

BAB I

PENDAHULUAN

1.1.LATAR BELAKANG

Triacetin (glyceryl triacetate) merupakan senyawa ester yang diproduksi melalui reaksi esterifikasi antara gliserol dan asam asetat. Reaksi ini sering dikaji dalam literatur sebagai proses konversi gliserol atau produk samping industri biodiesel menjadi produk bernilai tambah yang memiliki aplikasi luas sebagai *plasticizer*, pelarut industri, aditif makanan, kosmetik, serta bio-aditif bahan bakar untuk meningkatkan nilai oktan dan mengurangi *knocking* pada mesin pembakaran internal. Gliserol sendiri merupakan produk samping dari proses transesterifikasi minyak nabati untuk menghasilkan biodiesel. Secara global dan di Indonesia, peningkatan produksi biodiesel menghasilkan gliserol dalam jumlah besar, yang seringkali masih dalam bentuk kasar (*crude glycerol*) dan perlu dimurnikan sebelum diolah lebih lanjut. Studi ilmiah menunjukkan bahwa gliserol ini dapat diesterifikasi dengan asam asetat melalui katalisis asam atau katalis heterogen untuk menghasilkan triacetin dengan konversi yang bergantung pada rasio reaktan, suhu, dan jenis katalis (Awogbemi, 2025).

Proses produksi triacetin didasarkan pada reaksi esterifikasi yang *reversibel* di mana gliserol dan asam asetat bereaksi membentuk mono, di, dan triacetin, dengan triacetin sebagai produk utama yang bernilai tinggi. Sebagai contoh dalam studi kinetika, rasio molar optimal gliserol ke asam asetat sering dilaporkan sekitar 1:7 untuk menghasilkan konversi yang signifikan di bawah kondisi suhu tertentu dengan katalis asam kuat (Satriadi, 2015).

Kebutuhan triacetin di Indonesia saat ini sebagian besar dipenuhi melalui impor bahan kimia jadi, karena hingga kini belum ada pabrik triacetin skala komersial yang beroperasi di dalam negeri. Dalam konteks pasar global, triacetin juga diproyeksikan tumbuh karena meningkatnya aplikasi di berbagai industri, termasuk sebagai bioaditif pada bahan bakar dan dalam industri makanan dan farmasi (Wardaningrum, 2020).

Ketersediaan gliserol di Indonesia sebagai hasil samping biodiesel memberikan peluang strategis untuk mengembangkan industri hilir yang memanfaatkan

sumber daya internal ini, menambah nilai ekonomi pada gliserol yang biasanya dijual dengan harga rendah atau bahkan sulit dipasarkan jika tidak diproses lebih lanjut. Secara bersamaan, asam asetat sebagai reaktan utama memiliki pasokan yang lebih stabil melalui produksi domestik atau impor, tetapi masih memerlukan pengelolaan rantai pasok yang baik untuk menjamin kontinuitas pasokan bahan baku bagi industri kimia hilir ini. Selain aspek teknis, pertimbangan ekonomi juga penting. Produksi triacetin dari gliserol dan asam asetat dapat memberikan nilai tambah signifikan untuk gliserol sekaligus mengurangi ketergantungan pada impor produk kimia, memperkuat ketahanan rantai pasok nasional industri kimia, dan membuka peluang ekspor produk bernilai tambah jika produksi dalam negeri mencapai skala ekonomi yang kompetitif. Hal ini sejalan dengan strategi pengembangan industri hilir dan hilirisasi bahan baku domestik untuk mendorong pertumbuhan ekonomi berkelanjutan (Awogbemi, 2025).

Dengan dasar tersebut, pendirian pabrik triacetin berbasis gliserol hasil biodiesel dan asam asetat bukan hanya relevan secara teknis tetapi juga potensial dari sudut pandang ekonomi dan kebijakan industri nasional, terutama dalam konteks pemanfaatan sumber daya lokal dan peningkatan nilai tambah industri kimia Indonesia.

1.1 Tujuan

Tujuan pendirian pabrik triacetin ini adalah sebagai berikut :

1. Mengurangi ketergantungan impor triacetin
2. Meningkatkan produksi dalam negeri
3. Menciptakan lapangan kerja baru

1.2 Tinjauan Pustaka

1.2.1 Triacetin

Triacetin, dikenal secara kimia sebagai *glycerol triacetate*, adalah senyawa ester yang terbentuk melalui reaksi esterifikasi gliserol dan asam asetat (Nuryoto, H., Sulisty, H., Suprihastuti, S., & Sutijan, 2011), yang merupakan produk samping utama industri biodiesel. Dalam proses produksinya, triacetin dihasilkan dengan mengesterifikasi gliserol yang dihasilkan dari biodiesel dengan asam

asetat di bawah kondisi katalitik tertentu. Studi ilmiah menunjukkan bahwa penggunaan katalis heterogen seperti alumina atau silica yang disiapkan dari bahan alam seperti tanah gambut dapat meningkatkan konversi gliserol menjadi triacetin dibandingkan katalis homogen, sehingga memberikan pendekatan yang lebih menguntungkan dalam proses komersial (Yanti, 2019).

Triacetin memiliki beragam aplikasi industri karena sifatnya sebagai ester yang relatif stabil dan larut dalam banyak pelarut organik. Dalam aplikasi *non-food*, triacetin digunakan sebagai pelarut pada parfum, tinta cetak, serta sebagai *plasticizer* untuk resin selulosa, polimer, dan ko-polimer. Selain itu, triacetin juga berfungsi sebagai bahan aditif bahan bakar untuk meningkatkan nilai oktan dan mengurangi fenomena *knocking* pada mesin pembakaran internal (Khairiati, 2016).

Dalam aplikasi *food*, triacetin dimanfaatkan sebagai bahan aditif atau pelarut aroma pada produk makanan seperti permen, minuman berperisa, dan produk olahan tertentu yang memerlukan stabilitas komponen aroma. Kegunaan tersebut menunjukkan bahwa triacetin bukan hanya bahan kimia industri, tetapi juga memiliki peran fungsional dalam formulasi produk konsumen (Satriadi, 2015).

