

**PRARANCANGAN PABRIK ASAM LAKTAT
DARI MOLASES DENGAN PROSES FERMENTASI
MENGUNAKAN *Enterococcus faecalis*
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**

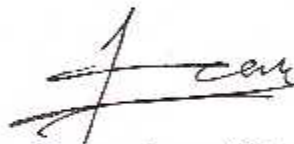
2014

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila ternyata kelak dikemudian hari terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka saya akan bertanggung jawab sepenuhnya.

Surakarta, Desember 2014



Lanang Agung Wibowo

D500110048

LEMBAR PENGESAHAN
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA

Nama : Lanang Agung Wibowo
NIM : D500110048
Judul TPP : Prarancangan Pabrik Asam Laktat dari Molases dengan
Proses Fermentasi Menggunakan *Enterococcus faecalis*
Kapasitas 7.000 Ton/Tahun
Dosen Pembimbing : 1. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D.
2. Ir. Haryanto A.R., M.S.

Surakarta, Desember 2014

Menyetujui

Pembimbing I



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

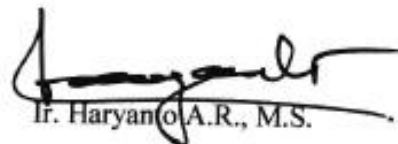
NIK. 664



Ir. Sri Sumarjono, M.T., Ph.D.

NIK. 682

Pembimbing II



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

NIP. 196307051990031002

Mengetahui

Ketua Program Studi



Rois Fatoni, S.T., M.Sc, Ph.D

NIK. 892

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Alhamdulillah, puji syukur penyusun panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah, anugerah, karunia dan kenikmatan yang lainnya sehingga penyusun dapat menyelesaikan laporan tugas akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Asam Laktat dari Molases dengan Proses Fermentasi Menggunakan *Enterococcus faecalis* Kapasitas 7.000 Ton/Tahun”.

Tugas prarancangan pabrik kimia ini merupakan salah satu syarat dan wajib bagi setiap mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta guna menyelesaikan studi ditingkat Strata Satu (S1) dan dengan menyelesaikannya tugas ini diharapkan mahasiswa mampu untuk menganalisa dan memberikan alternatif pemecahan masalah dalam industri yang akan dihadapi nantinya dilapangan pekerjaan.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih kepada yang terhormat:

1. Keluarga penyusun atas motivasi dan dukungannya
2. Bapak Rois Fatoni, S.T, M.Sc., Ph.D, selaku Ketua Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Surakarta
3. Bapak Herry Purnama, Ph.D, selaku dosen pembimbing I dan Bapak Ir.Haryanto A.R, M.S., selaku dosen pembimbing II atas bimbingan, dukungan dan motivasi yang diberikan
4. Sheila, S.Psi sekeluarga yang istiqamah mendukung dan memotivasi
5. Nia Fitri selaku rekan dalam tugas akhir yang luar biasa
6. Bapak Khoirul Akhyar, RM. Darmodjo, Bambang Husodo, Much. Sophani atas dukungannya
7. Semua pihak yang tidak dapat disebut satu per satu.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak demi ksempurnaan laporan ini.

Pada kesempatan ini penulis mohon maaf atas segala kekurangan dan kesalahan selama menyelesaikan tugas akhir. Penulis berharap semoga laporan tugas akhir ini berguna dan bermanfaat bagi penulis pada khususnya dan bagi pembaca pada umumnya.

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Surakarta, Desember 2014

Penyusun

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 molases 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 Lamuru, Kabupaten Bone, Sulawesi Selatan seluas 25.536 m² membutuhkan molases sebesar 2.695,05 kg/jam. Utilitas berupa air sebesar 8.872,14 kg/jam, listrik sebesar 90,75 kW/jam, *steam* sebesar 9.588,36 kg/jam, bahan bakar sebesar 1.039,35 l/jam dengan modal tetap Rp 1.378.947.876.490,00 dan modal kerja Rp 237.836.852.700,00

Hasil analisis ekonomi diperoleh data bahwa keuntungan sebelum pajak Rp 528.917.566.008,00 dan setelah pajak Rp 317.350.539.605,00. *Break Even Point* (BEP) sebesar 41,61%. *Percent Return on Investment* (ROI) sebelum pajak 38,36% dan 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, molases, fermentasi, *Enterococcus faecalis*

MOTTO

“A man who wins is a man who thinks he can”

Roger Federer

“I hated every minute of training, but I said, ‘Don’t quit. Suffer now and live the rest of your life as a champion.’”

