

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Asam laktat atau asam 2-hidroksi propionat ($C_3H_6O_3$) merupakan salah satu jenis senyawa asam hasil fermentasi yang telah banyak diproduksi sejak pertama kali ditemukan pada tahun 1780 oleh Carl Wilhelm Scheele, yang berhasil mengisolasi asam laktat dari susu asam (Ghaffar et al., 2014). Selama bertahun-tahun lamanya sejak ditemukan pertama kali, asam laktat dianggap sebagai bagian dari komponen susu. Barulah pada tahun 1857, Louis Pasteur menemukan bahwa terdapat peran dari mikroorganisme pada terbentuknya asam laktat, dimana asam laktat dianggap sebagai metabolit fermentasi. Hal tersebut diperkuat dengan keberhasilan dari Ilmuan Prancis yaitu Frémy, yang berhasil memproduksi asam laktat melalui fermentasi. Keberhasilan tersebut menjadi awal dari perkembangan produksi asam laktat dalam skala industri di Amerika Serikat melalui proses menggunakan bantuan mikroba oleh Charles E. Avery pada tahun 1881 (Narayanan et al., 2004).

Sejak pertama kali diproduksi dalam skala industri, permintaan asam laktat di seluruh dunia terus meningkat pada masa depan (Wee et al., 2006) dan diproyeksikan nilai pasarnya akan menyentuh 3,55 miliar Dolar Amerika Serikat pada tahun 2028 dan CAGR (*Compounded Annual Growth Rate*) sebesar 16,9% dari tahun 2022-2028 (Vantage Market Research, 2022). Hal tersebut dilatarbelakangi oleh kemampuan pengaplikasian dari asam laktat yang cukup luas dalam berbagai sektor industri, seperti: makanan, farmasi, kosmetik, bahan kimia dan sebagainya (Narayanan et al., 2004). Identik dengan kebutuhan asam laktat secara global, kebutuhan akan asam laktat di Indonesia juga menunjukkan *trend* yang sama dan diproyeksikan menyentuh 23.746,59 ton pada tahun 2027 yang ditinjau dari kebutuhan tiga sektor industri yaitu makanan dan minuman, farmasi dan kosmetik, dan bahan kimia (C & PROCOAL, 2022; Fawzya, 2010; Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 2020; Medical News Today, 2022; statista, 2023). Dibalik menjulangnya kebutuhan asam laktat di Indonesia, belum terdapat satu pun pabrik asam laktat yang berdiri di Indonesia. Indonesia masih mengandalkan sektor impor dalam memenuhi kebutuhan asam laktat

dalam negeri. Hal tersebut tentu menjadi suatu peluang yang besar untuk mendirikan pabrik asam laktat pertama di Indonesia. Pendirian pabrik asam laktat akan memberikan berbagai dampak positif seperti: (1) mengurangi ketergantungan negara Indonesia terhadap sektor impor dalam pemenuhan kebutuhan asam laktat dalam negeri, (2) meningkatkan kegiatan ekspor dari negara Indonesia terutama dalam sektor asam laktat sehingga dapat mendatangkan devisa bagi negara, (3) turut ambil bagian dan berpartisipasi dalam ASEAN Economic Community (AEC) dengan membantu memenuhi kebutuhan asam laktat pada berbagai negara yang berada dalam kawasan Asia Tenggara, dan (4) pendirian pabrik asam laktat pertama di Indonesia dapat mendorong pertumbuhan industri turunan dari asam laktat seperti pabrik biopolimer asam laktat (*polylactic acid*) yang memiliki masa depan yang cerah dimana biopolimer tersebut diharapkan dapat menjadi pengganti dari plastik berbahan minyak bumi yang tidak ramah lingkungan dan mulai dihimbau untuk mengurangi penggunaannya (Pemerintah Pusat, 2012).

Dalam pendirian pabrik asam laktat ini akan digunakan bahan baku berupa eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) yang memiliki potensi yang cukup besar. Biomassa yang dikenal sebagai gulma air ini memiliki kandungan selulosa sebesar 60% dan mampu digunakan sebagai bahan baku pembuatan asam laktat (Abdel-Fattah & Abdel-Naby, 2012). Pemanfaatan eceng gondok sebagai bahan baku pembuatan asam laktat dapat mengurangi dampak pertumbuhan eceng gondok yang sulit untuk dikendalikan dan menimbulkan berbagai macam permasalahan, seperti: mengganggu aliran irigasi, mengganggu kehidupan biota air, serta menimbulkan kekeruhan pada perairan.

Perencanaan pendirian pabrik asam laktat berbahan dasar eceng gondok ini direncanakan untuk didirikan di Kawasan Industri Kendal, Jawa Tengah. Hal tersebut dilatarbelakangi oleh lokasi pabrik yang berdekatan dengan Daerah Rawa Pening yang merupakan kawasan penghasil eceng gondok terbesar di Jawa Tengah. Pendirian pabrik asam laktat dari eceng gondok diharapkan mampu mendukung regulasi pemerintah dan menjadi bagian dari upaya pengurangan limbah plastik berbasis minyak bumi, membantu mengurangi dampak lingkungan yang ditimbulkan oleh pertumbuhan eceng gondok yang tidak terkendali, meningkatkan pendapatan negara melalui ekspor, membantu memenuhi kebutuhan asam laktat baik dalam negeri maupun luar negeri, dan meningkatkan lapangan pekerjaan baru di Indonesia.

I.2. Sifat-sifat Bahan Baku dan Produk

I.2.1. Bahan Baku Utama dan Produk

I.2.1.1. Eceng Gondok

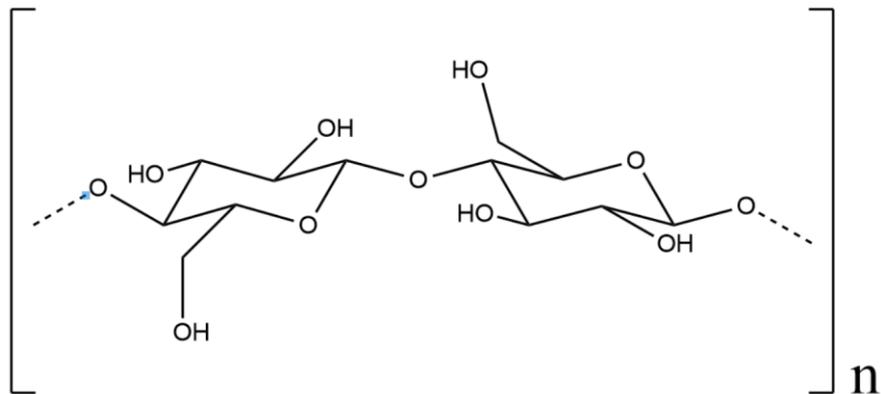
Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan gulma air yang dianggap cukup berbahaya karena mampu menyebar secara agresif dalam berbagai kondisi perairan dan iklim. Eceng gondok pada umumnya tumbuh pada permukaan air tawar dan mengambang secara bebas. Pertumbuhan eceng gondok yang begitu cepat hanya memerlukan waktu enam bulan untuk mencapai massa 125 ton berat basah pada area sebesar 1 ha (Istirokhatun et al., 2015). Pertumbuhan eceng gondok sulit untuk dikendalikan dan menimbulkan berbagai macam permasalahan, seperti: mengganggu aliran irigasi, mengganggu kehidupan biota air, serta menimbulkan kekeruhan pada perairan. Pada umumnya eceng gondok dapat bertumbuh secara maksimal pada pH netral (toleransi pH 4,0-10,0), suhu air 28-30°C, dan suhu udara 21-30°C (Mujere, 2015). Eceng gondok dapat dikategorikan sebagai salah satu jenis biomassa yang memiliki komponen penyusun utama berupa selulosa, hemiselulosa, lignin, abu dan air. Distribusi komponen penyusun tersebut sesuai dengan komposisi yang tertera pada Tabel I.1.