Triacetin juga memiliki peranan penting dalam konteks biofuel *hilir*. Karena triacetin dapat ditambahkan ke biodiesel atau campuran bahan bakar lain untuk meningkatkan kualitas pembakaran. Jadi secara keseluruhan, triacetin merupakan produk kimia bernilai tambah tinggi dengan aplikasi yang luas di berbagai industri, dari makanan dan farmasi hingga bahan bakar dan plastik. Potensi pemanfaatan gliserol yang tersedia dalam jumlah besar dari industri biodiesel menjadikan produksi triacetin sebagai strategi hilirisasi industri kimia yang menarik, terutama bagi negara yang memiliki pasokan bahan baku gliserol yang kuat.

1.2.2 Katalis Amberlyst 15

Amberlyst 15 adalah salah satu jenis katalis asam padat yang sangat populer dalam industri kimia dan sintesis organik. Secara struktural, Amberlyst 15 merupakan resin penukar kation tipe makropori yang berbasis pada kopolimer stirena-divinilbenzena tersulfonasi. Karakteristik utamanya terletak pada gugus fungsi asam sulfonat ($-\text{SO}_3\text{H}$) yang terikat kuat pada kerangka polimernya,

memberikan sifat keasaman yang kuat setara dengan asam sulfat cair, namun dalam bentuk fase padat.

Amberlyst 15 sering digunakan dalam berbagai reaksi penting, seperti esterifikasi, eterifikasi, alkilasi, dan hidrolisis. Dalam industri biodiesel, misalnya, katalis ini berperan penting dalam mengubah asam lemak bebas menjadi ester. Selain itu, dalam sintesis organik halus, ia sering digunakan untuk pemasangan gugus pelindung karena sifatnya yang selektif dan efisien. Pada studi komparatif katalis padat menunjukkan bahwa Amberlyst-15 menampilkan aktivitas katalitik lebih tinggi sekaligus selektivitas yang baik terhadap diasetin dan triasetin dibandingkan banyak katalis padat lain dalam esterifikasi gliserol dengan asam asetat (Zhou, 2013).

Dalam kajian esterifikasi gliserol dengan asam asetat tersebut, Amberlyst-15 menunjukkan performa yang unggul dengan konversi gliserol yang tinggi serta selektivitas produk ester lebih baik pada kondisi reaksi tertentu. Misalnya, penelitian menunjukkan Amberlyst-15 dapat mencapai konversi gliserol hingga hampir 97 % dengan selektivitas terhadap diasetin dan triasetin yang signifikan, bergantung pada rasio molar asam asetat terhadap gliserol dan kondisi operasi lainnya. Keunggulan lain dari Amberlyst-15 adalah sifat heterogennya, yaitu katalis berada dalam fase padat sementara reaktan berada dalam fase cair. Hal ini memudahkan pemisahan katalis setelah reaksi selesai dan memungkinkan penggunaan ulang katalis dalam beberapa siklus reaksi, yang penting bagi operasi skala industri. Amberlyst-15 juga lebih aman dan ramah lingkungan dibandingkan katalis homogen seperti asam sulfat karena minim risiko korosi dan limbah asam (Pei, 2016).

1.2.3 Kegunaan Triacetin di Berbagai Industri

1. Industri Makanan dan Minuman; sebagai bahan tambahan pangan (*food additive*), terutama sebagai pelarut dan pembawa (*carrier*) untuk perisa dan zat aditif makanan. Senyawa ini membantu meningkatkan stabilitas aroma serta memperpanjang umur simpan produk. Triacetin juga berfungsi sebagai humektan, yaitu menjaga kelembapan pada produk makanan tertentu seperti permen, roti, dan produk bakery. Karena sifatnya yang relatif aman pada dosis

tertentu, triacetin telah diizinkan penggunaannya dalam industri pangan di berbagai negara.

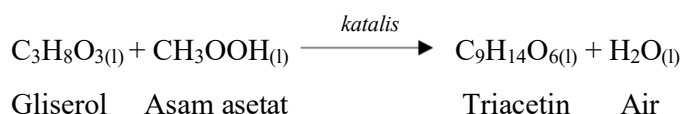
2. Industri Farmasi; sebagai pelarut zat aktif obat dan bahan pembantu dalam formulasi tablet, kapsul, dan sediaan cair. Triacetin berfungsi meningkatkan kelarutan senyawa aktif serta membantu pengontrolan pelepasan obat (*controlled release*). Selain itu, triacetin digunakan sebagai *plasticizer* pada lapisan film tablet untuk meningkatkan fleksibilitas dan mencegah retak.
3. Industri Kosmetik dan *Personal Care*; sebagai pelarut, humektan, dan bahan pembawa pada produk kosmetik seperti parfum, lotion, krim, dan deodorant. Sifatnya yang tidak berwarna, tidak berbau menyengat, dan stabil menjadikannya ideal sebagai bahan formulasi kosmetik. Triacetin juga membantu meningkatkan daya sebar produk dan memberikan efek lembut pada kulit.
4. Industri Plastik dan Polimer; sebagai *plasticizer* untuk resin selulosa, seperti selulosa asetat. Penambahan triacetin meningkatkan fleksibilitas, elastisitas, dan ketahanan mekanik produk plastik. Aplikasi ini umum ditemukan pada film plastik, lapisan pelindung, dan bahan kemasan khusus.
5. Industri Bahan Bakar dan Energi; sebagai aditif bahan bakar, terutama pada biodiesel dan bensin. Penambahannya dapat meningkatkan nilai oktan, memperbaiki kualitas pembakaran, serta mengurangi gejala *knocking* pada mesin. Triacetin juga membantu meningkatkan stabilitas bahan bakar dan efisiensi energi.
6. Industri Kimia dan Pelarut; sebagai pelarut industri dalam pembuatan tinta cetak, perekat, dan pelapis (*coating*). Sifat pelarutannya yang baik serta kestabilan kimianya membuat triacetin cocok untuk berbagai proses formulasi kimia. Triacetin juga adalah sebagai **plasticizer (pelembut)** pada **serat filter rokok**

1.2.4 Macam-Macam Metode Proses Pembuatan Triacetin

Triacetin adalah senyawa ester dari sisa produk samping pembuatan biodiesel, digunakan sebagai pelarut, bahan bakar, serta dalam industri farmasi, makanan dan minuman. Formula kimianya adalah $C_9H_{14}O_6$. Berikut macam-macam metode proses pembuatan triacetin yang diketahui sebagai berikut.

