

STUDI KELAYAKAN PRARANCANGAN PABRIK ASAM SITRAT BERBAHAN MOLASE BERDASARKAN ANALISIS EKONOMI

Sherina Alda Widiana dan Zakijah irfin

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang 65141, Indonesia
sherinaalda25@gmail.com ; [zakijah.irfin@polinema.ac.id]

ABSTRAK

Perkembangan sektor industri kimia perlu diarahkan pada pemenuhan kebutuhan domestik, salah satunya melalui pengembangan pabrik asam sitrat. Asam sitrat memiliki banyak manfaat dan digunakan secara luas di berbagai industri. Konsumsi nasional mencapai 39.032,6 ton pada tahun 2023, namun pasokan dalam negeri masih terbatas dan bergantung pada impor. Oleh karena itu, dibutuhkan kajian kelayakan ekonomi sebagai dasar pertimbangan investasi dalam mendirikan pabrik asam sitrat berbahan baku lokal yang melimpah di Indonesia, seperti molase. Studi ini bertujuan untuk menganalisis kelayakan pendirian pabrik asam sitrat yang direncanakan memiliki kapasitas 12.000 ton / tahun menggunakan pendekatan teknis dan ekonomi. Berdasarkan perhitungan, total investasi modal (*Total Capital Investment/TCI*) yang dibutuhkan sebesar Rp248.874.065.103 dengan biaya produksi tahunan (*Total Production Cost/TPC*) sebesar Rp187.915.085.000. Pabrik diperkirakan menghasilkan laba bersih tahunan sebesar Rp52.430.000.000, dengan tingkat pengembalian investasi (*Rate of Return/ROR*) setelah dan sebelum pajak masing-masing sebesar 24% dan 27,71%. Titik impas produksi (*Break Even Point/BEP*) tercapai pada 48%, sedangkan titik henti operasi (*Shut Down Point/SDP*) pada 38%, dan tingkat pengembalian internal (*Internal Rate of Return/IRR*) sebesar 25%. Nilai-nilai indikator tersebut menunjukkan bahwa pendirian pabrik asam sitrat ini secara ekonomi layak untuk direalisasikan dan memberikan prospek investasi yang menjanjikan.

Kata kunci: asam sitrat, molase, analisis ekonomi, pabrik kimia, investasi industri

ABSTRACT

The development of the chemical industry should focus on meeting domestic demand, including the establishment of a citric acid plant. Citric acid is widely used across various industries due to its numerous applications. In 2023, national consumption reached 39,032.6 tons, yet domestic supply remained limited and heavily dependent on imports. Therefore, an economic feasibility study is necessary to support investment decisions for a citric acid plant utilizing renewable local raw materials such as molasses. This study aims to assess the feasibility of establishing a citric acid plant with a production capacity of 12,000 tons per year using technical and economic approaches. The required total capital investment (TCI) is estimated at IDR 248,874,065,103, with an annual total production cost (TPC) of IDR 187,915,085,000. The plant is projected to generate an annual net profit of IDR 52,430,000,000, with a rate of return (ROR) of 24% after tax and 27.71% before tax. The break-even point (BEP) is reached at 48%, the shutdown point (SDP) at 38%, and the internal rate of return (IRR) is 25%. These indicators confirm that the proposed citric acid plant is economically feasible and offers promising investment potential.

Keywords: citric acid, molasses, economic analysis, chemical industry, industrial investment

1. PENDAHULUAN

Asam sitrat ($C_6H_8O_7$) adalah senyawa organik yang umum digunakan dalam berbagai industri termasuk makanan dan minuman, farmasi, kosmetik, serta industri kimia. Pada



industri pangan, asam sitrat digunakan sebagai pengatur pH, bahan pengawet alami, dan aditif pangan yang aman. Selain dalam industri pangan, asam sitrat juga banyak digunakan pada industri kimia lainnya seperti bahan pembersih dan detergen [1, 2].

Badan Pusat Statistik tahun 2023 menyatakan bahwa konsumsi asam sitrat di Indonesia mencapai 39.032,6 ton per tahun [3]. Peningkatan konsumsi produk-produk tersebut mendorong kenaikan permintaan global terhadap asam sitrat dari tahun ke tahun. Saat ini, kebutuhan asam sitrat dalam negeri sebagian besar masih dipenuhi melalui impor. Volume impor yang terus meningkat dapat memberikan dampak negatif, tidak hanya bagi konsumen namun juga bagi pelaku industri kecil yang menggunakan asam sitrat sebagai bahan baku. Oleh karena itu, diperlukan langkah strategis untuk meningkatkan produksi asam sitrat di dalam negeri [3].

Salah satu pendekatan strategis yang dapat dilakukan adalah memanfaatkan sumber daya lokal yang murah dan melimpah, yaitu molase. Molase, sebagai produk samping dari industri gula, mengandung kadar gula tinggi dan memiliki potensi besar sebagai substrat dalam proses fermentasi mikroba untuk menghasilkan asam sitrat. Sayangnya, pemanfaatan molase di Indonesia masih terbatas, terutama hanya untuk pakan ternak dan produksi etanol. Padahal, jika dibuang tanpa pengolahan, molase berisiko mencemari lingkungan. Oleh karena itu, pemanfaatan molase sebagai bahan baku fermentasi asam sitrat menawarkan nilai tambah ekonomis dan lingkungan, sekaligus mendukung prinsip ekonomi sirkular [4].

