AgriTechno
Jurnal Teknologi Pertanian

Jurnal Agritechno, Vol. 19, No. 2, Oktober 2026
http://agritech.unhas.ac.id/ojs/index.php/at
ISSN Online : 2656-2413
ISSN Print : 1979-7362

ANALISIS KELAYAKAN TEKNO-EKONOMI PABRIK MONOSODIUM GLUTAMAT DARI MOLASE DENGAN KAPASITAS 76.000 TON/TAHUN

(*Techno-Economic Feasibility Analysis of Monosodium Glutamate Plant from Molasses with Capacity of 76,000 Tons/Year*)

Muh. Rezky Fahlevi[1*)], Nadila Diza Fatiha[1)], Zulmanwardi[1)], dan Zakiyah Darajat[1)]
[1)] Program Studi Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Jl. Perintis Kemerdekaan KM 10, Kel. Tamalanrea Indah, Kec. Tamalanrea, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia, 90245
[*)] email korespondensi: muh.rezkyfahlevi@gmail.com

ABSTRACT

Monosodium glutamate (MSG) is a widely used food additive with growing demand in Indonesia. This study aims to evaluate the technical and economic feasibility of establishing an MSG production plant utilizing molasses as raw material with a capacity of 76,000 tons per year. The production process involves three main stages: fermentation using Corynebacterium glutamicum, purification, and crystallization. Mass and energy balance calculations, equipment sizing, and comprehensive economic evaluation were conducted. The plant requires 219,096 tons of molasses annually with an overall conversion yield of 35%. Key utilities include 271,584 tons of steam, 4.78 GWh of electricity, and 3.09 million m³ of water per year. Economic analysis reveals a total capital investment of Rp 6,444 billion with annual production costs of Rp 3,943 billion. The plant demonstrates strong economic viability with Net Present Value of Rp 1,350 billion, Internal Rate of Return of 14.3% (exceeding discount rate of 10.8%), Return on Investment of 9.73%, and Payback Period of 5.07 years. Break-even point occurs at 56.82% capacity (43,183 tons/year). The project is technically feasible and economically viable, offering significant potential for import substitution, molasses valorization, and strengthening Indonesia's food industry independence.

Keywords: Economic Feasibility, Fermentation Technology, Molasses, Monosodium Glutamate, Techno-economic Analysis.

ABSTRAK

Monosodium glutamat (MSG) merupakan bahan tambahan pangan yang banyak digunakan dengan permintaan yang terus meningkat di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kelayakan teknis dan ekonomi pembangunan pabrik MSG dengan memanfaatkan molase (tetes tebu) sebagai bahan baku dengan kapasitas 76.000 ton per tahun. Proses produksi meliputi tiga tahap utama: fermentasi menggunakan Corynebacterium glutamicum, pemurnian, dan kristalisasi. Dilakukan perhitungan neraca massa dan energi, penentuan ukuran peralatan, serta evaluasi ekonomi komprehensif. Pabrik memerlukan molase sebanyak 219.096 ton per tahun dengan yield konversi keseluruhan 35%. Kebutuhan utilitas meliputi steam 271.584 ton, listrik 4,78 GWh, dan air 3,09 juta m³ per tahun. Analisis ekonomi menunjukkan total investasi modal sebesar Rp 6.444 miliar dengan biaya produksi tahunan Rp 3.943 miliar. Pabrik menunjukkan kelayakan ekonomi yang kuat dengan Net Present Value Rp 1.350 miliar, Internal Rate of Return 14,3% (melebihi discount rate 10,8%), Return on Investment 9,73%, dan Payback Period 5,07 tahun. Break-even point tercapai pada kapasitas 56,82% (43.183 ton/tahun). Proyek ini layak secara teknis dan ekonomis, menawarkan potensi signifikan untuk substitusi impor, valorisasi molase, dan penguatan kemandirian industri pangan Indonesia.

Kata Kunci: Analisis Tekno-ekonomi, Kelayakan Ekonomi, Molase, Monosodium Glutamat, Teknologi Fermentasi.

AgriTechno
Jurnal Teknologi Pertanian
Jurnal Agritechno, Vol. 19, No. 2, Oktober 2026
http://agritech.unhas.ac.id/ojs/index.php/at
ISSN Online : 2656-2413
ISSN Print : 1979-7362

PENDAHULUAN

Monosodium glutamat (MSG) atau mononatrium glutamat merupakan garam natrium dari asam glutamat yang banyak digunakan sebagai penyedap rasa dalam industri pangan. Konsumsi MSG di Indonesia menunjukkan tren meningkat dari 97.188 ton pada tahun 2019 menjadi 112.855 ton pada tahun 2022, dengan rata-rata konsumsi tahunan sekitar 100.000-113.000 ton. Namun, produksi MSG domestik mengalami penurunan signifikan dari 957.336 ton pada tahun 2019 menjadi hanya 106.815 ton pada tahun 2021. Ketergantungan terhadap impor MSG masih tinggi dengan volume impor yang fluktuatif, mencapai 79.476 ton pada tahun 2020 dan 259.975 ton pada tahun 2022. Kondisi ini menunjukkan adanya peluang besar untuk pengembangan industri MSG domestik guna mengurangi ketergantungan impor dan memperkuat kemandirian industri pangan nasional.