1. Metode Esterifikasi Langsung

Metode esterifikasi merupakan pendekatan paling umum dalam sintesis triacetin, di mana gliserol direaksikan dengan asam asetat dalam kehadiran katalis asam (misalnya resin katalis atau asam sulfat) untuk menghasilkan triacetin melalui tiga tahapan berturut-turut: monoacetin → diacetin → triacetin. Reaksi utama dapat ditulis secara umum sebagai:

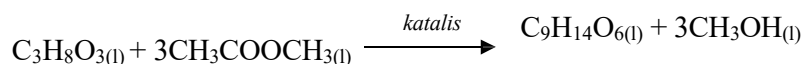


Reaksi ini bersifat reversibel dan menghasilkan air sebagai produk samping, sehingga sering dilakukan dengan excess asam asetat dan penggunaan katalis untuk mendorong arah reaksi ke produk akhir. Reaktor dan kolom distilasi dapat digunakan untuk meningkatkan konversi dengan cara terus-menerus menghilangkan air dari sistem. Studi kinetika menegaskan bahwa rasio molar gliserol dan asam asetat, serta katalis, sangat mempengaruhi konversi gliserol dan yield triacetin. Metode ini cocok untuk proses industri skala menengah ke besar dan umumnya dipilih ketika asam asetat lebih murah atau lebih mudah diperoleh dibandingkan *acetic anhydride* (Satriadi, 2015).

- Reaktan : gliserol dan asam asetat
- Produk : triacetin dan air
- Agen reaksi : asam sulfat, Amberlyst-15, resin sulfonat
- Kondisi operasi Suhu : 90-120 °C
- Tekanan : atmosfer

2. Metode Transesterifikasi

Metode transesterifikasi biasanya dikenal dalam konteks produksi biodiesel, tetapi dalam sintesis triacetin dapat diaplikasikan ketika menggunakan ester lain sebagai donor kelompok asetat yang bereaksi dengan gliserol. Transesterifikasi umumnya melibatkan pertukaran gugus alkil antara dua ester dengan bantuan katalis asam atau basa. Secara umum, bila menggunakan *methyl acetate* ($\text{CH}_3\text{COOCH}_3$) atau *ethyl acetate* ($\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$) sebagai donor asetat, reaksi transesterifikasi dapat berjalan seperti:



Gliserol Etil asetat Triacetin Metanol

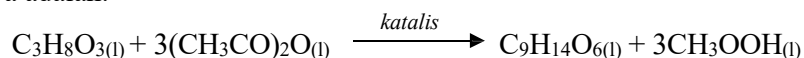
Dalam kasus ini, triacetin terbentuk melalui pertukaran gugus ester dengan alkohol yang dihasilkan sebagai produk samping (misal metanol atau etanol). Pendekatan ini bisa menjadi alternatif saat asetilasi langsung kurang efisien atau saat penerapan katalis khusus mampu mendorong reaksi transesterifikasi secara selektif. Namun, literatur industri mengindikasikan bahwa modifikasi transesterifikasi dengan katalis heterogen atau keadaan operasi tertentu masih terus diteliti untuk efisiensi produksi triacetin yang lebih tinggi (Malaika, 2023).

- Reaktan : gliserol + Ester asetat (mis. metil asetat / etil asetat)
- Produk : triacetin dan alkohol
- Katalis : Katalis asam atau basa (H_2SO_4 , NaOH, KOH, resin)
- Kondisi operasi :
 Suhu : 60-100 °C
 Tekanan : atmosfer

3. Metode Asetilasi dengan Anhidrida Asetat

Metode asetilasi menggunakan *acetic anhydride* ($\text{C}_4\text{H}_6\text{O}_3$) merupakan rute alternatif yang dapat memberikan selektivitas lebih tinggi ke triacetin karena anhidrat asetat adalah donor asetil yang lebih reaktif daripada asam asetat.

Reaksinya adalah:



Gliserol Anhidrat asetat Triacetin Asam asetat Dalam

reaksi ini, asam asetat dihasilkan sebagai produk samping dari penguraian *acetic anhydride*, yang kemudian harus dipisahkan dalam proses pemurnian. Metode asetilasi ini sering kali menghasilkan konversi yang lebih cepat dan dapat bekerja pada temperatur reaksi lebih rendah, karena *acetic anhydride* lebih aktif secara kimia dibandingkan asam asetat. Beberapa studi simulasi proses menunjukkan bahwa penggunaan *acetic anhydride* meningkatkan *yield* triacetin, meskipun secara ekonomi seringkali lebih mahal karena harga bahan baku anhidrat asetat lebih tinggi (dos Santos, 2024).

- Reaktan : gliserol dan anhidrat asetat

- Produk : triacetin dan asam asetat
- Katalis : asam kuat (H_2SO_4) atau tanpa katalis
- Kondisi operasi :
Suhu : 25-70 °C
Tekanan : atmosfer (dos Santos, 2024).

1.3 Pemilihan Metode Pembuatan Triacetin

Secara umum metode pembuatan triacetin dibagi menjadi 3 metode, yaitu menggunakan metode esterifikasi, transesterifikasi, dan asetilasi dengan anhidrat asetat. Ketiga metode tersebut memiliki kelebihan dan kekurangannya masing-masing.

