

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia saat ini tengah melakukan pembangunan ekonomi nasional yang bertujuan meningkatkan taraf hidup dan kesejahteraan masyarakat. Sektor industri kimia memegang peranan vital dalam agenda pembangunan ini, mengingat posisinya sebagai industri hulu yang menyokong berbagai sektor manufaktur lainnya. Penguatan industri kimia domestik sangat diperlukan untuk mengurangi ketergantungan negara terhadap produk impor, memperbaiki neraca perdagangan, serta menciptakan kemandirian ekonomi. Selain itu, ekspansi sektor ini berpotensi membuka lapangan kerja baru secara masif dan menstimulasi pertumbuhan industri penunjang (Kementerian Perindustrian, 2023). Salah satu bahan baku kimia yang permintaannya terus meningkat, namun pemenuhannya di Indonesia masih sangat bergantung pada impor adalah asam asetat (*acetic acid*). Hal ini diperkuat oleh data Badan Pusat Statistik (BPS) yang menunjukkan tren kenaikan volume impor asam asetat setiap tahunnya guna memenuhi kebutuhan industri tekstil, cat, dan perekat (BPS, 2023).

Asam asetat (CH_3COOH) merupakan salah satu bahan kimia dasar yang memiliki peranan strategis dalam berbagai sektor industri, mulai dari industri petrokimia, tekstil, farmasi, hingga pangan. Secara fisik, asam asetat industri umumnya diproduksi dalam bentuk cairan bening, tidak berwarna, berbau tajam khas, dan bersifat korosif. Produk ini dipasarkan dalam spesifikasi *glacial acetic acid* dengan kemurnian tinggi mencapai 99,9%. *Glacial acetic acid* digunakan secara luas sebagai bahan baku utama dalam industri *vinil asetat monomer* (VAM), selulosa asetat, ester asetat (seperti metil asetat dan etil asetat), serta sebagai pelarut dan agen reaksi dalam industri farmasi, tekstil, makanan (*food grade* setelah pemurnian lanjutan) (Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry, 2014).

Pemilihan asam asetat sebagai produk utama dalam perancangan pabrik ini didasarkan pada tingginya urgensi kebutuhan industri, baik pada skala nasional maupun global. Asam asetat merupakan *intermediate chemical* yang memiliki peranan penting dalam berbagai rantai industri, dengan permintaan yang terus meningkat seiring pertumbuhan pesat sektor industri hilir, antara lain industri kemasan, tekstil sintetis, perekat, dan resin. Namun demikian, berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2023),

pemenuhan kebutuhan asam asetat di dalam negeri hingga saat ini masih sangat bergantung pada impor. Ketergantungan tersebut tidak hanya berdampak pada defisit neraca perdagangan, tetapi juga meningkatkan kerentanan industri nasional terhadap fluktuasi harga pasar global. Oleh karena itu, pendirian pabrik asam asetat di dalam negeri menjadi langkah esensial untuk menjamin keberlanjutan pasokan, mengurangi ketergantungan terhadap produk impor, serta mendukung terwujudnya kemandirian industri kimia nasional.

Indonesia memiliki potensi yang signifikan sebagai lokasi produksi asam asetat. Jumlah penduduk yang besar, pertumbuhan sektor industri manufaktur yang berkelanjutan, serta letak geografis yang menguntungkan di kawasan Asia Tenggara membuka peluang pemasaran yang luas. Selain untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri, produksi asam asetat juga berpotensi dikembangkan bagi pasar ekspor regional, khususnya ke negara-negara dengan pertumbuhan industri kimia yang pesat. Kawasan Asia Pasifik merupakan salah satu konsumen terbesar asam asetat secara global, dengan tren permintaan yang terus meningkat seiring dengan ekspansi industri hilir (ICIS, 2022). Oleh karena itu, pendirian pabrik asam asetat di Indonesia dinilai memiliki prospek ekonomi yang menjanjikan dan berkelanjutan.

