *xylitol* yang beroperasi di Indonesia. Negara-negara yang menjadi pemasok utama *xylitol* ke Indonesia antara lain Amerika Serikat, Cina, India, dan Jepang. Impor *xylitol* di Indonesia mengalami pertumbuhan rata-rata sebesar 53% pada periode 2010-2022 (Kertawidjaja et al., 2023). Di tingkat global, pasar *xylitol* diprediksi akan terus berkembang hingga mencapai nilai $1,37 miliar pada tahun 2023 (Azizah, 2019).

Ampas tebu (*bagasse*) merupakan limbah padat hasil perasan batang tebu dalam proses produksi gula. Sebagai biomassa lignoselulosa, ampas tebu mengandung kadar karbon yang tinggi. Kandungan hemiselulosa yang kaya xilosa menjadikan ampas tebu berpotensi besar sebagai bahan baku produksi *xylitol*, yaitu gula alkohol rendah kalori yang banyak digunakan dalam industri pangan dan farmasi. Selama ini, pemanfaatan ampas tebu masih terbatas, seperti untuk bahan bakar pemasakan nira, bahan baku pulp dalam industri kertas, dan kadang digunakan masyarakat sekitar sebagai bahan bakar rumah tangga (Purnawan et al., 2021).

Xylitol memiliki rumus kimia $C_5H_{12}O_5$ dan termasuk dalam kelompok gula alkohol jenis pentiol yang berperan sebagai pemanis alam. *Xylitol* sering dipilih sebagai pengganti sukrosa karena memiliki tingkat kemanisan yang hampir setara, yaitu berkisar antara 0,8 hingga 1,0 (Purnawan et al., 2021). Selain itu, *xylitol* memiliki sifat antikariogenik dan kariostatik, sehingga banyak digunakan dalam industri makanan, farmasi, serta perawatan gigi (Wahyuni et al., 2004). Dalam sektor-sektor tertentu, *xylitol* digunakan secara luas karena manfaat kesehatan dan sifatnya sebagai pemanis yang lebih aman. Beberapa sektor dimana *xylitol* sering digunakan yaitu industri makanan dan minuman, industri perawatan gigi (Benahmed et al., 2020).

Perkembangan kebutuhan *xylitol* di Indonesia digunakan sebagai pertimbangan untuk memilih kapasitas produksi. Kapasitas produksi pabrik dapat ditentukan dengan analisis ekspor, impor, produksi, perkiraan nilai peredaran suatu produk pada tahun berdirinya pabrik, dan konsumsi pasar dari tahun ke tahun sehingga diperoleh peluang kapasitas. Menurut pasar global, berdasarkan CAGR (*Compound Annual Growth Rate*) konsumsi *xylitol* meningkat sejak tahun 2018 sebesar 4,44%, dan persen pertumbuhan *xylitol* dari tahun 2018 hingga 2023 meningkat sebsar 7,79%. Pasar kemudian diperkirakan akan tumbuh pada CAGR sebesar 8,29% mulai tahun 2028 hingga 2033. Perhitungan kapasitas pabrik baru menggunakan metode disqounted dari buku (Kusnarjo, 2010) "Desain Pabrik Kimia". Peningkatan kebutuhan *xylitol* di Indonesia pada tahun 2014 hingga 2024 terdapat

pada Tabel 1 berikut :

Tabel 1. Data *Xylitol* di Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2025)

Tahun	Jumlah (kg/tahun)	
	Ekspor	Impor
2014	123	579.464
2015	55	891.788
2016	5	990.266
2017	100	756.537
2018	170,32	900.598
2019	3,12	1.012.098
2020	0	994.199
2021	2	1.014.220
2022	27.067,20	1.250.989
2023	2.404,69	864.612
2024	4	1.095.223

(Sumber : Badan Pusat Statistik, 2025)

