

PRARANCANGAN PABRIK KIMIA ASAM SITRAT DARI SINGKONG (*Manihot esculenta*) MENGGUNAKAN PROSES *SUBMERGED* *FERMENTATION* DENGAN KAPASITAS 63.000 TON/TAHUN

Ani Riska Sari¹, Debby Aurellia Hidayat¹, Faizatuz Zahroh¹, Helda Wika Amini¹

¹Program Studi S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jember
Jl. Kalimantan No. 37, Jember Jawa Timur, 68121

*Corresponding Author: debbyaurellia346@gmail.com

Abstrak

*Pabrik asam sitrat berbahan baku singkong dirancang dengan kapasitas 63.000 ton/tahun dengan waktu operasi 330 hari per tahun. Pabrik direncanakan akan didirikan di Kecamatan Gunungsugih, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung. Pada pra-rancangan ini, pembuatan asam sitrat dilakukan melalui proses fermentasi dengan beberapa tahapan utama, yaitu persiapan bahan baku, proses likuifikasi, sakarifikasi, fermentasi, pemurnian, kristalisasi, serta pengemasan produk. Proses fermentasi dilakukan dengan menggunakan mikroorganisme *Aspergillus niger* untuk mengubah substrat singkong menjadi asam sitrat dengan rendemen tinggi. Bentuk badan usaha pabrik ini adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan jumlah tenaga kerja sebanyak 190 orang. Hasil analisa ekonomi menunjukkan bahwa total modal yang dibutuhkan sebesar \$ 31.265.225 dengan ongkos produksi tahunan sebesar \$ 171.769.946 dan keuntungan bersih per tahun sebesar \$ 19.662.041. Waktu pengembalian modal diperoleh selama 1,66 tahun dengan laju pengembalian modal (ROI) sebesar 54%, titik impas (break even point) sebesar 44,89% dan titik henti (shut down point) sebesar 24,65%. Berdasarkan evaluasi ekonomi dapat disimpulkan bahwa pabrik asam sitrat dari singkong dengan kapasitas 63.000 ton/tahun layak untuk didirikan.*

Kata kunci : asam sitrat, analisa ekonomi, fermentasi, pemurnian produk samping, singkong

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara agraris dengan potensi pertanian melimpah, salah satunya tanaman singkong (*Manihot esculenta*). Singkong menjadi komoditas unggulan yang tumbuh subur di berbagai daerah dan penting sebagai bahan pangan alternatif maupun bahan baku industri. Berdasarkan data Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, produksi singkong nasional pada 2024 mencapai 17,12 juta ton, naik 360 ribu ton dari tahun sebelumnya (Kementerian Pertanian, 2018). Provinsi Lampung menyumbang produksi terbesar sekitar 6,02 juta ton atau 35,15% (BPS, 2023). Kandungan utamanya meliputi air, pati, serat, lemak, dan abu (Kundera et al., 2022; Kardhinata et al., 2019; Barret & Darnardjati, 2015).

Salah satu produk turunan bernilai tinggi dari singkong adalah asam sitrat, senyawa organik dengan rumus $C_6H_8O_7$

yang termasuk kelompok asam karboksilat trivalen (Perwitasari et al., 2020). Asam sitrat banyak digunakan di industri makanan, farmasi, dan

kosmetik. Senyawa ini dihasilkan melalui fermentasi pati singkong menggunakan mikroorganisme *Aspergillus niger*. Pati dihidrolisis menjadi glukosa lalu difermentasi menjadi asam sitrat, kemudian dimurnikan dan dikristalisasi agar layak dipakai (Kusuma et al., 2019). Meski bahan baku melimpah, Indonesia masih mengimpor asam sitrat karena kapasitas produksi dalam negeri belum mencukupi (BPS, 2024).

Pati singkong yang tinggi, harga yang kompetitif, dan ketersediaan merata menjadikannya bahan baku potensial untuk industri kimia dan bioteknologi (Amalia et al., 2020). Produksi stabil mendukung pengembangan produk turunan seperti asam sitrat. Kebutuhan global mencapai 2,5 juta ton per tahun, dengan China menguasai

menguasai lebih dari 50% pasar (Prasetyo, 2025). Nilai pasarnya diperkirakan menembus USD 5,6 miliar pada 2030. Pengembangan industri ini dapat memperkuat daya saing, mengurangi impor, meningkatkan pendapatan petani, dan mendukung



ekonomi nasional berkelanjutan (Abyan & Ridho, 2023).