Asam asetat dapat diproduksi melalui beberapa proses, antara lain oksidasi asetaldehida, fermentasi biomassa, dan karbonilasi metanol. Di antara berbagai proses tersebut, proses karbonilasi metanol menggunakan katalis rhodium, yang dikenal sebagai proses Monsanto, dipilih dalam perancangan ini karena memiliki selektivitas reaksi yang tinggi, efisiensi konversi yang baik, serta telah terbukti secara komersial pada skala industri besar (Jones & Smith, 2020). Proses ini memanfaatkan metanol dan karbon monoksida sebagai bahan baku utama dengan kondisi operasi tekanan dan suhu yang relatif stabil. Melalui pengendalian proses yang optimal serta sistem pemurnian yang dirancang secara efektif, asam asetat dengan kemurnian hingga 99,9% dapat dihasilkan dengan *yield* yang tinggi, sehingga memenuhi standar industrial grade dan kebutuhan industri hilir yang sensitif terhadap keberadaan pengotor. Realisasi desain pabrik asam asetat ini tidak terlepas dari berbagai tantangan. Dari aspek kesehatan, keselamatan kerja, dan lingkungan (K3L), penanganan bahan berbahaya seperti karbon monoksida, metanol, dan asam asetat memerlukan sistem keselamatan yang ketat, termasuk pengendalian kebocoran, ventilasi yang memadai, serta pengolahan limbah cair dan gas sesuai baku mutu lingkungan. Dari sisi regulasi dan perizinan, pendirian pabrik kimia skala besar harus memenuhi ketentuan Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL), perizinan

industri, serta standar keselamatan nasional dan internasional. Sementara itu, keberlanjutan pengadaan bahan baku menjadi tantangan tersendiri, meskipun Indonesia memiliki potensi besar gas alam sebagai sumber metanol serta peluang pengembangan bahan baku alternatif berbasis biomassa di masa depan, yang memerlukan perencanaan pasokan jangka panjang dan terintegrasi.

Pabrik yang dirancang akan memproduksi asam asetat (CH_3COOH) dengan kapasitas produksi 25.000 ton per tahun, yang direncanakan mulai beroperasi pada tahun 2030. Pemilihan tahun pendirian tersebut didasarkan pada proyeksi peningkatan kebutuhan industri kimia nasional dan regional serta kesiapan infrastruktur industri pendukung. Kalimantan Timur dipilih sebagai lokasi pabrik karena memiliki akses yang baik terhadap sumber bahan baku berbasis gas alam, kedekatan dengan pelabuhan dan jalur logistik, serta dukungan pengembangan kawasan industri. Sistem operasi kontinyu diterapkan karena mampu memberikan efisiensi energi yang lebih tinggi, kualitas produk yang lebih konsisten, serta biaya produksi yang lebih rendah dibandingkan sistem batch untuk kapasitas besar. Sejalan dengan upaya pembangunan nasional dalam meningkatkan kemandirian industri dan kesejahteraan masyarakat, pendirian pabrik asam asetat ini diharapkan dapat mengurangi ketergantungan impor, memperluas lapangan kerja, meningkatkan penguasaan teknologi proses kimia, serta memperkuat posisi Indonesia dalam rantai pasok industri kimia global.

I.2 Analisa Pasar dan Kapasitas Produksi

I.2.1 Analisa Pasar

Produk asam asetat berkemurnian tinggi (99,97%) dirancang untuk memenuhi kebutuhan industri di Indonesia. Dalam beberapa tahun terakhir, pasar asam asetat nasional menunjukkan fluktuasi yang dipengaruhi oleh pertumbuhan industri hilir dan keterbatasan pasokan domestik, sehingga mendorong peningkatan impor. Berdasarkan data perdagangan dan konsumsi, kebutuhan asam asetat nasional diperkirakan mencapai sekitar 65 ton/tahun, sementara kapasitas produksi dalam negeri belum mampu memenuhi permintaan tersebut secara optimal, menyebabkan ketergantungan impor yang signifikan. Kondisi ini mencerminkan adanya kesenjangan antara permintaan dan pasokan domestik, sekaligus menciptakan peluang strategis bagi pendirian pabrik asam asetat berkemurnian tinggi sebagai upaya substitusi impor dan penguatan struktur industri kimia nasional.