Kapasitas produksi *xylitol* dibuat berdasarkan peningkatan impor, produksi, konsumsi, dan ekspor nasional. Diperkirakan pabrik akan didirikan pada tahun 2028. Metode perhitungan secara discounted digunakan untuk memproyeksikan kebutuhan pasar. Jumlah ekspor pada tahun 2028 dihitung menggunakan persamaan (1) sebagai berikut:

$$m = P(1+i)^n \quad (1)$$

Dengan :

m : Jumlah produk pada tahun 2033 (ton)
P : Jumlah produk pada tahun pertama (ton)
i : Pertumbuhan rata-rata per tahun (%)
n : Selisih tahun yang diperhitungkan

Tabel 2. Proyeksi Pasar *xylitol* di Indonesia Tahun 2028

Proyeksi pada Tahun 2028	Berat (kg/tahun)
Produksi	-
Konsumsi	1.558.164,326
Impor	-
Ekspor	4

Berdasarkan perhitungan peluang kapasitas produksi maka diterapkan kapasitas produksi pabrik baru sebesar 1.558,168 Ton/Tahun. Namun, mengingat perkembangan industri *xylitol* yang cukup bagus maka ditentukan kapasitas sebesar 1.600 Ton/Tahun. Kapasitas tersebut diambil dengan mempertimbangkan beberapa alasan, sebagai berikut:

1. Ketersediaan ampas tebu sebagai bahan baku untuk produksi *xylitol* di Indonesia sangat melimpah
2. Kapasitas tersebut termasuk rendah jika dibandingkan dengan pabrik *xylitol* lain yang sudah berdiri yang tertera dalam tabel 2, akan tetapi kapasitas tersebut dapat memenuhi kebutuhan *xylitol* dalam negeri sehingga mengurangi kegiatan impor hanya untuk memehuni kebutuhan *xylitol* dalam negeri.

2. Uraian Proses

Proses pembuatan *xylitol* menggunakan proses hidrolisis dan hidrogenasi. xylan dihidrolisis menjadi xylosa. Kemudian xylosa dihidrogenasi menjadi *xylitol*. Bahan baku yang digunakan adalah ampas tebu. Bahan pendukung proses pembuatan *xylitol* yaitu enzim xilanse, air (H_2O), gas hidrogen (H_2), dan *Ruthenium carbon*. Produk utama yang dihasilkan yaitu *xylitol* ($C_5H_{12}O_5$). Pembuatan *xylitol* ini melalui lima tahapan proses yaitu:

1. Tahap persiapan bakan baku

Proses ini diawali dari *Bagasse Storage* (F-111), yang dilengkapi dengan kipas dan ventilasi untuk menjaga suhu ampas tetap stabil pada 30°C. Ampas dari gudang diangkut menggunakan *Belt Conveyor* I (J-112) menuju unit pencuci *Washer* (X-113) guna menghilangkan kotoran yang menempel. Setelah pencucian, menuju *Hammer mill* (C-115) untuk proses pengecilan ukuran (Nuclea et al., 2015). Ukuran partikel hasil keluaran *Hammer mill* berkisar antara 1 s/d 2 mm (US Patent: 0281913A1, 2006). Selanjutnya, partikel ampas diangkut menggunakan *Bucket Elevator* I (J-116) ke dalam tangki *Steam Explosion* (X-110) secara *batch*. Proses ini berlangsung dalam tiga tahap: *pressurization* (tekanan 13 atm dan suhu 191,61°C), *holding* (selama 15 menit), dan *explosion/sudden decompression* (kurang dari 3 menit) (Rocha et al., 2012). Hemiselulosa dalam ampas tebu yang telah mengalami proses *Steam Explosion* memiliki karakteristik yang relatif mudah larut dalam air. Oleh karena itu, dilakukan proses pencucian pada Tangki Pencucian (M-120) dengan penambahan air ke aliran ampas hasil ledakan tekanan (exploded *bagasse*), sehingga terbentuk campuran berupa *slurry*. *Slurry* tersebut kemudian diproses menggunakan *Belt Filter Press* (H-123) untuk memisahkan fase cair yang mengandung hemiselulosa dan air, serta fase padat berupa cake yang terdiri atas selulosa dan lignin (*cellu-lignin cake*).