Kapasitas produksi merupakan kemampuan maksimal pabrik menghasilkan produk dalam periode tertentu dengan memanfaatkan fasilitas secara optimal. Dalam menentukan kapasitas produksi asam sitrat, salah satu pertimbangan utamanya adalah dari perkiraan kebutuhan di Indonesia, yang dapat dianalisis dari data ekspor dan impor tiap tahun untuk memproyeksikan kebutuhan di masa depan. Kebutuhan asam sitrat di Indonesia semakin meningkat dari tahun ke tahun yang dapat dilihat dari Tabel 1 dan Tabel 2 data ekspor dan impor, serta pertumbuhannya sebagai berikut:

Tabel 1 Kebutuhan Ekspor Asam Sitrat di Indonesia

No.	Tahun	Jumlah (ton)	Pertumbuhan (%)
1	2020	69,3606	
2	2021	43,1563	-37,78
3	2022	37,7453	-12,54
4	2023	186,2998	393,57
5	2024	46,7325	-74,92
Pertumbuhan Rata-rata			67,08

Tabel 2 Kebutuhan Impor Asam Sitrat di Indonesia

No.	Tahun	Jumlah (ton)	Pertumbuhan (%)
1	2020	25.831,4	
2	2021	42.973,116	66,36
3	2022	85.088,777	98,00
4	2023	34.904,644	-58,98
5	2024	36.423,176	4,35
Pertumbuhan Rata-rata			27,43

Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 rata-rata kenaikan ekspor asam sitrat sebesar 67,08% per tahun dan kenaikan impor asam sitrat rata-rata per tahun adalah 27,43%. Untuk memperkirakan peluang kapasitas produksi pabrik baru pada tahun 2030 dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (1) sebagai berikut (Kusnarjo, 2010):

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \quad (1)$$

Keterangan:

m₁: nilai impor tahun 2030

m₂: produksi pabrik didalam negeri

m₃: kapasitas pabrik yang akan didirikan

m₄: nilai ekspor tahun 2030

m₅: konsumsi dalam negeri tahun 2030

Perkiraan nilai ekspor asam sitrat pada tahun 2030 dapat dihitung dengan persamaan (2) sebagai berikut (Kusnarjo, 2010):

$$m = P + (1+i)^n \quad (2)$$

Keterangan:

P : data besarnya impor/ekspor tahun 2030

m : jumlah produk pada tahun 2030

i : rata-rata kenaikan impor tiap tahun

n : selisih tahun

Berdasarkan perhitungan peluang kapasitas produksi menunjukkan bahwa kapasitas pabrik asam sitrat yang memenuhi kebutuhan pada tahun 2030 sebesar 63.412,24 $\approx$ 63.000 ton/tahun.

2. Deskripsi Proses

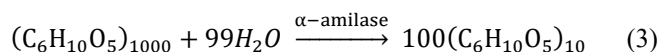
a. Unit persiapan bahan baku

Pada tahap awal, singkong kering diumpukan ke ball mill singkong (C 112) untuk memperkecil ukuran bahan (Sihombing & Noor Thala, 2024). Kemudian singkong diangkat menggunakan bucket elevator (J-113) menuju mixer 1 (M-115) untuk dilakukan proses pencampuran dengan air hingga membentuk larutan pati 30% (Li et al., 2015). Selanjutnya larutan pati 30% akan dipompakan ke dalam filter press 1 (H-117) untuk memisahkan larutan pati dan ampas. Larutan pati keluaran dari filter press 1 kemudian dipanaskan menggunakan heater 1 (E-119) pada suhu 105°C selama 5 menit dan tahap berikutnya setelah dipanaskan masuk ke dalam reaktor liquifikasi (R-120).

