

NASKAH PUBLIKASI
PRARANCANGAN PABRIK ASAM LAKTAT
DARI MOLASES DENGAN PROSES FERMENTASI
KAPASITAS 7.000 TON/TAHUN



Oleh:

Lanang Agung Wibowo

D500110048

Dosen Pembimbing:

Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.

Ir. Haryanto A.R., M.S.

PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2014

LEMBAR PENGESAHAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Surat Persetujuan Artikel Publikasi Ilmiah

Yang betanda tangan di bawah ini pembimbing skripsi/tugas akhir:

Nama : Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.

NIK : 664

Telah membaca dan mencermati artikel publikasi ilmiah yang merupakan skripsi /tugas akhir dari mahasiswa:

Nama : Lanang Agung Wibowo

NIM : D500110048

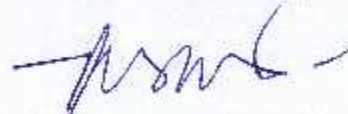
Judul TPP : Prarancangan Pabrik Asam Laktat dari Molases dengan
Proses Fermentasi Kapasitas 7.000 Ton/Tahun

Naskah artikel tersebut layak dan dapat disetujui untuk dipublikasikan.

Demikian persetujuan ini dibuat semoga dapat digunakan seperlunya.

Surakarta, November 2014

Dosen Pembimbing



Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.

NIK. 664

INTISARI

Kebutuhan asam laktat mengalami peningkatan setiap tahunnya yang masih dipenuhi dengan cara impor dan sebagian besar bahan baku pembuatan asam laktat berada di Indonesia. Peningkatan kebutuhan asam laktat di Indonesia sebesar 255.882,4 kg/tahun membuat pabrik yang akan didirikan mempunyai prospek pasar yang menjanjikan.

Proses pembuatan asam laktat dari *molasses* dengan fermentasi pada *batch fermentor*. Bahan baku terlebih dahulu disterilisasi pada suhu 121°C selama 15 menit selanjutnya difermentasi oleh *Enterococcus faecalis*. Proses fermentasi berlangsung di dalam fermentor pada suhu 38°C, tekanan 1 atm, pH 7 dengan penambahan nutrisi untuk kelangsungan hidup bakteri dan Ca(OH)₂ untuk menjaga kestabilan pH. Fermentasi berlangsung selama 28 jam dengan *yield* 96%. Hasil fermentasi direaksikan dengan asam sulfat membentuk produk asam laktat dan hasil samping kalsium sulfat.

Pabrik asam laktat direncanakan beroperasi 330 hari/tahun dengan kapasitas 7000 ton/tahun dan jumlah karyawan 120 orang dibangun di Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan membutuhkan *molasses* sebesar 2.695,05 kg/jam. Utilitas berupa air sebesar 8.872,14 kg/jam, listrik sebesar 90,75 kW/jam dan bahan bakar 1.039,35 l/jam.

Hasil analisis ekonomi diperoleh data bahwa keuntungan setelah pajak Rp 317.350.539.605,00. *Break Even Point* (BEP) sebesar 41,61%. *Percent Return on Investment* (ROI) setelah pajak sebesar 23,11%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 2,07 tahun, setelah pajak sebesar 3,03 tahun. *Shut Down Point* (SDP) sebesar 11,16%. *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 25,96%. Berdasarkan data di atas maka prarancangan pabrik asam laktat ini menarik dan layak didirikan.

Kata kunci: asam laktat, *molasses*, fermentasi, *Enterococcus faecalis*

A. Pendahuluan

Seiring dengan kemajuan zaman, pembangunan disegala bidang semakin harus diperhatikan. Salah satu jalan untuk meningkatkan taraf hidup bangsa adalah dengan pembangunan industri. Perkembangan industri kimia diharapkan dapat merangsang pertumbuhan ekonomi dan industri. Tujuannya adalah untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri dan menciptakan lapangan kerja baru, menambah pendapatan daerah setempat serta mempercepat proses alih teknologi. Pembangunan industri juga ditujukan untuk memperkuat struktur ekonomi nasional dengan keterkaitan yang kuat dan saling mendukung antar sektor, meningkatkan daya tahan perekonomian nasional dan mendorong berkembangnya kegiatan berbagai sektor pembangunan lainnya.