Produksi MSG secara komersial umumnya dilakukan melalui proses fermentasi menggunakan mikroorganisme *C. glutamicum* atau Brevibacterium dengan substrat karbohidrat sebagai sumber karbon. Berbagai bahan baku dapat digunakan sebagai substrat fermentasi, termasuk tapioka, pati jagung, dan molase. Molase atau tetes tebu merupakan produk samping industri gula yang mengandung gula sederhana (sukrosa, glukosa, fruktosa) sekitar 50% dan senyawa nitrogen yang dapat dimanfaatkan sebagai media fermentasi. Indonesia sebagai salah satu produsen gula terbesar di Asia Tenggara menghasilkan molase dalam jumlah melimpah sebagai by-product industri gula. Pemanfaatan molase sebagai bahan baku MSG tidak hanya memberikan nilai tambah ekonomi tetapi juga mengatasi permasalahan pengelolaan limbah industri gula.

Beberapa penelitian telah mengkaji produksi MSG melalui fermentasi dari berbagai substrat. Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa proses fermentasi menggunakan *C. glutamicum* dapat mencapai yield konversi glukosa menjadi asam glutamat hingga 98% pada kondisi aerasi dan pH terkontrol. Namun, studi komprehensif mengenai kelayakan tekno-ekonomi pembangunan pabrik MSG skala komersial menggunakan molase sebagai bahan baku di Indonesia masih terbatas. Analisis kelayakan yang mencakup aspek teknis (desain proses, neraca massa-energi, spesifikasi peralatan) dan aspek ekonomi (investasi modal, biaya produksi, profitabilitas) sangat diperlukan sebagai dasar pengambilan keputusan investasi dan pengembangan industri.

Penelitian ini mengisi gap tersebut dengan menyajikan analisis komprehensif kelayakan tekno-ekonomi pembangunan pabrik MSG dari molase dengan 76.000 ton per tahun. Kapasitas ini dipilih berdasarkan pertimbangan kebutuhan pasar domestik dan ketersediaan bahan baku molase di Indonesia. Dengan kapasitas 76.000 ton per tahun, pabrik ini dapat memenuhi sekitar 67-76% kebutuhan MSG domestik dan berpotensi mengurangi ketergantungan impor secara signifikan.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji kelayakan teknis dan ekonomi pembangunan pabrik monosodium glutamat dari tetes tebu (molase) dengan kapasitas 76.000 ton per tahun. Secara spesifik, penelitian ini meliputi perancangan konsep proses produksi, perhitungan neraca massa dan energi, penentuan spesifikasi peralatan utama, estimasi investasi modal dan biaya produksi, serta evaluasi kelayakan ekonomi menggunakan parameter Net Present Value (NPV), Internal Rate of Return (IRR), Return on Investment (ROI), Payback Period, dan Break-even Point.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat

Penelitian ini menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel 2019 (Microsoft Corporation, USA) untuk perhitungan neraca

massa dan energi, sizing peralatan, serta analisis ekonomi. Perhitungan engineering dilakukan menggunakan metode standar Peters, Timmerhaus, dan West untuk estimasi biaya investasi dan produksi.

Bahan

Bahan baku utama yang digunakan adalah molase dengan kandungan gula total 50% (basis massa) yang diperoleh sebagai produk samping industri gula. Mikroorganisme *C. glutamicum* digunakan sebagai kultur fermentasi untuk konversi glukosa menjadi asam glutamat. Bahan kimia pendukung meliputi asam klorida (HCl) 37% untuk hidrolisis, natrium hidroksida (NaOH) untuk netralisasi, ammonia (NH_3) sebagai sumber nitrogen, dan karbon aktif untuk dekolorisasi.

Prosedur Penelitian

Desain pabrik didasarkan pada kapasitas produksi 76.000 ton MSG per tahun dengan waktu operasi 330 hari per tahun dan 24 jam per hari, memberikan total 7.920 jam operasi tahunan. Laju produksi MSG adalah 9.595,96 kg/jam. Project life time ditetapkan 25 tahun dengan discount rate 10,8% dan tax rate 30%.

Proses produksi MSG dirancang dalam tiga bagian utama: bagian fermentasi, bagian pemurnian, dan bagian kristalisasi. Perhitungan neraca massa dilakukan untuk setiap unit operasi berdasarkan stoikiometri reaksi dan efisiensi konversi. Reaksi hidrolisis sukrosa menjadi glukosa diasumsikan mencapai konversi 100%, fermentasi glukosa menjadi asam glutamat dengan konversi 98%, dan netralisasi asam glutamat menjadi MSG dengan konversi 80%. Kebutuhan bahan baku dan produksi produk samping dihitung berdasarkan neraca massa keseluruhan proses.

Perhitungan neraca energi dilakukan untuk menentukan kebutuhan steam, listrik, dan air pendingin pada setiap unit operasi. Kebutuhan steam dihitung berdasarkan beban panas untuk pemanasan, evaporasi, dan pengeringan. Kebutuhan listrik meliputi konsumsi untuk pompa, kompresor udara, agitator, dan peralatan mekanis lainnya. Kebutuhan air meliputi air proses dan air pendingin untuk kondenser dan heat exchanger.