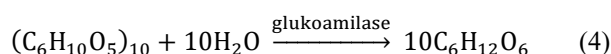
b. Proses Hidrolisis

Larutan pati masuk ke dalam reaktor liquifikasi (R-120) untuk memecah pati menjadi dekstrin (Sihombing & Noor Thala, 2024) dengan bantuan enzim α -amilase dan ditambahkan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 80 ppm. Penambahan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ bertujuan sebagai kofaktor, yaitu zat yang membantu kerja enzim supaya efektifitasnya lebih tinggi dan agar proses enzimatik dapat berjalan lebih cepat (Utomo et al., 2022). Enzim α -amilase memecah ikatan dalam α -1,4-glycosidic pati menjadi produk berupa glukosa dan maltosa (Salsabilla & Fahrurroji, 2021). Enzim α -amilase menghidrolisis ikatan α -1,4 dalam amilosa dan amilopektin yang terdapat dalam pati secara acak. Konversi yang didapatkan adalah 97% dengan kondisi operasi 105°C selama 120 menit (Tjokroadikoesoemo, 1993). Reaksi yang terjadi pada proses sakarifikasi adalah:



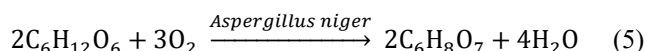


Larutan dekstrin dipompakan menuju reaktor sakarifikasi (R-123) berpengaduk dan ditambahkan enzim glukamilase, namun sebelum memasuki tangki sakarifikasi, pH larutan harus disesuaikan dalam rentang 4,5–4,7, yang merupakan kondisi optimal bagi enzim glukamilase, dengan suhu operasi 60°C (Risnoyatiningsih, 2012). Proses ini berlangsung selama 20 jam, dengan konversi dekstrin menjadi glukosa 97%. Reaksi yang terjadi pada proses sakarifikasi adalah:



c. Proses Fermentasi

Tangki pre-kultur merupakan tempat terjadinya pembiakan *Aspergillus niger* dan proses adaptasi jamur sebelum memasuki tangki fermentor (R-210). Pembiakan *Aspergillus niger* dalam tangki pre-kultur (F-133) selama 2 hari pada suhu 30°C dan tekanan 1 atm. Biomassa yang dihasilkan kemudian dialirkan ke tangki fermentor (R-210) bersama dengan media steril. Proses fermentasi berlangsung selama 4 hari pada suhu 30°C, tekanan 1 atm, dan pH 2,5–3,5. Oksigen disuplai melalui injeksi menggunakan sparger. Reaksi pada proses fermentasi terjadi sebagai berikut.



d. Proses Pengendapan

Hasil fermentasi dialirkan ke tangki pengendapan (R-220) untuk membentuk asam sitrat dalam bentuk garam kalsium. Di sini, cairan hasil fermentasi direaksikan dengan lime ($Ca(OH)_2$) (Anastassiadis et al., 2008) yang disuplai dari tangki penyimpanan (F-150) melalui belt conveyor (J-151). Proses ini berlangsung pada suhu 30°C selama 1 jam dengan tekanan 1 atm, menghasilkan endapan kalsium sitrat berupa kristal.

e. Proses Pengasaman

Kalsium sitrat hasil proses pengendapan selanjutnya dialirkan menuju filter press 2 (H-222) untuk proses pemisahan larutan kalsium sitrat dari fase liquid (cake) yang terdiri dari biomass dan dipompakan menuju tangki acidulator (R-230). Pada tangki acidulator (R-230) dilakukan proses pengasaman untuk memperoleh kembali asam sitrat dengan H_2SO_4 12% membentuk asam sitrat dan kalsium sulfat (Amalia et al., 2020). Tujuan

penambahan H_2SO_4 untuk menetralkan kalsium sitrat menjadi asam sitrat. Proses pengasaman dilakukan pada suhu 30°C.

dengan tekanan 1 atm. Larutan asam sitrat dan kalsium sulfat dialirkan menuju filter press 3 (H-232). Pada filter press 3 (H-232), asam sitrat sebagai filtrat dipisahkan dari kalsium sulfat sebagai cake. Kalsium sulfat kemudian dikirim menuju aliran limbah, sedangkan asam sitrat menuju ke proses selanjutnya untuk dimurnikan lebih lanjut.