Pembangunan industri asam laktat sangat penting karena dapat mengurangi ketergantungan Indonesia terhadap industri luar negeri. Dengan adanya pembangunan pabrik ini dapat mengurangi pengeluaran devisa negara untuk mengimpor asam laktat. Di samping itu dapat membuka lapangan kerja baru dan memacu pertumbuhan ekonomi dan industri yang tangguh.

Kebutuhan asam laktat di Indonesia diperkirakan akan terus meningkat bila dilihat dari semakin banyaknya industri yang menggunakannya. Maka dari itu dengan pendirian pabrik ini akan membantu memenuhi kebutuhan asam laktat di Indonesia. Banyaknya industri yang memerlukan asam laktat membuktikan bahwa adanya kesempatan pasar yang cukup besar dalam produksi asam laktat. Asam laktat dapat diproduksi dari *molasses* yang merupakan hasil samping dari industri gula dimana bahan baku ini sangat banyak di Indonesia

B. Perancangan Kapasitas

Kebutuhan konsumsi asam laktat di Indonesia diperoleh dengan impor yang disebabkan belum adanya pabrik asam laktat di Indonesia.

Tabel 1. Perkembangan impor asam laktat di Indonesia

Tahun	Jumlah (kg/tahun)
2008	1.670.436
2009	1.734.310
2010	2.296.089
2011	2.452.642
2012	3.159.633

Sumber: Badan Pusat Statistik (Kode HS 2918110000)

Perkirakan kebutuhan konsumsi asam laktat di Indonesia untuk tahun-tahun mendatang dalam tabel berikut ini:

Tabel 2. Proyeksi kebutuhan asam laktat Indonesia tahun 2015-2022

Tahun	Konsumsi (kg/tahun)
2015	3.566.077,13
2016	3.821.959,53
2017	4.077.841,93
2018	4.333.724,33
2019	4.589.606,73
2020	4.845.489,13
2021	5.101.371,53
2022	5.357.253,93

Mengingat bahwa kebutuhan asam laktat mengalami peningkatan setiap tahunnya yang masih dipenuhi dengan cara impor dan sebagian besar bahan baku pembuatan asam laktat berada di Indonesia, maka pabrik yang akan didirikan mempunyai prospek pasar yang menjanjikan. Sesuai data proyeksi dapat diambil kapasitas perancangan pabrik asam laktat sebesar 7.000 ton/tahun. Dengan kapasitas tersebut dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan sisa produksi dapat diekspor tanpa melakukan impor asam laktat.

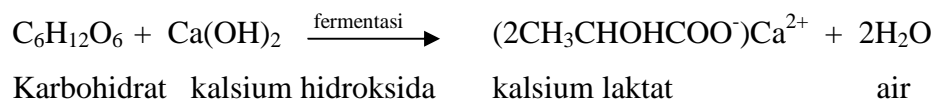
Letak geografis suatu pabrik mempunyai pengaruh yang sangat besar terhadap keberhasilan perusahaan. Beberapa faktor dapat menjadi acuan dalam menentukan lokasi pabrik, antara lain: pasar, penyediaan bahan baku dan bahan pembantu proses, transportasi, utilitas dan tenaga kerja. Berdasarkan tinjauan maka lokasi pabrik asam laktat di Kabupaten Bone, Provinsi Sulawesi Selatan.

C. Proses Pembuatan Asam Laktat

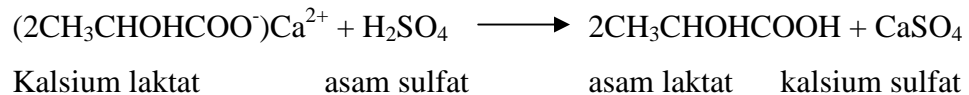
Proses pembuatan asam laktat dari molasses dengan fermentasi menggunakan *batch fermentor*. Bahan baku terlebih dahulu disterilisasi pada suhu 121°C selama 15 menit selanjutnya difermentasi oleh *Enterococcus faecalis*. Proses fermentasi berlangsung di dalam fermentor pada suhu 38°C, tekanan 1 atm, pH 7 dengan penambahan nutrisi untuk kelangsungan hidup bakteri dan Ca(OH)₂ untuk menjaga kestabilan pH. Fermentasi berlangsung selama 27-33 jam dengan *yield* 96%. Hasil fermentasi direaksikan dengan asam sulfat membentuk produk asam laktat dan hasil samping kalsium sulfat.

