

BAB II

STUDI KELAYAKAN AWAL

2.1. Seleksi Proses

2.1.1 Pemilihan Bahan Baku

Sodium laktat berasal dari fermentasi asam laktat dari sumber gula dan kemudian asam laktat yang dihasilkan dinetralkan dengan natrium hidroksida menghasilkan senyawa natrium laktat (Essential Depot, 2012). Bahan seperti gandum, jagung, ubi kayu, dan beras (Komesu dkk, 2017) merupakan bahan baku yang berpotensi untuk produksi sodium laktat. Namun, bahan-bahan tersebut termasuk bahan pangan pokok. Oleh sebab itu, diperlukan substrat alternatif untuk produksi sodium laktat yang bukan termasuk bahan pangan serta tidak mengganggu lingkungan.

Oleh karena itu, dipilih tetes tebu (*molasses*) sebagai bahan baku untuk didirikannya pabrik sodium laktat dengan menggunakan metode fermentasi. Dasar pemilihan bahan baku karena *molasses* merupakan hasil samping industri gula dengan kandungan sukrosa yang cukup tinggi. Menurut Nurjannah (2017), molase memiliki ketersediaan yang tinggi dan harganya murah. Komposisi molase dapat dilihat pada table 2.1 berikut ini:

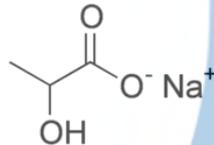
Tabel 2.1 Komposisi Molase

Komposisi	Persentase (%)
Air	24
Sukrosa	32
Glukosa	14
Fruktosa	15
Asam amino	8
SiO ₂	6
K ₂ O	3

(Sumber : Dumbrepatil, 2007; Retnaningtyas, 2017)

2.1.2 Natrium Laktat

Sodium laktat ($\text{CH}_3\text{CHOHCOONa}$) atau *Sodium 2-hydroxypropanoatenatrium* merupakan garam alami yang banyak digunakan dalam industri kimia. Sodium laktat berbentuk serbuk putih, juga terdapat dalam bentuk larutan yang tidak berwarna, serta dapat larut dalam air (Sciencelab Inc, 2012). Sodium laktat memiliki struktur molekuler seperti pada gambar



Gambar 2.1.1 Struktur Molekuler Natrium Laktat

Kegunaan sodium laktat dalam dunia industri sangat luas. Sodium laktat dapat menghambat pertumbuhan dan membunuh bakteri gram negative sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pengawet daging yang akan mengurangi pembusukan pada daging (Essential Depot, 2012). Sodium laktat memiliki sifat mudah menyerap kelembapan, sehingga dimanfaatkan dalam industri kosmetik sebagai pelembab (Mountain Sage, Co Ltd, 2012). Selain itu, sodium laktat juga merupakan salah satu komponen pada infus ringer laktat. Infus ringer laktat merupakan cairan elektrolit yang terdiri dari kalsium klorida, sodium klorida, sodium laktat, dan kalium klorida. Infus ringer laktat merupakan infus pertolongan pertama yang diantaranya digunakan untuk luka bakar, syok, dan cairan *preload* pada operasi (Priyono, 2014).

2.1.3 Molase

Molase (tetes tebu) merupakan cairan kental berwarna coklat gelap, berbau karamel dan tidak menyengat yang berasal dari pembuatan gula tebu (*Saccharum officinarum* L). molase merupakan sumber energi yang esensial dengan kandungan gula didalamnya (Dian, 2015). Molase mengandung gula dengan kadar 50-60%, asam amino, dan mineral (Aghendisekawati, 2017), sehingga molase berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku sodium laktat. Molase dari tebu memiliki kandungan 25-40% sukrosa dan 12-25% gula pereduksi dengan total kadar gula 50-60% (Dian, 2015).

Molase memiliki kandungan karbohidrat yang berbeda dibandingkan bahan lain seperti jagung dan kentang, yang mengandung karbohidrat untuk disimpan

sebagai pati sehingga harus dilakukan *pretreatment* dengan menambahkan enzim untuk menghidrolisis pati menjadi gula yang dapat difermentasi. Sedangkan karbohidrat dalam molase telah siap untuk difermentasi tanpa *pretreatment* karena berbentuk gula (Hidayat, 2006).