Ukuran dan spesifikasi peralatan utama ditentukan berdasarkan laju alir massa, kondisi operasi (suhu, tekanan), dan waktu tinggal yang diperlukan. Peralatan utama meliputi hydrolyzer untuk hidrolisis molase, seed fermenter dan fermenter untuk kultivasi mikroorganisme dan produksi asam glutamat, neutralizer untuk konversi asam glutamat menjadi natrium glutamat, decolorizer untuk penghilangan warna, evaporator untuk pemekatan larutan, crystallizer untuk kristalisasi MSG, centrifuge untuk pemisahan kristal, dan rotary dryer untuk pengeringan produk akhir.

Evaluasi ekonomi mencakup estimasi Total Capital Investment (TCI) yang terdiri dari Fixed Capital Investment (FCI) dan Working Capital Investment (WCI). FCI dihitung menggunakan metode factorial estimation yang mencakup biaya peralatan, instalasi, perpipaan, instrumentasi, kelistrikan, bangunan, dan biaya tidak langsung (engineering, konstruksi, kontinjensi). WCI dihitung berdasarkan kebutuhan modal kerja untuk pembelian bahan baku, biaya produksi, pajak, dan gaji karyawan selama periode awal operasi.

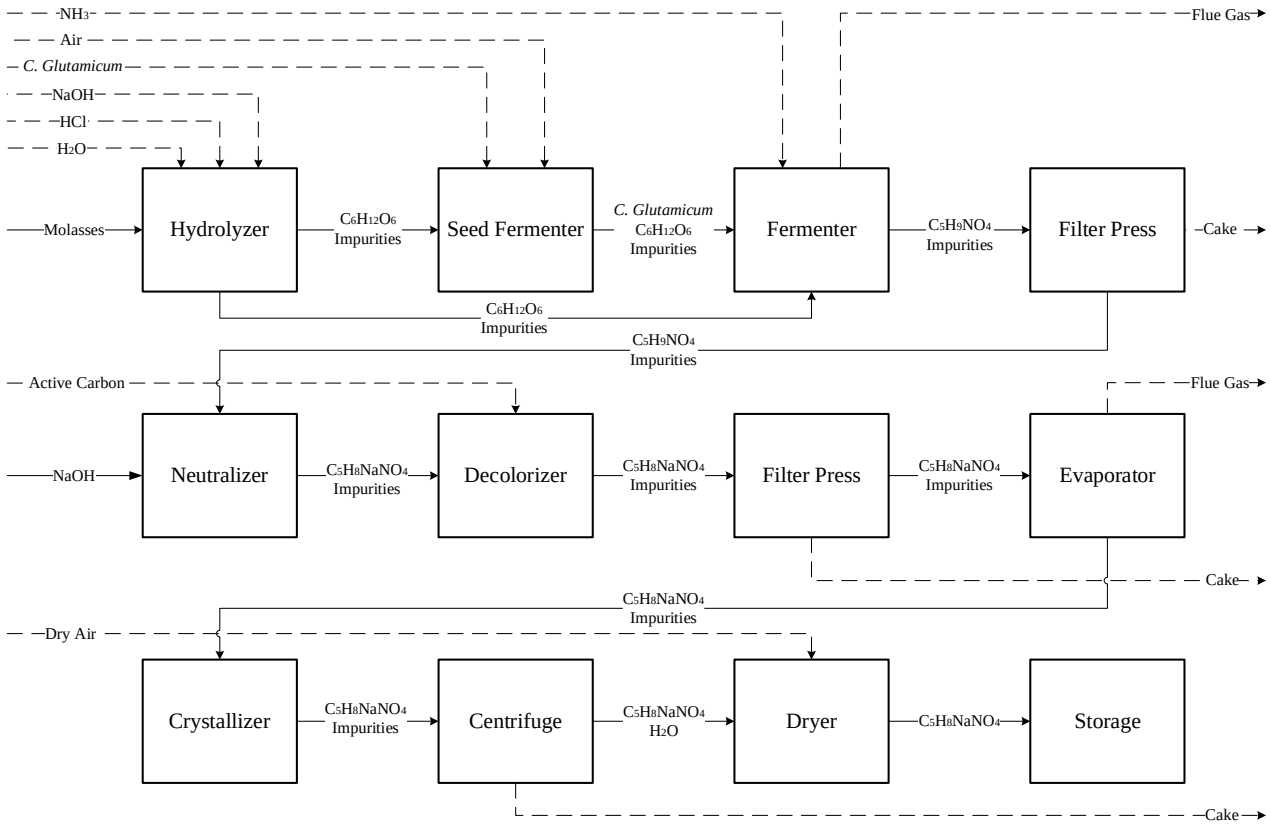
Total Production Cost (TPC) dihitung mencakup Direct Production Cost (biaya bahan baku, utilitas, tenaga kerja, maintenance), Fixed Charge (depresiasi, pajak properti, asuransi), Plant Overhead Cost, dan General Expenses (administrasi, pemasaran). Depresiasi dihitung sebesar 10% dari FCI per tahun menggunakan metode straight-line.