2. Tahap Hidrolisis

Tahap ini bertujuan untuk menghidrolisis xilan ($C_5H_8O_5$) menjadi xilosa, monomer gula yang dapat dikonversi menjadi *xylitol*. Pada tangki ini, terjadi proses hidrolisis di mana xilan ($C_5H_8O_4$) diurai oleh enzim xilanase menjadi xilooligosakarida dan xilosa ($C_5H_{10}O_5$). Hidrolisis berlangsung secara kontinu dalam *Continuous Flow Stirred Tank Reactor* (CSTR) yang dilengkapi pengaduk, dengan kondisi operasi suhu 80°C dan tekanan 1 atm selama 4 jam (Jaffe et al., 1974). Dalam Reaktor Hidrolisis (R-210), ampas tebu yang telah mengalami *pre-treatment* dicampur dengan air dan enzim xilanase. Pemutusan hemiselulosa oleh air akan membentuk senyawa

xilosa, sesuai dengan persamaan reaksi (2).

$$\underset{\text{(Xilan)}}{(C_5H_8O_5)_{151(s)}} + \underset{\text{(Air)}}{151\,H_2O_{(l)}} \xleftrightarrow{Enzim\ xilanase} \underset{\text{(Xilosa)}}{151C_5H_{10}O_{5(l)}} \quad (2)$$

3. Tahap Pemurnian Xilosa

Setelah proses hidrolisis selesai, campuran yang mengandung xilan ($C_5H_8O_5$), air (H_2O), enzim xilanase, dan xilosa ($C_5H_{10}O_5$) dialirkan ke *Centrifuge* I (H-311) untuk memisahkan fase padat dan cair. Padatan hasil pemisahan kemudian diproses di *Waste Solid Treatment* (WSTP), sementara cairan yang mengandung xilosa dipompa menuju ke *Heater* (E-310) sebelum memasuki Reaktor Hidrogenasi (R-410). Untuk menyesuaikan tekanan dengan kondisi operasi reaktor, larutan tersebut dipompa menggunakan *Compressor* (G-412) pada tekanan 20 atm menuju Reaktor Hidrogenasi (R-410).

4. Tahap Hidrogenasi

Tahap ini bertujuan untuk memperoleh *xylitol* dengan mereaksikan xilosa ($C_5H_{10}O_5$) dengan gas hidrogen (H_2). Pada Reaktor Hidrogenasi (R-410), larutan xylosa dihidrogenasi dengan bantuan katalis *Ruthenium* sebanyak 5% dari massa xylosa (Barone et al., 2024). Larutan xilosa kemudian dipompa menuju ke *Heater* (E-310) digunakan untuk menaikkan suhu larutan xilosa menjadi 100°C dan diumpankan kedalam reaktor hidrogenasi (R-410) sebagai umpan atas. Pada alur lain, gas hidrogen dikompress ke Reaktor Hidrogenasi (R-410) menggunakan *Compressor* (G-412) hingga bertekanan 20 atm dan bertemperatur 100°C dari tangki penyimpanan Hidrogen (F-412). Reaktor Hidrogenasi yang digunakan berjenis *Fixed Bed Reactor* (FBR) dengan kondisi operasi pada suhu 100°C dan tekanan 20 atm selama 30 menit untuk menghasilkan *xylitol* (Baudel et al., 2005). Reaksi ini berlangsung berlangsung secara endotermis dengan bantuan katalis *Ruthenium* dengan konversi yang dihasilkan mencapai 99%. Hasil keluaran reaktor berupa gas hidrogen yang masih mengadung sedikit larutan *xylitol* dialirkan menuju *Knock Out Drum* (F-413) untuk memisahkan komponen gas hidrogen dan sebagian kecil larutan *xylitol*. Pemisahan komponen pada *Knock Out Drum* (F-413) dilakukan dengan menggunakan prinsip adanya gaya gravitasi. Proses reaksi hidrogenasi *xylitol* yang terjadi sesuai dengan persamaan (3) sebagai berikut:

$$\underset{\text{(Xilosa)}}{(C_5H_{10}O_5)_{(aq)}} + \underset{\text{(hidrogen)}}{H_{2(g)}} \xleftrightarrow{Enzim\ xilanase} \underset{(Xylitol)}{C_5H_{12}O_{5(aq)}} \quad (3)$$