Berbagai studi sebelumnya telah mendemonstrasikan efektivitas molase sebagai substrat dalam fermentasi asam sitrat. Al-Amin dkk, (2025) mencatat produksi hingga 25,8 g/L dari molase tebu dengan menggunakan *Aspergillus niger* [5], sedangkan Guc dkk. (2017) berhasil mencapai 34,62 g/L dari molase bit dengan efisiensi tinggi [6]. Di Indonesia sendiri, kajian oleh Nugraheni dkk. (2017) menunjukkan bahwa molase dari pabrik gula lokal mengandung lebih dari 50% gula terfermentasi, menjadikannya substrat yang kompetitif dan berkelanjutan [7].

Selain efektivitas proses, aspek ekonomi juga menjadi pertimbangan utama dalam pendirian pabrik. Studi kelayakan ekonomi yang komprehensif sangat diperlukan untuk mengevaluasi apakah proyek pembangunan pabrik asam sitrat layak secara finansial dalam jangka panjang. Analisis ini mencakup estimasi biaya investasi awal (capital investment), biaya operasional, proyeksi pendapatan, periode pengembalian modal (Pay Out Time), serta parameter keuangan seperti Net Present Value (NPV) dan Internal Rate of Return (IRR). Analisis ekonomi sangat penting untuk mengantisipasi risiko perubahan harga bahan baku, ketidakpastian pasar, serta tuntutan efisiensi dan keberlanjutan di era industri 4.0 [8, 9].

Studi-studi sebelumnya juga telah menunjukkan pentingnya analisis ekonomi dalam perancangan pabrik asam sitrat dan industri fermentasi lainnya. Penelitian oleh Amalia dkk. (2019) menyajikan rancangan teknis dan ekonomi pabrik asam sitrat dari molase dengan kapasitas 57,33 ton/tahun dan memperoleh IRR sebesar 37,63% serta NPV positif, menandakan kelayakan investasi [10]. Sementara itu, Ratnaningtyas dkk. (2017) dalam studi pendirian pabrik bioetanol dari molase menunjukkan bahwa efisiensi energi dan manajemen limbah memainkan peran penting dalam menurunkan biaya operasional [11].

Berdasarkan hal tersebut, maka perancangan pabrik asam sitrat berbasis molase perlu dilengkapi dengan analisa ekonomi sebagai dasar pengambilan keputusan investasi. Tujuan utama dari analisis ekonomi adalah untuk mengevaluasi kelayakan finansial dan ekonomi dari

pembangunan serta operasi pabrik. Hasil analisis ini menjadi dasar penting dalam pengambilan keputusan investasi dan perencanaan strategi operasional jangka panjang, sekaligus memastikan bahwa pabrik mampu memberikan manfaat yang signifikan bagi seluruh pemangku kepentingan. Dengan demikian, analisis kelayakan pada tahap prarancangan pabrik asam sitrat berbahan dasar molase sangat diperlukan sebagai landasan rasional dan objektif sebelum proyek dijalankan.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode studi literatur yang berfokus pada analisis ekonomi. Tahapan perhitungan dalam analisis ekonomi pabrik asam sitrat berbahan dasar molase disusun secara sistematis untuk menilai kelayakan pendiriannya. Langkah pertama dimulai dengan penentuan kapasitas produksi, yang mengacu pada analisis kebutuhan pasar nasional serta ketersediaan bahan baku lokal, yaitu molase. Penentuan kapasitas ini menjadi dasar dalam perencanaan pabrik secara keseluruhan. Setelah kapasitas ditetapkan, dilakukan penyusunan sistem pengorganisasian, yang mencakup struktur organisasi dan metode kerja yang akan diterapkan dalam kegiatan operasional pabrik. Tahapan selanjutnya adalah melakukan analisis ekonomi, yang diawali dengan perhitungan total investasi modal (Total Capital Investment/TCI), terdiri atas investasi modal tetap (Fixed Capital Investment/FCI) dan investasi modal kerja (Working Capital Investment/WCI). Setelah itu, dilakukan perhitungan total biaya produksi (Total Production Cost/TPC), yang mencakup biaya manufaktur dan biaya umum.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut, dilakukan estimasi pendapatan dan laba bersih tahunan yang berpotensi dihasilkan oleh pabrik. Data ini kemudian digunakan sebagai dasar dalam analisis profitabilitas, yang dilanjutkan dengan perhitungan tingkat pengembalian investasi (Return on Investment/ROI). Apabila nilai ROI tidak memenuhi target minimum yang telah ditetapkan, maka proyek dinyatakan tidak layak untuk dilanjutkan.