Parameter kelayakan ekonomi yang dievaluasi meliputi Net Present Value (NPV) dengan discount rate 10,8%, Internal Rate of Return (IRR) yang merupakan discount rate dimana NPV sama dengan nol, Return on Investment (ROI) yang dihitung dari rasio net profit terhadap total investasi, Payback Period (POT) sebagai waktu yang diperlukan untuk mengembalikan modal investasi, dan Break-even Point (BEP) sebagai kapasitas produksi minimum dimana total revenue sama dengan total cost. Analisis sensitivitas dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh perubahan harga bahan baku dan harga jual produk terhadap kelayakan ekonomi proyek.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Konfigurasi Proses Produksi MSG

Gambar 1. Diagram Alir Proses Produksi MSG dari Molase



Proses produksi MSG dari molase dirancang dalam tiga seksi utama yang terintegrasi sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1. Seksi pertama adalah seksi fermentasi yang terdiri dari hydrolyzer, seed fermenter, dan fermenter utama. Molase yang mengandung sukrosa dihidrolisis dalam hydrolyzer pada suhu 100°C selama 2 jam dengan penambahan HCl 37% sebagai katalis untuk mengkonversi sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa dengan konversi 100%. Larutan gula hasil hidrolisis kemudian digunakan sebagai media fermentasi.

Kultivasi mikroorganisme C. glutamicum dilakukan secara bertahap dimulai dari seed fermenter berkapasitas 148,91 m³ (9 unit) untuk memperbanyak inokulum, kemudian dilanjutkan ke fermenter utama berkapasitas 167,95 m³ (24 unit) dengan total volume fermentasi 4.030,91 m³. Fermentasi dilakukan pada suhu 35°C dengan kontrol pH 7,0-7,5 dan aerasi terkontrol menggunakan kompresor udara. Waktu fermentasi adalah 48 jam dimana glukosa dikonversi menjadi asam glutamat dengan yield 98%. Ammonia ditambahkan sebagai sumber nitrogen untuk pertumbuhan sel dan biosintesis asam glutamat.

Seksi kedua adalah seksi pemurnian yang dimulai dengan pemisahan biomassa menggunakan filter press. Filtrat yang mengandung asam glutamat kemudian dinetralkan dalam neutralizer pada suhu 35°C selama 1 jam dengan penambahan NaOH untuk mengkonversi asam glutamat ($C_5H_9NO_4$) menjadi natrium glutamat ($C_5H_8NaNO_4$) dengan konversi 80%. Larutan natrium glutamat selanjutnya mengalami dekolorisasi menggunakan karbon aktif dalam decolorizer untuk menghilangkan warna dan impuritas. Setelah pemisahan karbon aktif menggunakan filter press, larutan dimurnikan kemudian dipekatkan dalam evaporator pada tekanan vakum untuk meningkatkan konsentrasi natrium glutamat sebelum kristalisasi.

Seksi ketiga adalah seksi kristalisasi dan finishing. Larutan pekat natrium glutamat

dikristalkan dalam crystallizer pada suhu 25°C secara kontinyu. Kristal MSG yang terbentuk dipisahkan dari mother liquor menggunakan centrifuge dengan laju pemisahan hingga 950 L per menit. Kristal basah kemudian dikeringkan dalam rotary dryer menggunakan udara kering pada suhu terkontrol. Empat unit rotary dryer dengan dimensi diameter 3,56 m dan panjang 16,85 m digunakan untuk mencapai kadar air produk akhir sesuai spesifikasi. MSG kering dengan kemurnian tinggi kemudian disimpan dalam storage sebelum pengemasan dan distribusi.

Neraca Massa dan Kebutuhan Bahan Baku

Neraca massa keseluruhan proses menunjukkan bahwa untuk memproduksi 76.000 ton MSG per tahun (setara dengan 9.595,96 kg per jam), pabrik memerlukan bahan baku dan bahan pembantu sebagaimana tercantum dalam Tabel 1. Kebutuhan molase sebagai bahan baku utama adalah 27.672,62 kg per jam atau 219.095,70 ton per tahun. Dengan asumsi kandungan gula total dalam molase sebesar 50%, maka total gula yang masuk ke proses adalah 109.547,85 ton per tahun.

Tabel 1. Kebutuhan Bahan Baku Pabrik MSG 76.000 ton/tahun

Bahan	Kebutuhan	
	(kg/jam)	(ton/tahun)
Molase	27.672,62	219.095,70
HCl 37%	74,79	592,13
NaOH	6.580,10	52.084,20
C.glutamicum	299,36	2.369,97
NH_3	1.413,66	11.188,20
Karbon Aktif	2.174,87	17.214,61
Air	23.873,03	188.978,08

Rasio konversi keseluruhan menunjukkan bahwa diperlukan 2,88 kg molase untuk menghasilkan 1 kg MSG, yang setara dengan yield konversi massa sebesar 34,7%. Yield ini merupakan kombinasi dari efisiensi hidrolisis sukrosa (100%), fermentasi glukosa menjadi asam glutamat (98%), dan netralisasi asam glutamat menjadi MSG (80%). Overall yield sebesar 34,7% masih dalam kisaran yang wajar untuk proses fermentasi MSG dan sejalan dengan literatur yang melaporkan yield 30-40% tergantung pada kondisi fermentasi dan kemurnian substrat.

Kebutuhan bahan kimia pembantu meliputi NaOH total sebesar 52.084,20 ton per tahun yang digunakan untuk netralisasi dalam hydrolyzer dan neutralizer, ammonia sebesar 11.188,20 ton per tahun sebagai sumber nitrogen untuk fermentasi, karbon aktif sebesar 17.214,61 ton per tahun untuk dekolorisasi, dan HCl sebesar 592,13 ton per tahun untuk katalis hidrolisis. Total biaya bahan baku mencapai Rp 2.045 triliun per tahun atau setara dengan Rp 26.908 per kg MSG yang dihasilkan.