5. Tahap Pemurnian *Xylitol*

Setelah melewati *Knock Out Drum* (F-413) untuk memisahkan gas, aliran cairan diarahkan ke *Evaporator* (V-420) guna menurunkan kadar air. Umpan yang masuk ke *evaporator* memiliki kandungan air sebesar 68,03%. Dengan efisiensi 95%, alat ini mampu memekatkan larutan *xylitol* dari 32% hingga mencapai 89% (Ferreira et al., 2006). Larutan pekat tersebut selanjutnya dipompa menuju *Centrifuge* II untuk pemisahan lebih lanjut sebelum didinginkan di *Cooler* (E-422) hingga mencapai suhu sekitar 60 °C (Ferreira et al., 2006). Setelah proses pendinginan, larutan dialirkan ke *Crystallizer* (X-510) untuk pembentukan kristal. Oleh karena itu, Purnawan et al., (2021) melanjutkan ke tahap kristalisasi xilitol dan menghasilkan perolehan xilitol murni dengan tingkat kemurnian 96 %. Produk kristal kemudian masuk ke *Ball Mill* untuk penyeragaman ukuran menjadi sekitar 0,8 mm. Kristal yang dihasilkan disaring menggunakan *Vibrating Screener* (X-513) untuk memastikan keseragaman ukuran. Produk akhir yang memenuhi spesifikasi kemudian diangkut menuju tempat penyimpanan *xylitol* (F-515) dengan menggunakan *Bucket Elevator* III (J-514).

3. Neraca Massa & Neraca Energi

Perhitungan neraca massa adalah prinsip mendasar dalam merancang desain suatu pabrik. Neraca massa dapat menentukan kapasitas produksi, kebutuhan bahan baku, kebutuhan unit utilitas, dan faktor-faktor lain yang terkait dalam perhitungan tersebut. Perhitungan neraca massa Pra-rancangan Pabrik *Xylitol* didasarkan pada data berikut:

Tabel 3. Neraca Massa Aliran

Nama alat	Input (kg)	Output (kg)
Bagasse Storage (F-111)	1945,918	1945,918
Washer (X-113)	2918,877	2918,877
Belt Conveyor II (J-114)	1965,377	1965,377
Hammer Mill (C-115)	1965,377	1965,377
Steam Explosion (X-110)	2216,308	2216,308
Cyclone (H-117)	2216,308	2216,308
Tangki Pencucian (M-120)	2948,065	2948,065
Filter Press (H-123)	2948,065	2948,065
Reaktor Hidrolisis (R-210)	2977,254	2977,254
Centrifuge I	2977,254	2977,254

(H-311)		
Reaktor Hidrogenasi (R-410)	1803,637	1803,637
Knock Out Drum (F-413)	1803,637	1803,637
Evaporator (V-420)	1788,406	1788,406
Centrifuge II (H-421)	632,644	632,644
Crystallizer (X-510)	520,716	520,716
Ball Mill (C-115)	548,122	548,122
Vibrating Screener (X-513)	548,122	548,122