Namun, jika ROI menunjukkan hasil yang memenuhi atau melampaui target, analisis dilanjutkan dengan evaluasi terhadap titik impas produksi (Break Even Point/BEP) serta titik henti operasi (Shut Down Point/SDP). Apabila kapasitas operasional berada di bawah 60%, maka dilakukan perhitungan tingkat henti operasi untuk menilai kelangsungan operasional pabrik secara realistik.

Sebagai tahap akhir, dilakukan perhitungan tingkat pengembalian internal (Internal Rate of Return/IRR), yang kemudian dibandingkan dengan suku bunga bank tertinggi sebagai tolok ukur kelayakan investasi. Jika nilai IRR melebihi suku bunga acuan tersebut, maka proyek dinyatakan layak secara ekonomi dan dapat direalisasikan. Dengan demikian, seluruh tahapan analisis ini memberikan gambaran menyeluruh terhadap kelayakan pendirian pabrik asam sitrat berbasis molase sebagai bahan baku terbarukan.

2.1. Perhitungan Kapasitas Pabrik

Penentuan kapasitas pabrik asam sitrat sangat penting dalam analisis ekonomi karena berdampak pada skala produksi dan efisiensi biaya. Kapasitas produksi ditetapkan berdasarkan kebutuhan pasar serta ketersediaan bahan baku, seperti molase. Penentuan tren pertumbuhan kapasitas, permintaan, atau produksi dalam konteks perencanaan industri dapat dianalisis melalui beberapa pendekatan kuantitatif, antara lain metode *discounted* (CAGR) atau pertumbuhan majemuk, pertumbuhan rata-rata tahunan, dan

model linear. Ketiga pendekatan ini memiliki karakteristik metodologis yang berbeda dan diterapkan sesuai dengan sifat data serta kebutuhan [12].

Pada studi ini, penentuan kapasitas pabrik asam sitrat dilakukan menggunakan metode pertumbuhan majemuk tahunan (*Compound Annual Growth Rate/CAGR*). Pemilihan metode ini didasarkan pada pola pertumbuhan historis yang relatif stabil serta keterbatasan data tahunan yang tidak memungkinkan diterapkannya analisis regresi secara akurat. Metode CAGR memberikan estimasi pertumbuhan rata-rata tahunan yang bersifat terintegrasi, sehingga efektif digunakan dalam perencanaan kapasitas berbasis tren jangka panjang maupun untuk mendukung pertimbangan investasi strategis. Untuk menghitung besarnya peningkatan jumlah produk dari tahun ke tahun dilakukan dengan menggunakan pendekatan pertumbuhan rata-rata pertahun. Persamaan yang digunakan adalah sebagai berikut,

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

$$\%P = \frac{\text{data tahun setelah} - \text{data tahun sebelumnya}}{\text{data pada tahun sebelumnya}} \quad (2)$$

dimana F merupakan jumlah produk pada akhir periode perhitungan; P adalah jumlah produk pada awal periode; i menyatakan persentase pertumbuhan rata-rata per tahun; dan n merupakan selisih tahun dalam periode yang dihitung. Persamaan tersebut digunakan untuk mendukung perhitungan kebutuhan kapasitas produksi di masa mendatang secara kuantitatif dan berbasis data [13].

Setelah mengetahui tingkat pertumbuhan tahunan, proyeksi kapasitas produksi pabrik dapat dihitung untuk tahun-tahun mendatang. Estimasi jumlah produk yang mungkin dihasilkan pada periode tertentu dapat dihitung dengan persamaan,

$$m = P(1+i)^n \quad (3)$$

dimana m adalah jumlah produk pada tahun yang diproyeksikan; P merupakan jumlah produk pada tahun dasar yang diketahui; i adalah rata-rata pertumbuhan tahunan; dan n adalah selisih tahun antara tahun dasar dan tahun target.

Untuk memperkirakan kebutuhan tambahan kapasitas produksi, terutama dalam konteks evaluasi impor, konsumsi domestik, dan ekspor, dapat digunakan pendekatan neraca massa. Pendekatan neraca massa ini dapat dihitung dengan menggunakan persamaan,

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \quad m_3 = (m_4 + m_5) - (m_1 + m_2) \quad (4)$$

Dimana m_1 merupakan jumlah impor pada tahun tertentu; m_2 merupakan kapasitas pabrik lama pada tahun tertentu; m_3 merupakan kapasitas pabrik baru pada tahun tertentu; m_4 merupakan ekspor pada tahun tertentu; dan m_5 merupakan konsumsi pada tahun tertentu.

2.2. Sistem Manajemen Pabrik

Struktur, bentuk, dan sistem manajemen perusahaan berperan penting dalam menentukan tingkat pendapatan yang dihasilkan. Oleh karena itu, penetapan bentuk

badan usaha, susunan organisasi, jumlah tenaga kerja, serta jadwal kerja harus dirancang terlebih dahulu [14].