Saat ini, produsen asam asetat di Indonesia masih terbatas, salah satunya adalah PT. Indo Acidatama, dengan kapasitas produksi yang relatif belum mencukupi untuk

memenuhi kebutuhan nasional, terutama untuk *high-purity acetic acid*. Secara teknologi, produksi asam asetat dapat dilakukan melalui berbagai metode konvensional, seperti fermentasi atau oksidasi asetaldehid, namun proses-proses tersebut memiliki keterbatasan, antara lain efisiensi atom yang rendah, konsumsi energi tinggi, serta kesulitan mencapai kemurnian produk hingga 99,97%. Sebagai alternatif yang lebih unggul, Proses Monsanto (karbonilasi metanol) menawarkan inovasi teknologi dengan efisiensi atom yang tinggi, penggunaan bahan baku metanol dan karbon monoksida yang relatif murah dan tersedia, serta kemampuan menghasilkan asam asetat dengan kemurnian sangat tinggi secara konsisten. Keunggulan ini menjadikan Proses Monsanto lebih kompetitif dibandingkan metode konvensional, khususnya dalam menghadapi tantangan biaya produksi, efisiensi energi, dan tuntutan kualitas produk untuk industri hilir bernilai tambah tinggi.

I.2.2 Kapasitas Produksi

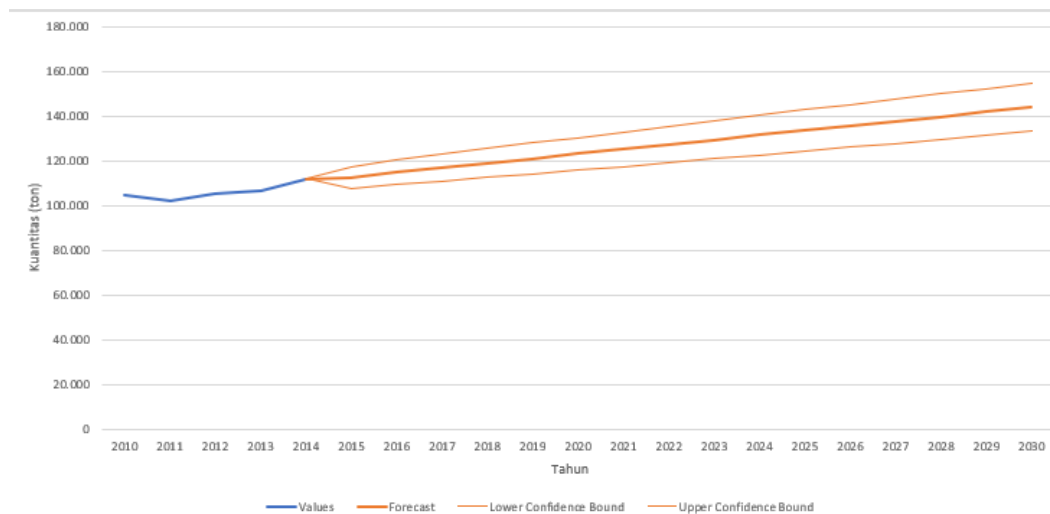
Bahan baku utama dalam proses Monsanto untuk produksi asam asetat adalah metanol dan karbon monoksida. Data menunjukkan bahwa produksi metanol pada periode 2018–2021 mencapai 330.000 ton/tahun. Sejak 2022, kapasitas produksi metanol PT Kaltim Metanol Industri meningkat menjadi 660.000 ton/tahun. Di sisi lain, pasokan karbon monoksida tersedia dari PT Samator Gas Industri dan PT Air Liquide Indonesia. Kondisi ini menunjukkan bahwa proses Monsanto layak dan berkelanjutan untuk memenuhi kebutuhan asam asetat industri. Dalam pra-rancangan pabrik asam asetat, penentuan kapasitas produksi yang optimal menjadi aspek penting agar pabrik dapat beroperasi secara efisien serta mampu memenuhi kebutuhan industri di masa mendatang. Penetapan kapasitas produksi dilakukan dengan mempertimbangkan data historis produksi, konsumsi, impor, dan ekspor asam asetat di Indonesia. Untuk memperkirakan kapasitas produksi yang dibutuhkan pada tahun 2030, digunakan metode analisa *forecast* berdasarkan data sebagai berikut:

I.2.2.1 Konsumsi

Data konsumsi (*demand*) asam asetat diperoleh dari statistik yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) untuk periode 2010–2015. Data tersebut digunakan sebagai dasar dalam melakukan proyeksi konsumsi guna menetapkan target pemasaran produk dari pabrik yang direncanakan, sebagaimana disajikan pada Tabel I.1.