Tabel 4. Neraca Energi Aliran

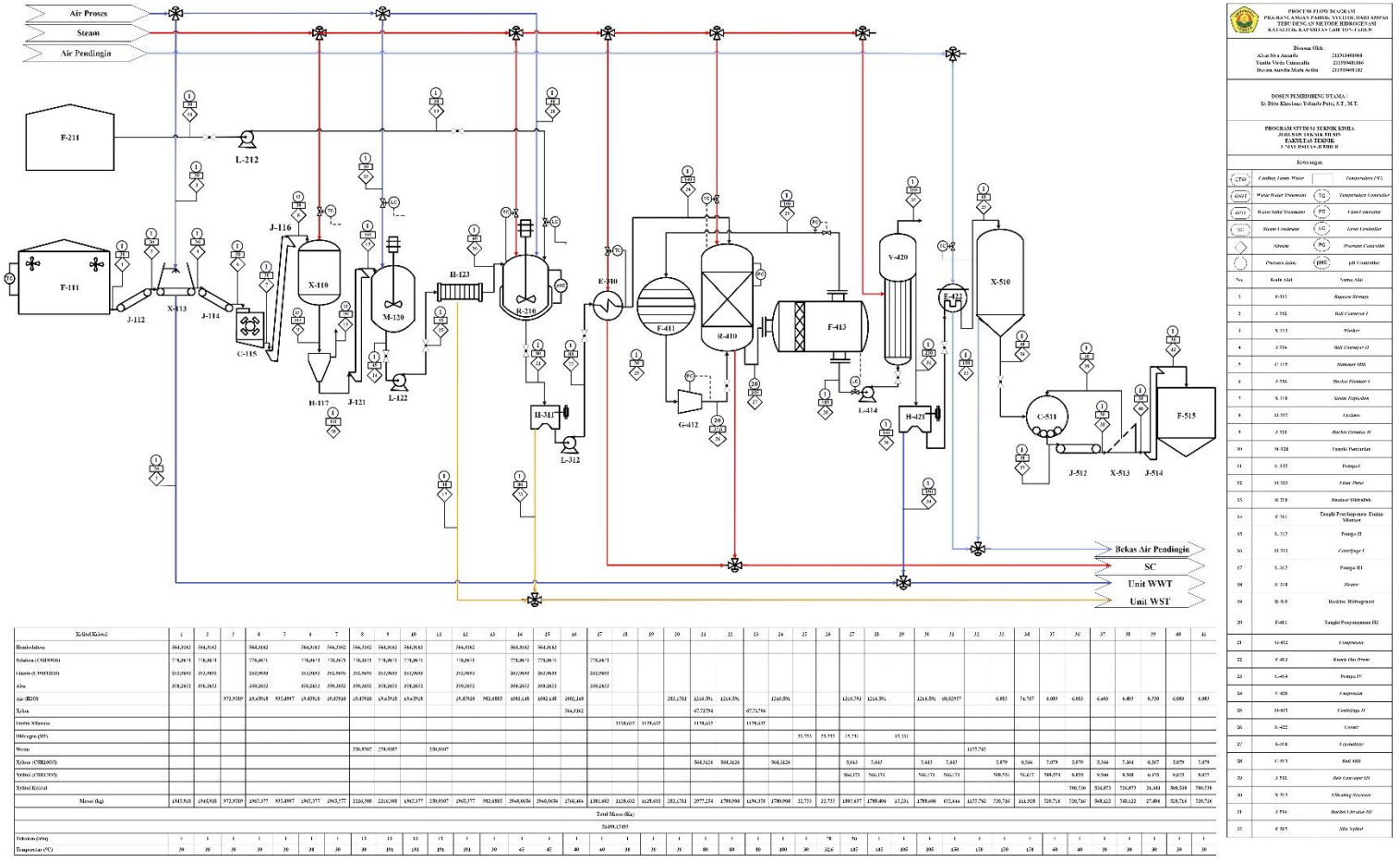
Nama alat	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)
Steam Explosion (X-110)	715371,917	715371,917
Reaktor Hidrolisis (R-210)	423552,409	423552,409
Heater (E-310)	460291,085	460291,085
Reaktor Hidrogenasi (R-410)	468939,970	468939,970
Evaporator (V-420)	471511,994	471511,994
Cooler (E-422)	205855,76	205855,76
Crystallizer (X-510)	55657,298	55657,298

4. Utilitas

Unit pendukung proses atau juga dikenal sebagai unit utilitas memainkan peran penting dalam mendukung proses pabrik. Utilitas sangat penting dalam menjaga operasi pabrik tetap stabil dan efisien. Tanpa unit utilitas yang memadai, proses produksi tidak dapat berjalan dengan baik dan efisien. Unit utilitas juga berperan dalam menjaga keselamatan dan keamanan operasi pabrik. Berdasarkan kebutuhan, utilitas yang dibutuhkan dalam prarancangan pabrik pembuatan *xylitol* sebagai berikut :

