

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Di zaman yang semakin berkembang dan modern ini, Indonesia perlu lebih meningkatkan taraf hidup bangsa yaitu dengan pembangunan dalam sektor industri. Salah satunya adalah pembangunan industri kalsium laktat dengan bahan dasar molase.

Kalsium laktat merupakan senyawa yang cukup banyak dibutuhkan di Indonesia. Kalsium laktat sendiri adalah mineral yang paling banyak terdapat di dalam tubuh dibandingkan mineral lain, yaitu 2% dari berat badan orang dewasa atau sekitar 1,0-1,4 kg. Dari jumlah ini 99% berada di dalam jaringan keras, yaitu tulang dan gigi. Selebihnya kalsium tersebar luas di dalam tubuh, yaitu di dalam cairan tubuh dan jaringan lunak. (Winarno, 2004).

Pembangunan industri kalsium laktat yang menghasilkan produk bahan baku ini sangat penting karena dapat mengurangi jumlah impor kalsium laktat di Indonesia. Indonesia tidak memiliki pabrik yang memproduksi kalsium laktat walaupun sebagian bahan bakunya terdapat di dalam negeri. Hal ini mengakibatkan Indonesia masih mengimpor kalsium laktat dalam jumlah yang cukup besar. Dengan adanya pembangunan pabrik kalsium laktat akan dapat mengurangi pengeluaran devisa negara untuk mengimpor kalsium laktat tersebut, membuka lapangan kerja baru, mengurangi ketergantungan impor, dan memacu pertumbuhan industri lainnya.

Kebutuhan kalsium laktat di Indonesia diperkirakan akan terus meningkat bila dilihat dari semakin banyaknya industri yang menggunakan kalsium

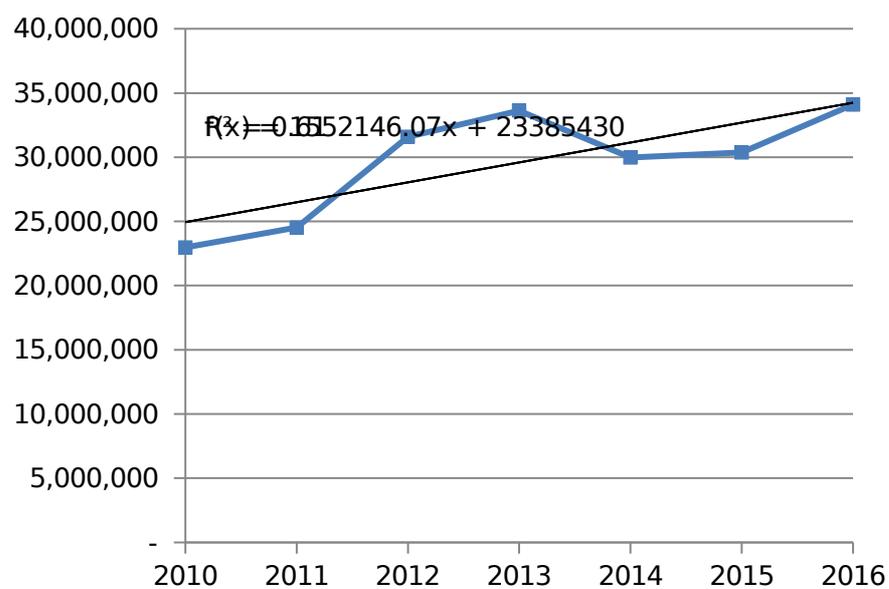
laktat. Beberapa industri yang menggunakan kalsium laktat seperti industri farmasi, makanan, dan minuman.

Data volume impor kalsium laktat di Indonesia dari data Badan Pusat Statistik pada tahun 2010-2016 dapat diamati pada Tabel 1.1 berikut.