2.1.4 Seleksi Bakteri Asam Laktat

Bakteri asam laktat merupakan salah satu jenis bakteri yang dapat menghasilkan asam laktat, hidrogen peroksida, antimikroba dan hasil metabolisme lain yang berpengaruh baik bagi tubuh manusia. Bakteri ini biasanya digunakan pada industri *food and beverage* sebagai probiotik yang memberikan efek kesehatan dalam produk pangan (Sundari, 2014). Dalam proses fermentasi, bakteri asam laktat terbagi menjadi jalur yang berbeda, yaitu bakteri homofermentatif dan bakteri heterofermentatif. Menurut Murbawani (2017), berikut merupakan bakteri penghasil asam laktat:

Tabel 2.2 Bakteri Penghasil Asam Laktat

Homofermentatif	Heterofermentatif
<i>Enterococcus Faecium</i>	<i>Lactobacillus Brevis</i>
<i>Enterococcus Faecalis</i>	<i>Lactobacillus Buchneri</i>
<i>Lactobacillus Acidophilus</i>	<i>Lactobacillus Cellobiosus</i>
<i>Lactobacillus Lactis</i>	<i>Lactobacillus Confuses</i>
<i>Lactobacillus Delbrueckii</i>	<i>Lactobacillus Coprophilus</i>
<i>Lactobacillus Leichmannii</i>	<i>Lactobacillus Fermentatum</i>
<i>Lactobacillus Salivarius</i>	<i>Lactobacillus Sanfrancisco</i>

Bakteri penghasil asam laktat yang banyak digunakan untuk proses fermentasi asam laktat dengan menggunakan bahan baku molase adalah bakteri *Lactobacillus Delbrueckii*, *Enterococcus Faecalis*, *Lactobacillus plantarum*, *Lactobacillus casei*, *Lactobacillus casei* dan *Bacillus coagulans* (Ahmad dkk, 2020; Dumbrepatil dkk, 2008; Korawit dkk, 2014; Salma dkk, 2020). Selain itu,

menurut Sun (2019), konsorsium mikroba efektif untuk dimanfaatkan dalam memproduksi asam laktat dari molase. Bakteri homofermentatif dan bakteri heterofermentatif memiliki kesamaan dalam mekanisme pembentukan asam laktat yaitu piruvat yang diubah menjadi asam laktat dan diikuti dengan proses transfer electron dari NADH menjadi NAD^+ (Seo, 2018). Perbedaan kedua kelompok bakteri didasarkan pada kemampuan bakteri asam laktat dalam menghasilkan enzim fruktosa difosfat aldolase. Menurut Mayang (2012), bakteri asam laktat homofermentatif mampu menghasilkan enzim fruktosa difosfat aldolase. Enzim aldolase, heksosa isomerase, dan sedikit fosfoketolase yang digunakan untuk memecah gula menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga mudah dicerna sebagai asupan energi. Jalur metabolisme yang digunakan pada homofermentatif adalah lintasan Embden-Meyerhof-Parnas (Mayang, 2012) yang menghasilkan 2 molekul asam piruvat.

Sedangkan bakteri heterofermentatif tidak mampu menghasilkan enzim tersebut. Bakteri heterofermentatif menghasilkan glukosa 6 fosfat dehidrogenase dan 6 fosfat glukonat dehidrogenase sehingga mempunyai jalur pembentukan asam laktat yang berbeda. Pada heterofermentatif tidak ada aldose dan heksosa isomerase tetapi menggunakan enzim fosfoketolase dan menghasilkan CO_2 . Bakteri homofermentatif akan memecah gula menjadi asam laktat sedangkan bakteri heterofermentatif tidak hanya mengubah gula menjadi asam laktat tetapi juga menjadi asam asetat, dan etanol (Puryana, 2011). Pada bakteri homofermentatif hasil fermentasi terbesar merupakan asam laktat yaitu sekitar 90% sedangkan pada heterofermentatif jumlah asam laktat yang dihasilkan kurang dari 90% atau kira-kira seimbang dengan hasil-hasil lainnya seperti asam asetat, etanol, CO_2 (Bangun, 2009). Sehingga untuk menghasilkan kandungan asam laktat paling baik melalui proses fermentasi yaitu dengan menggunakan bakteri yang berasal dari golongan homofermentatif.