1. Unit Pengadaan Air
2. Unit Kebutuhan Steam gik
3. Unit Pengadaan Listrik
4. Unit Bahan Bakar
5. Unit Pengolahan Limbah

Berdasarkan hasil dari perhitungan, jumlah kebutuhan air sebesar 7.031,659 kg/jam, sedangkan kebutuhan steam sebesar 540,603 kg/jam. Kebutuhan utama yaitu listrik pada pabrik *xylitol* akan disuplai dari Perusahaan Listrik Negara (PLN), yakni PLTGU PT. PLN Gresik. Selain itu, akan digunakan suplai daya cadangan dengan menggunakan diesel (generator) untuk mendukung kondisi gangguan pemadaman atau maintenance penyedia listrik utama. Total pengadaan listrik yang dibutuhkan untuk proses produksi sebesar 285,144 kW/jam. Kebutuhan bahan bakar sebesar 169,85 lb/jam.



Xylitol Kristal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41
Hemiselulosa	564,2182	564,2182		564,2182		564,2182	564,2182	564,2182	564,2182	564,2182		564,2182		564,2182	564,2182																										
Selulosa (C6H10O5)n	778,2671	778,2671		778,2671		778,2671	778,2671	778,2671	778,2671	778,2671		778,2671		778,2671	778,2671		778,2671																								
Lignin (C104H132O30)	2012,9691	2012,9691		2012,9691		2012,9691	2012,9691	2012,9691	2012,9691	2012,9691		2012,9691		2012,9691	2012,9691		2012,9691																								
Abu	308,2012	308,2012		308,2012		308,2012	308,2012	308,2012	308,2012	308,2012		308,2012		308,2012	308,2012		308,2012																								
Air (H2O)			972,9709	49,4858	932,4997	49,4858	49,4858	49,4858	49,4858	49,4858		49,4858	982,4885	4982,448	4982,448	4982,448				282,1781	4216,594	4216,594		4216,594		4216,594	4216,594		4216,594	60,82927		6,081	74,747	6,083	6,083	6,469	6,483	0,320	6,083	6,083
Xylan															566,3162												87,73794													
Furfur Xilosisa																	1158,635	1179,635									1179,635													
Hidrogen (H2)																									35,755	35,755	35,755		35,755											
Metan								330,8507	278,9387		330,8507																					1157,742									
Xylosa (C5H10O5)																				568,3624	568,3624			568,3624			5,683	5,683		5,683	5,683	5,879	0,568	5,879	5,879	5,364	5,364	0,267	5,879	5,879
Xylosa (C5H12O5)																											966,173	966,173		966,173	966,173		589,551	54,417	589,554	9,855	9,566	9,568	0,455	9,855	9,855
Xylitol Kristal																																				566,316	516,853	526,853	26,344	566,316	566,316
Massa (kg)	1943,810	1943,810	972,9709	3907,377	932,4997	3907,377	3907,377	2216,508	2216,508	3907,377	330,8507	3907,377	982,4885	5948,0656	5948,0656	4566,486	4381,402	1628,632	1628,632	282,1781	2977,254	4789,984	1434,378	4789,984	22,733	22,733	4893,677	4789,404	13,231	4789,404	452,644	1157,742	539,716	444,928	539,714	539,716	548,422	548,422	27,404	528,714	539,714
Total Massa (Kg)	56499,17493																																								
Tekanan (atm)	1	1	1	1	1	1	1	13	13	13	13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	70	70	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Temperatur (°C)	30	30	30	30	30	30	30	30	191	191	191	191	30	65	65	40	60	30	30	30	80	80	80	100	30	32,6	187	187	187	195	195	150	150	150	150	60	40	30	30	30	30	30

