

PRARANCANGAN PABRIK ASAM LAKTAT DARI MOLASE DENGAN PROSES FERMENTASI KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

Era Agustin^{1,*}, Nova Fitria Nopembriani¹

¹Program Studi S-1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani KM 35, Kampus ULM Banjarbaru, Kalimantan Selatan

*E-mail: eraagustin88@gmail.com

Abstrak

Asam laktat (*2-hydroxypropanoic acid*) memiliki rumus molekul $C_3H_6O_3$ merupakan asam hidroksi organik yang banyak terdapat di alam. Asam laktat dapat digunakan pada industri kimia, farmasi, kosmetik, dan makanan. Kebutuhan asam laktat di Indonesia masih dipenuhi dari luar negeri. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa kebutuhan asam laktat di Indonesia dari tahun 2017-2021 mengalami kenaikan dengan rata-rata 4,04% per tahunnya. Oleh karena itu, dirancang pabrik asam laktat dengan kapasitas 10.000 ton/tahun yang rencanakan akan didirikan di Kec. Terbanggi Besar, Kab. Lampung Tengah, Provinsi Lampung pada tahun 2027.

Proses produksi yang digunakan dalam Prarancangan Pabrik Asam Laktat ini adalah fermentasi menggunakan raw material molase dan menggunakan *Lactobacillus delbrueckii*. Proses fermentasi dilakukan dalam sebuah bioreaktor selama 24 jam pada suhu 45°C dan tekanan 1 atm, kemudian ditambahkan $CaCO_3$ untuk menjaga kestabilan pH. Hasil fermentasi berupa kalsium laktat kemudian direaksikan dengan asam sulfat untuk membentuk asam laktat dan kalsium sulfat. Kemudian, larutan hasil reaksi dialirkan ke tangki pengendapan untuk menghilangkan kalsium sulfat. Setelah itu, asam laktat dievaporasi untuk dipisahkan dari air, glukosa dan asam sulfat sehingga didapatkan kemurnian asam laktat sebesar 80%.

Pemasaran asam laktat diprioritaskan untuk konsumsi nasional dan internasional. Diperkirakan perusahaan asam laktat membutuhkan karyawan sebanyak 134 orang dengan sistem manajemen Perseroan Terbatas (PT) menggunakan struktur organisasi garis dan staf. Didapatkan nilai Return of Investment (ROI) sebelum tax payment sebesar 18,95% dan Return of Investment (ROI) sesudah tax payment sebesar 13,26%. Pay Out Time (POT) sebelum tax payment yaitu 3,45 tahun dan Pay Out Time (POT) sesudah tax payment yaitu 4,30 tahun. Maka dari itu, didapatkan nilai hasil produksi Break Event Point adalah 47,16% dari kapasitas produksi dan Shut Down Point adalah 22,12% dari kapasitas produksi. Dari hasil analisis ekonomi dapat dikimpulkan bahwa pabrik asam laktat ini bagus untuk dikaji ketahap perancangan.

Kata kunci : Asam Laktat, Fermentasi, Molase, *Lactobacillus delbrueckii*.

1. Pendahuluan

Asam laktat (*2-hydroxypropanoic acid*) merupakan senyawa organik yang dapat larut dalam air. Asam laktat dalam industri kosmetik digunakan untuk menjaga kelembapan dan anti-*acne agents*. Selain itu, asam laktat juga digunakan dalam industri makanan sebagai bahan pengawet dan pengatur pH. Asam laktat tergolong dalam *Generally Recognized As Safe* (GRAS) sebagai bahan kimia yang tidak berbahaya (Martinez dkk., 2013). Salah satu *raw material* yang banyak diperlukan di Indonesia ialah asam laktat, namun hingga kini kebutuhan asam laktat masih dipenuhi dari impor. Saat ini, pabrik asam laktat belum ada di Indonesia meskipun, *raw material*nya mudah didapatkan seperti molase.