Muhammad Ali

“Allah SWT tidak pernah menjanjikan bahwa langit itu selalu biru, bunga selalu mekar dan mentari selalu bersinar. Tapi ketahuilah bahwa Allah SWT selalu memberi pelangi disetiap badai, senyuman disetiap tetesan air mata, berkah disetiap cobaan dan jawaban di setiap doa.”

“Pendaki yang sampai ke puncak hanyalah yang tanggung. Pejuang yang sampai ke kesuksesan hanyalah yang sabar. Dan kita diberi pilihan, menjadi manusia yang mudah rapuh oleh tantangan, atau justru menghebat seiring hebatnya rintangan. Percayalah badai selalu menyisakan pohon-pohon terkuat.”

DAFTAR ISI

Halaman Judul	i
Pernyataan	ii
Lembar Pengesahan	iii
Kata Pengantar	iv
Intisari	vi
Motto	vii
Daftar Isi	viii
Daftar Tabel	x
Daftar Gambar	xii
Bab I. Pendahuluan	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Kapasitas Pabrik	2
1.3. Lokasi Pabrik	8
1.4. Tinjauan Pustaka	9
1.5. Tinjauan Proses Secara Umum	15
Bab II. Deskripsi Proses	16
2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk	16
2.2. Konsep Proses	17
2.3. Diagram Alir Proses	21
2.4. Diagram Alir Kualitatif dan Kuantitatif	24
2.5. Neraca Massa dan Panas	26
2.6. Tata Letak Pabrik dan Peralatan	39
Bab III. Spesifikasi Alat	45
3.1. Tangki Sterilisasi	45
3.2. Tangki Kultur	46
3.3. Fermentor	46
3.4. Tangki Koagulasi	47
3.5. Rotary Drum Vacuum Filter I	48

3.6. Acidifier	49
3.7. Rotary Drum Vacuum Filter II	50
3.8. Evaporator	50
3.9. Menara Karbon	51
3.10. Tangki Penampung	51
3.11. Hopper Bin	56
3.12. Cooler	58
3.13. Heater	59
3.14. Pompa	60
Bab IV. Unit Pendukung Proses dan Laboratorium	63
4.1. Unit Pendukung Proses (Utilitas)	63
4.2. Laboratorium	86
Bab V. Manajemen Perusahaan	92
5.1. Bentuk Perusahaan	92
5.2. Struktur Organisasi	93
5.3. Sistem Kepegawaian dan Gaji	99
5.4. Penggolongan Jabatan, Jumlah Karyawan dan Gaji	101
5.5. Kesejahteraan Sosial Karyawan	103
5.6. Manajemen Produksi	103
Bab VI. Evaluasi Ekonomi	106
6.1. Modal (Capital Investment)	109
6.2. Biaya Produksi (Manufacturing Cost)	109
6.3. Pengeluaran Umum (General Expense)	109
6.4. Analisa Kelayakan	110
6.5. Evaluasi Faktor-faktor Ekonomi	111
Bab VII. Kesimpulan	115
Daftar Pustaka	116
Lampiran	119