Tabel 1.1 Perbandingan Metode Pembuatan Triacetin

Parameter	Metode Esterifikasi	Metode Transesterifikasi	Metode Asetilasi
Bahan Baku	Gliserol + Asam asetat	Gliserol + Ester asetat (mis. metil asetat / etil asetat)	Gliserol + Anhidrat asetat
Proses Umum	Esterifikasi pembentukan triacetin	Esterifikasi pembentukan triacetin dan alcohol	Reaksi pembentukan triacetin dengan gliserol dan anhidrat asetat
Kondisi Operasi	T : 90–120 °C P : Atmosfer	T : 60–100 °C P : Atmosfer	T : 25–70 °C P : Atmosfer
Kebutuhan Energi	Rendah	Rendah	Rendah
Produk Samping	Air (H ₂ O), monoacetin, diacetin	Alkohol (metanol/etanol), mono- & diacetin	Asam asetat
Skalabilitas	Skala kecil menengah	Skala kecil menengah	Skala kecil menengah
Dampak Lingkungan	Kecil	Kecil	Kecil

Parameter	Metode Esterifikasi	Metode Transesterifikasi	Metode Asetilasi
Investasi Awal	Rendah menengah	Rendah menengah	Lebih mahal

Jenis Reaktor	<i>Multi fixed tube reactor</i>	<i>Multi fixed tube reactor</i>	<i>Multi fixed tube reactor</i>
---------------	---------------------------------	---------------------------------	---------------------------------

Berdasarkan tabel perbandingan metode pembuatan triacetin tersebut diatas, terlihat kelebihan dan kekurangan masing-masing metode. Namun untuk pemilihan metode produksi triacetin memerlukan analisis komparatif berdasarkan sejumlah parameter kritis yang memengaruhi kelayakan teknis, efisiensi proses, biaya, dan keberlanjutan lingkungan. Metode pembobotan digunakan untuk memberikan nilai relatif terhadap pentingnya masing-masing parameter, sementara metode skoring digunakan untuk menilai performa masing-masing alternatif metode produksi terhadap parameter tersebut.

Bobot ditentukan berdasarkan tingkat pengaruh tiap parameter terhadap keberhasilan jangka panjang proses produksi triacetin. Misalnya, ketersediaan bahan baku memiliki bobot tertinggi karena menjadi penentu utama kontinuitas proses, sedangkan dampak lingkungan dan keberlanjutan juga mendapatkan bobot signifikan seiring meningkatnya perhatian terhadap aspek lingkungan.

Pemberian skor 1–5 dalam tabel pembobotan metode esterifikasi *versus* transesterifikasi dan *versus* asetilasi anhidrat sangat penting untuk menjelaskan mengapa suatu metode diberi skor tertentu pada tiap parameter. Skor ini merepresentasikan seberapa baik performa atau kesesuaian metode tersebut terhadap tiap parameter, berdasarkan data teknis, literatur ilmiah, dan logika industri.

Skala 1-5 dengan arti:

- 5 = Sangat baik/sangat sesuai (Sangat optimal untuk parameter tersebut, cocok secara teknis dan ekonomis)
- 4 = Baik (Umumnya cocok dan layak, meskipun ada beberapa tantangan teknis kecil)
- 3 = Cukup (Dapat diterapkan, tapi perlu modifikasi/penyesuaian signifikan)

- 2 = Kurang sesuai (Banyak kendala teknis, operasional, atau ekonomis untuk diterapkan secara efisien)
- 1 = Tidak sesuai (Hampir tidak bisa diterapkan atau tidak cocok sama sekali dengan parameter dimaksud)

Tabel 1.2 Pembobotan Pemilihan Proses Produksi Triacetin

Parameter	Bobot (%)	Skor (1-5)			Nilai (bobot x skor)		
		Esterifikasi	Trans esterifikasi	Asetilasi	Esterifikasi	Trans esterifikasi	Asetilasi
Ketersediaan Bahan Baku	20	4	3	2	0,8	0,6	0,4
Proses Operasi	15	4	4	5	0,6	0,6	0,75
Efisiensi Proses	15	4	4	4	0,6	0,6	0,6
Investasi Awal	10	4	3	3	0,4	0,3	0,3
Biaya Operasional	15	5	4	3	0,75	0,6	0,45
Keberlanjutan (<i>sustainability</i>)	15	4	4	4	0,6	0,6	0,6
Dampak Lingkungan	10	4	4	4	0,4	0,4	0,4
Total	100	31	26	25	4,15	3,7	3,5

Berdasarkan total nilai tertimbang, metode esterifikasi memiliki skor lebih tinggi (4,15) dibandingkan dengan metode lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa untuk bahan baku gliserol dan asam asetat, metode esterifikasi lebih unggul dalam hal efisiensi bahan baku, keberlanjutan, biaya, dan dampak lingkungan, serta lebih sesuai dengan kondisi lokal dan teknologi yang tersedia. Maka pra rencana pabrik

triacetin akan menggunakan metode esterifikasi dengan menggunakan katalis resin amberlyst 15 menjadi pilihan yang layak dan ekonomis serta lebih efisien

1.4 Penentuan Kapasitas Produksi Pabrik

Menentukan kapasitas perancangan suatu pabrik adalah langkah krusial karena akan memengaruhi aspek teknis, ekonomis, dan operasional di masa depan. Berikut adalah beberapa pertimbangan utama yang perlu diperhatikan:

1.4.1 Analisa Permintaan Pasar

Kapasitas produksi perlu direncanakan untuk mendirikan suatu pabrik. Jumlah ini dapat mengatasi permintaan kebutuhan triacetin di dalam negeri dan juga kebutuhan dunia. Perkiraan kapasitas produksi dapat ditentukan menurut nilai konsumsi setiap tahun dengan melihat perkembangan industri dalam kurun waktu berikutnya. Direncanakan pabrik akan berdiri pada tahun 2030. Pada produksi ini, data yang digunakan adalah data impor dan ekspor dari tahun 2021-2025 pada Data Pusat Statistik (BPS) Indonesia. Berikut data impor ekspor triacetin dari tahun 2021-2025 sebagai berikut.