Asam laktat dapat diproduksi melalui dua macam, yaitu sintesis kimia dan fermentasi. Produksi asam laktat dengan proses fermentasi memiliki beberapa keunggulan yaitu biaya produksi yang relatif murah karena beroperasi pada temperatur yang rendah dan lebih ramah lingkungan

dibandingkan dengan proses sintesis kimia (John dkk., 2007). Selain itu, pemilihan bahan baku juga sangat mempengaruhi biaya produksi. Bahan baku yang murah untuk memproduksi asam laktat adalah limbah yang mengandung karbohidrat (Nandini dkk., 2021). Oleh karena itu, dalam prarancangan pabrik asam laktat ini digunakan proses fermentasi dengan bahan baku berupa molase serta memanfaatkan bakteri penghasil asam laktat yaitu *Lactobacillus delbrueckii*.

Penentuan kapasitas pabrik yang akan dirancang dilihat dari ketersediaan *raw material*, kebutuhan asam laktat di Indonesia dan beberapa negara, serta kapasitas komersial pabrik yang sudah berdiri. Tujuannya agar dapat mengetahui kapasitas optimal yang dapat dirancang untuk beberapa tahun kedepan. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (2021), data impor asam laktat diklasifikasikan dengan no HS 29181100. **Tabel 1.** menunjukkan kebutuhan asam laktat di Indonesia dari tahun 2017 - 2021.



Tabel 1. Impor Asam Laktat di Indonesia

Tahun	Impor Asam Laktat (Ton)	Pertumbuhan (%)
2017	3.201,64	2,97
2018	3.425,15	6,98
2019	4.192,95	22,42
2020	4.222,61	0,71
2021	3.678,84	-12,88
Rata-rata		4,04

Tabel 2. Rata-Rata Pertumbuhan Impor Asam Laktat di Beberapa Negara

Tahun	Impor Asam Laktat (Ton)	Pertumbuhan (%)
2017	11.610,607	-1,00
2018	12.024,009	3,56
2019	11.529,999	-4,11
2020	12.333,655	6,97
2021	11.280,639	-8,54
Rata-rata		-3,12

Data-data diatas digunakan untuk memperkirakan jumlah kebutuhan asam laktat pada tahun 2027 dengan menggunakan metode *discounted*. Selain itu penentuan kapasitas pabrik ditinjau dari ketersediaan bahan baku dan kapasitas komersial pabrik yang sudah berdiri. Sehingga dapat disimpulkan bahwa peluang berdirinya pabrik asam laktat pada tahun 2027 adalah 10.000 ton/tahun.

2. Deskripsi Proses

2.1 Seleksi Proses

Dua jenis proses untuk memproduksi asam laktat yaitu, proses sintesis kimia dan proses fermentasi (Ghaffar dkk., 2014)

Tabel 3. Seleksi Proses Pembuatan Asam Laktat

Parameter	Proses	
	Sintesis Kimia	Fermentasi
Suhu	55°C	45°C
Tekanan	Tinggi	Rendah
pH	5,5	6
Waktu	6 jam	24 jam
Yield	50%	90%
Kelebihan	Waktu proses lebih cepat	Yield lebih tinggi, biaya produksi relatif rendah, menghasilkan isomer murni asam laktat, dan lebih ramah lingkungan
Kekurangan	Yield lebih rendah, biaya produksi lebih mahal, dan menghasilkan campuran asam laktat	Waktu proses lebih lama

Berdasarkan perbandingan diatas, maka dipilih proses fermentasi untuk produksi asam laktat dengan pertimbangan yaitu:

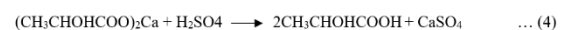
1. *Yield* asam laktat tinggi yaitu 90%.
2. Proses yang dilakukan lebih sederhana.
3. Biaya produksi relatif rendah.
4. Ramah terhadap lingkungan.