Perbandingan jenis bakteri dilakukan untuk menentukan jenis bakteri yang lebih efektif dan efisien dalam produksi asam laktat. Berikut Jenis bakteri yang dibandingkan untuk digunakan dalam memproduksi asam laktat melalui proses fermentasi molase.

Tabel 2.3 Perbandingan Seleksi Bakteri Asam Laktat

Perbandingan	<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Bacillus coagulans</i>	<i>Lactobacillus casei</i>	konsorsium mikroba
Produktivitas	4,3	4,0	5,9	1,34	4,49
Suhu Kerja	38°C	38°C	52°C	32°C	37°C
Yield Asam Laktat	96%	95%	85%	91,47%	81%
pH	5-6,5	7-8	6,5	7	6,3
Waktu operasi (jam)	24	24	24	60	25
Kelebihan	Mampu menghasilkan produktivitas asam laktat yang tinggi bahkan pada konsentrasi molase yang tinggi.	Produksi asam laktat dengan <i>Enterococcus faecalis</i> memberikan hasil produktivitas yang tinggi, serta menghasilkan pH optimum untuk fermentasi asam laktat.	Menggunakan proses <i>continuous</i> sehingga mampu menghasilkan produktivitas yang tinggi.	Menggunakan kandungan nitrogen pada molase sebagai sumber nutrisi bagi bakteri	Menghemat biaya karena dapat diproduksi tanpa penambahan sumber nutrisi

Perbandingan	<i>Lactobacillus delbrueckii</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Bacillus coagulans</i>	<i>Lactobacillus casei</i>	konsorsium mikroba
Kekurangan	Mebutuhkan waktu lebih lama untuk menaikkan konsentrasi molase.	Pertumbuhan sel sangat dipengaruhi oleh konsentrasi ekstrak ragi. Dengan menggunakan 200 g/l molase di butuhkan 15 g/l ekstrak ragi sebagai sumber nitrogen. Hal ini berpengaruh pada peningkatan biaya produksi yang di perlukan.	Mebutuhkan biaya yang lebih tinggi untuk meningkatkan produktivitas.	Mebutuhkan waktu fermentasi yang lama untuk dapat menghasilkan asam laktat >90%.	Asam laktat yang dihasilkan selama 25 jam proses fermentasi <90%.

www.itk.ac.id

www.itk.ac.id

(Ahmad dkk, 2020; Dumbrepatil dkk, 2008; Korawit dkk, 2014; Salma dkk, 2020; Sun, 2019; Thakur, 2018)

Berdasarkan berbagai jenis bakteri untuk proses fermentasi diatas, maka bakteri yang digunakan adalah bakteri *Lactobacillus delbrueckii* berdasarkan “*scoring concept*” (metode pemberian skor) pada beberapa kriteria. Presentase skor dipilih dengan mempertimbangkan kebutuhan yang paling prioritas serta pengaruhnya terhadap proses dan hasil yang diberikan. Kriteria-kriteria tersebut antara lain sebagai berikut:

- Kesesuaian Kondisi Operasi

Parameter ini menunjukkan pengaruh suhu dan pH selama proses, seperti pengaruh terhadap hasil produk dan mempertahankan kondisi operasi yang dibutuhkan.

- Hasil Proses Produksi

Parameter ini menunjukkan berapa banyak asam laktat yang dapat dihasilkan dengan menggunakan jenis bakteri tersebut.

- Lama Waktu Operasi

Parameter ini menunjukkan berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk dapat menghasilkan jumlah asam laktat yang sesuai.

Adapun presentase masing-masing “*concept scoring*” dari perbandingan kriteria bakteri dapat dihitung sebagai berdasarkan kriteria penilaian sebagai berikut: 1. Sangat buruk, 2. Buruk, 3. Cukup, 4. Baik, 5. Sangat baik.