2.3. Analisis Ekonomi

Analisis ekonomi bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan finansial pendirian pabrik dari aspek investasi dan operasional. Evaluasi ini mencakup kebutuhan modal, estimasi waktu pengembalian investasi, potensi keuntungan, serta penentuan titik impas (*Break Even Point/BEP*), sehingga dapat diketahui apakah pembangunan pabrik layak untuk direalisasikan [8]. Salah satu komponen utama dalam analisis ekonomi adalah perhitungan *Total Capital Investment (TCI)*. TCI merupakan total biaya yang diperlukan untuk pendirian pabrik, operasi produksi jangka panjang, dan kebutuhan proses produksi. TCI adalah jumlah modal yang diperlukan untuk mendirikan sebuah pabrik baru beserta biaya pelaksanaan dan operasional selama beberapa waktu hingga pabrik siap beroperasi. *Total Capital Investment (TCI)* terdiri dari dua komponen utama, yaitu *fixed capital (FC)* dan *working capital (WC)* [9, 11].

$$TCI = FCI + WCI \quad (5)$$

Fixed Capital Investment (FCI) adalah biaya modal tetap yang dibutuhkan untuk membangun pabrik hingga siap beroperasi. Biaya ini bersifat tetap karena tidak berubah meskipun tingkat produksi mengalami variasi dalam periode tertentu. *Fixed capital* sendiri terbagi menjadi dua jenis biaya, yaitu biaya langsung (*direct cost*) dan biaya tidak langsung (*indirect cost*). Untuk menentukan nilai FCI dapat dihitung menggunakan persamaan berikut,

$$FCI = Direct Cost + Indirect Cost \quad (6)$$

Working Capital Investment (WCI) Modal kerja yang dialokasikan untuk menjalankan operasional produksi dalam periode tertentu, mencakup pembelian bahan baku, pembayaran tenaga kerja, dan biaya pemeliharaan selama masa awal produksi. WCI biasanya berkisar 10-20% dari *Total Capital Investment*.

Total Production Cost merupakan seluruh biaya tetap dan biaya variabel yang dikeluarkan oleh perusahaan selama proses pengolahan bahan baku hingga menjadi produk asam sitrat yang siap dijual. *Total Production Cost (TPC)* mencakup biaya produksi langsung (*Direct Production Cost/DPC*), biaya tetap (*Fixed Charge/FC*), biaya overhead pabrik (*Plant Overhead Cost/POC*), serta biaya umum (*General Expense/GE*) [8]. Besaran TPC dapat dihitung dengan menggunakan rumus berikut,

$$TPC = DPC + FC + POC + GE \quad (7)$$

Analisis profitabilitas bertujuan mengukur kemampuan pabrik asam sitrat dalam menghasilkan laba melalui evaluasi sejumlah indikator kinerja finansial. Evaluasi ini mencakup penilaian terhadap parameter seperti laba dan pajak penghasilan, *Rate of Return on investment (ROR)*, *pay out period (POT)*, *Break Even Point (BEP)*, dan *Internal Rate of Return (IRR)* untuk menilai efisiensi serta kelayakan investasi pabrik secara ekonomi [16].

Laba perusahaan dihitung sebagai selisih antara total pendapatan dari penjualan dengan total biaya produksi. Laba kotor dihitung menggunakan persamaan berikut,

$$\text{Laba kotor} = \text{Total Penjualan} - \text{Total Production Cost} \quad (8)$$

$$\text{Laba bersih} = \text{Laba kotor} - (\text{pajak penghasilan} \times \text{laba kotor}) \quad (9)$$

Parameter ROI menggambarkan tingkat pengembalian investasi terhadap modal tetap (*Fixed Capital Investment* atau FCI). ROI dihitung dalam dua kondisi, yaitu sebelum dan sesudah pajak. ROI sebelum pajak dinyatakan dalam Persamaan (10), sedangkan ROI sesudah pajak dihitung dengan Persamaan (11),

$$\text{Rate of Return sebelum pajak} = \frac{\text{Laba kotor per tahun}}{\text{modal (FCI)}} \times 100\% \quad (10)$$

$$\text{Rate of Return sesudah pajak} = \frac{\text{Laba kotor per tahun}}{\text{modal (FCI)}} \times 100\% \quad (11)$$

Pay Out Time (POT) menunjukkan jangka waktu minimum yang dibutuhkan untuk mengembalikan seluruh modal yang telah diinvestasikan (12). Perhitungan nilai POT dapat dilakukan menggunakan persamaan sebagai berikut,

$$\text{Pay Out Time} = \frac{\text{TCI}}{(\text{Depresiasi+laba bersih})} \times 100\% \quad (12)$$

Break Even Point merupakan keadaan di mana pabrik tidak mengalami keuntungan maupun kerugian, yaitu ketika jumlah pendapatan dari penjualan sama dengan total biaya produksi.

$$\text{Break Event Point} = \frac{\text{FC} + (0,3 \times \text{SVC})}{\text{S}-0,7 \text{ SVC}-\text{VC}} \times 100\% \quad (13)$$

Internal Rate of Return (IRR) dihitung menggunakan metode *discounted cash flow*, yaitu tingkat suku bunga di mana jumlah nilai sekarang dari seluruh penerimaan sama persis dengan total pengeluaran modal yang dilakukan. Dalam perhitungan IRR, arus kas masa depan didiskon hingga totalnya setara dengan modal yang ditanamkan. Proses penentuan IRR biasanya dilakukan secara iteratif atau dengan metode coba-coba (trial and error) hingga ditemukan tingkat bunga yang tepat [17].