2.2 Uraian Proses

Bahan baku yang digunakan untuk memproduksi asam laktat adalah molase. Molase yang digunakan mengandung 20% monosakarida, 35% sukrosa, 25% abu dan 20% air (Tongwai, 1999). Sebelum proses fermentasi, dilakukan *pre-treatment* terhadap molase yang bertujuan untuk memisahkan kandungan abu dari molase. Setelah itu barulah dilakukan proses fermentasi yang berlangsung di dalam tangki fermentor. Reaksi yang terjadi adalah:



Kemudian dilakukan hidrolisis dengan asam sulfat untuk memperoleh kembali asam laktat. Reaksi yang terjadi adalah:



Proses pembuatan asam laktat dilakukan dalam tiga tahapan yaitu persiapan *raw material*, reaksi dan pemurnian produk.

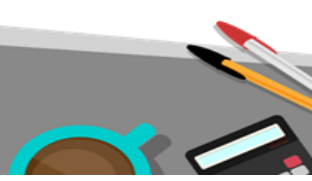
2.2.1 Persiapan Bahan Baku

Molase dialirkan dari tangki penampungan molase (F-110) menuju *centrifuge* I (H-160) yang kemudian akan terjadi pemisahan secara sentrifugal, dimana abu diasumsikan mengendap dan terpisah, lalu abu akan turun menuju *waste water treatment*. Molase dimasukkan ke dalam tangki pengenceran (M-150) untuk diencerkan hingga 12%. Selanjutnya molase akan menuju *heater* (E-152) untuk disterilkan terlebih dahulu. Setelah itu molase akan menuju *cooler* I (E-153) untuk didinginkan sebelum menuju fermentor (R-210).

2.2.2 Proses Pembentukan Produk

Larutan molase yang telah didinginkan dialirkan menuju fermentor (R-210). Proses fermentasi dilakukan dalam fermentor (R-210) dengan bantuan *Lactobacillus delbrueckii* pada suhu 45°C dan pH 6 selama 24 jam. Setelah itu ditambahkan $CaCO_3$ untuk menjaga pH agar tetap stabil. Dalam tangki fermentor (R-210) menghasilkan reaksi pembentukan asam laktat dari molase. Reaksinya adalah:

Reaksi menghasilkan gas buang berupa karbondioksida yang nantinya akan dikeluarkan dan dilakukan penyerapan oleh adsorben yang kemudian akan disimpan didalam tanah. Sedangkan larutan



hasil reaksi akan menuju *centrifuge* II (H-220) untuk memisahkan produk dari biomassa. Pada *centrifuge* II (H-220) larutan dipisahkan secara sentrifugal dimana biomassa akan terbuang dan larutan produk akan menuju tangki pengasaman (R-230). Selanjutnya akan dilakukan hidrolisis oleh asam sulfat membentuk asam laktat dan kalsium sulfat. Reaksinya adalah:

Larutan hasil reaksi kemudian dialirkan menuju tangki pengendapan (H-240) untuk dipisahkan dari kalsium sulfat. Kalsium sulfat dialirkan menuju tangki penyimpanan produk samping (F-340), sedangkan larutan hasil reaksi akan dialirkan menuju evaporator (V-310).

2.2.3 Pemurnian Produk

Larutan asam laktat yang masih mengandung asam laktat, air, glukosa dan asam sulfat dialirkan menuju evaporator (V-310) untuk memisahkan antara air dan asam laktat dari asam sulfat dan glukosa. Larutan dipanaskan dan diuapkan pada suhu 175°C, sehingga air dan asam laktat akan menguap, sedangkan asam sulfat dan glukosa akan tetap cair.

Uap air dan asam laktat selanjutnya menuju ke *subcooler condenser* (E-312) untuk dikondensasikan hingga didapatkan 80% asam laktat dan 20% air. Uap air yang masih terdapat di dalam asam laktat dan air dipisahkan menggunakan *flash drum* (X-320). Lalu, larutan asam laktat dialirkan menuju *cooler* II (E-322) untuk didinginkan hingga suhu 30°C. Kemudian disimpan dalam tangki produk asam laktat (F-330) dan uap air akan dibuang ke udara.