Ketersediaan molase di Indonesia sangat mendukung operasi pabrik ini. Data Kementerian Perindustrian menunjukkan bahwa Indonesia memproduksi gula kristal putih sekitar 2-2,5 juta ton per tahun yang menghasilkan molase sebagai by-product dengan rasio sekitar 3-5% dari produksi gula atau setara dengan 75.000-125.000 ton molase per tahun. Dengan kebutuhan molase pabrik sebesar 219.095,70 ton per tahun, diperlukan pasokan dari beberapa pabrik gula atau pengembangan kerjasama dengan asosiasi gula untuk menjamin kontinuitas pasokan bahan baku.

Kebutuhan Utilitas dan Energi

Operasi pabrik MSG memerlukan utilitas berupa steam, listrik, dan air sebagaimana dirangkum dalam Tabel 2. Kebutuhan steam bertekanan 7 bar adalah 34.285,79 kg per jam atau 271.583,46 ton per tahun. Steam digunakan terutama untuk pemanasan dalam hydrolyzer, evaporator, dan dryer. Kebutuhan steam yang signifikan ini terutama berasal dari tahap evaporasi untuk pemekatan larutan natrium glutamat sebelum kristalisasi dan pengeringan kristal MSG dalam rotary dryer.

Tabel 2. Kebutuhan Utilitas Pabrik MSG 76.000 ton/tahun

Utilitas	Kebutuhan	
	(/jam)	(/tahun)
Steam	34.285,79 kg	271.583,46 ton
Listrik	603,14 kW	4.776.868,80 kW
Air	390.404,70 kg	3.092.005,21 ton

Kebutuhan listrik total adalah 808,78 HP atau setara dengan 603,14 kWh dengan konsumsi tahunan 4.776.869 kW. Listrik digunakan untuk penggerak pompa transfer, kompresor udara untuk aerasi fermentasi,

agitator dalam fermentor dan tangki proses, centrifuge untuk pemisahan kristal, serta sistem kontrol dan instrumentasi. Konsumsi listrik terbesar berasal dari kompresor udara untuk menyuplai oksigen dalam proses fermentasi aerob yang berlangsung selama 48 jam di 24 unit fermentor dengan total volume 4.030,91 m³.

Kebutuhan air total mencapai 390.404,70 kg per jam atau 3.092.005,21 m³ per tahun. Air digunakan untuk berbagai keperluan meliputi air proses sebesar 19.007,13 kg per jam untuk preparasi media fermentasi dan pencucian, serta air pendingin sebesar 371.397,57 kg per jam untuk kondenser dalam evaporator, pendingin fermentor, dan heat exchanger lainnya. Sistem air pendingin dirancang dengan cooling tower untuk resirkulasi sehingga konsumsi air make-up dapat diminimalkan.

Total biaya utilitas tahunan adalah Rp 394 miliar yang setara dengan Rp 5.188 per kg MSG. Biaya utilitas ini merupakan komponen signifikan dalam struktur biaya produksi, menunjukkan bahwa proses produksi MSG merupakan proses yang energy-intensive terutama pada tahap evaporasi dan pengeringan. Optimasi konsumsi energi melalui heat integration dan recovery panas limbah dapat menjadi strategi untuk meningkatkan efisiensi energi dan mengurangi biaya produksi.

Spesifikasi Peralatan Utama

Peralatan utama pabrik MSG dirancang berdasarkan laju alir massa, kondisi operasi, dan waktu tinggal yang diperlukan untuk setiap unit proses sebagaimana dirangkum dalam Tabel 3. Hydrolyzer dengan volume 66,87 m³ dirancang untuk operasi batch pada suhu 100°C dengan waktu tinggal 2 jam. Satu unit hydrolyzer cukup untuk mengolah molase sesuai kebutuhan produksi dengan mempertimbangkan waktu proses hidrolisis dan turn-around time.

Tabel 3. Spesifikasi Peralatan Utama Pabrik MSG 76.000 ton/tahun

Nama Alat	Jumlah	Kapasitas
Hydrolyzer	1	66,87 m^3
Seed Fermenter	9	148,91 m^3
Fermenter	24	167,95 m^3
Neutralizer	1	38,37 m^3
Decolorizer	1	39,37 m^3
Evaporator	1	68,31 m^3
Crystallizer	1	18,06 m^3
Centrifuge	1	0,95 m^3/menit
Rotary Dryer	4	167,79 m^3

Sistem fermentasi merupakan jantung dari proses produksi MSG yang terdiri dari 9 unit seed fermenter dengan volume masing-masing 148,91 m³ (total 1.340,15 m³) dan 24 unit fermentor utama dengan volume masing-masing 167,95 m³ (total 4.030,91 m³). Total kapasitas fermentasi mencapai 5.371,06 m³. Jumlah fermentor yang banyak diperlukan karena proses fermentasi berlangsung secara batch dengan waktu fermentasi 48 jam. Setiap fermentor dilengkapi dengan sistem aerasi, agitasi, kontrol suhu, dan kontrol pH untuk menjaga kondisi optimal pertumbuhan C. glutamicum dan produksi asam glutamat.