Tabel 1.1 Volume Impor Kalsium Laktat pada Berbagai Tahun

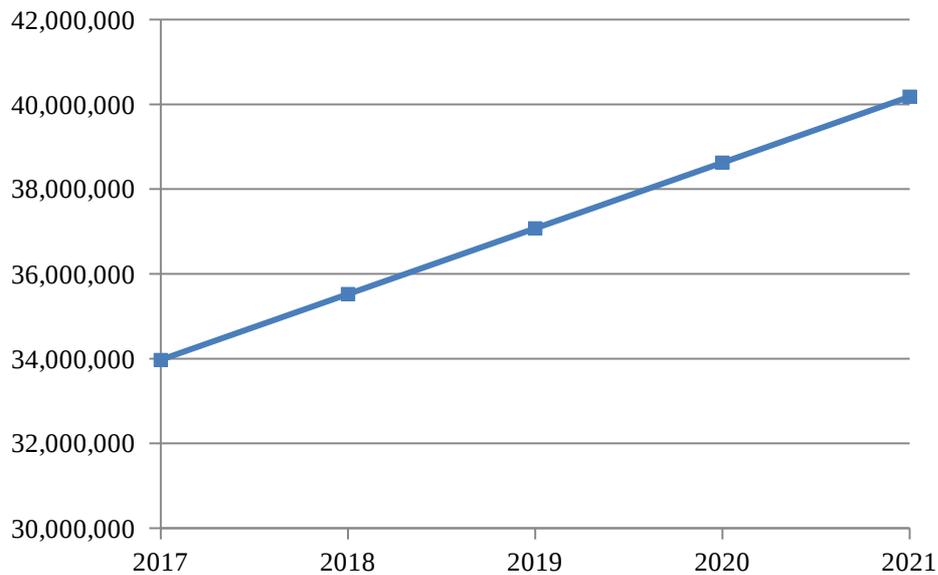
Tahun	Volume impor kalsium laktat (kg/tahun)
2010	22.960.890
2011	24.526.420
2012	31.596.330
2013	33.634.370
2014	29.981.050
2015	30.366.240
2016	34.092.800

Dari data diatas jika dibuat persamaan regresi linier sehingga didapat persamaan:



Gambar 1.1 Volume Impor Kalsium Laktat pada Berbagai Tahun

Dari persamaan $y = 2E + 06x + 2E + 07$ kemudian didapatkan data kebutuhan kalsium laktat hingga tahun 2021.



Gambar 1.2 Proyeksi Kebutuhan Kalsium Laktat pada Berbagai Tahun

Dari Gambar 1.2 terlihat bahwa volume impor kalsium laktat setiap tahunnya cenderung mengalami kenaikan. Hal ini dapat diminimalisir dengan adanya pendirian pabrik kalsium laktat di Indonesia dan diharapkan produksi kalsium laktat ini dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri.

Bahan baku utama pembuatan kalsium laktat pada pabrik ini adalah molase (tetes tebu), di Indonesia terdapat beberapa pabrik penghasil molase, berikut adalah daftar pabrik penghasil molase khususnya di daerah Jawa Timur.

Tabel 1.2 Data Kapasitas Pabrik Penghasil Molase Terbesar di Jawa Timur

Perusahaan	Lokasi	Output Molase Tiap Tahun (ton/tahun)

PabrikGulaDjatiroto	Lumajang	48.053,6
PabrikGulaPagottan	Madiun	16.881
PabrikGulaKedawoeng	Pasuruan	12.843,8
PabrikGulaPandjie	Situbondo	9.000
PabrikGulaGending	Probolinggo	8.885,2
PabrikGulaPadjarakan	Probolinggo	6.877,9
TOTAL		102.000

Dengan total kapasitas molase dari pabrik gula sebesar 102.000

ton/tahun sehingga kebutuhan bahan baku pabrik kalsium laktat dapat terpenuhi.

Untuk skala global berikut disajikan data kapasitas beberapa pabrik kalsium laktat yang ada di dunia.