Tabel I.1. Komponen Penyusun Eceng Gondok (Abdel-Fattah & Abdel-Naby, 2012; Winata, 2011)

Komponen	%Berat Total	%Berat Kering
Selulosa	7,4%	60,0%
Lignin		17,0%
Abu		15,0%
Hemiselulosa		8,0%
Air	92,6%	0,0%
Total	100,0%	100,0%

I.2.1.2. Selulosa

Selulosa ($C_6H_{10}O_5$)_n merupakan material biopolimer yang pada umumnya ditemukan pada dinding sel dari sebagian besar tumbuhan dan dianggap sebagai salah satu jenis biopolimer terbesar. Selain biomassa, selulosa juga dapat diperoleh dari limbah agrikultur dan bakteri (Kumar Gupta et al., 2019). Selulosa dapat diperoleh melalui proses ekstraksi dari suatu biomassa yang dapat dilakukan melalui beberapa metode, seperti: hidrolisis asam, hidrolisis enzimatis dan proses mekanis (Ningtyas et al., 2020).



Gambar I.1. Struktur Molekul Selulosa

Tabel I.2. Karakteristik Selulosa (BYJU'S, 2018)

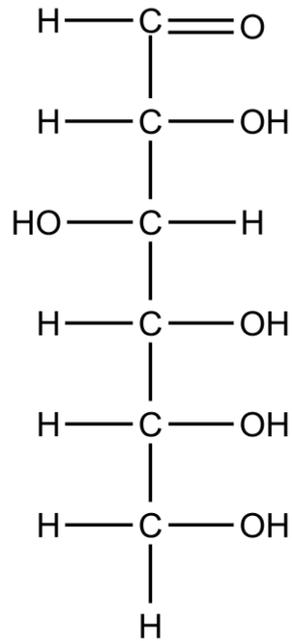
Karakteristik	Keterangan
Bentuk Fisik	Padatan putih
Berat Molekul	162,1406 g/mol
Densitas	1,5 g/cm ³
Titik Lebur	260-270°C

I.2.1.3. Glukosa

Glukosa (C₆H₁₂O₆) merupakan salah satu senyawa organik yang tergolong ke dalam kelas karbohidrat yaitu monosakarida. Glukosa yang tergolong ke dalam monosakarida disebut sebagai gula sederhana karena tidak dapat dipecah kembali secara hidrolisa menjadi molekul karbohidrat yang lebih sederhana. Glukosa tersusun atas 3 jenis gugus fungsi, yaitu: alkohol, ester dalam bentuk cincin, dan aldehyd dalam bentuk linear. Struktur glukosa terdiri atas enam buah atom karbon dan gugus aldehyd (Shendurse & Khedkar, 2015).

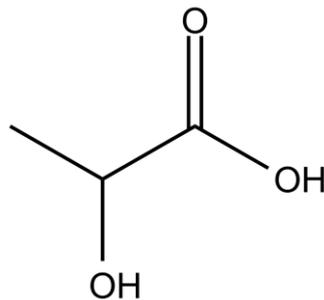
Tabel I.3. Karakteristik Glukosa (Milipore®, 2022)

Karakteristik	Keterangan
Bentuk Fisik	Kristal
Warna	Putih
Berat Molekul	180,16 gram/mol
Titik Lebur	146°C
Densitas	1,5620 g/cm ³
Kelarutan dalam Air	470 g/L pada 20°C

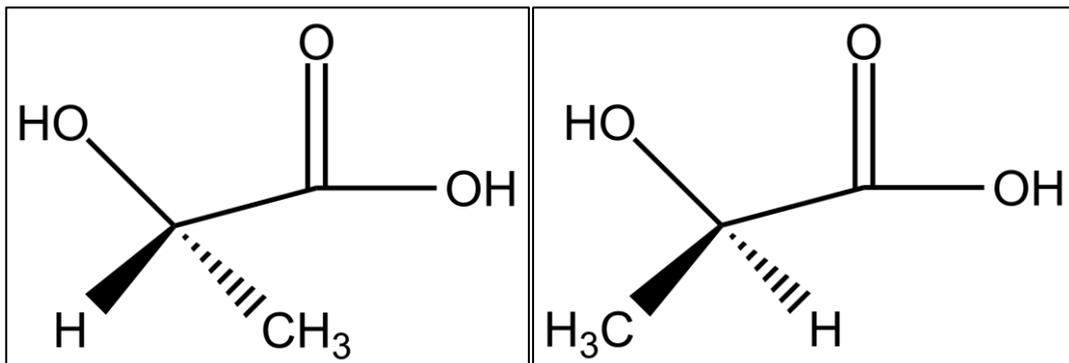


Gambar I.2. Struktur Molekul Glukosa

I.2.1.4. Asam Laktat



Gambar I.3. Struktur Molekul Asam Laktat



Gambar I.4. L-(+)-*lactic acid* dan D-(-)-*lactic acid*

Asam laktat atau asam 2-hidroksi propionat ($\text{C}_3\text{H}_6\text{O}_3$) merupakan salah satu bahan kimia yang diproduksi dalam skala besar melalui proses fermentasi. Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan asam laktat pada umumnya adalah bahan yang

mengandung karbohidrat, seperti: tepung jagung, tebu, tepung tapioka, dan lain-lain. Sumber karbohidrat tersebut kemudian dihidrolisis menjadi suatu monosakarida. Monosakarida kemudian difermentasi secara anaerob dengan bantuan mikroorganisme. Fermentasi anaerob tersebut menghasilkan asam laktat. Secara umum, asam laktat dapat dijumpai dalam dua bentuk optikal monomer yaitu L-(+)-*lactic acid* dan D-(-)-*lactic acid* (Fuessl et al., 2012).