Neutralizer dengan volume 38,37 m³ dirancang untuk konversi asam glutamat menjadi natrium glutamat dengan penambahan NaOH pada suhu 35°C selama 1 jam. Decolorizer bervolume 39,37 m³ digunakan untuk adsorpsi warna dan impurities menggunakan karbon aktif. Evaporator dengan volume 68,31 m³ beroperasi pada tekanan vakum untuk pemekatan larutan natrium glutamat sebelum kristalisasi dengan meminimalkan degradasi thermal.

Crystallizer dengan volume 18,06 m³ dirancang untuk operasi kontinyu pada suhu 25°C untuk kristalisasi MSG. Centrifuge dengan kapasitas pemisahan 950 liter per menit digunakan untuk memisahkan kristal MSG dari mother liquor. Empat unit rotary dryer dengan diameter 3,56 m dan panjang 16,85 m digunakan untuk mengeringkan kristal MSG hingga kadar air memenuhi spesifikasi produk. Penggunaan multiple dryer memastikan kapasitas pengeringan yang cukup dan memberikan fleksibilitas operasi untuk maintenance.

Analisis Kelayakan Ekonomi

Evaluasi kelayakan ekonomi pabrik MSG dilakukan secara komprehensif mencakup estimasi investasi modal, biaya produksi, revenue, dan berbagai parameter profitabilitas. Hasil analisis ekonomi dirangkum dalam Tabel 4 dan menunjukkan

bahwa proyek ini memiliki kelayakan ekonomi yang sangat baik.

Tabel 4. Ringkasan Analisis Kelayakan Ekonomi Pabrik MSG 76.000 ton/tahun

Parameter	Nilai
TCI	Rp6.444 Miliar
TPC	Rp3.943 Miliar/tahun
Sales Revenue	Rp5.320 Miliar/tahun
Gross Profit	Rp1.377 Miliar/tahun
Net Profit	Rp448 Miliar/tahun
NPV	Rp1.350 Miliar
IRR	14,3%
ROI	9,73%
POT	5,07 tahun
BEP	56,82% kapasitas
SDP	11,02% kapasitas

Total Capital Investment (TCI) untuk pembangunan pabrik MSG dengan kapasitas 76.000 ton per tahun adalah Rp 6.444 miliar yang terdiri dari Fixed Capital Investment (FCI) sebesar Rp 4.511 miliar dan Working Capital Investment (WCI) sebesar Rp 1.933 miliar. FCI mencakup biaya peralatan proses, instalasi, perpipaan, instrumentasi dan kontrol, sistem kelistrikan, bangunan pabrik dan pendukung, serta biaya engineering dan kontinjensi. WCI mencakup modal kerja untuk pembelian bahan baku, pembayaran utilitas, gaji karyawan, dan biaya operasional selama periode awal operasi sebelum revenue mengalir.

Total Production Cost (TPC) tahunan adalah Rp 3.943 miliar yang terdiri dari biaya bahan baku Rp 2.045 miliar per tahun (51,9% dari TPC), biaya utilitas Rp 394 miliar per tahun (10,0% dari TPC), dan biaya lainnya Rp 1.504 miliar per tahun (38,1% dari TPC) yang mencakup biaya tenaga kerja, maintenance, depresiasi, overhead, dan general expenses. Struktur biaya menunjukkan bahwa biaya bahan baku merupakan komponen terbesar, diikuti oleh biaya operasional lainnya dan utilitas. Biaya produksi per unit MSG adalah Rp 51.887 per kg.

Dengan harga jual MSG sebesar Rp 70.000 per kg, pabrik menghasilkan revenue tahunan sebesar Rp 5.320 miliar. Gross profit adalah Rp 1.377 miliar per tahun dengan gross profit margin 25,9%. Setelah dikurangi pajak penghasilan 30%, net profit tahunan adalah Rp 448 miliar (untuk tahun 2 hingga tahun 25, sedangkan tahun pertama adalah Rp 358,25 miliar karena masih ada biaya start-up).

Net Present Value (NPV) dengan discount rate 10,8% adalah Rp 1.350 miliar yang bernilai positif, menunjukkan bahwa proyek ini menghasilkan nilai tambah ekonomi yang signifikan setelah memperhitungkan time value of money. Internal Rate of Return (IRR) adalah 14,3%, lebih tinggi dari discount rate 10,8%, yang mengindikasikan bahwa tingkat pengembalian investasi melebihi tingkat pengembalian minimum yang diharapkan investor. Return on Investment (ROI) setelah pajak adalah 9,73% per tahun, menunjukkan efisiensi penggunaan modal investasi dalam menghasilkan keuntungan.

Payback Period (POT) setelah pajak adalah 5,07 tahun, artinya modal investasi dapat kembali dalam waktu sekitar 5 tahun dari operasi komersial. Payback period ini tergolong wajar untuk industri kimia yang umumnya memiliki POT antara 5-10 tahun. Break Even Point (BEP) tercapai pada kapasitas produksi 56,82% atau 43.183 ton per tahun, menunjukkan bahwa pabrik dapat beroperasi dengan profitable pada tingkat utilisasi yang relatif moderat. Shut Down Point (SDP) adalah 11,02% kapasitas atau 8.377 ton per tahun, yang merupakan batas minimum operasi dimana pabrik masih dapat menutup variable cost. Analisis titik impas ini divisualisasikan pada Gambar 2 yang menunjukkan hubungan antara kapasitas produksi dengan total revenue, total cost, dan fixed cost.