3. Utility

Utility adalah bagian dari unit *production* yang mendukung operasi pabrik dan berfungsi menyediakan kebutuhan rutin kegiatan operasi seperti air umpan *boiler*, air pendingin, air proses, dan listrik. Air yang digunakan diperoleh dari Sungai Way Seputih yang memiliki debit rata-rata minimal tahunan sebesar 3,78 m³/detik dan volume tahunan sebesar 119,206 juta m³/tahun (Mulyo, 2014). Pada **Tabel 4**, menunjukkan keperluan keseluruhan utilitas untuk proses produksi pada pabrik asam laktat.

Tabel 4. Keperluan Utilitas pada Pabrik Asam Laktat

Keperluan	Total
Air Umpan <i>Boiler</i>	1123,1705 kg/jam
Air Pendingin	56995,1586 kg/jam
Air Proses	2435,4439 kg/jam
Bahan Bakar	71,4986 liter/jam
Listrik	771,5329 kW

4. Analisis Ekonomi

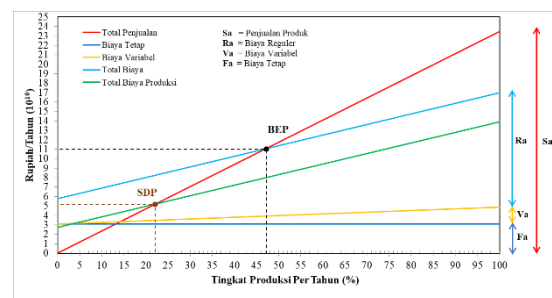
Untuk dapat mengetahui layak atau tidaknya suatu pabrik berdiri maka diperlukan analisa ekonomi. Kelayakan pendirian pabrik ini ditinjau dari apakah pabrik dapat menguntungkan atau tidak. Pada **Tabel 5** menunjukkan analisa ekonomi pada pabrik asam laktat.

Tabel 5. Analisa Ekonomi

Analisa	Nilai	Batasan	Keterangan
POT	4,30 tahun	max. 5 tahun	Layak
ROI	13,26%	min. 11%	Layak
BEP	47,16%	40-60%	Layak
SDP	22,12%	20-40%	Layak

(Aries dan Newton, 1955)