Tabel I.4. Karakteristik Asam Laktat (European Chemicals Agency (ECHA), 2006; National Center for Biotechnology Information, 2004)

Karakteristik	Keterangan
Bentuk Fisik	Cair
Warna	Bening
Berat Molekul	90,08 gram/mol
Titik Didih	204,2°C pada 760 mmHg
Titik Lebur	16,8°C
Titik Nyala	113°C
Densitas	1,2060 g/cm ³
Tekanan Uap	0,0813 mmHg pada 25°C
Kelarutan (dalam air)	1000000 mg/L
Konstanta Disosiasi	3,86 pada 20°C

1.2.1.5. Bakteri Asam Laktat

Proses pembuatan asam laktat melalui proses fermentasi dalam berbagai industri menggunakan bantuan bakteri anaerob (Abedi & Hashemi, 2020). Proses pembuatan asam laktat pada proses fermentasi dilakukan dengan degradasi substrat yaitu glukosa. Selain glukosa, bahan biomassa lignoselulosa juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku alternatif (Abdel-Rahman & Sonomoto, 2016). Pada proses pembuatan asam laktat dari pabrik yang akan didirikan, digunakan bakteri *Lactobacillus paracasei* yang merupakan salah satu bakteri anaerob fakultatif (Goldstein et al., 2015). Jenis bakteri anaerob fakultatif dapat lebih memudahkan dalam pengaturan proses dibandingkan bakteri anaerob karena bakteri anaerob fakultatif dapat tetap menunjukkan performa yang konsisten baik dalam kondisi aerobik ataupun anaerobik (Micropia, n.d.; Smetanková et al., 2018). *Lactobacillus paracasei* juga tergolong ke dalam bakteri asam laktat *homofermentative* yang memungkinkan untuk menghasilkan asam laktat tipe L-(+)-*lactic acid* dengan tingkat kemurnian yang tinggi (Abedi & Hashemi, 2020). Karakteristik dari bakteri asam laktat tersebut tertera pada Tabel I.5.

Tabel I.5. Karakteristik Bakteri *Lactobacillus paracasei* (Moon et al., 2012)

Karakteristik (Kondisi Operasi)	Keterangan
pH Optimal	6,5
Suhu Optimal (°C)	38
<i>Lactic Acid Yield</i> (%)	93

1.2.1.6. Kalsium Sulfat

Kalsium sulfat (CaSO_4) atau gypsum merupakan suatu senyawa yang berbentuk bubuk padatan dengan kadar mineral kalsium yang cukup tinggi. Dalam kehidupan sehari-hari dan industri, kalsium sulfat pada umumnya dapat digunakan untuk berbagai hal, seperti: bahan bangunan, desikan, bahan cetakan dalam bidang kedokteran gigi, dan bahan pembuatan gips untuk keperluan medis (National Center for Biotechnology Information, 2005). Karakteristik dari kalsium sulfat tertera pada Tabel I.6.

Tabel I.6. Karakteristik Kalsium Sulfat (Thermo Fisher Scientific, 2020)

Karakteristik	Keterangan
Bentuk Fisik	Padatan (bubuk)
Warna	Putih
Aroma	Tidak Berbau
Berat Molekul	172,17 g/mol
pH	7
Densitas	2,96 g/cm ³ pada 20°C
Kelarutan dalam Air	2,0 g/L pada 20°C
Titik Leleh	100-150°C

1.2.2. Bahan Baku Pendukung

1.2.2.1. Natrium Hidroksida

Natrium hidroksida (NaOH) merupakan senyawa yang bersifat basa kuat dan dapat digunakan dalam proses delignifikasi dari suatu material biomassa. Senyawa yang sering disebut sebagai alkali atau soda kaustik ini dapat menghancurkan molekul makro dari lignin menjadi ukuran yang lebih kecil. Biomassa yang dilarutkan ke dalam larutan NaOH akan menghasilkan α -selulosa yang menjadi tanda tingginya kemurnian dari selulosa (Chen & Wang, 2017). Karakteristik dari natrium hidroksida tertera pada Tabel I.7.

Tabel I.7. Karakteristik Natrium Hidroksida (MERCK, 2017b)

Karakteristik	Keterangan
Bentuk Fisik	Padatan
Warna	Putih
Aroma	Tidak Berbau
Berat Molekul	40,00 g/mol
pH	>14 pada 100 g/L, 20°C
Densitas	2,13 g/cm ³ pada 20°C
Kelarutan dalam Air	1,090 g/L pada 20°C
Titik Didih	1.390°C pada 1,013 hPa
Titik Leleh	319-322°C

I.2.2.2. Kalsium Hidroksida

Kalsium Hidroksida atau Ca(OH)₂ merupakan salah satu senyawa basa kuat yang dapat dimanfaatkan untuk menetralisasi suatu senyawa asam. Pada proses fermentasi dari pembentukan asam laktat, suasana sistem akan menjadi asam. Dalam upaya untuk menjaga kondisi optimum dari proses fermentasi tersebut, maka dilakukan penambahan kalsium hidroksida ke dalam sistem yang akan membentuk kalsium laktat sebagai hasil reaksi antara kalsium hidroksida dengan asam laktat (Abedi & Hashemi, 2020). Karakteristik kalsium hidroksida tertera dalam Tabel I.8.

Tabel I.8. Karakteristik Kalsium Hidroksida (Supelco®, 2022)

Karakteristik	Keterangan
Bentuk Fisik	Padatan
Warna	Putih
Aroma	Tidak Berbau
Berat Molekul	74,1 g/mol
pH	12,4-12,6 pada 20°C
Densitas	2,240 g/cm ³ pada 20°C
Kelarutan dalam Air	1,85 g/L pada 20°C
Titik Didih	2.850°C pada 1.013 hPa
Titik Leleh	450°C

1.2.2.3. Asam Sulfat

Asam sulfat (H₂SO₄) merupakan senyawa yang bersifat asam kuat yang pada umumnya digunakan sebagai agen pengasaman untuk memberikan suasana asam dari suatu sistem. Dalam pembuatan asam laktat, asam sulfat digunakan sebagai media pengasaman untuk memisahkan asam laktat dengan ion kalsium yang masih saling berikatan dalam senyawa kalsium laktat (Vaidya et al., 2005). Karakteristik dari asam sulfat tertera pada Tabel I.9.

Tabel I.9. Karakteristik Asam Sulfat (MERCK, 2017a)

Karakteristik	Keterangan
Bentuk Fisik	Cair
Warna	Tidak Berwarna
Berat Molekul	98,08 g/mol
Densitas	1,84 g/cm ³ pada 20°C
Titik Didih	335°C pada 1.013 hPa
Titik Leleh	-20°C
Tekanan Uap	0,0001 hPa pada 20°C

1.2.2.4. Media Kultur

Media kultur merupakan suatu media atau bahan yang tersusun atas beberapa senyawa dan nutrisi yang dicampur dengan jumlah dan komposisi tertentu yang telah disesuaikan untuk menunjang dan menjaga kinerja mikroorganismenya. Komposisi dari media kultur yang digunakan dalam mengembangbiakan bakteri asam laktat dan fermentasi asam laktat tertera pada Tabel I.10. (Neogen Corporation, 2010).