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Perkembangan ekspor asam laktat di Indonesia	3
Tabel 2. Perkembangan impor asam laktat di Indonesia	4
Tabel 3. Perkiraan regresi linier asam laktat di Indonesia	5
Tabel 4. Proyeksi kebutuhan asam laktat Indonesia tahun 2013-2022	6
Tabel 5. Mikroorganisme yang digunakan untuk produksi bioteknologi dari asam laktat	11
Tabel 6. Bahan baku yang digunakan dalam produksi bioteknologi asam laktat	12
Tabel 7. ΔH_f senyawa pada 298 K	18
Tabel 8. Media pertumbuhan bakteri <i>Enterococcus faecalis</i> untuk fermentasi asam laktat	21
Tabel 9. Neraca massa masuk total	26
Tabel 10. Neraca massa keluar total	27
Tabel 11. Neraca massa disekitar tangki sterilisasi	28
Tabel 12. Neraca massa disekitar tangki kultur	28
Tabel 13. Neraca massa disekitar fermentor	29
Tabel 14. Neraca massa disekitar tangki koagulasi	29
Tabel 15. Neraca massa disekitar <i>filter</i> I	30
Tabel 16. Neraca massa disekitar <i>acidifier</i>	30
Tabel 17. Neraca massa disekitar <i>filter</i> II	31
Tabel 18. Neraca massa disekitar evaporator	31
Tabel 19. Neraca massa disekitar menara karbon	32
Tabel 20. Neraca panas masuk total	32
Tabel 21. Neraca panas keluar total	34
Tabel 22. Neraca panas disekitar tangki sterilisasi	35
Tabel 23. Neraca panas disekitar tangki kultur	35
Tabel 24. Neraca panas disekitar fermentor	36
Tabel 25. Neraca panas disekitar tangki koagulasi	36

Tabel 26. Neraca panas disekitar <i>filter</i> I	37
Tabel 27. Neraca panas disekitar <i>acidifier</i>	37
Tabel 28. Neraca panas disekitar <i>filter</i> II	38
Tabel 29. Neraca panas disekitar evaporator	38
Tabel 30. Neraca panas disekitar menara karbon	39
Tabel 31. Luas bangunan pabrik	41
Tabel 32. Spesifikasi <i>cooler-1</i>	58
Tabel 33. Spesifikasi <i>cooler-2</i>	59
Tabel 34. Data pompa proses	61
Tabel 35. Spesifikasi pompa proses	62
Tabel 36. NPSH pompa proses	62
Tabel 37. Pipa pada pompa proses	62
Tabel 38. Kebutuhan air pendingin	65
Tabel 39. Kebutuhan air untuk <i>steam</i>	66
Tabel 40. Spesifikasi pompa utilitas	78
Tabel 41. Data pompa utilitas	78
Tabel 42. Kebutuhan listrik untuk keperluan proses	80
Tabel 43. Kebutuhan listrik untuk keperluan utilitas	81
Tabel 44. Baku mutu limbah cair industri	85
Tabel 45. Sistem pembagian <i>shift</i>	101
Tabel 46. Penggolongan jabatan dalam pabrik asam laktat	101
Tabel 47. Jumlah karyawan sesuai dengan jabatan dan gajinya	102
Tabel 48. Jumlah karyawan proses per- <i>shift</i>	102
Tabel 49. <i>Cost index chemical plant</i> tahun 1990-2010	107
Tabel 50. Modal (<i>capital investment</i>)	111
Tabel 51. Modal kerja (<i>working capital</i>)	112
Tabel 52. Biaya produksi (<i>manufacturing cost</i>)	112
Tabel 53. Pengeluaran umum (<i>general expense</i>)	112
Tabel 54. Jadwal operasi fermentor	127

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Grafik perkembangan ekspor asam laktat di Indonesia	3
Gambar 2. Grafik perkembangan impor asam laktat di Indonesia	4
Gambar 3. Grafik perkiraan regresi linier asam laktat di Indonesia	5
Gambar 4. Proyeksi kebutuhan asam laktat Indonesia tahun 2013-2022	7
Gambar 5. Kegunaan asam laktat dalam berbagai bidang industri	13
Gambar 6. Diagram alir kualitatif	24
Gambar 7. Diagram alir kuantitatif	25
Gambar 8. Diagram alir neraca massa dan panas	26
Gambar 9. Tata letak pabrik	42
Gambar 10. Tata letak peralatan	44
Gambar 11. Diagram pengolahan air	67
Gambar 12. Blok diagram pengolahan limbah pabrik asam laktat	86
Gambar 13. Struktur organisasi perusahaan	105
Gambar 14. Hubungan tahun dengan <i>cost index</i>	108
Gambar 15. Grafik evaluasi ekonomi pabrik asam laktat	114