Tabel 1.3 Data Impor Triacetin di Indonesia

No	Tahun	Impor (ton/tahun)	Pertumbuhan Impor (%)
1	2021	27.631,25	-
2	2022	28.563,44	3.37
3	2023	26.711,14	-6.48
4	2024	153.835,64	475.92
5	2025	69.937,09	-54.54
Total kenaikan Impor			418.27
Rata-rata kenaikan impor			104.57

Sumber: Badan Pusat Statistik, 2025

Dari data impor ekspor pada **Tabel 1.1** tersebut dapat diperkirakan penggunaan triacetin pada tahun 2030 dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut.

Perhitungan CAGR , dimana :

$$\begin{aligned}\text{Nilai awal (2021)} &= 27.631,25 \text{ ton} \\ \text{Nilai akhir (2025)} &= 69.937,09 \text{ ton} \\ \text{Periode (n)} &= 4 \text{ tahun (2021} \rightarrow \text{2025)} \\ \text{CAGR} &= (69.937,09 / 27.631,02)^{1/4} - 1 \\ &= 26.1\%\end{aligned}$$

Proyeksi import di tahun 2030

$$M = P (1+i)^n$$

Dimana :

M = jumlah kapasitas pada tahun x (ton/tahun)

P = jumlah kapasitas pada tahun y (ton/tahun)

i = rata-rata kenaikan impor tiap tahun (%)

n = jangka waktu pabrik berdiri ($n_2 - n_1$) = 5 - 10 tahun

Sehingga data kebutuhan triacetin di Indonesia, maka dapat diperkirakan kapasitas impor ekspor triacetin pada tahun 2030 adalah

$$\begin{aligned}M_{\text{impor}} &= P (1 + i)^n \\ &= 69.937 (1 + (0.26))^5 \\ &= 219.600 \text{ ton/tahun}\end{aligned}$$

Berdasarkan tabel data impor di atas, serta berdasarkan hasil perhitungan untuk memperkirakan kebutuhan triacetin beberapa tahun yang akan datang, Maka didapatkan perkiraan kebutuhan triacetin Indonesia tahun 2030 yaitu sebesar 219.600 ton/tahun. Penentuan kapasitas pabrik baru sebesar 20% dari peluang kapasitas tahun 2030 yaitu 43.920 Ton/Tahun atau sebesar 44.000 Ton/Tahun.

Nilai impor triacetin Indonesia tampaknya naik dan turun dari tahun ke tahun, seperti yang ditunjukkan dalam **Tabel 1.3** data impor dan proyeksi nilai impor untuk beberapa tahun ke depan yang telah dituliskan di atas. Naik turunnya nilai impor menunjukkan bahwa kebutuhan akan triacetin terus berubah-ubah setiap tahun. Berikut adalah beberapa faktor-faktor penyebab naik dan turun nilai impor ekspor triacetin tersebut.

1. Permintaan pengguna dari industri, triacetin digunakan pada industri makanan dan minuman (sebagai aditif), farmasi, kosmetik, rokok (plasticizer filter), serta bahan bakar dan kimia khusus. Ketika sektor-sektor ini tumbuh, nilai impor cenderung meningkat, sebaliknya perlambatan industri akan menurunkannya.
2. Ketersediaan dan harga bahan baku seperti gliserol dan asam asetat di pasar global. Fluktuasi harga bahan baku, yang sering dipengaruhi oleh harga minyak nabati dan petrokimia, akan berdampak langsung pada harga triacetin internasional sehingga memengaruhi nilai perdagangan.
3. Kondisi produksi dalam negeri, di negara yang belum memiliki produsen triacetin komersial, kebutuhan domestik sangat bergantung pada impor. Jika muncul rencana substitusi impor atau pasokan alternatif, volume dan nilai impor dapat berfluktuasi.
4. Faktor perdagangan internasional, seperti nilai tukar mata uang, kebijakan tarif, regulasi impor, dan gangguan rantai pasok global. Pelemahan mata uang domestik akan menaikkan nilai impor dalam satuan rupiah meskipun volumenya tetap.
5. Kondisi ekonomi global dan kejadian eksternal, seperti pandemi, konflik geopolitik, atau gangguan logistik, juga memicu ketidakstabilan pasokan dan harga. Kombinasi faktor-faktor inilah yang menyebabkan nilai ekspor dan impor triacetin berfluktuasi dari waktu ke waktu.

1.4.2 Analisa Regulasi dan Kebijakan Pemerintah

Analisis regulasi dan kebijakan pemerintah terkait kebutuhan *triacetin* di Indonesia mencerminkan landasan kebijakan industri kimia nasional yang lebih luas, meskipun belum ada aturan spesifik yang mengatur triacetin secara tersendiri. Pemerintah melalui Kementerian Perindustrian (Kemenperin) menekankan pentingnya hilirisasi industri petrokimia untuk mengurangi ketergantungan impor bahan baku kimia dan memperkuat rantai pasok domestik. Strategi ini selaras dengan target peningkatan kontribusi industri terhadap PDB dan pertumbuhan ekonomi, termasuk dukungan kebijakan investasi di sektor hulu hingga hilir petrokimia (Riyan, 2025).

Namun, kebijakan perdagangan dan impor juga memainkan peran penting. Contohnya, pemerintah Indonesia baru-baru ini melonggarkan aturan impor

berbagai barang termasuk bahan kimia tertentu untuk mendukung perdagangan dan investasi, yang berdampak pada dinamika pasokan bahan baku. Langkah ini diharapkan menarik investasi, tetapi juga mempengaruhi industri kimia nasional yang masih bergantung pada bahan impor. Peraturan Menteri Perdagangan, seperti Permendag No. 8/2024, menunjukkan upaya pemerintah dalam mengatur kebijakan impor bahan kimia dan komoditas terkait, namun perubahan cepat dalam regulasi ini sempat menurunkan minat investasi karena ketidakpastian yang dihadapi pelaku industri (Jonathan, 2025).