Tabel I.10. Komposisi Media Kultur Bakteri Asam Laktat (Neogen Corporation, 2010)

Komponen	Komposisi (gram/liter)
Proteosa pepton	10,00
Ekstrak daging sapi	10,00
Ekstrak ragi	5,00
Dekstrosa	20,00
Polisorbat 80	1,00
Amonium sitrat	2,00
Natrium asetat	5,00
Magnesium sulfat	0,10
Mangan sulfat	0,05
Dikalium fosfat	2,00

I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk

I.3.1. Kegunaan Produk

Apabila ditinjau dari segi kegunaan, asam laktat tidak diragukan lagi kegunaannya dalam berbagai sektor industri, seperti: makanan, farmasi, kosmetik, bahan kimia dan sebagainya (Narayanan et al., 2004). Berikut merupakan beberapa kegunaan dari asam laktat yang telah diaplikasikan secara luas dalam skala industri:

Tabel I.11. Kegunaan PLA dalam Beberapa Sektor Industri

Sektor Industri	Kegunaan Asam Laktat	Referensi
Makanan	Dalam sektor industri makanan, asam laktat digunakan sebagai: pengawet, pengatur pH, dan penghambat pertumbuhan bakteri pada makanan.	(Castro-Aguirre et al., 2016; Kamsiati et al., 2017; Miller et al., 2019)
Plastik	Dalam sektor industri plastik, asam laktat digunakan sebagai bahan baku dari PLA, yang mana akan dibentuk menjadi resin. Resin tersebut dapat digunakan sebagai material untuk pembuatan plastik dan fiber. Contoh plastik dengan bahan dasar PLA adalah: <i>Low Density Polyethylene</i> (LDPE), <i>High Density Polyethylene</i> (HDPE), <i>Polypropylene</i> (PP), <i>Polyester</i> , <i>Polystyrene</i> (PS), dan <i>Polyethylene Terephthalate</i> (PET).	
Farmasi	Dalam sektor industri farmasi, asam laktat digunakan sebagai: <i>dialysis solution</i> , bahan jahitan bedah, bahan pembuatan biomaterial, komposit, dan dimanfaatkan dalam <i>drug delivery system</i> .	
Kimia	Dalam sektor industri kimia, asam laktat digunakan sebagai: penetralisir, pengatur pH, <i>descaling agents</i> , dan <i>cleaning agents</i> .	
Kosmetik	Dalam sektor industri kosmetik, asam laktat digunakan sebagai: <i>anti-acne agents</i> , pengatur pH dan bahan pencerah kulit.	

I.3.2. Keunggulan Produk

Dari segi keunggulan produk, asam laktat dapat memberikan dampak dalam beberapa hal. Pertama, asam laktat yang akan dibuat menggunakan bahan baku eceng gondok. Pemanfaatan eceng gondok tersebut dapat mendukung upaya pengurangan gulma air sehingga dapat menyelamatkan kehidupan biota air. Kedua, belum adanya pabrik asam laktat yang berdiri di Indonesia menjadi suatu potensi yang besar dalam memenuhi kebutuhan asam laktat di Indonesia. Ketiga, asam laktat yang merupakan bahan baku dari PLA yang berpotensi menggantikan plastik konvensional sehingga dapat mendorong upaya pengurangan penggunaan plastik berbahan dasar minyak bumi. Keempat, meningkatkan nilai ekonomi dari eceng gondok menjadi suatu barang yang lebih bernilai.

1.4. Ketersediaan Bahan Baku, Analisis Pasar dan Kapasitas Produksi

1.4.1. Ketersediaan Bahan Baku

Peninjauan dari segi ketersediaan bahan baku, eceng gondok memiliki peta persebaran yang cukup merata di berbagai wilayah di Indonesia. Peta persebaran tersebut seperti yang tercantum pada Tabel I.12.

Tabel I.12. Persebaran Populasi Eceng Gondok di Indonesia (Lunardi et al., 2020)

No.	Nama Daerah	Laju Pertumbuhan (ton/hari)
1.	Sumatra Utara	180.000
2.	Kalimantan	300.000
3.	Jawa Tengah	330.000
4.	Sulawesi	693.000

Berdasarkan data yang tertera pada Tabel I.12., dapat ditinjau bahwa Sulawesi menjadi daerah dengan laju pertumbuhan tanaman eceng gondok terbesar di Indonesia dengan 693.000 ton/hari. Namun, pendirian pabrik di Daerah Sulawesi masih sulit untuk direalisasikan mengingat infrastruktur dan aksesibilitas yang belum memadai. Jawa Tengah menjadi pilihan yang cukup ideal baik dari segi ketersediaan bahan baku dengan 330.000 ton/hari, infrastruktur yang memadai, aksesibilitas yang mudah, dan lokasi industri pendukung yang mudah dijangkau.

Data populasi eceng gondok pada daerah Jawa Tengah dalam Tabel I.12. dapat digunakan untuk memperkirakan massa kering yang didapatkan dari eceng gondok. Perkiraan massa kering dapat dilakukan melalui perhitungan berikut:

Kandungan air dalam eceng gondok sebesar 92,6% (Abdel-Fattah & Abdel-Naby, 2012; Winata, 2011)

$$\begin{aligned}\text{Massa kering eceng gondok} &= \text{Laju pertumbuhan} \times (100 - \text{kandungan air}) \\ &= 330.000 \text{ ton/hari} \times (100 - 92,6)\% \\ &= 24.420 \text{ ton/hari}\end{aligned}$$

Berdasarkan perhitungan di atas, dapat diperkirakan massa kering eceng gondok yang dapat diperoleh adalah sebesar 24.420 ton/hari (732.600 ton/bulan).

1.4.2. Analisis Pasar

1.4.2.1. Analisa Pasar Dalam Negeri

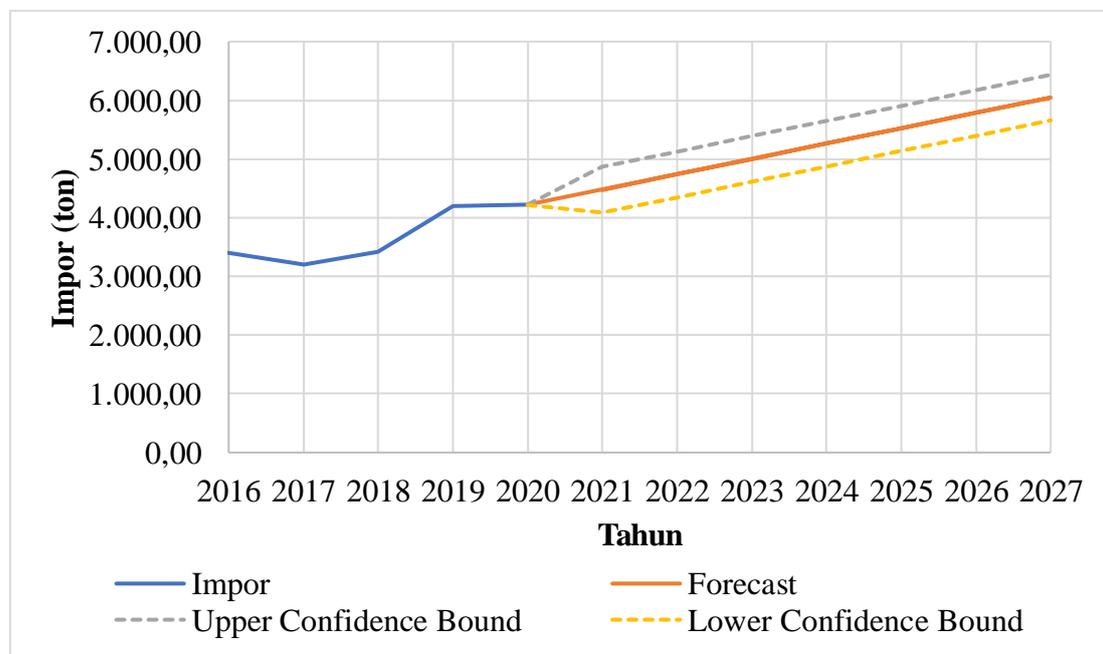
Analisa pasar dalam negeri perlu dilakukan dalam meninjau kebutuhan akan asam laktat di Indonesia secara mandiri sebagai salah satu dasar dalam menentukan

kapasitas produksi dari pabrik asam laktat yang direncanakan. Berdasarkan kondisi pasar dalam negeri, suplai asam laktat di Indonesia masih mengandalkan impor karena belum terdapat pabrik yang beroperasi dalam memproduksi asam laktat. Kondisi impor dan ekspor dari asam laktat di Indonesia sesuai dengan yang tercantum pada Tabel I.13.