Gambar 2. Grafik Break Even Point dan Shut Down Point pabrik MSG 76.000 ton/tahun

Gambar 2 menunjukkan bahwa pada kapasitas 56,82%, total revenue berpotongan dengan total cost (titik BEP), dimana pada titik ini perusahaan tidak untung dan tidak rugi. Di bawah kapasitas ini hingga 11,02% (titik SDP), pabrik masih dapat beroperasi meskipun rugi karena masih mampu menutup variable cost dan sebagian fixed cost. Namun di bawah 11,02% kapasitas, lebih baik pabrik ditutup sementara karena revenue tidak mampu menutup bahkan variable cost. Area di atas BEP (>56,82%) merupakan zona profit dimana semakin tinggi kapasitas produksi, semakin besar profit yang diperoleh hingga mencapai kapasitas maksimum 100% (76.000 ton per tahun).

Sensitivitas ekonomi proyek terhadap perubahan parameter kunci menunjukkan bahwa NPV dan IRR paling sensitif terhadap perubahan harga jual MSG. Penurunan harga jual MSG sebesar 10% akan menurunkan NPV secara signifikan, namun proyek masih tetap layak dengan NPV positif. Sebaliknya, proyek relatif robust terhadap kenaikan harga bahan baku molase karena biaya bahan baku hanya mewakili sekitar 52% dari total biaya produksi, dan molase sendiri merupakan by-product yang harganya relatif stabil dan lebih murah dibandingkan substrat alternatif seperti tapioka atau pati jagung.

Pembahasan Kelayakan dan Potensi Pengembangan

Hasil analisis tekno-ekonomi menunjukkan bahwa pembangunan pabrik MSG dari molase dengan kapasitas 76.000 ton per tahun adalah layak baik secara teknis maupun ekonomis. Dari aspek teknis, teknologi fermentasi menggunakan C. glutamicum untuk produksi asam glutamat dari substrat gula merupakan teknologi yang sudah mature dan terbukti secara komersial. Yield konversi 98% pada tahap fermentasi menunjukkan efisiensi proses yang tinggi dan sejalan dengan literatur yang melaporkan yield optimal 95-99% pada kondisi fermentasi terkontrol dengan aerasi dan pH optimal.

Pemilihan molase sebagai bahan baku memberikan beberapa keunggulan strategis. Pertama, ketersediaan molase di Indonesia yang melimpah sebagai by-product industri gula dengan produksi sekitar 75.000-125.000 ton per tahun dari industri gula nasional yang memproduksi 2-2,5 juta ton gula per tahun. Kebutuhan molase pabrik sebesar 219.096 ton

per tahun memerlukan koordinasi pasokan dari multiple pabrik gula atau dapat menjadi driver untuk peningkatan produksi gula nasional. Kedua, harga molase yang relatif murah (by-product) memberikan keunggulan biaya produksi dibandingkan substrat alternatif seperti tapioka atau corn starch yang merupakan produk utama dengan harga lebih tinggi.

Ketiga, pemanfaatan molase memberikan nilai tambah signifikan bagi industri gula melalui valorisasi by-product yang selama ini kurang termanfaatkan optimal. Molase sering dianggap sebagai waste dengan nilai ekonomi rendah, namun melalui biokonversi menjadi MSG, nilai tambah dapat meningkat puluhan kali lipat. Hal ini menciptakan model circular economy dimana limbah satu industri menjadi bahan baku industri lain, meningkatkan efisiensi sumber daya dan keberlanjutan ekonomi.

Dari perspektif ekonomi nasional, pabrik MSG dengan kapasitas 76.000 ton per tahun dapat memenuhi 67-76% kebutuhan MSG domestik yang saat ini rata-rata 100.000-113.000 ton per tahun. Dengan demikian, pabrik ini berpotensi mengurangi ketergantungan impor MSG secara signifikan. Data menunjukkan bahwa Indonesia masih mengimpor MSG dengan volume yang fluktuatif, mencapai 79.476 ton pada tahun 2020 dan 259.975 ton pada tahun 2022. Substitusi impor melalui produksi domestik akan menghemat devisa negara dan memperkuat kemandirian industri pangan nasional.

Potensi pasar ekspor juga terbuka mengingat Indonesia sudah memiliki track record ekspor MSG dengan volume rata-rata 100.000 ton per tahun ke berbagai negara. Dengan kualitas produk yang memenuhi standar internasional dan harga yang kompetitif berkat keunggulan biaya bahan baku, MSG produksi dalam negeri dapat bersaing di pasar global terutama di kawasan Asia Tenggara, Asia Selatan, dan Afrika yang merupakan pasar MSG yang berkembang pesat.

Aspek lingkungan juga menguntungkan karena proses fermentasi merupakan proses biologis yang lebih ramah lingkungan dibandingkan sintesis kimia. Biomassa hasil fermentasi (cake) dapat dimanfaatkan lebih lanjut sebagai pupuk organik atau pakan ternak setelah treatment yang sesuai, menciptakan zero waste concept. Flue gas dari dryer dapat diolah dengan scrubber untuk mengurangi emisi partikulat sebelum dilepas ke atmosfer.