**Tabel I.1. Data Statistik Tahun 2010-2015 dan Prediksi Tahun 2016-2030 untuk
Konsumsi Asam Asetat**

Sumber data	Tahun	Jumlah (ton/tahun)
Data statistik (BPS, 2010-2015)	2010	104.342
	2011	101.787
	2012	104.974
	2013	106.611
	2014	111.864
	2015	112.631
Hasil prediksi	2016	114.718
	2017	116.804
	2018	118.891
	2019	120.978
	2020	123.064
	2021	125,151
	2022	127.238
	2023	129.324
	2024	131.411
	2025	133.498
	2026	135.584
	2027	137.671
	2028	139.758
	2029	141.844
	2030	143.931



Gambar I.1. Hasil *Forecast* Konsumsi Asam Asetat di Indonesia pada Tahun 2015-2030

Hingga saat ini, hanya terdapat satu pabrik penghasil asam asetat di Indonesia, yaitu PT Indo Acidatama, dengan kapasitas produksi sebesar 56.600 ton per tahun.

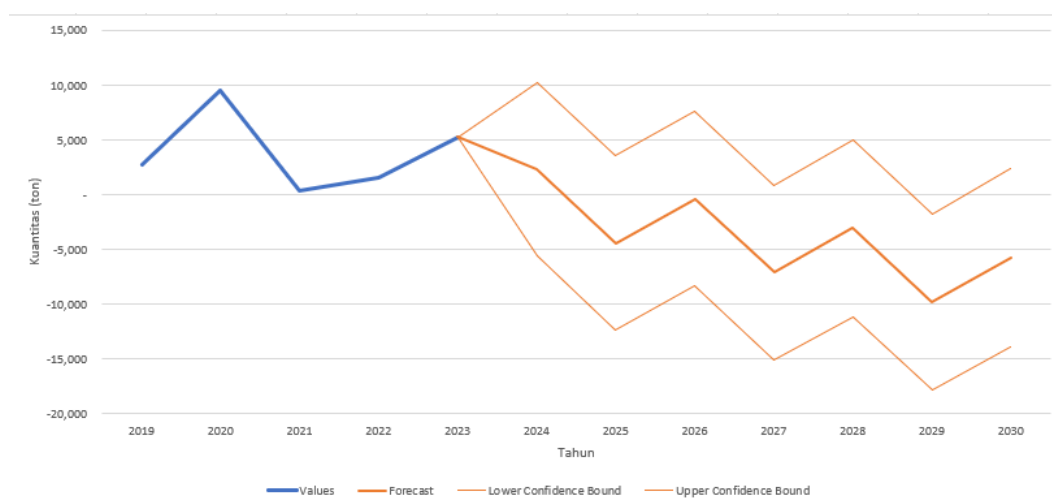
I.2.2.2 Ekspor

Data ekspor asam asetat diperoleh dari statistik yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) untuk periode 2019–2022. Data ini digunakan sebagai dasar proyeksi ekspor dalam penetapan target pemasaran produk dari pabrik yang direncanakan, sebagaimana disajikan pada Tabel I.2.

Tabel I.2. Data Statistik Tahun 2019-2022 dan Prediksi Tahun 2023-2030 untuk Ekspor Asam Asetat

Sumber data	Tahun	Jumlah (ton/tahun)
Data statistik (BPS, 2019-2022)	2019	2,686
	2020	9,443
	2021	0,374
	2022	1,554
Hasil prediksi	2023	5,250
	2024	2,342
	2025	0
	2026	0
	2027	0
	2028	0

	2029	0
	2030	0



Gambar I.2. Hasil *Forecast* Ekspor Asam Asetat di Indonesia pada Tahun 2023-2030