Selain itu, kebijakan fiskal dan perlindungan industri seperti *insentif fiskal*, *trade remedies*, serta penyesuaian tarif impor diusulkan oleh DPR untuk memberikan kepastian hukum dan daya saing bagi industri dasar dan kimia. Secara keseluruhan, kebijakan pemerintah menekankan kepastian regulasi, kemudahan investasi, penguatan industri dalam negeri, dan manajemen impor untuk mengembangkan sektor kimia dan memenuhi kebutuhan bahan baku industri seperti triacetin, meskipun implementasi yang konsisten tetap menjadi tantangan.

1.4.3 Analisa Ketersediaan Bahan Baku

Ketersediaan gliserol di Indonesia dipengaruhi oleh produksi biodiesel, karena gliserol merupakan produk samping utama dari proses transesterifikasi minyak nabati menjadi biodiesel. Industri biodiesel di Indonesia terus tumbuh seiring kebijakan pemerintah yang meningkatkan mandatori campuran biodiesel di bahan bakar (misalnya B40) untuk mengurangi ketergantungan pada diesel fosil dan mendukung penggunaan sumber energi terbarukan. Kebijakan ini diperkirakan meningkatkan volume gliserol sebagai produk samping karena gliserol diproduksi sekitar 10% dari produksi biodiesel secara global dan di Indonesia target biodiesel mencapai jutaan kiloliter per tahun, yang berarti gliserol dalam jumlah besar tersedia untuk pemanfaatan industri kimia hilir.

Namun, dinamika pasar menunjukkan fluktuasi ketersediaan gliserol karena beberapa faktor: ketersediaan bahan baku minyak sawit, palm oil, dan permintaan global untuk gliserol dari sektor farmasi dan kosmetik. Beberapa laporan pasar global menyoroti bahwa penurunan produksi biodiesel atau perubahan kebijakan biodiesel dapat membatasi pasokan gliserol domestik,

sementara permintaan di luar negeri juga menekan pasokan lokal sekaligus mendorong harga naik (Timothy, 2025).

Sementara itu, asam asetat di Indonesia diproduksi oleh beberapa pabrik kimia domestik seperti PT Indo Acidatama Tbk, yang telah beroperasi puluhan tahun memproduksi asam asetat dan etil asetat untuk berbagai industri domestik (agro, farmasi, kimia dasar). Kapasitas produksi asam asetat domestik meskipun cukup signifikan, sering kali masih kurang untuk memenuhi semua permintaan industri sehingga beberapa volume tetap harus dilengkapi oleh impor dari produsen regional/global. Ini menunjukkan bahwa pasar lokal masih bergantung pada pasokan luar negeri untuk asam asetat bila permintaan tinggi atau produksi lokal tidak cukup (Ravi, 2025).

Tabel 1.4 Perbandingan Ketersediaan Bahan Baku Gliserol dan Asam Asetat di Berbagai Perusahaan Indonesia

Bahan Baku	Sumber/Perusahaan	Status Ketersediaan
<i>Glycerine</i> (Indonesia)	Produk samping biodiesel (industri biodiesel nasional)	Volume besar tersedia sebagai produk samping; pasokan tergantung pada produksi biodiesel dan harga palm oil internasional
<i>Glycerine refining</i> – LDC	Louis Dreyfus Company Lampung (perluasan fasilitas)	Ekspansi fasilitas menunjukkan peningkatan produksi gliserol terrefining domestik
Asam Asetat (Indonesia)	PT Indo Acidatama Tbk	Produsen domestik asam asetat, menyediakan bahan kimia dasar untuk industri lokal
Asam Asetat Impor	Produsen global (China, Asia)	Pasokan tambahan ketika produksi domestik tidak mencukupi (impor umum untuk kimia industri) <i>indikatif</i>

Secara keseluruhan, ketersediaan bahan baku gliserol di Indonesia bisa mendukung potensi produksi triacetin, namun pasokan asam asetat domestik perlu

diperkuat atau didukung oleh impor untuk menjamin kontinuitas produksi jika pabrik triacetin berdiri. Implikasi ini penting untuk perencanaan investasi dan rantai pasok industri kimia hilir di dalam negeri.

Secara umum juga, upaya peningkatan kapasitas asam asetat domestik melalui investasi pabrik baru dan kontrak jangka panjang diharapkan dapat menstabilkan ketersediaan bahan baku asam asetat di Indonesia, sekaligus mengurangi tekanan pada neraca perdagangan akibat impor bahan baku.

Berdasarkan beberapa pertimbangan di atas, untuk memenuhi kebutuhan triacetin Indonesia pada tahun 2030. Maka akan diambil 20% dari kapasitas produksi dari analisa permintaan pasar dikarenakan masih belum ada perusahaan/pabrik yang memproduksi triacetin di Indonesia (Wardaningrum, 2020). Sehingga kapasitas produksi pabrik triacetin diperoleh sebesar 43.920 ton/tahun. Maka diputuskan bahwa kapasitas pabrik triacetin yang akan dibangun pada tahun 2030 sebesar 44.000 ton/tahun.

1.5 Pemilihan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik sangat menentukan kemajuan serta kelangsungan dari suatu industri pada saat sekarang dan pada masa yang akan datang karena berpengaruh terhadap faktor produksi dan distribusi dari pabrik yang didirikan. Pemilihan lokasi pabrik harus tepat berdasarkan pertimbangan beberapa faktor serta pertimbangan sosiologi dan budaya masyarakat di sekitar lokasi pabrik. Oleh karena itu, lokasi pabrik merupakan faktor yang tidak terpisahkan untuk menjadi sangat ekonomis dan menguntungkan. Hal ini akan menentukan lancar atau tidaknya operasi pabrik yang bersangkutan. Beberapa faktor yang dianggap penting dalam penentuan lokasi sebagai berikut.