Tabel I.13. Data Impor dan Ekspor Asam Laktat di Indonesia (2016-2020)
(Badan Pusat Statistik, 2022b, 2022a)

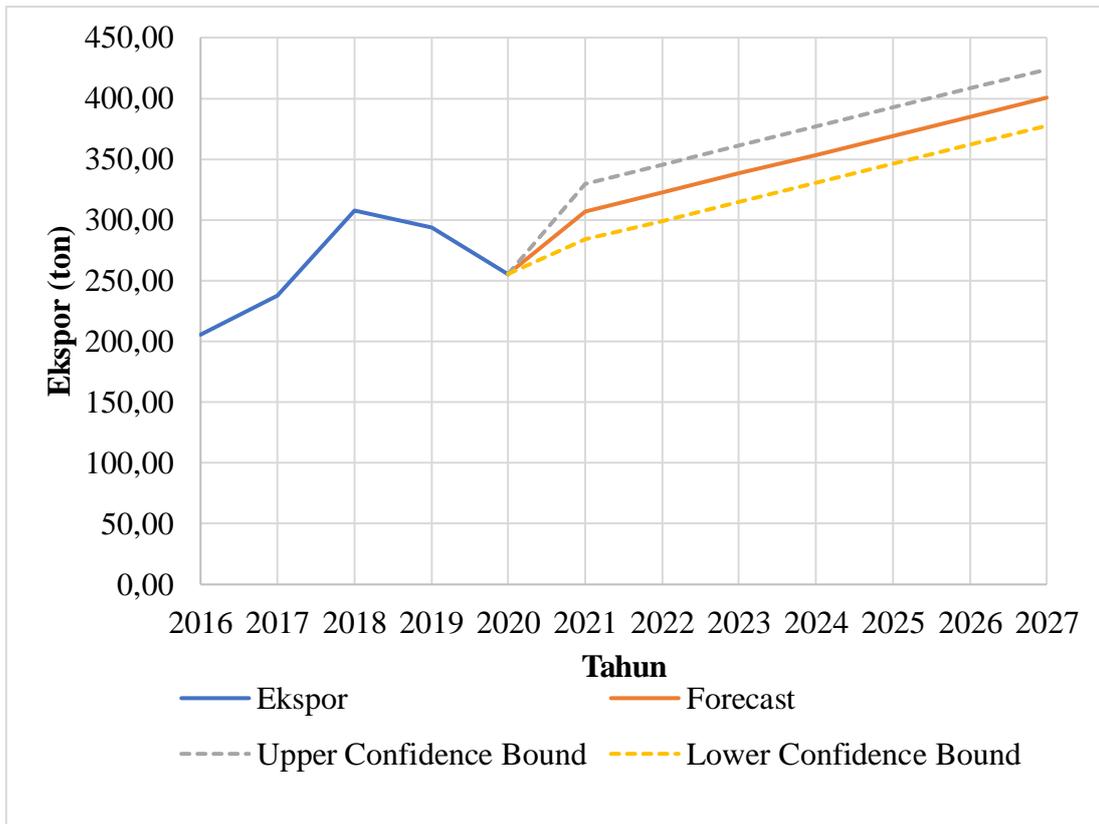
Tahun	Impor, ton	Ekspor, ton
2016	3.409,28	205,52
2017	3.201,64	237,33
2018	3.425,15	307,63
2019	4.192,95	293,50
2020	4.222,61	255,55

Berdasarkan data pada Tabel I.13., dilakukan perhitungan estimasi impor-ekspor dari asam laktat di Indonesia dengan periode 2021-2027 menggunakan metode *forecast linear* pada Excel 2019. Metode *forecast linear* digunakan dengan besaran *confidence interval* sebesar 95%. Hasil dari perhitungan tersebut digambarkan pada Gambar I.5. untuk impor dan Gambar I.6. untuk ekspor.



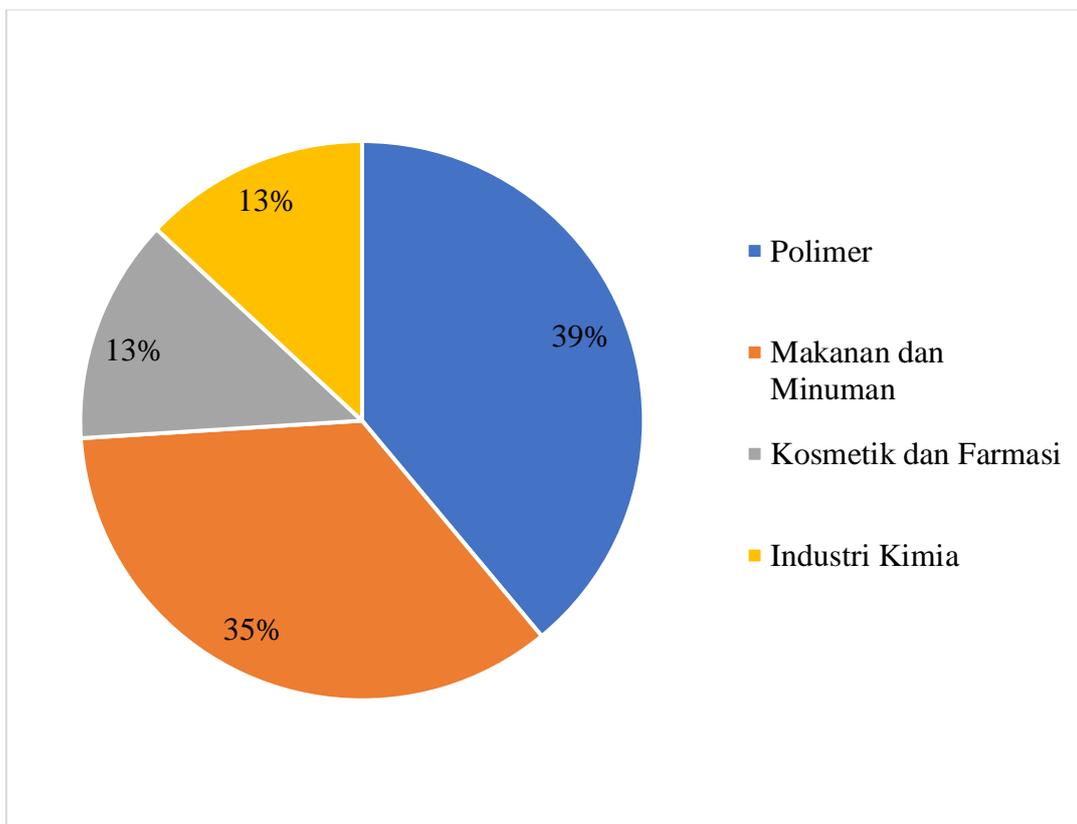
Gambar I.5. Grafik Impor Asam Laktat di Indonesia (2016-2027)

Pada Gambar I.5-6, dapat ditinjau bahwa baik dari sektor impor maupun ekspor dari asam laktat di Indonesia terus mengalami pertumbuhan dalam kurun waktu hingga tahun 2027. Pertumbuhan positif tersebut menjadi suatu peluang yang menjanjikan ditengah belum satupun pabrik asam laktat yang beroperasi di Indonesia.