Tabel 1.3 Data Kapasitas Beberapa Pabrik Kalsium Laktat di Dunia

Negara	Perusahaan	Lokasi	Kapasitas (ton/tahun)
USA	Galactic Bioprocess Technology	Milwaukee	15.000
China	Henan Honghui Biotechnology	Henan	10.000
China	Wuhan Sanjiang Space Good Biotech	Hanchuan	20.000
China	Henan Jindan Tech	Henan	120.000
India	KCP Sugar and Industries	Tamil Nadu	310.000

Dari berbagai pertimbangan di atas, maka kapasitas yang dipilih dalam prarancangan pabrik ini adalah 20.000 ton/tahun, dengan alasan :

1. Pada proyeksi volume impordiasumsikan bahwa kalsium laktat seluruhnya diproduksi dengan bahan baku molase, padahal dalam kenyataannya kalsium laktat bisa saja dibuat dari bahan baku lain.

2. Kapasitas yang dipilih 20.000 ton/tahun karena dilihat dari data pembanding negara Amerika, India, dan Cina, kesiapan Indonesia dalam sektor ekonomi, teknologi, dan sumberdaya manusianya masih jauh dari negara tersebut. Untuk itu paling realistis saat ini adalah mendirikan pabrik dengan kapasitas sama dengan pabrik di negara terdekat, yaitu Cina dengan sebesar 20.000 ton/tahun.
3. Berdasarkan data *Indonesia Chemexil Report (A Handbook on Export Opportunities in Indonesia for Indian Chemical Companies)* tahun 2014, dijelaskan bahwa Indonesia mengimpor kalsium laktat dari Cina, India, dan Amerika. Sebesar 40% kalsium laktat diimpor dari Cina sebanyak 10.000 ton/tahun, Amerika 25% sebanyak 6.250 ton/tahun, dan India 35% sebanyak 8.750. Sehingga total impor kalsium laktat kurang lebih sebesar 25.000 ton/tahun. Kemudian pada grafik 1.2 terlihat kenaikan yang signifikan atas kebutuhan kalsium laktat, oleh karena itu dengan kapasitas prarancangan pabrik kalsium laktat sebesar 20.000 ton/tahun, dipastikan Indonesia dapat memangkas setengah dari volume impor kebutuhan. Sehingga kebutuhan kalsium laktat di Indonesia sudah terpenuhi oleh dalam dan luar negeri pada tahun 2021.

Melihat potensi pasar yang ada serta ketersediaan bahan baku yang cukup, maka pendirian pabrik kalsium laktat di Indonesia ini perlu dikaji lebih lanjut.

1.2 Tinjauan Pustaka

Kalsium laktat merupakan salah satu bentuk garam yang berasal asam laktat yang banyak digunakan sebagai bahan baku berbagai industri.

Proses untuk produksi kalsium laktat putih telah dikembangkan oleh *Daly*, *Wals*, dan *Nedlr*. Ciri-ciri khusus dari proses ini adalah penggunaan susu denaturasi sebagai nutrisi dan kecepatan pengeringan dari produksi asam laktat.

Secara komersial produksi kalsium laktat dari bahan baku *whey* baru dimulai pada tahun 1881, ketika *C.E Avery* untuk pertama kali mendirikan pabrik asam laktat dan kalsium laktat di Littlecowa, Massachusetts. Proses pembuatan kalsium laktat dikenal dengan dua cara yaitu secara kimia dan fermentasi. Proses pembuatan secara kimia lebih dulu di kenalkan oleh *Reix Blounde* pada tahun 1947 dengan menggunakan bakteri *Lactobacillus* dari bahan *whey*, tetapi *Lister* mengidentifikasi bahwa *Streptococcus Lactis* merupakan spesies yang mampu hidup yang berguna bagi bahan baku susu. Tetapi *Sreptococcus Lactis* mampu hidup secara relatif pada suhu rendah sekitar 30°C yaitu pada suhu dimana organisme lain mapu hidup.