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perancangan pabrik asam sitrat berbahan baku molase dilakukan untuk memenuhi kebutuhan domestik yang terus meningkat seiring pertumbuhan konsumsi dan terbatasnya kapasitas produksi dalam negeri. Studi ini mencakup analisis kapasitas pabrik, sistem manajemen operasional, serta evaluasi kelayakan ekonomi untuk menentukan apakah pendirian pabrik layak direalisasikan dari aspek teknis dan finansial. Penentuan kapasitas produksi dilakukan dengan mempertimbangkan data ekspor, impor, serta konsumsi nasional, sedangkan analisis ekonomi mencakup estimasi investasi, biaya produksi, dan proyeksi keuntungan.

3.1. Perhitungan Kapasitas Pabrik

Penentuan kapasitas produksi merupakan langkah penting dalam pendirian pabrik karena menyangkut aspek teknis dan ekonomis. Untuk merancang pabrik yang mampu memenuhi kebutuhan pasar, dilakukan analisis menyeluruh berdasarkan data produksi, konsumsi, ekspor, dan impor. Studi ini menggunakan data ekspor dan impor asam sitrat di Indonesia dari tahun 2019–2023 yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik.

Tabel 1. Data produksi, ekspor, dan impor asam sitrat di Indonesia [3]

| Tahun | Produksi (ton) | Ekspor (ton) | Impor (ton) |
|-----------|-------------------|-----------------|----------------|
| 2019 | 25000 | 11,98 | 42.072,50 |
| 2020 | 25000 | 85,36 | 38.118,70 |
| 2021 | 25000 | 34,57 | 42.576,00 |
| 2022 | 25000 | 20,43 | 50.118,30 |
| 2023 | 25000 | 74,80 | 39.032,60 |
| Rata-rata | 25000 | 45,42 | 42.383,62 |

Data tersebut menunjukkan bahwa volume produksi asam sitrat dalam negeri cenderung stagnan pada angka 25.000 ton per tahun, sedangkan volume ekspor dan impor mengalami fluktuasi. Rata-rata ekspor selama lima tahun tercatat sebesar 45,42 ton per tahun, sementara rata-rata impor mencapai 42.383,62 ton per tahun.

Untuk memproyeksikan permintaan dan kapasitas produksi di masa mendatang, laju pertumbuhan tahunan ekspor dan impor dihitung menggunakan metode pertumbuhan majemuk (*Compound Annual Growth Rate/CAGR*). Peluang kapasitas produksi dihitung berdasarkan proyeksi konsumsi dalam negeri (diasumsikan setara dengan volume impor), kapasitas produksi eksisting sebesar 25.000 ton per tahun, serta estimasi volume ekspor dan impor. Nilai pertumbuhan rata-rata tahunan disajikan pada tabel berikut.

Tabel 2. Nilai pertumbuhan ekspor dan impor per tahun

| Jenis | Perhitungan | i (%) |
|--------|-------------------------------|-------|
| Impor | $39.032,6 = 42.072,5 (1+i)^4$ | -2% |
| Ekspor | $74,80 = 11,98 (1+i)^4$ | 58% |

Nilai pertumbuhan yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk memproyeksikan volume impor dan ekspor pada tahun 2027. Proyeksi ini menjadi dasar dalam perhitungan peluang kapasitas produksi, yang ditentukan berdasarkan konsumsi dalam negeri, kapasitas produksi eksisting, serta estimasi volume ekspor dan impor.

Tabel 3. Data Proyeksi Impor, Ekspor, Konsumsi, Dan Kapasitas Pabrik

| Parameter | Nilai (ton/tahun) |
|---------------------------------|---------------------------------|
| Impor (m_1) | Proyeksi berdasarkan $i = -2\%$ |
| Ekspor (m_4) | Proyeksi berdasarkan $i = 58\%$ |
| Kapasitas pabrik lama (m_2) | 25.000 |
| Kapasitas pabrik baru (m_3) | – |
| Konsumsi (m_5) | Sama dengan impor |

Dalam analisis ini, konsumsi diasumsikan setara dengan volume impor, sedangkan kapasitas produksi eksisting tetap sebesar 25.000 ton per tahun. Berdasarkan perhitungan, diperoleh peluang kapasitas produksi sebesar 11.679,5 ton/tahun berdasarkan persamaan (4). Hal ini karena sudah terdapat pabrik asam sitrat sehingga hasil dari peluang kapasitas dikalikan dengan faktor koreksi 60%. Sedangkan jika belum ada pabrik yang serupa maka kapasitas pabrik adalah peluang kapasitas dikalikan dengan faktor 1,5.

3.2. Sistem Manajemen Pabrik

Sistem operasional pada pabrik asam sitrat dirancang untuk beroperasi secara kontinu selama 330 hari dalam satu tahun dengan waktu kerja 24 jam per hari. Sisa waktu dalam setahun, yaitu selama 35 hari, dialokasikan untuk kegiatan penghentian operasional (shutdown) yang mencakup proses pembersihan, perbaikan, dan pemeliharaan seluruh peralatan produksi. Untuk mendukung kelancaran kegiatan operasional, sistem kerja karyawan dibagi menjadi dua kelompok utama, yaitu karyawan shift dan non-shift.