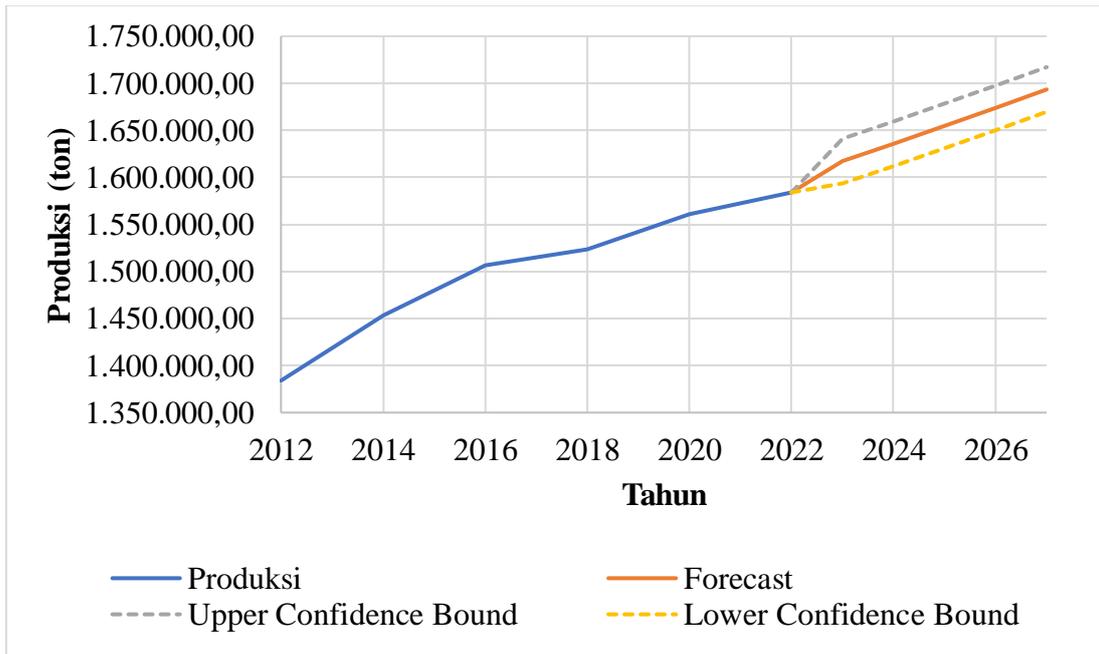
Gambar I.6. Grafik Ekspor Asam Laktat di Indonesia (2016-2027)

Disamping data impor-ekspor dari asam laktat di Indonesia, data konsumsi dari asam laktat dari berbagai industri di Indonesia juga perlu ditinjau sebagai bahan pertimbangan dalam penentuan kapasitas produksi dari pabrik asam laktat yang akan didirikan. Distribusi persebaran konsumsi dari asam laktat pada berbagai sektor industri di seluruh dunia adalah sebagai berikut: polimer (39%), makanan dan minuman (35%), kosmetik dan farmasi (13%), dan industri kimia (13%). Belum adanya industri polimer yang memanfaatkan asam laktat di Indonesia, maka hanya digunakan sektor makanan dan minuman, kosmetik dan farmasi, dan industri kimia dalam menentukan jumlah konsumsi dari asam laktat pada bidang industri di Indonesia (Kumar et al., 2019).



Gambar I.7. Distribusi Persebaran Konsumsi Asam Laktat pada Berbagai Sektor Industri (Kumar et al., 2019)

Industri susu dan produk turunan susu memimpin daftar penyerapan asam laktat dari sektor industri makanan dan minuman di Indonesia. Pada tahun 2022, produksi industri susu dan produk turunan susu di Indonesia menyentuh 1.584.000 ton yang berkontribusi dalam penyerapan asam laktat sebanyak 14.256 ton (rata-rata kebutuhan asam laktat dalam industri susu dan produk turunan susu adalah 0,9%) (Garrote et al., 2015). Berdasarkan Gambar I.8., produksi industri susu dan produk turunan susu diproyeksikan akan mengalami pertumbuhan yang positif dan menyentuh angka 1.717.157,87 ton dengan jumlah asam laktat yang diperlukan sebesar 15.454,42 ton pada tahun 2027 (statista, 2023).

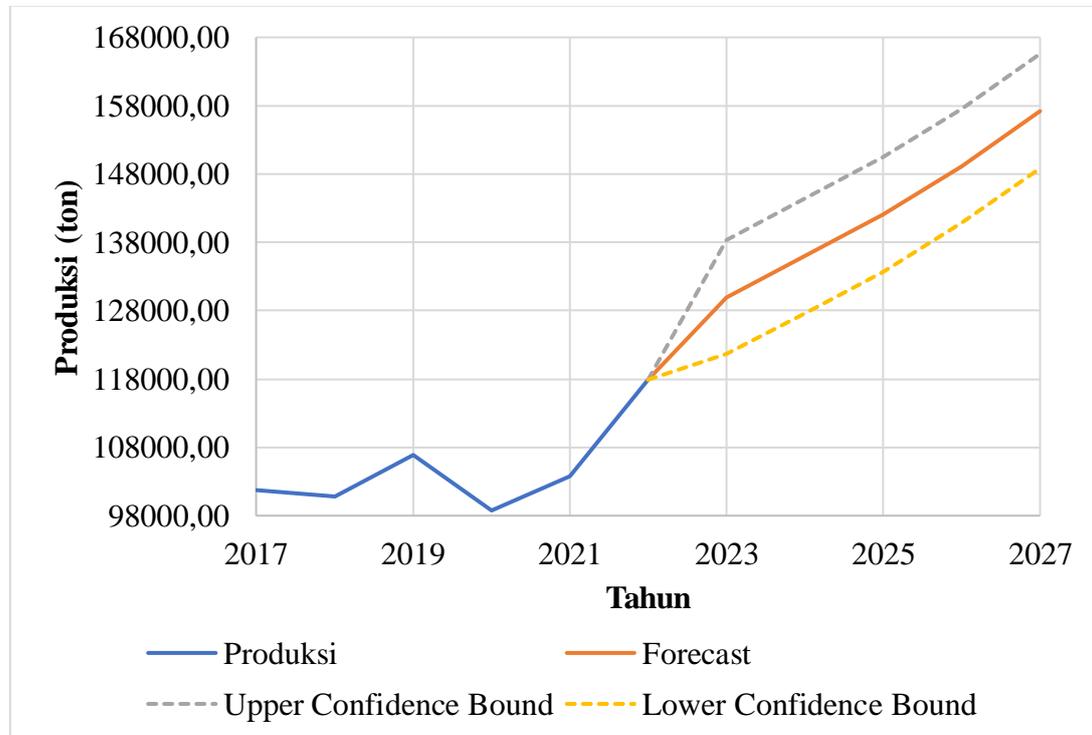


Gambar I.8. Grafik Produksi Industri Susu dan Produk Turunan Susu di Indonesia (2012-2027) (statista, 2023)