Pada waktu yang sama *Delbrueckii* menemukan bahwa fermentasi terjadi pada suhu tinggi sekitar 50°C adalah dengan bakteri *Lactobacillus Delbrueckii* dan kemudian oleh *Leichmann* diberi nama *Bacillus Delbrucki* dan diganti namanya menjadi genus *Lactobacillus* oleh *Beijerick*. Spesies ini mampu hidup dan melakukan fermentasi pada suhu sekitar 45°C – 50°C, dimana pada suhu ini hanya sedikit mikroorganisme dapat hidup. Dengan meningkatnya kebutuhan akan kalsium laktat, para ilmuwan mencari cara atau pengembangan yang lebih luas

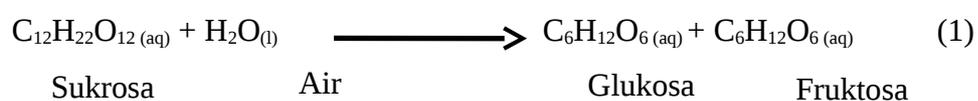
untuk memproduksi kalsium laktat. Pada tahun 1949 ditemukan proses pembuatan kalsium laktat dari tetes tebu dengan cara fermentasi. Oleh karena adanya pengembangan ilmu pengetahuan kalsium laktat ini diupayakan menggunakan bahan baku lain seperti jagung, kentang, dan *cheese whey*. (Presscott and Dunn, 1959)

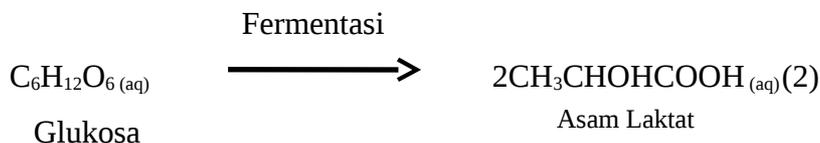
Sejak tahun 1998 asam laktat dan kalsium laktat diproduksi oleh dua produsen yaitu *Clinton Corn Production* dan *Monsant*. Pada tahun 2001 telah dikembangkan berbagai produk asam laktat dan kalsium laktat. Sejalan dengan meluasnya penggunaan kalsium laktat maka pendirian pabrik ini diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam berbagai pemanfaatan. Dalam industri dari bahan yang mudah diperoleh dengan biaya yang murah sehingga dapat dihasilkan produk dengan nilai ekonomis yang lebih baik.

Proses pembuatan kalsium laktat dapat dilakukan dengan dua cara yaitu, proses fermentasi dan proses sintesis.

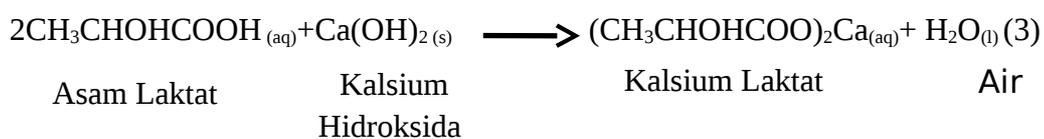
A. Fermentasi

Kalsium laktat dapat diproduksi hanya dengan proses fermentasi berbagai macam karbohidrat seperti sukrosa, glukosa atau laktosa dengan menggunakan mikroba. Gula-gula tersebut terdapat pada molasses, jagung, kentang dan *milk whey* (R, Keyes, 1957). Proses pembuatan dengan menggunakan metode fermentasi dengan bakteri melalui reaksi:





(R, Keyes, 1957)



(Kirk and Othmer, 1978)

Pembuatan Kalsium Laktat dari Molase

Bahan baku yang digunakan dalam fermentasi ini adalah molase yang merupakan hasil akhir dari proses pembuatan gula. *Molasses* yang telah disterilisasi kemudian diinokulasi dengan *starter* yang mengandung *Lactobacillus Delbrueckii*. Kondisi pada tangki kultur dijaga pada suhu 50° C dan massa inkubasi selama 24 jam, dan didalam tangki kultur ditambahkan Ca(OH₂) sebanyak 4% bertujuan untuk menjaga pH sebesar 5-6, kemudian massa dari tangki kultur di pindahkan ke tangki fermentor utama.