Karyawan shift merupakan tenaga kerja yang bertanggung jawab langsung terhadap kelangsungan proses produksi dan pengawasan unit-unit operasional yang memerlukan pemantauan secara terus-menerus. Operasional produksi dijalankan secara penuh selama 24 jam setiap hari dan 7 hari dalam seminggu, sehingga sistem kerja dibagi ke dalam tiga shift, masing-masing berdurasi delapan jam. Shift pertama berlangsung pukul 07.00–15.00, shift kedua pukul 15.00–23.00, dan shift ketiga pukul 23.00–07.00. Untuk mengoptimalkan distribusi beban kerja, karyawan shift dikelompokkan ke dalam empat regu, di mana setiap regu menjalani tiga kali giliran kerja sebelum mendapatkan satu hari libur.

Sementara itu, karyawan non-shift terdiri atas tenaga kerja yang tidak terlibat secara langsung dalam proses produksi, seperti staf administrasi, teknisi laboratorium, dan bagian pendukung lainnya. Jam kerja untuk karyawan non-shift mengikuti jadwal reguler, yaitu Senin hingga Jumat pukul 07.00–16.00, dan Sabtu pukul 07.00–12.00. Waktu istirahat ditetapkan pukul 12.00–13.00 pada hari Senin hingga Kamis, serta pukul 11.00–13.00 pada hari Jumat. Pengaturan sistem kerja ini dirancang agar produktivitas dan efisiensi operasional tetap terjaga tanpa mengesampingkan aspek kesehatan dan keselamatan kerja bagi seluruh karyawan.

3.3. Analisis Ekonomi

Pabrik asam sitrat yang dirancang dengan bahan baku molase dan kapasitas produksi sebesar 12.000 ton per tahun menunjukkan prospek ekonomi yang menjanjikan berdasarkan hasil evaluasi kelayakan ekonomi. Dari estimasi pendapatan penjualan tahunan sebesar Rp 1.484.317.198.803, proyek ini membutuhkan total investasi sebesar Rp 248.870.146.805. Investasi tersebut terdiri atas *Fixed Capital Investment* (FCI) sebesar Rp 211,5 miliar dan *Working Capital Investment* (WCI) sebesar Rp 37,3 miliar. Sementara itu, total biaya operasional tahunan atau *Total Production Cost* (TPC) diperkirakan mencapai Rp 1.545.122.561.044, yang mencakup biaya produksi langsung, biaya tetap, overhead pabrik, serta pengeluaran umum lainnya.

Nilai TPC ini digunakan sebagai dasar untuk perhitungan kelayakan finansial proyek pabrik, yang mencakup parameter seperti *Return on Investment* (ROI), *Break Even Point* (BEP), *Shut Down Point* (SDP), serta *Internal Rate of Return* (IRR) guna menilai profitabilitas dan risiko dari investasi tersebut.

Tabel 4. Data Analisis Ekonomi Pabrik Asam Sitrat Berbahan Molase

| No | Keterangan | | Total Biaya |
|----|-----------------------------------|----|-------------------|
| 1 | <i>Fixed Capital Investment</i> | Rp | 211.539.624.784 |
| 2 | <i>Working Capital Investment</i> | Rp | 37.330.522.021 |
| 3 | <i>Total Capital Investment</i> | Rp | 248.870.146.805 |
| 4 | <i>Direct Production Cost</i> | Rp | 1.183.913.596.849 |
| 5 | <i>Fixed Charge</i> | Rp | 34.692.498.465 |
| 6 | <i>Plant Overhead Cost</i> | Rp | 79.130.265.929 |
| 7 | <i>General Expense</i> | Rp | 247.386.199.800 |
| 8 | <i>Total Production Cost</i> | Rp | 1.545.122.561.044 |

Berdasarkan hasil perhitungan, Pabrik asam sitrat berbahan baku molase dengan kapasitas produksi 12.000 ton/tahun menunjukkan kelayakan finansial yang cukup menjanjikan. Estimasi total investasi yang dibutuhkan untuk pembangunan dan operasional pabrik mencapai Rp248.870.146.805, yang terdiri atas *Fixed Capital Investment* (FCI) sebesar Rp211,5 miliar dan *Working Capital Investment* (WCI) sebesar Rp37,3 miliar. Sementara itu, total biaya produksi tahunan (*Total Production Cost*) diperkirakan mencapai Rp1.545.122.561.044, mencakup biaya produksi langsung, beban tetap, overhead pabrik, dan pengeluaran umum lainnya.