Tabel 2.4 Penilaian Skor Bakteri Asam Laktat

Kriteria	Persentase	<i>Lactobacillus delbrueckii</i>		<i>Enterococcus faecalis</i>		<i>Bacillus coagulans</i>		<i>Lactobacillus casei</i>		Konsorsium mikroba	
		Nilai	Skor	Nilai	Skor	Nilai	Skor	Nilai	Skor	Nilai	Skor
Kondisi Operasi	30%	5	1,5	5	1,5	5	1,5	3	0,9	5	1,5
Hasil proses produksi	40%	5	2,0	4	1,6	4	1,6	3	1,2	3	1,2
Waktu Operasi (Jam)	30%	5	1,5	5	1,5	5	1,5	3	0,9	4	1,2
Total	100%		5		4,6		4,6		3,0		3,9
Peringkat		1		2		2		2		4	3

(Ahmad dkk, 2020; Dumbrepatil dkk, 2008; Korawit dkk, 2014; Salma dkk, 2020; Sun, 2019; Thakur, 2018)

Berdasarkan perbandingan jenis bakteri penghasil asam laktat yang ditinjau dari berbagai kriteria dalam “*scoring concept*” diatas maka bakteri yang digunakan pada prarancangan pabrik ini adalah bakteri *Lactobacillus delbrueckii* dikarenakan dapat mengkonversi gula hingga 90%, mempunyai produktivitas yang tinggi dan hanya memproduksi asam laktat.

2.1.5 Proses Pembuatan Sodium Laktat

Pada proses pembuatan sodium laktat, tahap awal yaitu tahap memproduksi asam laktat. Asam laktat dapat diproduksi dengan proses sintesis kimia atau proses fermentasi bioteknologi sebagai berikut:

1. Proses Sintesis Kimia

Produksi asam laktat dengan metode sintesis kimia yaitu dengan mereaksikan asetaldehida cair dan hidrogen untuk menghasilkan *Lactonitrile*. Reaksi ini menggunakan katalis basa serta reaksi terjadi pada tekanan atmosferis yang tinggi (Pal dkk, 2009). *Lactonitrile* mentah di *recovery* dan dimurnikan dengan menggunakan distilasi. Kemudian dihidrolisis dengan asam sulfat untuk menghasilkan asam laktat dan garam ammonium. Asam laktat kemudian diesterifikasi dengan menggunakan methanol untuk menghasilkan metil laktat. Metil laktat dipisahkan dan dihidrolisis oleh air dan katalis asam dalam proses distilasi untuk menghasilkan asam laktat dan methanol yang selanjutnya di *recycle* (Komesu dkk, 2017). Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

a. Penambahan Hidrogen Sianida



b. Hidrolisis dengan Asam Sulfat



c. Esterifikasi



d. Hidrolisis dengan Air



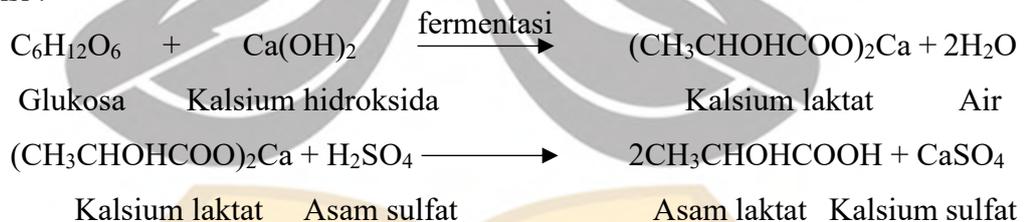
Pembuatan asam laktat dengan metode sintesis kimia menghasilkan campuran rasemat asam laktat (Rahman dkk, 2011). Metode lain yang mungkin adalah degradasi gula dengan katalis basa, oksidasi propilen glikol, hidrolisis asam kloropropinat, oksidasi asam nitrat propilena, reaksi asetaldehida, karbon monoksida dan air pada suhu tinggi (Gao dkk, 2011). Selain itu terdapat juga

metode hidrolisis asam chloropropionic, fermentasi karbohidrat dan oksidasi asam nitrat propylene (Narayan, 2004).