Proses pembuatan asam laktat dengan menggunakan fermentasi karbohidrat adalah sebagai berikut:

- a. Fermentasi dan penetralan

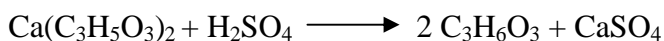
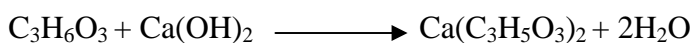
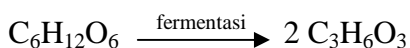


- b. Hidrolisis dengan asam sulfat



D. Tinjauan Kinetika

Proses fermentasi dan penetralan ΔH menunjukkan harga positif yang berarti reaksi akan membutuhkan sejumlah panas atau bersifat endotermis. Proses hidrolisis ΔH menunjukkan harga negatif yang artinya reaksi akan menghasilkan sejumlah panas atau bersifat eksotermis.



Nilai $k = 1,6/\text{jam}$ (Anjana D. Nandasana, Surendra Kumar, 2007)

E. Langkah Proses

1. Proses Pembuatan Starter

Bakteri yang akan digunakan disiapkan dalam tangki *culture* dengan medium tetes tebu (*molasses*) dan nutrisi bakteri.

2. Tahap Pembuatan Media

Bakteri *Enterococcus faecalis* membutuhkan nutrisi untuk metabolisme dan berkembang biak.

Tabel 3. Media pertumbuhan bakteri *Enterococcus faecalis* untuk fermentasi asam laktat (Ronald M. Atlas, 2010)

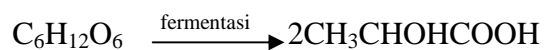
Media Pertumbuhan	Komposisi (g/L)
Glukosa	4
<i>Yeast extract</i>	2,5
K ₂ HPO ₄	3,8

Dipotassium fosfat dimanfaatkan sebagai sumber fosfat, glukosa sebagai sumber karbon bakteri *Enterococcus faecalis* dan H₂O sebagai pengencer. Selanjutnya medium dilakukan sterilisasi dengan cara pemanasan sampai suhu 121 °C. Medium dipisahkan sebanyak 4% dari volume total ke tangki bibit dan selebihnya dialirkan ke fermentor untuk proses fermentasi. Kondisi pH optimal pada 7 sehingga ditambahkan Ca(OH)₂ sebagai penetral asam dan membentuk kalsium laktat pada tangki bibit dan fermentor.

3. Tahap Fermentasi

Proses fermentasi dilakukan secara anaerob pada fermentor yang dilengkapi pendingin. Fermentasi dilakukan pada suhu 38 °C, pH 7, tekanan 1 atm. Sebagai penetral asam dan membentuk kalsium laktat ditambahkan Ca(OH)₂ pada fermentor.

Reaksi yang berlangsung dalam fermentor:

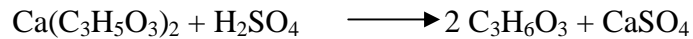


4. Tahap Pemurnian Produk I

Hasil fermentasi ditambahkan koagulan Ca(OH)₂ untuk mengkoagulasi pengotor dalam produk yaitu bakteri dan nutrisi. Selanjutnya dilakukan proses pemisahan dengan menggunakan *rotary drum filter*.

5. Tahap Pengasaman Kalsium Laktat dan Pembentukan Asam laktat

Reaksi yang terjadi dalam proses ini adalah:



Kalsium laktat + asam sulfat → asam laktat + kalsium sulfat

6. Tahap Pemurnian Produk II

Hasil proses pengasaman dipisahkan dengan *rotary drum filter* untuk memisahkan produk asam laktat dengan pengotornya. Selanjutnya dilakukan proses evaporasi sampai kadar 50% kemudian didinginkan dan menghilangkan karbohidrat menggunakan karbon aktif sehingga didapatkan asam laktat dengan impuritas tinggi.