Dari aspek profitabilitas, pabrik ini mampu menghasilkan laba kotor sebesar Rp 79,13 miliar dan laba bersih sebesar Rp 52,43 miliar per tahun. Nilai ini menunjukkan efisiensi yang tinggi terhadap modal yang diinvestasikan. Efisiensi tersebut juga tercermin dari nilai *Return on Investment* (ROI) yang mencapai 37% sebelum pajak dan 24% setelah pajak. Angka ini jauh di atas rata-rata tingkat suku bunga pinjaman perbankan nasional yang berkisar sekitar 6,25%, sehingga investasi ini dikategorikan sangat menguntungkan [18].

Aspek pengembalian modal juga memperkuat kelayakan finansial proyek. Hasil analisis menunjukkan bahwa waktu pengembalian investasi atau *Pay Out Time* (POT) sebesar 2,1 tahun sebelum pajak dan 2,9 tahun setelah pajak. Ini merupakan nilai yang relatif singkat untuk sebuah industri skala besar seperti industri kimia, yang umumnya membutuhkan waktu pengembalian modal antara 4 hingga 6 tahun. Waktu pengembalian yang cepat ini menjadi indikator tingkat risiko yang rendah karena modal dapat direcovery sebelum pabrik mencapai separuh usia operasionalnya. Sementara itu, nilai Break Even Point (BEP) sebesar 48% atau setara dengan kapasitas produksi 5.760 ton/ tahun, menandakan bahwa perusahaan hanya perlu menjual kurang dari setengah kapasitas produksinya untuk mencapai titik impas. Kondisi ini memberikan fleksibilitas dalam menghadapi fluktuasi permintaan pasar.

Analisis lebih lanjut terhadap batas minimum kapasitas operasi dilakukan melalui *Shut Down Point* (SDP), yang diperoleh sebesar 38% atau setara dengan kapasitas 4.560 ton/tahun. Artinya, pabrik tetap dapat beroperasi meski hanya memproduksi 38% dari kapasitas total, sehingga mampu bertahan dalam kondisi permintaan pasar yang sangat rendah. Selain itu, Nilai IRR sebesar 25% menunjukkan tingkat pengembalian proyek yang jauh di atas tingkat bunga pasar (6,25% berdasarkan BI-rate tahun 2024) [19]. Hal ini menandakan bahwa proyek layak dijalankan dan menawarkan keuntungan yang menarik bagi investor.

Tabel 5. Analisis Profitabilitas Pendirian Pabrik Asam Sitrat Berbahan Molase

| No | Parameter | Keterangan |
|----|--------------------------------|-------------------|
| 1 | Laba kotor | Rp 79.130.265.929 |
| 2 | Laba bersih | Rp 52.434.672.854 |
| 3 | ROI sebelum pajak | 37% |
| 4 | ROI sesudah pajak | 24% |
| 5 | POT sebelum pajak | 2,1 tahun |
| 5 | POT sesudah pajak | 2,9 tahun |
| 6 | <i>Break Event Point (BEP)</i> | 48% |
| 7 | <i>Shut Down Point (SDP)</i> | 38% |
| 8 | <i>Internal Rate of Return</i> | 25% |

Secara keseluruhan, parameter finansial seperti ROI, POT, BEP, SDP, dan IRR menunjukkan bahwa proyek ini layak direalisasikan. Selain menjanjikan keuntungan ekonomi yang tinggi dan risiko rendah, proyek ini juga mendukung pembangunan industri kimia berkelanjutan.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil analisis pada studi ini, diperoleh kesimpulan bahwa pabrik asam sitrat berbahan dasar molase dengan kapasitas produksi sebesar 12.000 ton/tahun menunjukkan kelayakan ekonomi yang sangat menjanjikan untuk direalisasikan. Pabrik ini memerlukan *Total Capital Investment* (TCI) sebesar Rp 248.870.146.805 dan *Total Production Cost* (TPC) sebesar Rp 1.545.122.561.044. Berdasarkan hasil perhitungan, pabrik mampu menghasilkan laba kotor sebesar Rp 79.130.265.929 dan laba bersih sebesar Rp 52.434.672.854. Nilai Return on Investment (ROI) sebelum dan sesudah pajak masing-masing sebesar 37% dan 24%, sedangkan nilai Break Even Point (BEP) sebesar 48% dan Shut Down Point (SDP) sebesar 38%. Selain itu, *Internal Rate of Return* (IRR) yang diperoleh mencapai 25%. Nilai-nilai tersebut menunjukkan bahwa proyek pendirian pabrik asam sitrat ini layak untuk dijalankan karena memberikan keuntungan finansial yang tinggi serta risiko yang relatif rendah.

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu melakukan analisis sensitivitas ekonomi terhadap variabel-variabel penting seperti fluktuasi harga bahan baku dan biaya energi, guna memperkuat ketahanan proyek terhadap dinamika pasar. Selain itu, perlu dilakukan studi terhadap dampak lingkungan dari proses produksi serta kajian rantai pasok bahan baku untuk menjamin keberlanjutan operasional. Penelitian lanjutan juga disarankan untuk mengeksplorasi potensi ekspor dan strategi pasar yang lebih luas sebagai upaya meningkatkan daya saing produk di tingkat global.