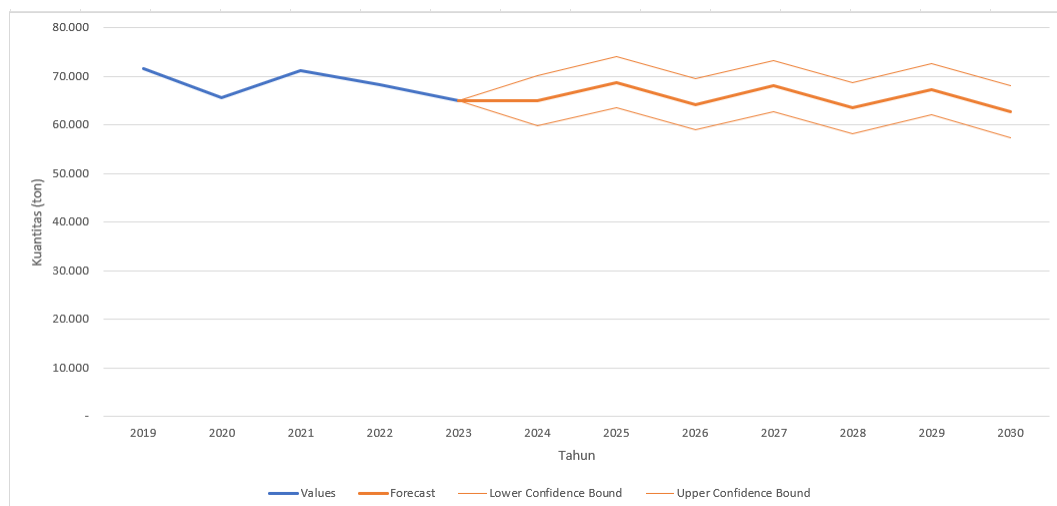
I.2.2.3 Impor

Data ekspor impor asetat diperoleh dari statistik yang diterbitkan oleh Badan Pusat Statistik (BPS) untuk periode 2019–2024. Data ini digunakan sebagai dasar proyeksi impor dalam penetapan target pemasaran produk dari pabrik yang direncanakan, sebagaimana disajikan pada Tabel I.3.

Tabel I.3. Data Statistik Tahun 2019-2024 dan Prediksi Tahun 2025-2030 untuk Impor Asam Asetat

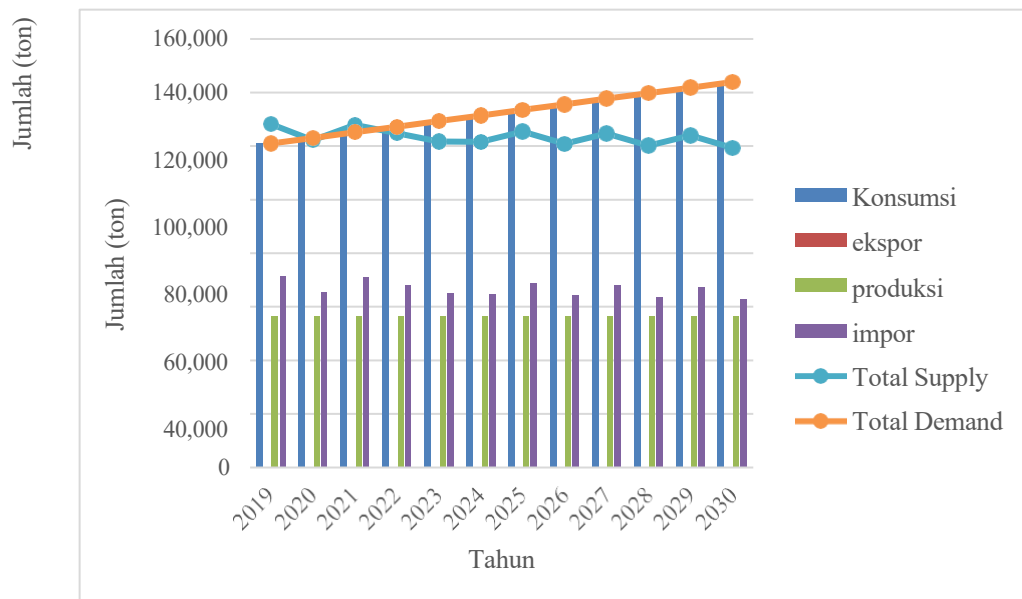
Sumber data	Tahun	Jumlah (ton/tahun)
Data statistik (BPS, 2019-2024)	2019	71.599
	2020	65.592
	2021	71.278
	2022	68.236
	2023	65.085
	2024	64.964
Hasil prediksi	2025	68.822
	2026	64.233
	2027	68.091
	2028	63.501