2. Proses Fermentasi

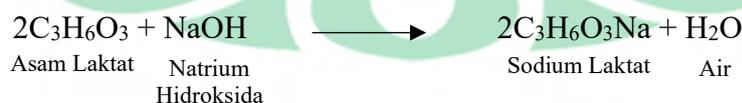
Proses fermentasi memerlukan karbohidrat, nutrisi, dan mikroorganisme untuk menghasilkan asam laktat melalui fermentasi (Bohnet, 2011). Proses fermentasi karbohidrat telah menarik minat karena banyak keuntungannya dibandingkan dengan sintesis kimia, seperti produksi isomer murni dan penggunaan sumber daya terbarukan sebagai substrat fermentasi. Asam laktat di alam terdapat dua bentuk optik isomer, yaitu *D(-) lactic acid* dan *L(+)* *lactic acid*. *D(-) lactic acid* merupakan isomer yang dapat meracuni manusia sedangkan *L(+)* *lactic acid* adalah isomer yang dipilih untuk makanan dan industri farmasi karena tubuh manusia hanya menghasilkan enzim *L-lactate dehydrogenase* (Bo Jin dkk, 2005). Hal tersebut yang membuat proses fermentasi lebih unggul dibandingkan proses sintesis kimia. Hasil fermentasi dengan kemurnian tinggi diperoleh ketika digunakan substrat murni seperti sukrosa dari tebu dan gula bit, yang akan menghasilkan kemurnian dengan biaya rendah (Komesu dkk, 2017).

Asam laktat dihasilkan dari fermentasi glukosa oleh bakteri tertentu melalui reaksi :



(Murbawani dkk, 2017)

Setelah dihasilkan asam laktat tahap selanjutnya adalah tahap pembuatan sodium laktat. Pembuatan sodium laktat dilakukan dengan cara menetralkan asam laktat 90% dengan menggunakan natrium hidroksida (Tieqiang, 2014). Reaksi pembentukan sodium laktat adalah:



Produk sodium laktat yang telah dihasilkan kemudian diencerkan hingga kadar sodium laktat 60%.

2.1.6 Seleksi Proses www.itk.ac.id

Dalam persiapan dan produksi Sodium Laktat terdapat tahap pembentukan asam laktat. Proses produksi asam laktat dapat dilakukan dengan proses sintesis kimia dan proses fermentasi. Perusahaan yang pertama memproduksi asam laktat dengan sintesis kimia adalah Monsanto (Texas, USA) pada tahun 1963. Produksi industri dengan sintesis kimia juga digunakan oleh *Sterling Chemicals*. Di Timur, *Mushasino Chemical* juga menggunakan teknologi ini, tetapi kemudian mengubah proses produksinya menjadi proses fermentasi (John dkk, 2009). Produksi asam laktat secara sintesis kimia akan menghasilkan campuran dua isomer, sedangkan proses fermentasi akan menghasilkan asam laktat dengan satu isomer atau campuran dua isomer dengan perbandingan yang berbeda, tergantung pada jenis mikroorganisme, substrat serta kondisi pertumbuhan (Manfaati, 2010).

Perbandingan proses produksi dilakukan untuk menentukan proses yang lebih efektif dan efisien dalam menghasilkan asam laktat yang digunakan untuk memproduksi sodium laktat.

Tabel 2.5 Perbandingan Proses Pembuatan Asam Laktat

Perbedaan	Sintesis Kimia	Fermentasi
Proses produksi	Kompleks	Relatif sederhana
Suhu	Tinggi	Rendah
Tekanan	Tinggi	Rendah
Biaya Produksi	Kompleks	Sederhana
Bahan Baku	Tidak dapat diperbarui	Dapat diperbarui
Produksi yield	Campuran 75-85%	Murni 85-95%

Dari kedua proses pembuatan asam laktat tersebut, pada pabrik Sodium Laktat yang akan didirikan akan menggunakan proses fermentasi dengan bahan baku molase dengan menggunakan mikroba *Lactobacillus delbrueckii*, dikarenakan:

1. Ketersediaan bahan baku yang terbatas dalam proses sintesis kimia, sedangkan bahan baku menggunakan pada proses fermentasi adalah bahan baku yang dapat diperbarui.

2. Bakteri *Lactobacillus delbrueckii* hanya memproduksi asam laktat, dapat mengkonversi gula hingga 90% serta mempunyai produktivitas yang tinggi.
3. Waktu proses fermentasi lebih cepat, yaitu 21-24 jam.
4. Proses fermentasi tidak memerlukan tekanan operasi dan suhu yang tinggi.
5. Biaya produksi yang diperlukan untuk melakukan proses fermentasi relative lebih rendah dibandingkan proses sintesis kimia.
6. Persen *yield* yang dihasilkan melalui proses fermentasi lebih besar, yaitu 85-95%.