PROCESS FLOW DIAGRAM PRA-RANCANGAN PABRIK XYLITOL DARI AMPAS TEBU DENGAN METODE HIDROGENASI KATALITIK KAPASITAS 1.600 TON/TAHUN	
Disusun Oleh : Alvian Siva Ananda 2115104010 Vanilla Verda Gunawalla 2115104100 Desma Aurelia Maia Arlin 2115104182	
DOSEN PEMBIMBING UTAMA : Ir. Dina Kusviana Yolanda Putri, S.T., M.T.	
PROGRAM STUDI S1 TEKNIK KIMIA JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS RIAU	
Keterangan	
CTW Cooling Tower Water	Temperature (°C)
WWT Waste Water Treatment	TC Temperature Controller
WST Water Solid Treatment	FC Flow Controller
SC Steam Condensate	LC Level Controller
Stream	PC Pressure Controller
Pressure Gauge	pHC pH Controller

No.	Kode Alat	Nama Alat
1	F-111	Bagasse Storage
2	J-112	Belt Conveyor I
3	X-113	Washer
4	J-114	Belt Conveyor II
5	C-115	Hammer Mill
6	J-116	Bucket Elevator I
7	X-110	Screw Digester
8	H-117	Cyclone
9	J-121	Bucket Elevator II
10	M-120	Extruder Pencacah
11	L-122	Pompa I
12	H-123	Filter Press
13	R-210	Reaktor Hidrolisis
14	F-211	Tangki Penyimpanan Enzim Nitrogen
15	L-212	Pompa II
16	H-311	Centrifuge I
17	L-312	Pompa III
18	E-310	Heater
19	R-410	Reaktor Hidrogenasi
20	F-411	Tangki Penyimpanan III
21	G-412	Compressor
22	F-413	Knock Out Drum
23	L-414	Pompa IV
24	V-420	Evaporator
25	H-421	Centrifuge II
26	E-422	Cooler
27	X-510	Crystallizer
28	C-511	Ball Mill
29	J-512	Belt Conveyor III
30	X-513	Vibrating Screener
31	J-514	Bucket Elevator III
32	F-515	Silo Xylitol

Gambar 1. *Process Flow Diagram* Pabrik *Xylitol*

5. Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi bertujuan untuk menentukan kebutuhan biaya rancangan pabrik *Xylitol* dari ampas tebu dan jumlah biaya produk per satuan massa (kilogram) sehingga dapat mengetahui keuntungan yang dihasilkan dan mengetahui kelayakan dalam mendirikan suatu pabrik, selain itu juga sebagai dasar dalam memberikan perkiraan atau estimasi investasi modal dan besarnya laba atau keuntungan yang diperoleh. ada beberapa aspek yang harus dipertimbangkan terkait kelayakan suatu pabrik yaitu:

Pada evaluasi ekonomi terdapat beberapa aspek yang harus dipertimbangkan terkait kelayakan suatu pabrik sebagai berikut:

1. *Annual Cash Flow* (ACF)
2. *Pay Out Time* (POT)
3. *Net Profit Over Total Life of the Project* (NPOTLP)
4. *Total Capital Sink* (TCS)
5. *Rate of Return* (ROR)
6. *Discounted Cash Flow Rate of Return* (DCF-ROR)
7. *Break Event Point* (BEP)

Hasil evluasi kelayakan ekonomi pabrik butil asetat dapat dilihat pada Tabel 5 sebagai berikut :

Tabel 5. Rangkuman Evaluasi Ekonomi Pabrik

Nama Parameter	Nilai	Kesimpulan
Annual Cash Flow (ACF)	33,31%	ACF > 15%, pabrik layak
Pay Out Time (POT)	2,7 tahun	POT < ½ umur pabrik, pabrik layak didirikan
Net Profit Over Total Life of the Project (NPOTLP)	Rp 304 Miliar	NPOTLP > TCI + jumlah bunga pinjaman, pabrik layak didirikan
Total Capital Sink (TCS)	Rp 227 Miliar	TCS > TCI, pabrik layak didirikan
Rate of Return (ROR)	28,01%	ROR > 15%, pabrik layak didirikan
Discounted Cash Flow Rate of Return (DCF-ROR)	31,93%	DCF-ROR > 15%, pabrik layak didirikan
Break Event Point (BEP)	43,96%	BEP, antara 40% < 45% < 60%, Pabrik layak didirikan

6. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan perhitungan yang terdapat pada bab sebelumnya, dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut:

1. Pabrik *xylitol* dari ampas tebu akan didirikan di Kawasan Industri Gresik Roomo, Kabupaten Gresik, Jawa Timur.
2. Bahan baku berupa ampas tebu yang dibutuhkan untuk memenuhi kebutuhan produksi pada pabrik ini adalah 4.848 kg/hari atau 1.600 ton/tahun dengan produk *Xylitol* 96%.
3. Pabrik ini direncanakan beroperasi secara kontinyu selama 330 hari/tahun dan 24 jam/hari.
4. Bentuk badan usaha yang direncanakan pada pabrik ini adalah perseroan terbatas (PT) dengan jumlah karyawan sebanyak 108 orang.
5. Berdasarkan evaluasi ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik *xylitol* dari ampas tebu dengan kapasitas produksi 1.600 ton/tahun ini layak didirikan.

Daftar Pustaka

Azizah, N. (2019). Biotransformation of *Xylitol* Production from Xylose of Lignocellulose Biomass Using Xylose Reductase Enzyme: Review. *J Food Life Sci*, *3*(2), 103–112.

Barone, A., De Liso, B. A., Grénman, H., Eränen, K., Taddeo, F., Imparato, C., Aronne, A., Russo, V., Di Serio, M., & Salmi, T. (2024). Xylose Hydrogenation Promoted by Ru/SiO2 Sol–Gel Catalyst: From Batch to Continuous Operation. *Processes*, *12*(1). https://doi.org/10.3390/pr12010027

Baudel, H. M., de Abreu, C. A. M., & Zaror, C. Z. (2005). *Xylitol* production via catalytic hydrogenation of sugarcane *bagasse* dissolving pulp liquid effluents over Ru/C catalyst. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology*, *80*(2), 230–233. https://doi.org/10.1002/jctb.1155

Benahmed, A. G., Gasmi, A., Arshad, M., Shanaida, M., Lysiuk, R., Peana, M., Pshyk-titko, I., Adamiv, S., Shanaida, Y., & Bjørklund, G. (2020). Health benefits of *xylitol*. *Applied Microbiology and Biotechnology*, *104*, 7225–7237.

Ferreira, J. A., Teixeira, C. O., & Sergio Murilo Soares. (2006). *US0281913A1*.

Jaffe, G. M., Szkrybalo, W., & Weinert, P. H. (1974). Us3784408. In *Us3784408*.

Kertawidjaja, B. S., Pujianto, T., & Mardawati, E. (2023). Evaluasi Kelayakan Finansial dan Nilai Tambah pada Pemanfaatan Tandan Kosong Kelapa Sawit menjadi Xilitol Financial

Feasibility and Value-added Evaluation of OPEFBs Valorization into *Xylitol*. *Biomass, Biorefinery and Bioeconomy*, *1*(2), 61–67.

Kusnarjo. (2010). *Alat Pmindah Panas*.

Nuclea, S., Kurnia Hariandini, D., & Pembimbing ProfDrIrDanawati Hari Prajitno, D. (2015). *Pabrik Pulp Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Dengan Proses Acetocell*.

Purnawan, A., Thontowi, A., Kholida, L. N., & Perwitasari, U. (2021). Hidrolisis Biomasa Lignoselulosa Untuk Xilitol. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, *19*(3), 485–496. https://doi.org/10.14710/jil.19.3.485-496

Rocha, G. J. M., Martín, C., da Silva, V. F. N., Gómez, E. O., & Gonçalves, A. R. (2012). Mass balance of pilot-scale pretreatment of sugarcane *bagasse* by steam explosion followed by alkaline delignification. *Bioresource Technology*, *111*, 447–452. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2012.02.005

Wahyuni, Susilowati, A., & Setyaningsih, R. (2004). Optimation xilitol production with variation of sugar cane *bagasse* hemicellulose hydrolysate concentration by Candida tropicalis. *Biofarmasi Journal of Natural Product Biochemistry*, *2*(1), 29–34. https://doi.org/10.13057/biofar/f020105