F. Spesifikasi Alat Utama Proses

1. Tangki Sterilisasi

Kode : E-11

Fungsi : Mensterilkan bahan baku campuran

Jenis : Tangki silinder tegak berpengaduk

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Kondisi operasi:

– Tekanan : 1,1 atm

– Temperatur : 121°C

Spesifikasi:

– Volume : 2,13 m³ - Tebal *shell* : 3/16 in

– Diameter : 1,52 m - Tebal *head* : 3/16 in

– Tinggi : 2,12 m - Tinggi *head* : 0,3 m

Harga : \$149.400

2. Tangki Kultur

Kode : R-11

Fungsi : Mengembangbiakkan *Enterococcus faecalis* sebelum digunakan pada proses fermentasi

Jenis : Tangki silinder tegak berpengaduk

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Kondisi operasi:

– Tekanan : 1 atm

– Temperatur : 38°C

Spesifikasi:

– Volume : 2,16 m³

- Tebal *shell* : 3/16 in

– Diameter : 1,52 m

- Tebal *head* : 3/16 in

– Tinggi : 2,12 m

- Tinggi *head* : 0,3 m

Harga : \$28.200

3. Fermentor

Kode : R-12

Fungsi : Tempat proses fermentasi glukosa menjadi asam laktat

Jenis : Tangki silinder tegak berpengaduk

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Jumlah : 4 buah

Kondisi operasi:

– Tekanan : 1 atm

– Temperatur : 38°C

Spesifikasi:

– Volume : 268,36 m³

- Tebal *shell* : 3/8 in

– Diameter : 5,18 m

- Tebal *head* : 7/16 in

– Tinggi : 7,32 m

- Tinggi *head* : 1,07 m

Harga : \$623.500

4. Tangki Koagulasi

Kode : R-13

Fungsi : Tempat mengkoagulasi nutrisi dengan koagulan Ca(OH)₂

Jenis : Tangki silinder tegak berpengaduk

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Kondisi operasi:

– Tekanan : 1 atm

- Temperatur : 83°C

Spesifikasi:

- Volume : 2,36 m³
- Diameter : 1,52 m
- Tinggi : 2,12 m
- Tebal *shell* : 3/16 in
- Tebal *head* : 1/4 in
- Tinggi *head* : 0,3 m

Harga : \$63.700

5. Rotary Drum Vacuum Filter I

Kode : H-11

Fungsi : Memisahkan antara nutrisi yang teragulasi dengan filtrat

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Kondisi operasi:

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 83°C

Spesifikasi:

- Luas penyaringan: 0,24 m³
- Diameter : 1,3 m
- Panjang : 0,65 m

Harga : \$111.800

6. Acidifier

Kode : R-14

Fungsi : Tempat penambahan asam sulfat pada filtrat sehingga bereaksi dengan kalsium laktat membentuk asam laktat

Jenis : Tangki silinder tegak berpengaduk

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Kondisi operasi:

- Tekanan : 1 atm
- Temperatur : 83°C

Spesifikasi:

- Volume : 2,27 m³
- Diameter : 1,52 m
- Tinggi : 2,15 m
- Tebal *shell* : 3/16 in
- Tebal *head* : 3/16 in
- Tinggi *head* : 0,31 m

Harga : \$62.400

7. Rotary Drum Vacuum Filter II

Kode : H-12

Fungsi : Memisahkan kalsium sulfat dengan filtrat

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Kondisi operasi:

- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 83°C

Spesifikasi:

- Luas penyaringan: 0,27 m³
- Diameter : 0,41 m
- Panjang : 0,21 m

Harga : \$112.800

8. Evaporator

Kode : V-11

Fungsi : Menguapkan sebagian besar air yang terdapat dalam produk

Jenis : *Triple effect evaporator*

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

Kondisi operasi:

- Suhu masuk : 83°C
- Suhu keluar : 100°C
- Suhu *steam* : 160°C
- Effect 1* : 160°C
- Effect 2* : 147,6°C
- Effect 3* : 131,3°C

Spesifikasi:

- Diameter : 0,94 m
- Tinggi : 2,74 m
- Tebal *shell* : 1/4 in
- Tebal *head* : 5/16 in
- Tinggi *head* : 0,23 m