Fermentasi dilakukan dengan memindahkan 10% inokulum bakteri kedalam fermentor yang berisi 90% *molasses*. Fermentasi dilakukan pada suhu optimum sekitar 43°C dengan pH antara 5-5,8 dan juga ditambahkan dengan Ca(OH₂) untuk mengontrol pH. Fermentasi berlangsung sempurna sekitar 4-6 hari. Kemudian larutan tersebut dipanaskan pada suhu 82°C untuk mengkoagulasikan laktatbulmin dan membunuh semua mikroorganisme aktif.

Untuk menghilangkan warna ditambahkan karbon aktif sebagai adsorben, kemudian larutan dipekatan dengan evaporator. Selanjutnya larutan lewat jenuh kalsium laktat kemudian disemprotkan ke dalam *spray dryer*. (Prescott and Dunn, 1959)

Produksi komersial untuk kalsium laktat dan beberapa pertimbangan umum:

1. Organisme

Organisme yang digunakan untuk memproduksi kalsium laktat dengan cara fermentasi menggunakan bakteri sebagai berikut:

Tabel 1.4 Macam-macam Bakteri Penghasil Kalsium Laktat

Homofermenter	Heterofermenter
<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 confusus</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>

Sumber : *Beuchat (1995)*

Dua jenis bakteri yang menghasilkan kalsium laktat adalah homofermenter dan heterofermenter. Bakteri jenis pertama adalah homofermenter yang hanya menghasilkan kalsium laktat sebagai produk. Sedang bakteri kedua adalah heterofermenter, menghasilkan kalsium laktat dan produk limbah tambahan, etanol, dan karbondioksida. Metoda homofermentatif ini banyak digunakan di industri, dengan *yield* glukosa menjadi kalsium laktat lebih dari 90% (*Hofvendahl and Hahn-Hägerdal, 2000*).

Tabel. 1.5 Kemampuan *Bakteri Lactobacillus sp.* mengolah kalsium laktat

Bahan Baku	Bakteri	Yield (g/l)	Produktivitas (g/jam.L)
Molase	<i>Lactobacillus delbrueckii NCIMB 8130</i>	90	3.8
Gandum hitam	<i>Lactobacillus paracasei No. 8</i>	84.5	2.4
Sweet sorghum	<i>Lactobacillus paracasei No. 8</i>	81.5	2.7
	<i>Lactobacillus paracasei No. 8</i>	106	3.5
Gandum	<i>Lactobacillus lactis ssp.lactis ATCC 19435</i>	106	1
Jagung	<i>Lactobacillus lactis ssp.lactis ATCC 33620</i>	10.2	0.8
Umbi Kayu	<i>Lactobacillus lactis ssp.lactis ATCC 33620</i>	4.8	0.2
Kentang	<i>Lactobacillus lactis ssp.lactis ATCC 33620</i>	4.2	0.1
Beras	<i>Lactobacillus sp. RKY2</i>	129	2.9
Barley	<i>Lactobacillus casei NRRL B-441</i>	162	3.4
Selulosa	<i>Lactobacillus coryniformis ssp. torquens ATCC 25600</i>	14	0.5
Kertas daur ulang	<i>Lactobacillus coryniformis ssp. torquens ATCC 2560</i>	23.1	0.5
Kayu	<i>Lactobacillus Delbrueckii NRRL B-445</i>	108	0.9
Whey	<i>Lactobacillus helveticus R211</i>	66	1.4

2. Karbohidrat

Sejumlah karbohidrat yang digunakan untuk memproduksi kalsium laktat, seperti tepung, kentang, molase, dan *whey*.

3. Suhu

Suhu yang digunakan untuk fermentasi berkisar 45-50°C.

4. Konsentrasi gula

Gula dalam molasse diencerkan sampai dengan konsentrasi 5-20%.