2.2 Deskripsi Proses

2.2.1 Hidrolisis Molase

Pada tahap awal, molase yang berasal dari pabrik gula diencerkan terlebih dahulu hingga konsentrasi 12% (Prescott, 1965). Tujuan dari pengenceran dikarenakan aktivitas bakteri menjadi terhambat apabila berada pada kondisi viskositas yang tinggi. Selanjutnya molase akan dihidrolisis untuk memecah sukrosa kompleks menjadi gula reduksi berupa glukosa dan fruktosa dengan reaksi sebagai berikut:



Pada proses reaksi hidrolisis, katalis asam sulfat digunakan untuk mempercepat proses reaksi. Reaksi hidrolisis berlangsung pada suhu 33°C selama 60 menit (Worant, 2012).

2.2.2 Kolom Adsorber

Larutan molase kemudian diberi perlakuan untuk menghilangkan kandungan *ash* (SiO₂ dan K₂O) pada molase sebanyak 9%. Proses ini menggunakan kolom adsorber dengan prinsip kerja menyerap padatan *ash* (SiO₂ dan K₂O) yang ada di dalam larutan molase dengan bantuan *activated charcoal* selama 2 jam (Abhinay, 2015), pada tekanan 1 atm.

2.2.3 Culture Tank

Tahap selanjutnya adalah pengembangbiakan bakteri, dimana larutan molase sebesar 10% akan dimasukkan kedalam *culture tank* untuk

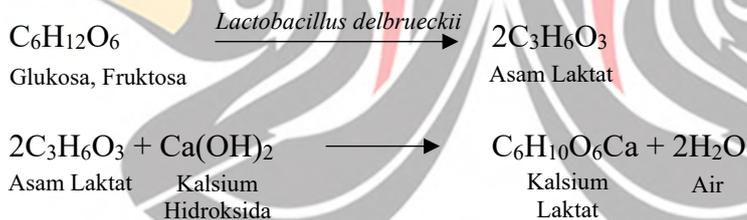
pengembangbiakan bakteri *Lactobacillus delbrueckii*. Proses ini berlangsung selama 12 jam dengan suhu operasi 42°C, kemudian ditambahkan Ca(OH)₂ untuk menjaga pH bakteri dalam kondisi optimum 6,5 (Dumbrepatil, 2007).

Berikut merupakan reaksi yang terjadi pada proses tersebut:



2.2.4 Fermentor

Kemudian glukosa dan fruktosa sebesar 90% dimasukkan ke dalam *fermentor* untuk di fermentasi, lalu diikuti dengan penambahan bakteri *Lactobacillus delbrueckii* yang sudah dikembangbiakkan untuk membantu proses fermentasi glukosa menjadi asam laktat dengan konversi pembentukan 98% (Dumbrepatil, 2007). Selanjutnya fermentasi berlangsung selama 24 jam dengan kondisi operasi suhu 42°C dan tekanan 1 atm. *Yeast extract* ditambahkan sebagai nutrisi untuk pertumbuhan sel bakteri. Adapun untuk menjaga kondisi pH optimum 6,5 pada saat proses fermentasi, maka Ca(OH)₂ ditambahkan. Fermentasi dilakukan secara anaerob (tanpa udara). Berikut merupakan reaksi yang terjadi pada proses tersebut:



2.2.5 Centrifuge

Bakteri yang telah digunakan dalam proses fermentasi kemudian dipisahkan dari produk yang dihasilkan dengan menggunakan *centrifuge*. Proses pemisahan dengan menggunakan *centrifuge* dilakukan dengan kecepatan 2000 g selama 20 menit (Kadam, 2006).

2.2.6 Reaktor Acidifier

Proses selanjutnya adalah pengasaman kalsium laktat untuk menghasilkan asam laktat dengan menambahkan asam klorida (Patil dkk, 2006) dengan

perbandingan 1 : 1, pengasaman dilakukan pada *acidifier* dengan kondisi operasi 33 °C dan 1 atm. adapun reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



2.2.7 Ultrafiltration

Kemudian kalsium klorida dan beberapa *byproduct* yang dihasilkan sebagai produk samping dipisahkan dari asam laktat dengan melakukan penyaringan menggunakan *ultrafiltration* (Pal, 2009) dengan efisiensi pemisahan sebesar 100%. Membran *ultrafiltration* berupa membran dengan ukuran pori-pori yang berkisar dari 1 hingga 100 nm, bersifat permeabel kasar, tipis dan selektif. Molekul yang berukuran lebih kecil dapat melewati membran *ultrafiltration* sebagai produk utama yang diinginkan disebut *permeate*, sedangkan molekul yang tertahan pada *ultrafiltration* sebagai *byproduct* disebut *retentat*. Membran *ultrafiltration* merupakan membran dimana tekanan hidrostatis akan membuat cairan menembus lapisan semipermeabel dimana padatan serta air dengan berat molekul yang lebih berat akan tertahan membran (Hermana dkk, 2020).