Pada bidang sektor industri kosmetik dan farmasi, asam laktat telah diaplikasikan dalam berbagai produk dan telah diproduksi secara luas. Asam laktat merupakan salah satu jenis *alpha-hydroxy acid* (AHA) yang sangat umum diaplikasikan pada produk dari industri kosmetik dan farmasi, terutama dalam *facial care*. *Facial care* memimpin daftar produk industri kosmetik dan farmasi yang mengaplikasikan adanya asam laktat dalam produk tersebut (Medical News Today, 2022). Pengetahuan dan kesadaran dari masyarakat atas pentingnya memelihara kesehatan kulit dan wajah telah mendorong penjualan dari *facial care*. Pada tahun 2022, Indonesia mencatatkan pendapatan sebesar 17,69 triliun rupiah dan diproyeksikan mencapai angka 23,58 triliun rupiah pada tahun 2027 dengan nilai CAGR sebesar 7,5% dalam rentang waktu tahun 2022-2027 (reogma, 2021; statista, 2022). Berdasarkan Gambar I.9., dapat ditinjau bahwa angka produksi dari *facial care* diproyeksikan akan menyentuh 165.591,93 ton pada tahun 2027.

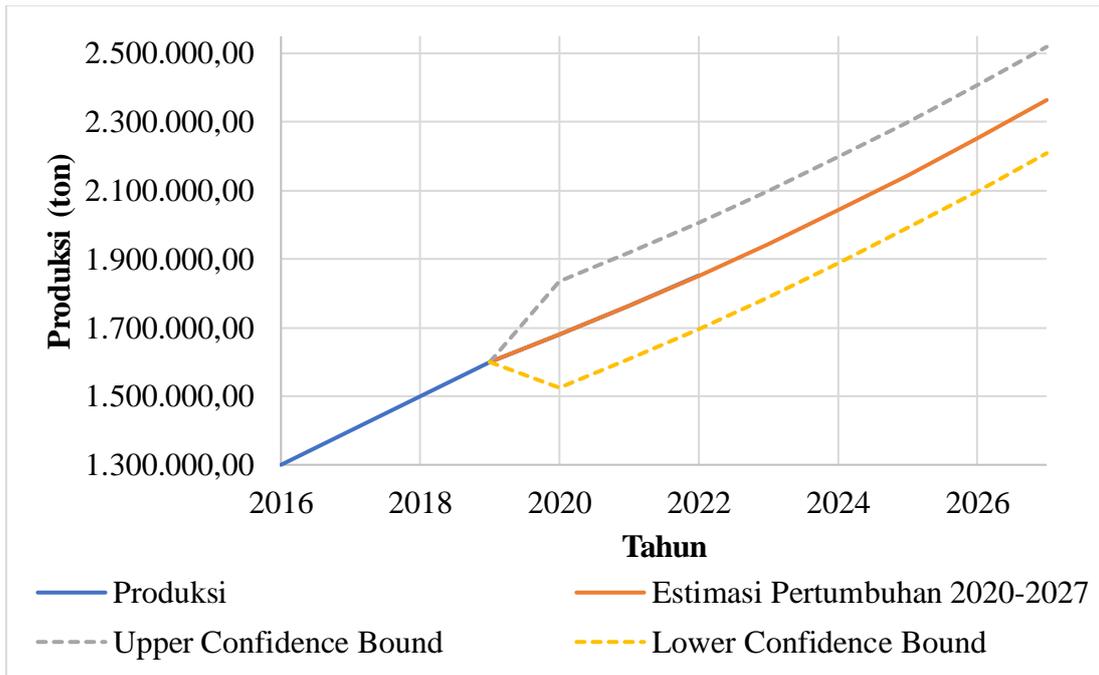
Kebutuhan asam laktat dalam produk kecantikan dianjurkan dalam kadar dibawah 10% untuk mengurangi resiko efek samping dari pemakaian produk kecantikan tersebut, terutama bagi pengguna yang memiliki kondisi kulit yang sensitif (Rearick & GREATIST, 2020). Atas dasar tersebut, produk yang beredar di pasaran rata-rata memiliki kadar asam laktat sebesar 5% dengan tujuan untuk membantu

memperbaiki tekstur kulit, membersihkan sel kulit mati, serta mengurangi titik hitam pada kulit (C & PROCOAL, 2022; Medical News Today, 2022). Dengan angka produksi *facial care* sebesar 165.591,93 ton pada tahun 2027, maka jumlah asam laktat yang diperlukan apabila rata-rata penggunaannya sebesar 5% adalah 8.279,60 ton.



Gambar I.9. Grafik Produksi *Facial Care* di Indonesia (2017-2027) (statista, 2022)

Sementara dari sektor industri kimia di Indonesia, kebutuhan akan asam laktat dipimpin dengan pemanfaatan sebagai bahan pengawet pada pengalengan ikan. Pada tahun 2019, produksi dari pengalengan ikan di Indonesia menyentuh 1.600.000 ton dan diproyeksikan terus mengalami peningkatan sebesar 5% per tahun dalam beberapa tahun ke depan (Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 2020). Pada tahun 2027, diproyeksikan produksi dari pengalengan ikan di Indonesia akan mencapai 2.519.058,57 ton dengan penggunaan asam laktat sebesar 12,57 ton (Fawzya, 2010; Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 2020).



Gambar I.10. Grafik Produksi Industri Pengalengan Ikan di Indonesia (2016-2027) (Kementerian Perindustrian Republik Indonesia, 2020)

Berdasarkan data pada Tabel I.13 dan Gambar I.5-10, maka perhitungan analisa kekosongan pasar dapat digunakan melalui persamaan berikut:

$$KP = (EAL + KIMM + KIKF + KIK) - (IAL + PAL)$$

Keterangan:

- KP = Kekosongan pasar (ton)
- EAL = Ekspor asam laktat (ton)
- KIMM = Konsumsi industri makanan dan minuman (ton)
- KIKF = Konsumsi industri kosmetik dan farmasi (ton)
- KIK = Konsumsi industri kimia (ton)
- IAL = Impor asam laktat (ton)
- PAL = Produksi asam laktat (ton)

Berdasarkan hasil analisa pasar dalam negeri, maka didapatkan beberapa nilai berikut:

EAL = 423,7 ton; KIMM = 15.454,42 ton; KIKF = 8.279,60 ton; KIK = 12,57 ton; IAL = 6.434,4 ton; PAL = 0 ton.