f. Proses Pemurnian Produk

Larutan asam sitrat dipompa ke evaporator (V-310) dan dipanaskan dengan *steam superheated* bersuhu 150°C hingga terkonsentrasi, lalu dialirkan ke *crystallizer* (X-320) untuk didinginkan hingga 30°C agar terbentuk kristal asam sitrat monohidrat. Kristal dipisahkan menggunakan *centrifuge* 2 (H-321) dan dikirim ke *rotary dryer* (B-330) melalui *belt conveyor* (J-323) untuk dikeringkan dengan udara panas 110°C. Kristal halus yang terbawa aliran udara ditangkap *cyclone* (H-334) dan dialirkan ke *ball mill* (C-336) untuk digiling hingga ukuran ± 100 mesh, kemudian disaring dengan *vibrating screen* (H-340). Kristal yang lolos saring diteruskan melalui *bucket elevator* (J-341) ke unit penyimpanan produk.

3. Utilitas

Utilitas berperan penting dalam membantu kelancaran proses produksi. Unit utilitas terdiri dari beberapa unit yaitu:

1. Unit pengadaan steam

Fungsi dari unit penyediaan steam adalah untuk memastikan pasokan steam yang diperlukan sebagai media pemanas dalam proses pabrik ini. Jumlah Steam yang dibutuhkan untuk proses produksi sebesar 22.482,55 kg/jam.