REFERENSI

- [1] R. A. Abd Alsaheb, M. M. Mohammed, J. K. Abdullah, dan A. H. Abbas, "Citric Acid Production: Raw Material, Microbial Production, Fermentation Strategy and Global Market: Critical Review," *Al-Khwarizmi Eng. J.*, vol. 19, no. 2, hal. 1–14, 2023.
- [2] Y.N. Anande, P. K. Raut, A. S. Zinjade, dan S. B. Mane, "Production of Citric Acid from Different *Aspergillus* species Obtained from Soil," *World J. Adv. Res. Rev.*, vol. 23, no. 2, hal. 2008–2018, 2024.

- [3] Badan Pusat Statistik, ‘Rata-Rata Konsumsi per Kapita Seminggu Beberapa Macam Bahan Makanan Penting, 2007–2023,’ 2023.,” *Badan Pus. Stat.*, vol. VIII, no. I, hal. 1–19, 2023.
- [4] K. S. Sasmitaloka, “Produksi Asam Sitrat Oleh *Aspergillus Niger* Pada Kultivasi Media Cair,” *J. Integr. Proses*, vol. 6, no. 3, hal. 116–122, 2017.
- [5] A. Amin, H. R. Ahmmed, M. Ismail, T. N. Islam, dan M. Mohasin, “Optimization Of Citric Acid Production From Sugarcane Molasses Using *Aspergillus Niger* By Submerged Fermentation,” 2025.
- [6] S. Guc dan O. Erkmen, “Citric Acid Production from Nontreated Beet Molasses by a Novel *Aspergillus niger* Strain: Effects of pH, Sugar and Ingredients,” *J. Food Microbiol. Saf. Hyg.*, vol. 02, no. 02, 2017.
- [7] S. D. Nugraheni dan Mastur, “Perbaikan Bioproses Untuk Peningkatan Produksi Bioetanol Dari Molase Tebu / Bioprocess Improvement for Enhanching Bioethanol Production of Sugarcane Molase,” *Perspektif*, vol. 16, no. 2, hal. 69, 2017.
- [8] R. Fakhri dan A.Nurrahman, “Analisis Kelayakan Ekonomi Produksi Polipropilena,” vol. 4, no. November, hal. 341–354, 2024.
- [9] Y.R. Attaliya dan K. Sa’diyah, “Pembuatan Minyak Ester dari Minyak Kelapa Sawit berkapasitas 4000 ton/tahun,” vol. 10, no. 9, hal. 617–627, 2024.
- [10] I. W. Amalia, D. Nurnanda, N. Hendrianie, dan R. Darmawan, “Proses Pembuatan Asam Sitrat dari Molasses dengan Metode Submerged Fermentation,” *J. Tek. ITS*, vol. 8, no. 2, 2020.
- [11] A. Y. Retnaningtyas, R. R. Hidayat, Widystuti, dan S. WIlnardi, “Studi Awal Proses Fermentasi Pada Desain,” *Tek. ITS*, vol. 6, no. 1, hal. 123–126, 2017.
- [12] N. N. Maritsa and Z. Irfin, “Penentuan Kapasitas Produksi Dan Seleksi Proses Pra Rancangan Pabrik Kimia Pembuatan Alpha Terpineol Dari Terpentin,” vol. 11, no. 9, hal. 191–200, 2025.
- [13] M. S. Peters dan K. D. Timmerhaus, Peter dan Timmerhaus, Plant Design and Economics for Chemical Engineer Fourth Edition. New York: McGraw-Hill Book Co, 1991.pdf. 1991.
- [14] H. Eguchi, T. Aoyama, K. Seki, D. O’Donovan, and I. Koshijima, “Organizational structure on the resilience of production processes based on human factors in the chemical industry,” *J. Eng. Sci. Technol.*, vol. 10, no. Spec.issue4, hal. 30–40, 2015.
- [15] B. A. Sulistiyanto and A. S. Suryandari, “Analisa Ekonomi Pra Rancangan Pabrik Kimia Pembuatan Sabun Mandi Cair Dari Virgin Coconut Oil (Vco) Kapasitas 750 Ton/Tahun,” *DISTILAT J. Teknol. Separasi*, vol. 7, no. 2, hal. 112–119, 2023.
- [16] S. Dewi, C. J. Islami, Mega Cattleya P. A, dan Rizqi Novita Sari, “Analisis Kelayakan Ekonomi dan Sensitivitas Pengembangan Industri Jasa,” *Waluyo Jatmiko Proceeding*, vol. 16, no. 1, hal. 521–530, 2023.
- [17] S. Prasetyo dan K. Sa’diyah, “Analisis Kelayakan Produksi Pakan Ikan Nila Skala Pabrik,” *DISTILAT J. Teknol. Separasi*, vol. 9, no. 4, hal. 482–490, 2023.
- [18] L. Ifa, Nurdjannah, A. I. Ramadhana, C. M. Sayudi, dan A. Rusnaenah, “Techno Economic Study of Liquid Smoke From Cashew Nut Shell Waste,” *J. Ind. Eng. Manag.*, vol. 6, no. 1, hal. 26–37, 2021.
- [19] Badan Pusat Statistik, ‘BI Rate Indonesia pada 2024.,” 2024.