2.2.8 Evaporator

Asam laktat dipisahkan dengan menggunakan *evaporator* pada suhu 100 °C dengan cara menguapkan air yang terlarut dalam larutan asam laktat hingga kadar 90% (Tieqiang, 2014). Menurut Tieqiang (2014), asam laktat yang dimurnikan terlebih dahulu memberikan kualitas produk yang lebih berkualitas, warna lebih jernih atau tidak berwarna, serta tidak berbau.

2.2.9 Reaktor Netralisasi

Pada tahap ini, asam laktat 90% direaksikan dengan NaOH 50% untuk menghasilkan sodium laktat (Tieqiang, 2014). Sodium laktat yang terbentuk kemudian diencerkan hingga konsentrasi larutan sodium laktat 60-65% (Tieqiang, 2014) sesuai dengan *pharmaceutical grade (USP Standard Reference)*.

Adapun reaksi dari pembuatan sodium laktat adalah sebagai berikut:



2.3 Spesifikasi Bahan Baku dan Produk

2.3.1 Bahan Baku Utama

1. Molase

Bahan baku utama yang digunakan adalah molases dengan komposisi sebagai berikut :

Tabel 2.6 Sifat Fisika dan Kimia Molase

Sifat	Keterangan
Titik Didih	>100°C
Densitas Relatif (20°C)	1,4-1,44 kg/l
Viskositas (20°C)	5000-20000 cps
pH	5
Cairan Kental	
Berwarna coklat gelap	
Berbau caramel, tidak menyengat	
Harga	Rp 1.059.350/ Ton

(Premier molasses, 2013)

Molase merupakan bahan utama dalam proses produksi yang *disupply* dari PT. Prima Alam Gemilang sebagai *supplier*.

2.3.2 Bahan Pendukung

Bahan pendukung yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Kalsium Hidroksida

Kalsium Hidroksida digunakan untuk menjaga pH larutan saat proses fermentasi. Spesifikasi Kalsium Hidroksida ditunjukkan pada Tabel 2.5 berikut:

Tabel 2.7 Sifat Fisik Kalsium Hidroksida

Sifat	Keterangan
Rumus Molekul	Ca(OH) ₂
Warna	Putih
pH	12,6 pada 20°C (larutan jenuh)
Densitas	2,24 g/cm ³ pada 20°C
Berat Molekul	74,093 g/mol
Titik Didih	2.850°C
Titik Leleh	580°C
Harga	Rp 868.320/ton

(www.gsmdsd.com, 2014)

2. Bakteri *Lactobacillus delbrueckii*

Lactobacillus delbrueckii merupakan bakteri berbentuk batang, gram positif dan sering membentuk pasangan dan rantai dari sel-selnya. Bakteri ini umumnya lebih tahan terhadap keadaan asam daripada jenis-jenis *Pediococcus* atau *Streptococcus* (Bangun, 2009). Bakteri *Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus* merupakan bakteri asam laktat yang bersifat homofermentatif (Surono, 2016), sehingga sangat cocok digunakan sebagai bakteri penghasil asam laktat. Pertumbuhan optimum bakteri *Lactobacillus delbrueckii* terjadi pada suhu 42°C dengan agitasi 150 rpm (Nurjannah, 2017) dan tumbuh pada pH 5-5,5 (Lapierre, 2003).