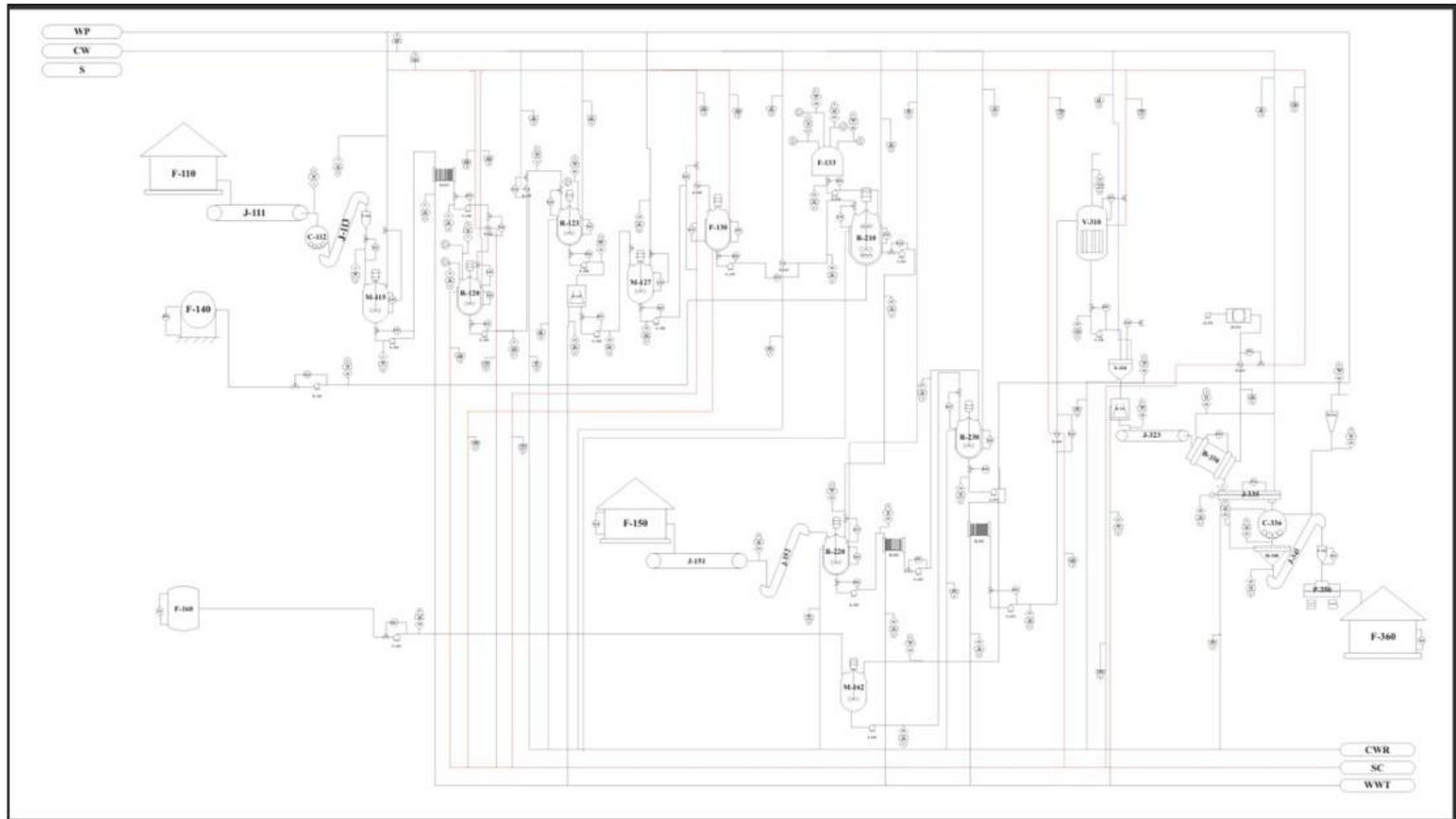
2. Unit pengadaan air

Keberadaan air berperan sangat penting dalam mendukung suatu proses produksi di pabrik. Sumber air baku diambil dari Sungai Way Seputih di Gunung Sugih, Lampung Tengah, karena letaknya dekat dan biaya pengadaan lebih ekonomis. Air dari sungai disaring untuk menghilangkan kotoran makro, lalu disimpan di bak penampung sebelum diproses lebih lanjut.

3. Unit pengadaan listrik

Unit penyedia listrik dirancang untuk mengetahui kebutuhan listrik pada pabrik asam sitrat.





Gambar 1. *Flow Diagram Process Pabrik Asam Sitrat*

Kebutuhan tenaga listrik pada pabrik asam sitrat dipenuhi oleh Perusahaan Listrik Negara (PLN) sebagai penyedia listrik tenaga diesel sebagai listrik cadangan. Kebutuhan listrik pada pabrik asam sitrat terdiri dari listrik untuk kebutuhan penerangan, listrik untuk kebutuhan alat proses dan untuk kebutuhan lain-lain. Total jumlah kebutuhan listrik yang dibutuhkan sebesar 7.410,61 kW.

1. Unit bahan bakar

Bahan bakar untuk genset disediakan dengan ketetapan 1 kW adalah sama dengan panas 3412.1541 Btu/jam apabila digunakan untuk bahan bakar jenis Diesel Oil (Solar).

2. Unit Pengolahan Limbah

Sebelum dibuang, limbah pabrik asam sitrat perlu ditangani terlebih dahulu untuk mencegah kerusakan lingkungan. Limbah pabrik asam sitrat berasal dari sumber-sumber berikut:

a. Limbah Padat

Ampas yang dihasilkan dari proses filter press ini berupa sisa padatan pati hasil penyaringan larutan pati yang telah diencerkan dengan akuades. Ampas ini masih mengandung kadar air dan bahan organik yang tidak memerlukan pengolahan khusus karena tidak mengandung bahan berbahaya.

b. Limbah Cair

Limbah hasil laboratorium, limbah ini dihasilkan oleh lab setelah melalui proses uji yang memang harus dilakukan sebelum produk bisa dipasarkan. Limbah ini dapat ditempatkan di tempat khusus limbah (Sleman et al., 2009).

4. Analisis Ekonomi

Evaluasi ekonomi pada perancangan pabrik asam sitrat ini dilakukan untuk mengetahui kelayakan dari pendirian pabrik dan dapat mengetahui keuntungan yang diperoleh. Analisis ini berkaitan dengan modal, baik yang digunakan untuk investasi awal maupun untuk kebutuhan operasional lainnya. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam evaluasi ekonomi adalah:

1. Modal/ *Total Capital Investment* (TCI), terdiri dari:
 - Modal tetap/ *Fixed Capital Investment* (FCI)
 - Modal kerja/ *Working Capital Investment* (WCI)
2. Biaya produksi/ *Total Production Cost* (TPC), terdiri dari:

- Biaya produksi/ *Manufacturing Cost* (MC)
- Biaya pengeluaran umum/ *General Expenses* (GE)

3. Laba/ *Profitability*, terdiri dari:

- Laju pengembalian modal/ *Return of Investment* (ROR/ROI)
- Lama pengembalian modal/ *Pay Back Period* (PBP/POT)
- Titik kesetimbangan (impas)/ *Break Event Point* (BEP)