1.5.1 Faktor Utama

1. Penyediaan bahan baku

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai bahan baku adalah :

- Letak sumber bahan baku
- Kapasitas sumber bahan baku
- Kualitas bahan baku yang ada

- Cara mendapatkan bahan baku dan pengangkutannya

2. Pemasaran

Hal-hal yang perlu diperhatikan mengenai daerah pemasaran adalah :

- Dimana hasil produksi akan dipasarkan
- Kemampuan daya serap pasar dan prospek pasar dimasa yang akan datang
- Pengaruh persaingan yang ada
- Jarak daerah pemasaran dan cara mencapai daerah tersebut

3. Tenaga listrik dan bahan bakar

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Ada atau serta jumlah tenaga listrik
- Kemungkinan pengadaan listrik dan bahan bakar
- Harga listrik dan bahan bakar
- Kemungkinan pengadaan listrik dari PLN (Pusat Listrik Negara)
- Sumber bahan bakar

4. Persediaan air

Air dapat diperoleh dari beberapa sumber, yaitu :

- Dari air sungai/sumber air
- Dari air kawasan industri
- Dari perusahaan air minum (PDAM)

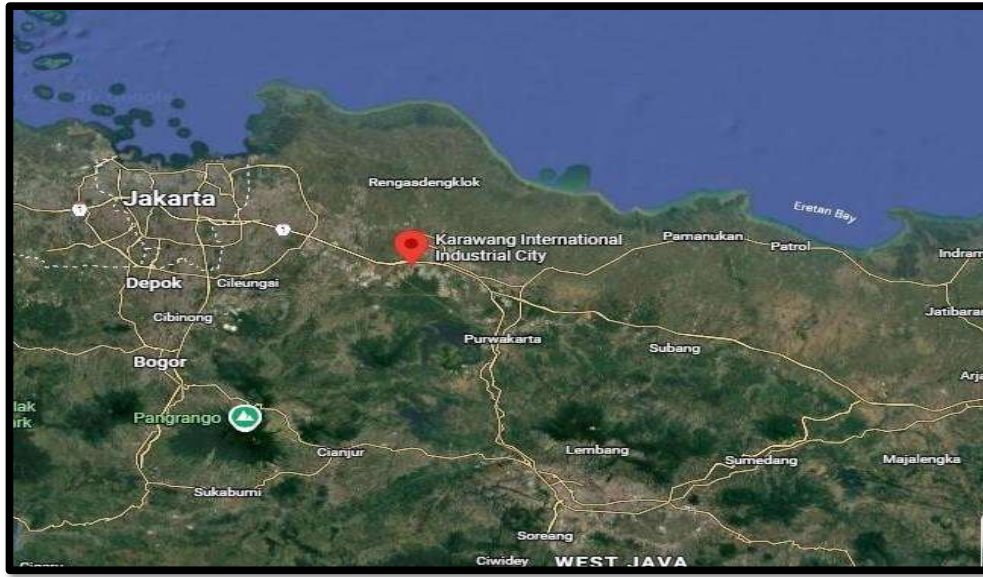
Jika kebutuhan air cukup besar, pengambilan air sumber/air sungai lebih ekonomis. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemilihan sumber air :

- Kemampuan sumber air untuk memenuhi kebutuhan pabrik
- Kualitas air yang tersedia
- Pengaruh musim terhadap kemampuan penyediaan air

5. Iklim

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Keadaan alam yang mempengaruhi tinggi rendahnya investasi untuk konstruksinya
- *Humidity* dan temperatur udara
- Adanya badai, topan, dan gempa bumi



Gambar 1.1 Peta KIIC Karawang



Gambar 1.2 Peta JIPE



Gambar 1.3 Peta Potensi Gempa di Pulau Jawa

1.5.2 Faktor Khusus

1. Transportasi

Yang harus diperhatikan dalam hal ini adalah pengangkutan bahan baku, bahan bakar, dan produk yang dihasilkan, berkaitan dengan fasilitas-fasilitas yang ada, yaitu :

- Jalan raya
- Sungai dan laut yang dapat dilalui oleh kapal pengangkut
- Pelabuhan yang ada

2. Tenaga kerja

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Mudah/sukarnya mendapatkan tenaga kerja disekitar pabrik
- Tingkat penghasilan tenaga kerja didaerah itu
- Perburuhan dan serikat buruh

3. Peraturan dan perundang-undangan

Hal-hal yang perlu diperhatikan :

- Ketentuan-ketentuan mengenai daerah industri
- Ketentuan mengenai jalan umum yang ada
- Ketentuan mengenai jalan umum bagi industri yang ada didaerah tersebut

4. Karakteristik Lokasi

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Susunan tanah, daya dukung terhadap pondasi bangunan pabrik, kondisi pabrik
- Kondisi jalan, serta pengaruh air
- Penyediaan dan fasilitas tanah untuk perluasan atau unit baru
- Harga tanah

5. Faktor lingkungan

Hal-hal yang perlu diperhatikan adalah :

- Fasilitas tempat tinggal dan biaya hidup.
- Fasilitas perumahan, sekolah, poliklinik, dan tempat ibadah
- Adat istiadat / kebudayaan di daerah sekitar lokasi pabrik

6. Pembuangan limbah

Hal ini berkaitan dengan usaha pencegahan terhadap pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh unit buangan pabrik berupa gas, cair, maupun padat, dengan memperhatikan peraturan pemerintah.

Berdasarkan faktor-faktor diatas maka pabrik triacetin dari gliserol dan asam asetat di Indonesia akan direncanakan berlokasi di kawasan antara industri KIIC Karawang, Jawa Barat dan JIPE Gresik, Jawa Timur dengan mempertimbangkan alasan atau dasar pemilihan lokasi tersebut sebagai berikut.