5. pH

Proses fermentasi akan mengalami kondisi asam, oleh karena itu untuk menetralkannya diperlukan NH_3 , $(\text{NH}_4)_2\text{CO}_3$, CaCO_3 , dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang berperan sebagai *neutralizing agents*.

6. Faktor Pertumbuhan untuk Bakteri Kalsium Laktat

Faktor pertumbuhan tertentu tampaknya penting untuk kalsium laktat.

Riboflavin dan asam nikotin dapat merangsang pertumbuhan bakteri,

sehingga diperlukan tambahan nutrisi seperti *malt sprouts*.

7. Durasi fermentasi

Fermentasi akan selesai 1-6 hari.

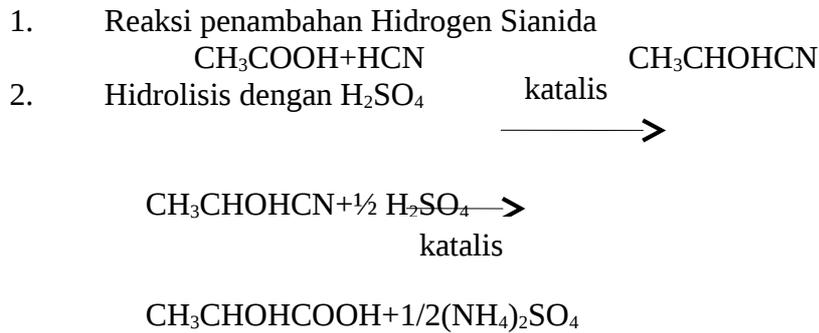
8. Yield

Yield yang dihasilkan pada proses fermentasi berkisar 85-98%.

B. Proses Sintesis Kimia

Sintesis asam laktat didasarkan pada lactonitrile yang merupakan hasil samping dari *acrylonitrile* sintesa. Asam laktat sintesa ditemukan oleh *Wislicenus* pada tahun 1863. Hidrogen sianida direaksikan dengan asetaldehid untuk menghasilkan laktonitril, reaksi ini terjadi pada fase *liquid* dengan suhu diatas 50°C dan bertekanan tinggi (tekanan diatas 1atm). *Lactonitrile* yang telah terbentuk dimurnikan dengan cara destilasi kemudian dihidrolisis dengan menggunakan H_2SO_4 encer dengan penambahan air, dari reaksi ini diperoleh asam laktat dan amonium sulfat. Selanjutnya asam laktat diesterifikasi dengan metanol, reaksi ini menghasilkan produk asam laktat dan metil laktat yang dimurnikan kembali dengan cara destilasi dan dihidrolasi dengan menggunakan air.

Reaksi ditunjukkan sbb:



3. Esterifikasi



4. Hidrolisis dengan air



berlebih sehingga semua asam laktat berubah menjadi kalsium laktat. Kemudian filtratnya dipisahkan dari *cakenya* untuk menghilangkan warna ditambah karbon aktif sebagai adsorben, kemudian larutan dipekatkan. Selanjutnya larutan kalsium laktat lewat jenuh disemprotkan kedalam *spray dryer*. (Prescott and Dunn, 1959)

1.3 Pemilihan Proses

Kalsium laktat telah diproduksi secara komersial baik dengan proses sintesa kimia maupun fermentasi. Proses fermentasi memiliki beberapa kelebihan antara lain kemurnian produk kalsium laktat yang tinggi lebih dari 90%, proses fermentasi beresiko relatif rendah, dan bahan baku molase dapat diperoleh dengan mudah dan murah. Sedangkan kelemahan dari proses ini adalah memiliki waktu kontak yang lebih lama dibandingkan dengan proses lain, yaitu lebih dari 48 jam dibandingkan proses sintesa kimia.

Dengan pertimbangan kemurnian produk yang tinggi dan resiko rendah maka dipilih proses fermentasi untuk diaplikasikan ke dalam pabrik kalsium laktat yang akan dibangun.