	2029	67.359
	2030	62.769



Gambar I.3. Hasil *Forecast* Impor Asam Asetat di Indonesia pada Tahun 2023-2030

Dari hasil analisa data konsumsi, produksi, impor dan ekspor, terlihat masih banyak kebutuhan asam asetat. Berikut ringkasan data yang dapat dilihat pada grafik berikut :



Gambar I.4. Grafik Kebutuhan Pasar Asam Asetat di Indonesia

$$\begin{aligned}
 \text{Produk di pasaran 2030} &= \text{Suplai} - \text{Kebutuhan} \\
 &= (\text{Impor} + \text{Produksi}) - (\text{Ekspor} + \text{Konsumsi}) \\
 &= (62.769,45 + 56.600) - (143.931 + 0) \\
 &= -24.561,582 \text{ ton}
 \end{aligned}$$

Kapasitas produksi = 25.000 ton

Dari perhitungan pada tahun 2030, didapatkan hasil peluang pasar sebesar 24.561,582 ton. Berdasarkan pertimbangan seperti perkembangan industri, ketersediaan bahan baku dan perkembangan konsumsi asam asetat yang terus meningkat setiap tahunnya maka prarencana pabrik asam asetat dengan kapasitas 25.000 ton/tahun layak untuk didirikan di Indonesia dengan tujuan untuk mengurangi nilai impor dan memenuhi kebutuhan asam asetat dalam negeri.

I.3 Kebaruan Produk

Kebaruan produk pada rancangan pabrik ini difokuskan pada pencapaian standar kemurnian tinggi (*high-purity*) secara simultan pada produk utama dan produk samping. Asam asetat sebagai produk utama dirancang memiliki tingkat kemurnian lebih dari 99,9%, sehingga memenuhi spesifikasi ketat yang dipersyaratkan oleh industri farmasi, elektronik, dan polimer yang sensitif terhadap keberadaan kontaminan. Selain itu, rancangan ini juga menempatkan produk samping metil asetat sebagai komoditas bernilai tambah melalui penerapan sistem pemurnian hingga mencapai kemurnian 99,9%. Pendekatan ini merupakan terobosan dibandingkan praktik konvensional, di mana metil asetat umumnya hanya diperlakukan sebagai *intermediate* atau bahkan limbah proses dengan nilai ekonomi terbatas. Pemanfaatan fraksi samping sebagai *by-product* berstandar tinggi ini sejalan dengan temuan Tyas dkk. (2025), yang menyatakan bahwa optimalisasi produk samping dalam proses kimia mampu meningkatkan nilai ekonomi rantai pasok secara signifikan. Dengan demikian, kebaruan produk tidak hanya terletak pada peningkatan kualitas asam asetat, tetapi juga pada transformasi metil asetat menjadi produk komersial berkualitas tinggi yang layak dipasarkan sebagai pelarut murni.

Ditinjau dari aspek proses, kebaruan rancangan ini tidak berfokus pada modifikasi reaksi karbonilasi metanol yang telah mapan secara teknologi, melainkan pada inovasi strategi pemisahan dan pemanfaatan produk samping metil asetat. Berbeda dengan desain konvensional yang umumnya menghasilkan metil asetat dengan kemurnian terbatas atau merecycle kembali fraksi tersebut ke dalam reaktor, rancangan ini mengintegrasikan sistem pemurnian lanjutan berupa distilasi presisi. Integrasi sistem tersebut memungkinkan pemisahan metil asetat dari campuran reaksi secara efektif sehingga diperoleh produk dengan kemurnian tinggi (99,9%) tanpa menurunkan kualitas maupun *yield* produk utama asam asetat. Pendekatan ini sekaligus menjawab permasalahan efisiensi proses sebagaimana diungkapkan oleh Darmanto (2017) mengenai pentingnya pemisahan

komponen kunci pada skala industri. Dengan penerapan strategi ini, beban *recycle* ke reaktor dapat dikurangi, sementara potensi ekonomi pabrik meningkat melalui produksi dan penjualan dua produk berstandar tinggi secara simultan.