1. Ketersediaan bahan baku

Penyediaan bahan baku triacetin di KIIC Karawang didukung oleh kedekatan kawasan ini dengan pelabuhan Tanjung Priok sebagai pintu masuk utama bahan kimia impor. Gliserol murni dapat dipasok dari industri biodiesel dan oleokimia di Jawa Barat dan sekitarnya, sedangkan asam asetat dapat diperoleh melalui impor atau distribusi dari produsen domestik. Infrastruktur kawasan industri yang memadai memungkinkan penyimpanan bahan baku cair secara aman dan berkesinambungan. Kondisi ini menjadikan KIIC cukup andal dalam menjamin kontinuitas pasokan bahan baku pabrik triacetin.

Sedangkan JIPE Gresik juga memiliki keunggulan signifikan dalam penyediaan bahan baku triacetin karena berdekatan dengan pusat industri oleokimia dan biodiesel di Jawa Timur. Gliserol sebagai produk samping biodiesel

tersedia dalam jumlah besar dari kawasan industri sekitar Gresik dan Surabaya. Selain itu, akses langsung ke pelabuhan laut dalam memudahkan pengadaan asam asetat dari dalam maupun luar negeri. Integrasi kawasan industri dan pelabuhan menjamin efisiensi pasokan bahan baku serta mendukung operasi pabrik triacetin secara berkelanjutan.

2. Pendistribusian transportasi

Distribusi produk triacetin dari KIIC Karawang didukung oleh jaringan transportasi darat yang sangat baik, terutama akses langsung ke jalan tol Jakarta–Cikampek. Untuk pasar ekspor, produk dapat dikirim melalui Pelabuhan Tanjung Priok dengan waktu tempuh yang relatif singkat. Sedangkan JIPE Gresik menawarkan keunggulan distribusi melalui pelabuhan terintegrasi yang berada di dalam kawasan industri JIPE, sehingga produk dapat langsung diekspor tanpa memerlukan transportasi tambahan ke pelabuhan lain. Selain jalur laut, akses darat melalui jalan nasional dan tol Trans-Jawa memudahkan distribusi ke wilayah Jawa Timur maupun luar Jawa Timur. Kondisi ini menjadikan JIPE sangat kompetitif sebagai lokasi industri yang berorientasi ekspor dan distribusi regional.

3. Ketersediaan utilitas air dan listrik

Kebutuhan air di KIIC Karawang dapat dipenuhi melalui sistem penyediaan air industri terpusat yang telah tersedia di kawasan. Pasokan listrik disediakan oleh jaringan PLN industri dengan kapasitas besar dan stabil. Selain itu, kawasan KIIC juga memiliki fasilitas pengolahan limbah terpadu. Sedangkan JIPE Gresik menyediakan air industri yang dipasok melalui sistem pengolahan air kawasan yang dirancang untuk memenuhi kebutuhan industri kimia. Pasokan listrik berasal juga dari jaringan PLN serta pembangkit listrik kawasan, sehingga menjamin keandalan energi.

4. Pemasaran dan tenaga kerja

Pemasaran dari KIIC Karawang sangat potensial karena dekat dengan pusat industri nasional dan pasar terbesar di Indonesia terutama di wilayah Jabodetabek. Selain pasar domestik, lokasi ini juga mendukung ekspor melalui pelabuhan internasional, sehingga meningkatkan daya saing produk di pasar global. Sedangkan JIPE Gresik memiliki posisi strategis untuk pemasaran ke kawasan industri Jawa Timur dengan akses jalan tol trans Jatim dan luar Jawa lebih mudah

dengan diakses pelabuhan kawasan sehingga mendukung ekspor ke pasar Asia dan regional.

Dari segi tenaga kerja, Kawasan KIIC Karawang memiliki ketersediaan tenaga kerja yang besar dan beragam karena lokasinya yang dekat dengan Jakarta dan pusat pendidikan di Jawa Barat memudahkan perekrutan tenaga kerja terampil. Sedangkan JIPE Gresik didukung oleh tenaga kerja dari wilayah Gresik, Surabaya, dan sekitarnya yang telah terbiasa bekerja di industri kimia, petrokimia, dan oleokimia

1.5.3 Perbandingan Lokasi Pabrik

Untuk menentukan lokasi paling ideal bagi pembangunan pabrik triacetin, diperlukan analisis komprehensif terhadap sejumlah parameter penentu kelayakan. Penilaian ini mencakup aspek teknis, ekonomi, lingkungan, dan administratif seperti ketersediaan bahan baku, akses distribusi transportasi, ketersediaan utilitas air dan listrik, ketersediaan tenaga kerja dan pemasaran. Masing-masing parameter diberikan bobot dan skor untuk menghasilkan total nilai yang mencerminkan kelayakan relatif dari masing-masing lokasi. Tabel berikut menyajikan hasil penilaian scoring terhadap dua lokasi di kawasan industri KIIC Karawang, Jawa Barat dan kawasan industri JIPE Gresik, Kabupaten Jawa Timur.

Tabel 1.5 Pembobotan Pemilihan Lokasi Pembangunan Pabrik Triacetin

Parameter	Bobot (%)	kawasan industri KIIC Karawang	kawasan industri JIPE Gresik
Ketersedian bahan baku	20	18	20
Sarana distribusi transportasi	20	15	15
Ketersedian utilitas air dan listrik	20	15	20
Pemasaran dan tenaga kerja	20	20	18
Letak Geografis	20	20	20
Total	100	88	93

Berdasarkan **Tabel 1.5** pembobotan pemilihan lokasi dipilihlah untuk lokasi pembangunan pabrik triacetin di kawasan industri JIPE, Kabupaten Gresik-Jawa Timur dengan nilai bobot 93% dengan parameter ketersediaan bahan baku, akses distribusi transportasi, ketersediaan utilitas air dan listrik, ketersediaan tenaga kerja dan pemasaran.