Hasil evaluasi kelayakan ekonomi pabrik asam sitrat dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Rangkuman Evaluasi Ekonomi Pabrik

No.	Parameter	Hasil	Kesimpulan
1	ACF	\$19,662,041 (63%)	%ACF > bunga bank, (>5,50%)
2	POT	1,66 tahun	<50% umur pabrik (<5 tahun)
3	NPOTLP	\$170,201,567	NPOTLP > TCI + bunga (>\$31,502,623.81)
4	TCS	\$160,941,229	TCS > TCI (TCS > \$27.605.356)
5	ROR	54%	ROR > bunga bank (ROR > 5,50%)
6	DCF-ROR	70%	DCF-ROR (DCF-ROR > 5,50%)
7	BEP	44,89%	BEP pada range 40-50%
8	SDP	24,65%	SDP pada range 20-40%

5. Kesimpulan

Hasil analisa perhitungan pada perancangan pabrik pembuatan asam sitrat dari singkong dengan proses fermentasi diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Kapasitas rancangan pabrik direncanakan 63.000 ton/tahun
2. Bentuk hukum perusahaan yang direncanakan adalah Perseroan Terbatas (PT)
3. Bentuk organisasi yang direncanakan adalah line and staff dengan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan 190 orang.
4. Pabrik terletak di Kecamatan Gunungsugih, Lampung Tengah, Lampung dengan luas tanah yang dibutuhkan adalah 50939 m².
5. Analisa Ekonomi:
 - Total Modal: Rp. 509.310.515.250



- Ongkos Produksi: Rp 2.798.132.420.340
- Keuntungan: Rp. 320.294.654.080
- Lama Waktu Pengembalian : 1.66 tahun
- Laju Pengembalian Modal : 54%
- *Break Even Point* : 44.89%
- *Shut Down Point* : 24.65%