3. Asam Sulfat

Asam sulfat berfungsi untuk mengubah kalsium laktat menjadi asam laktat dengan produk samping yaitu kalsium sulfat (CaSO₄) yang tidak dapat larut. Adapun spesifikasi asam sulfat seperti pada table 2.6 berikut :

Tabel 2.8 Sifat Fisik Asam Sulfat

Sifat	Keterangan
Rumus Molekul	H ₂ SO ₄
Warna	Tidak berwarna

Sifat	Keterangan
pH	Asam
Densitas	1,84 g/cm ³
Berat Molekul	98,08 g/mol
Titik Didih	337°C
Titik Leleh	10°C
Harga	Rp 1.447.200/ton

(Smart-Lab, 2017)

4. *Activated Charcoal*

Activated Charcoal merupakan *amorf* yang dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau arang yang diperlakukan secara khusus untuk mendapatkan daya adsorpsi yang tinggi (Darmawan, 2008). Sifat adsorpsi *Activated Charcoal* sangat bergantung pada porositas permukaannya, namun dibidang industri, karakterisasi *Activated Charcoal* lebih difokuskan pada sifat adsorpsi dari pada struktur porinya (Suprianofa, 2016). Menurut Darmawan (2008), tingkat daya serap *Activated Charcoal* adalah 25-100% terhadap berat *Activated Charcoal*. *Activated Charcoal* digunakan untuk mengadsorpsi *ash* (SiO₂ dan K₂O) dengan menggunakan kolom adsorber.

5. Asam Klorida

Spesifikasi dari Asam klorida seperti pada tabel 2.8 berikut :

Tabel 2.9 Sifat Fisik Asam Klorida

Sifat	Keterangan
Rumus Molekul	HCl
Warna	Putih
pH	14 (5%)
Densitas	2130 kg/m ³
Berat Molekul	39,997 g/mol
Titik Didih	1388°C
Titik Leleh	323°C
Harga	Rp. 1.736.640

(Lab-Chem, 2006)

6. Yeast Extract

Spesifikasi dari yeast extract seperti pada tabel 8 berikut :

Tabel 2.10 Sifat Fisik Yeast Extract

Sifat	Keterangan
Rumus Molekul	$C_{19}H_{14}O_2$
Warna	Coklat-kelabu
pH	7 (20°C)
Densitas	500 kg/m ³
Berat Molekul	274,3g/mol
Harga	3.473,28/ton

(Milipore, 2019)

7. Natrium Hidroksida

Spesifikasi dari Natrium Hidroksida seperti pada table 2.8 berikut :

Tabel 2. 11 Sifat Fisik Natrium Hidroksida

Sifat	Keterangan
Rumus Molekul	NaOH
Warna	Putih
pH	14 (5%)
Densitas	2130 kg/m ³
Berat Molekul	39,997 g/mol
Titik Didih	1388°C
Titik Leleh	323°C
Harga	Rp. 3.618.000,-/Kg

(LabChem, 2012)

2.3.3 Produk Utama

Produk utama yang diinginkan adalah sodium laktat dengan kemurnian 60% menggunakan bahan baku molase yang diperoleh dari PT. Prima Alam Gemilang, dengan spesifikasi dari Sodium Laktat sebagai berikut :

Tabel 2. 12 Sifat Fisik Sodium Laktat

Sifat	Keterangan
Rumus Molekul	$C_3H_5NaO_3$
Warna	Transparan
pH	7
Densitas	1,33 g/cm ³
Berat Molekul	112,06 g/mol
Titik Didih	140°C
Titik Leleh	17,2°C
Harga	Rp 50.044.176/ton,

(ThermoFisher, 2011)

2.3.4 Produk Samping

1. Kalsium Sulfat

Spesifikasi Kalsium Sulfat ditunjukkan pada table 2.10 berikut :

Tabel 2. 13 Sifat Fisik Kalsium Sulfat

Sifat	Keterangan
Rumus Molekul	$CaSO_4$
Warna	Putih
pH	7
Densitas	2320 Kg/m ³
Berat Molekul	172,17 g/mol
Titik Didih	1193°C
Titik Leleh	1450°C

(Sumber : ScienceLab.com)

2. Kalsium Klorida

Spesifikasi kalsium klorida ditunjukkan pada tabel 2.11 berikut :

www.itk.ac.id

Tabel 2. 14 Sifat Fisik Kalsium Klorida

Sifat	Keterangan
Rumus Molekul	CaCl ₂
Warna	Putih
pH (pada 25°C)	4,5-8,5
Densitas	2150 Kg/m ³
Berat Molekul	147,01 g/mol
Titik Didih	772°C
Titik Leleh	175°C



www.itk.ac.id