Beberapa tantangan yang perlu diantisipasi meliputi fluktuasi harga bahan baku terutama NaOH dan ammonia yang terkait dengan harga komoditas global, manajemen kualitas molase yang bervariasi tergantung sumber dan musim panen tebu, serta persaingan dengan produsen MSG established yang sudah memiliki market share dan brand recognition. Strategi mitigasi meliputi kontrak jangka panjang dengan supplier, diversifikasi sumber pasokan, quality control ketat pada bahan baku dan produk, serta investasi dalam marketing dan distribusi untuk membangun brand awareness.

Pengembangan lebih lanjut dapat dilakukan melalui integrasi hulu dengan perkebunan tebu atau pabrik gula untuk menjamin pasokan molase yang stabil dan berkualitas, serta integrasi hilir dengan industri pangan yang menggunakan MSG sebagai bahan baku. Penelitian dan pengembangan untuk peningkatan yield fermentasi melalui strain improvement, optimasi media, dan process intensification dapat meningkatkan efisiensi dan profitabilitas lebih lanjut.

KESIMPULAN

Pabrik monosodium glutamat dari molase dengan kapasitas 76.000 ton per tahun layak dibangun secara teknis dan ekonomis. Proses produksi melalui fermentasi menggunakan Corynebacterium glutamicum menghasilkan yield konversi 98% pada tahap fermentasi dengan overall yield 35% dari molase menjadi MSG. Pabrik memerlukan investasi modal total Rp6.444 miliar dengan biaya produksi tahunan Rp3.943 miliar dan menghasilkan revenue Rp5.320 miliar per tahun.

Kelayakan ekonomi sangat baik dengan Net Present Value Rp1.350 miliar (positif), Internal Rate of Return 14,3% yang melebihi discount rate 10,8%, Return on Investment 9,73%, Payback Period 5,07 tahun, dan Break

Even Point pada 56,82% kapasitas produksi. Proyek ini berpotensi mensubstitusi 67-76% kebutuhan MSG domestik, mengurangi ketergantungan impor, memberikan nilai tambah ekonomi bagi industri gula melalui valorisasi molase, dan memperkuat kemandirian industri pangan Indonesia. Ketersediaan molase yang melimpah di Indonesia dan teknologi fermentasi yang mature memberikan fondasi kuat untuk implementasi proyek ini dengan risiko teknis dan ekonomi yang terkelola.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Negeri Ujung Pandang, khususnya Jurusan Teknik Kimia, atas dukungan yang telah diberikan. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, arahan, dan masukan yang sangat berharga. Serta, apresiasi yang tinggi kepada rekan-rekan sejawat dan keluarga atas diskusi konstruktif, dukungan moral, dan kerja sama yang baik selama proses penyusunan berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik. (2019a). Statistik Industri Manufaktur Produksi 2020.

Badan Pusat Statistik. (2019b). Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia Ekspor 2019 Jilid I.

Badan Pusat Statistik. (2020). Statistik Perdagangan Luar Negeri.

Carberry, J. J., Walker, W. H., White, A. H., Jackson, D. D., James, J. H., Lewis, W. K., & Curtis H C Parmelee, H. A. (1991). Plant Design and Economics For Chemical Engineers 4th Edition.

Danudol, A. (2022). The Use Of Monosodium Glutamate (MSG). https://www.nutrition thailand.org.

Degremont. (1991). Water Treatment and The Environment Handbook 6th Edition Vol.2.

Farhat, F., Nofal, S., Raafat, E. M., Ali, A., & Ahmed, E. (2021). Monosodium Glutamate Safety, Neurotoxicity, and Some Recent Studies. In J. Pharm Sci (Vol. 64).

Heriyanto. (2010). Pengendalian Proses.

Hesarinejad, A., & Koocheki A. (2016). Journal of Food Science and Technology.

Jenderal Kementerian Pertanian, S. (2023). Statistics of Food Consumption 2023. Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian Center for Agricultural Data and Information System.

Letterman, R. D. (1999). Water Quality and Treatment : A Handbook of Community Water Supplies. Mcgraw-Hill.

Mustafa, A., & Petrides, D. (2020). Monosodium Glutamate (MSG) Production Via Fermentation-Process Modeling and Techno-Economic Assessment (Tea) Using Superpro Designer. www.intelligen.com.

Pelealu, C. P., Tjakra, J., & Sompie, B. F. (2015b). Penerapan Aspek Hukum Terhadap Keselamatan dan Kesehatan Kerja (Studi Kasus: Proyek The Lagoon Tamansari Bahu Mall). Jurnal Sipil Statik, 3(5), 331–340.

Perry, R. H., & Green, D. W. (2008). Perry's Chemical Engineers' Handbook. Mcgraw-Hill.

Powell W.F. Eric. (1982). Water Treatments Plain And Medicated.

Rochmah, D. L., & Utami, E. T. (2022). Dampak Mengkonsumsi Monosodium Glutamat (MSG) dalam Perkembangan Otak Anak. Jurnal Kesehatan Masyarakat, 10(2), 163–166. https://doi.org/10.14710/jkm.v10i2.32473.

Wardhana, A. (2024). Struktur Organisasi Di Era Digital. https://www.researchgate.net /publication/385566134.

Yaws, C. L. (2001). Chemical Properties Handbook : Physical, Thermodynamic, Environmental, Transport, Safety, and Health Related Properties For Organic and Inorganic Chemicals. Mcgraw-Hill.

Kuswandi, B., & Maryska, C. (2013). Real Time On-Package Freshness Indicator For Guavas Packaging. Food Measure, 7, 29–39.