Daftar Pustaka

- Air Liquide, 2017, "Oxygen (Compressed) – Safety Data Sheet", September, 1–7.
- Amalia IW, Nurnanda D, Hendrianie N, Darmawan R, 2020, "Proses Pembuatan Asam Sitrat dari Molasses dengan Metode Submerged Fermentation", Jurnal Teknik ITS, 8(2).
- Anastassiadis S, Morgunov I, Kamzolova S, Finogenova T, 2008, "Citric Acid Production Patent Review", Recent Patents on Biotechnology, 2(2), 107–123.
- Ardiansyah A, Nurlansi N, Musta R, 2018, "Waktu Optimum Hidrolisis Pati Limbah Hasil Olahan Ubi Kayu (*Manihot esculenta* Crantz var. Lahumbu) Menjadi Gula Cair Menggunakan Enzim α -Amilase dan Glukoamilase", Indonesian Journal of Chemical Research, 5(2), 86–95.
- Ariandi A, 2017, "Pengenalan Enzim Amilase (Alpha-Amylase) dan Reaksi Enzimatisnya Menghidrolisis Amilosa Pati Menjadi Glukosa", Dinamika, 7(1), 74–82.
- Abyan MH, Ridho MI, 2023, "Prarancangan Pabrik Asam Sitrat dari Ubi Kayu dengan Proses Fermentasi Kapasitas 20.000 Ton/Tahun", skripsi, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- Barret MAD, Damardjati SDS, 2015, "Peningkatan Mutu Hasil Ubi Kayu di Indonesia", Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 3(2), 40–48.
- Budiarti GI, Sumardiono S, Kusmiyati, 2016, "Studi Konversi Pati Ubi Kayu (*Cassava* Starch) Menjadi Glukosa Secara Enzimatik", Chemica, 3(1), 7–16.
- Chemeo, 2016, "Chemical Properties of Water", Analytical Chemistry, 39(5), 177–178.
- Ciriminna R, Meneguzzo F, Delisi R, Pagliaro M, 2017, "Citric Acid: Emerging Applications of Key Biotechnology Industrial Product", Chemistry Central Journal, 11(1), 1–9.
- Dean JA, 1999, "Lange's Handbook of Chemistry", McGraw-Hill, New York.
- Kardhinata EH, Purba E, Suryanto D, Rusmarilin H, 2019, "Modified Cassava Flour (MOCAF) Content of Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in North Sumatera", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 260(1).
- Kirimura K, Yoshioka I, 2019, "Citric Acid", Comprehensive Biotechnology, 3rd ed., Vol. 3, Elsevier.
- Kusuma GA, Antara NS, Suwariani NP, 2019, "Fermentasi Produksi Asam Sitrat Menggunakan *Aspergillus niger* ATCC 16404 dengan Substrat Hidrolisat Cair Limbah Padat Industri Brem", Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri, 7(4).
- Li Z, Liu W, Gu Z, Li C, Hong Y, Cheng L, 2015, "The Effect of Starch Concentration on the Gelatinization and Liquefaction of Corn Starch", Food Hydrocolloids, 48.
- MSDS GE, 2016, "Sulfuric Acid (Sulfuric Acid)", Material Safety Data Sheet, Sigma-Aldrich, 1907, 1–15.
- Perwitasari U, Amanah S, Wahidiyah MD, Nuryati, Melliawati R, Kholida LN, Andriani A, Thontowi A, Purnawan A, Fathoni A, Hartati S, Lusini Y, Yopi, 2020, "Pengaruh Konsentrasi Kulit Singkong dan Sumber Nitrogen terhadap Produksi Glukoamilase oleh *Aspergillus awamori* KT-11 Submerged Fermentasi", Biopropal Industri, 11(2), 119.
- Prasetyo A, 2025, "Pengaruh Media Molase dan Media Sukrosa terhadap Pertumbuhan *Aspergillus niger* dalam Memproduksi Asam Sitrat", Jurnal Journal of Food Industrial Technology, 2(1), 1–6.
- Richardson TH, Tan X, Frey G, Callen W, Cabell M, Lam D, Macomber J, Short JM, Robertson DE, Miller C, 2002, "A Novel, High Performance Enzyme for Starch Liquefaction: Discovery and Optimization of a Low pH, Thermostable α -Amylase", Journal of Biological Chemistry, 277(29), 26501–26507.
- Risnoyatiningsih S, 2012, "Hydrolysis of Starch Saccharides from Sweet Potatoes Using Enzyme", Jurnal Teknik Kimia, 5(2), 417–424.
- Salsabila NA, Meylani CP, 2024, "Proses Produksi Asam Sitrat Melalui Fermentasi: Metode dan Strategi", Journal of Integrative Natural Science, 1(1), 10–18.
- Salsabilla AL, Fahrurroji I, 2021, "Hidrolisis pada Sintesis Gula Berbasis Pati Jagung", Edufortech, 6(1).
- Show PL, Oladele KO, Siew QY, Aziz Zakry FA, Lan JCW, Ling TC, 2015, "Overview of Citric Acid Production from *Aspergillus niger*", Frontiers in Life Science, 8(3), 271–283.





- Sigma-Aldrich, 2021, "Citric Acid Safety Data Sheet", Material Safety Data Sheet, 4(2), 8–10.
- Sihombing N, Noor Thala R, 2024, "Prarancangan Pabrik Bioetanol dari Singkong dengan Proses Fermentasi Kapasitas 35.000 Ton/Tahun", Jurnal Tugas Akhir Teknik Kimia, 7(1), 81–86.
- Sumintono B, Widhiarso W, 2023, "Lembar Data Keselamatan Kalsium Hidroksida", MSDS Umum Uni Eropa, 1(20), 50–63.
- Supelco, 2025, "Magnesium Sulfat Anhidrat", 1–11.
- Systerm, 2012, "Safety Data Sheet Potassium Dihydrogen Phosphate", Material Safety Data Sheet, 4(2), 8–10.
- Tjokroadikoesoemo PS, 1993, "HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya", Gramedia, Jakarta.
- Utomo MA, Erfianti T, Maryati DA, Dion R, Anggini PW, 2022, "Pemanfaatan Khamir Inulinolitik Indigenous Ampas Tebu (Bagasse) sebagai Penghasil Biokatalis Inulinase dalam Produksi Gula Rendah Kalori", Niche Journal of Tropical Biology, 4(2), 56–63.
- Yulistiani F, 2015, "Menggunakan Hidrolisis Enzimatis", Jurnal Fluida, 11(2), 9–14.