Nilai dari keenam variabel di atas dapat dimasukkan ke dalam persamaan kekosongan pasar, sehingga kekosongan pasar dapat ditentukan melalui perhitungan berikut:

$$KP = (423,7 + 15.454,42 + 8.279,60 + 12,57) - (6.434,4 + 0)$$

$$KP = 17.735,89 \text{ ton}$$

Hasil analisa kekosongan pasar pada tahun 2027 di Indonesia menunjukkan bahwa masih terdapat kekosongan sebesar 17.735,89 ton.

1.4.2.2. Analisa Pasar Luar Negeri

Analisa kebutuhan asam laktat di pasar luar negeri juga perlu ditinjau sebagai dasar dalam menentukan kapasitas produksi dari pabrik asam laktat yang akan didirikan disamping analisa pasar dalam negeri. Berdasarkan data yang dihimpun dari oec.world, didapatkan data impor dari beberapa negara di Asia Tenggara pada tahun 2020 sebagai berikut:

Tabel I.14. Data Impor Asam Laktat di Negara Malaysia, Thailand, Vietnam, Singapura, Filipina (OEC, 2020)

No.	Negara	Impor, ton
1.	Malaysia	5.430
2.	Thailand	5.400
3.	Vietnam	2.985
4.	Singapura	2.770
5.	Filipina	1.710

Berdasarkan data yang ditampilkan pada Tabel I.14., maka didapatkan rata-rata impor kelima negara di Asia Tenggara tersebut sebesar 3.659 ton pada tahun 2020. Sementara diperkirakan pertumbuhan produksi asam laktat diseluruh dunia akan mengalami peningkatan sebesar 80,5% dalam kurun waktu 2020-2027 (statista, 2021). Dengan menggunakan pendekatan tersebut, maka diproyeksikan rata-rata impor kelima negara tersebut akan mengalami peningkatan dan menyentuh angka 6.604,5 ton pada tahun 2027.

1.4.3. Kapasitas Produksi

Penentuan kapasitas produksi dari pabrik asam laktat yang akan didirikan ditentukan berdasarkan ketersediaan bahan baku, hasil analisa pasar baik dari dalam negeri maupun luar negeri. Seluruh analisa pasar yang dilakukan menggunakan batasan waktu hingga 2027, dimana pada tahun tersebut diproyeksikan pabrik asam

laktat yang akan didirikan sudah mulai beroperasi. Berdasarkan ketersediaan bahan baku di Daerah Jawa Tengah, daerah tersebut mampu menyediakan total 24.420 ton eceng gondok kering setiap harinya. Peninjauan dari kondisi pasar dalam negeri menunjukkan bahwa kebutuhan asam laktat di Indonesia adalah sebesar 17.735,89 ton/tahun pada tahun 2027. Sementara pada pasar luar negeri khususnya kawasan Asia Tenggara akan membutuhkan asam laktat sebesar 6.604,5 ton/tahun pada tahun 2027. Dari kedua hasil analisa tersebut, didapatkan total kebutuhan asam laktat sebesar 24.340,39 ton/tahun.

Berdasarkan ketiga hasil analisa yang telah dihimpun, maka ditentukan kapasitas produksi dari pabrik asam laktat sebesar 25.000 ton/tahun dengan tujuan untuk memenuhi kebutuhan pasar dalam negeri dan berkontribusi dalam pasar luar negeri terutama kawasan Asia Tenggara. Dengan kapasitas produksi tersebut, maka perlu dipastikan kembali terkait dengan besarnya bahan baku yang diperlukan sepanjang proses produksi hingga terbentuknya produk akhir asam laktat. Berdasarkan hasil perhitungan neraca massa yang telah dilakukan dan tercantum pada bagian Bab III (Neraca Massa) menunjukkan bahwa untuk memperoleh produk asam laktat dengan kemurnian 88% dengan kapasitas produksi 25.000 ton/tahun atau 75.757,58 kg/hari, maka diperlukan bahan baku eceng gondok sebesar 293.933,21 kg/hari dengan kadar air sebesar 15%. Apabila ditinjau dari ketersediaan di alam, maka diperlukan 3.376,26 ton/hari eceng gondok dengan kadar air sebesar 92,6%. Ketersediaan bahan baku sangat memadai karena eceng gondok yang tersedia di daerah Jawa Tengah mampu menyediakan 330.000 ton/hari eceng gondok basah dengan kadar air sebesar 92,6%. Berdasarkan beberapa parameter yang telah dijelaskan pada bagian sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa pabrik dapat didirikan pada Daerah Jawa Tengah dan dapat beroperasi dengan kapasitas produksi 25.000 ton/tahun.

Tabel I.15. Rangkuman Kapasitas Produksi Pabrik Asam Laktat

Kebutuhan Bahan Baku Eceng Gondok	%Yield Overall	Kapasitas Produksi
96.997,96 ton/tahun	25,08%	25.000 ton/tahun
293,93 ton/hari		75,76 ton/hari

Keterangan:

Dalam satu tahun diasumsikan terdapat 330 hari kerja

1.4.4. Kelayakan Kapasitas Produksi

Kapasitas produksi yang telah ditentukan pada bagian 1.4.3. perlu ditinjau kembali mengenai kelayakan kapasitas produksi apabila dibandingkan dengan beberapa perusahaan yang telah beroperasi dalam produksi asam laktat dari berbagai negara. Pada Tabel I.16. terdapat data kapasitas produksi dari beberapa perusahaan, seperti: Chongqing Bofei Biochemical Products, Ltd. (China), Henan Jindan Lactic Acid Technology Co., Ltd. (China), Anhui COFCO Biochemical & GALACTIC Lactic Acid Co., Ltd. (China), Zhejiang Hisun Biomaterials Co., Ltd. (China), dan Teijin Aramid (Jepang). Data yang disajikan pada Tabel I.16. menunjukkan bahwa kapasitas produksi dari kelima perusahaan yang berada di Benua Asia tersebut memiliki rentang kapasitas produksi sebesar 5.000-30.000 ton/tahun. Berdasarkan data tersebut, dapat ditinjau bahwa kapasitas produksi dari pabrik asam laktat yang akan didirikan dengan kapasitas 25.000 ton/tahun pada tahun 2027 dapat dikatakan layak.

Tabel I.16. Kapasitas Produksi Asam Laktat dari 5 Perusahaan di Benua Asia

No.	Nama Perusahaan	Asal Negara	Kapasitas Produksi (ton/tahun)	Referensi
1.	Chongqing Bofei Biochemical Products, Ltd.	China	10.000-30.000	(business wire, 2013)
2.	Henan Jindan Lactic Acid Technology Co., Ltd.	China	10.000-30.000	(business wire, 2013)
3.	Anhui COFCO Biochemical & GALACTIC Lactic Acid Co., Ltd.	China	30.000	(Patton, 2008)
4.	Zhejiang Hisun Biomaterials Co., Ltd.	China	10.000	(ResearchInChina, 2013)
5.	Teijin Aramid	Jepang	5.000	(ResearchInChina, 2013)