I.4 Sifat Fisika dan Kimia

I.4.1 Bahan Baku

Produk utama yang dihasilkan dari pabrik yang dirancang ini adalah asam asetat, yang diperoleh melalui proses Monsanto dengan menggunakan metanol, karbon monoksida, dan katalis rhodium sebagai bahan baku utama. Adapun sifat fisika dan kimia dari masing-masing bahan baku yang digunakan diberikan pada Tabel I.4.

Tabel I.4. Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku

Nama bahan	Sifat fisika	Sifat kimia	Ref
Metanol (CH ₃ OH) IUPAC: methanol Bentuk: Cair pada 25°C, kemurnian 98%	BM: 32,04 g/mol BP: 64,7°C (1 atm) MP: -97,6°C (1 atm) ρ : 792 kg/m ³ (20°C) μ : 0,59 mPa·s (20°C) Tc: 239,45°C Pc: 81 bar Vc: 0,118 m ³ /mol	1. Volatil 2. <i>Flammable</i> 3. Korosif 4. Toksik 5. Reaktif 6. Iritan	(CRC, 2019; Lange, 2010; NIST, 2023)
Karbon monoksida (CO) IUPAC: carbon monoxide Bentuk: Gas pada 25°C, kemurnian 95%	BM: 28,01 g/mol BP: -191,5°C (1 atm) MP: -205,01°C (1 atm) ρ : 1,145 kg/m ³ (25°C) Tc: -140,25°C Pc: 35 bar Hf: -110,62 kJ/mol Hc: -283 kJ/mol	1. Volatil 2. <i>Flammable</i> 3. Toksik	(Thermopedia, 2011; NIST, 2023; Eng. Toolbox, 2008)
Rhodium (Rh) Bentuk: cair	BM: 102,91 g/mol BP: 3727°C (1 atm) MP: 1964°C (1 atm) ρ : 12,41 kg/m ³ (20°C)	1. Stabil 2. Tahan korosi 3. Iritan 4. Reaktif	(Cheung dkk., 2002; Hartwig, 2010;MSDS;

Nama bahan	Sifat fisika	Sifat kimia	Ref
	Warna: perak		Central Drug House., 2020)

Pabrik yang didesain memiliki produk utama berupa asam asetat dengan kemurnian 99,97%. Pabrik yang dirancang ini memiliki produk samping berupa metil asetat dengan kemurnian 99%. Sifat fisika dan kimia dari produk utama dan produk samping sebagai berikut yang diberikan pada Tabel I.5.

Tabel I.5. Sifat Fisika dan Kimia Produk

Nama bahan	Sifat fisika	Sifat kimia	Ref
Asam Asetat (CH₃COOH) IUPAC: ethanoic acid Bentuk: Cair pada 25°C, kemurnian 99%	BM: 60,052 g/mol BP: 117,9°C (1 atm) MP: 16,6°C (1 atm) ρ: 1040 kg/m³ (25°C) Tc: 594,4°C Pc: 57,9 bar Hf: -435,13 kJ/mol (250°C)	1. Asam lemah 2. Iritan 3. Korosif 4. Reaktif	NIST Chemistry WebBook (SRD 69); ILO/WHO ICSC; Sigma- Aldrich SDS
Metil asetat (CH₃COOCH₃) IUPAC: methanol Bentuk: Cair	BM: 74 kg/kmol BP: 56,9°C (1 atm) MP: - 98,2°C (1 atm) Tc: 506,8°C Pc: 46,287 atm	1. Volatil 2. <i>Flammable</i> 3. Korosif 4. Reaktif 5. Iritan	NIST Chemistry WebBook (SRD 69); ILO/WHO ICSC; Sigma- Aldrich SDS / Merck