Harga : \$2.132.800

9. Menara Karbon

Kode : H-21

Fungsi : Menyerap karbohidrat untuk memurnikan asam laktat

Bahan konstruksi : *Stainless steel*

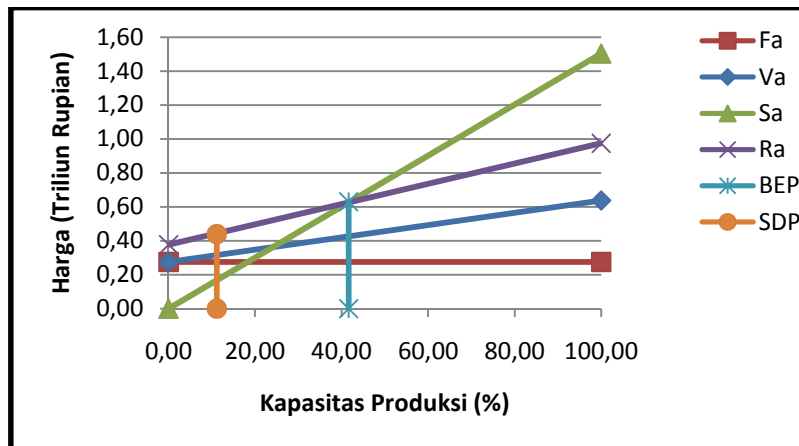
Spesifikasi:

- Volume : 7,7 m³
- Diameter : 2,29 m
- Tinggi : 3,15 m
- Tebal *shell* : 3/16 in
- Tebal *head* : 1/4 in
- Tinggi *head* : 0,43 m

Harga : \$12.500

G. Analisis Ekonomi

Evaluasi ekonomi berfungsi untuk mengetahui pabrik yang dirancang dan akan didirikan memberikan *profit* atau tidak dan layak atau tidak didirikan. Pabrik asam laktat direncanakan beroperasi 330 hari/tahun dengan jumlah karyawan 120 orang. Berdasarkan hasil analisis ekonomi diperoleh data bahwa keuntungan setelah pajak Rp 317.350.539.605,00. *Break Even Point* (BEP) sebesar 41,61% berada di atas batas minimum yang diijinkan (40-60%). Nilai BEP dipengaruhi oleh harga jual produk yang relatif lebih besar dari harga bahan baku, sehingga jika selisihnya semakin besar maka nilai BEP juga akan semakin rendah. Sebaliknya, nilai ROI akan semakin tinggi seiring penurunan nilai BEP. *Percent Return on Investment* (ROI) setelah pajak sebesar 23,11%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak sebesar 2,07 tahun, setelah pajak sebesar 3,03 tahun. *Shut Down Point* (SDP) sebesar 11,16%. *Discounted Cash Flow* (DCF) sebesar 25,96%.



Gambar 15. Grafik evaluasi ekonomi pabrik asam laktat

H. Kesimpulan

Hasil evaluasi ekonomi dan kelayakan adalah sebagai berikut:

1. *Percent return of investment (ROI):*

ROI sebelum pajak = 38,36%
 ROI setelah pajak = 23,11%
 ROI standar = minimal 11%

2. *Pay out time (POT):*

POT sebelum pajak = 2,07 tahun
 POT setelah pajak = 3,03 tahun
 POT standar = maksimal 5 tahun

3. *Break even point (BEP)* sebesar 41,61% dari kisaran standar pabrik kimia 40-60%

4. *Shut down point (SDP)* sebesar 11,16%

5. *Discounted cash flow rate of return (DCFRR)* = 25,96%

6. *Profit:*

Profit before taxes = Rp 528.917.566.008,00

Profit after taxes = Rp 317.350.539.605,00

Berdasarkan analisis ekonomi dan kelayakan tersebut maka dapat disimpulkan bahwa prarancangan pabrik asam laktat ini menarik dan layak didirikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S, and Newton, R.D. 1995. *Chemical engineering Cost Estimation*. McGraw Hill Book Co Inc., New York
- Atlas, Ronald M. 2010. *Handbook of Media for Environmental Microbiology, Fourth Edition*. USA: Taylor & Francis
- Brownell, L.E.; Young, E.H. 1968. *Process Equipment Design*. John Willey and sons, Inc., New York
- Hougen, Olaf A.; Watson, Kenneth M; Ragatz, Roland A. 1965. *Chemical Process Principles*. New York: John Wiley and Sons Inc
- Nandasana, Anjana D.; Kumar, Surendra. *Kinetic modeling of lactic acid production from molasses using Enterococcus faecalis RKY1*. Chemical Engineering Department, Indian Institute of Technology Roorkee, Roorkee 247667, Uttarakhand, India
- Smith, J.M.; Van Ness, H.C.; Abbot, M.M. 1996. *Introduction to Chemical engineering Thermodynamic*, 7th ed. Mc Graw-Hill Book Company, New York