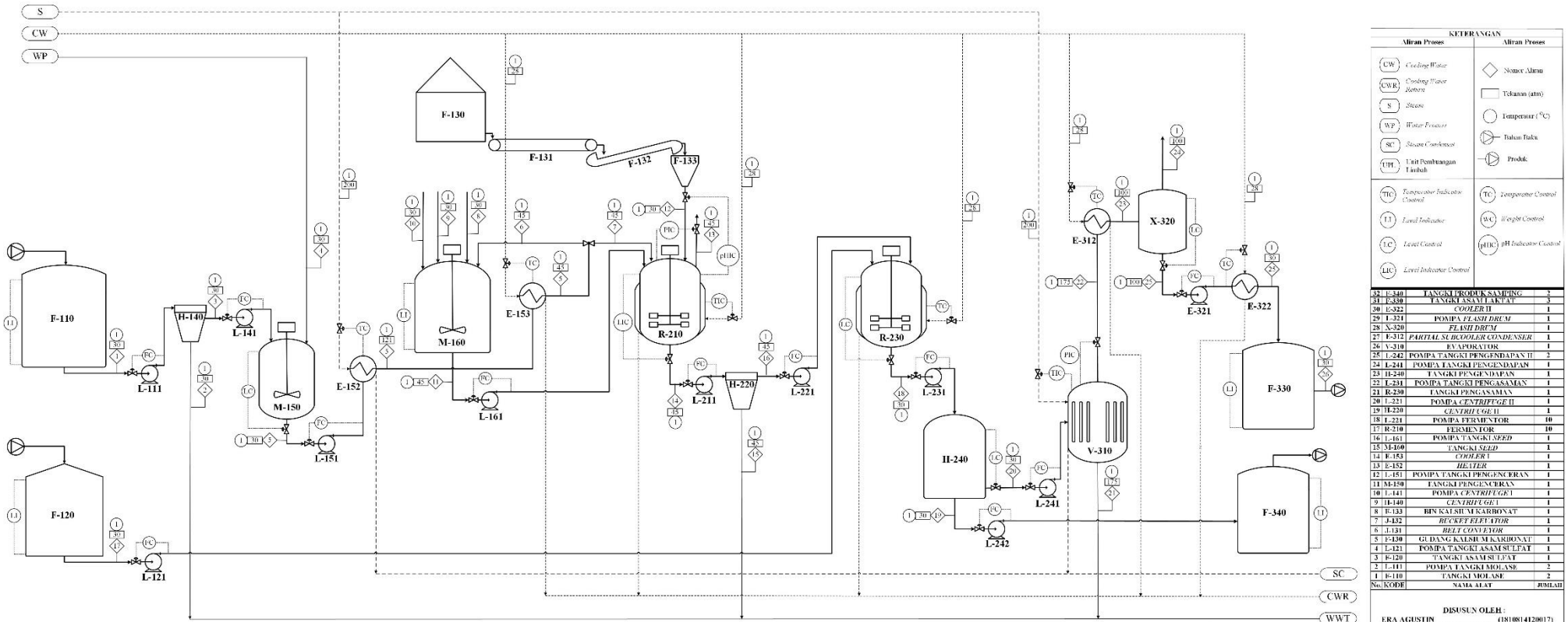
POT (*Pay Out Time*) ialah waktu bagi perusahaan untuk dapat mengembalikan modal dari hasil profit yang didapatkan. ROI (*Return of Investment*) ialah persen profit yang didapatkan dari *fixed capital investment* yang dikeluarkan. BEP (*Break Even Point*) ialah suatu keadaan dimana jumlah produksi sama dengan total penjualan sehingga perusahaan tidak menghasilkan profit maupun *loss*. Selain itu, perusahaan dapat mengetahui kondisi minimum harga penjualan dan total produk yang dipasarkan serta jumlah harga produk yang terjual untuk mencapai profit. *Shut Down Point* (SDP) adalah keadaan dimana pabrik dalam kegiatan produksinya tidak menghasilkan keuntungan. Dengan *shut down point* kita dapat menentukan apakah suatu pabrik tetap layak untuk beroperasi ataupun diberhentikan. **Gambar 2** menunjukkan grafik BEP dan SDP pada pabrik asam laktat.



Gambar 2. Grafik *Break Event Point* dan *Shut Down Point*



PRARANCANGAN PABRIK ASAM LAKTAT DARI MOLASE DENGAN PROSES FERMENTASI KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN



KETERANGAN	
Aliran Proses	Aliran Proses
(CW) Cooling Water	◇ Nonvac. Aliran
(CWR) Cooling Water Return	□ Tekanan (atm)
(S) Steam	○ Temperatur (°C)
(WP) Water Pressure	⊗ Titikan Titik
(SC) Steam Condensate	⊕ Produk
(UP) Unit Pembuangan Tawahl	
(TIC) Temperature Indicator Control	(TC) Temperature Control
(LI) Level Indicator	(WC) Weight Control
(LC) Level Control	(PHC) pH Indicator Control
(LIC) Level Indicator Control	

No.	KODE	NAMA ALAT	JMLAH
32	E-340	TANGKI PRODUK SAMBUNG	2
31	E-330	TANGKI ASAM LAKTAT	3
30	E-322	COOLER II	1
29	E-321	POMPA FLASH DUM	1
28	X-320	FLASH DRYU	1
27	E-312	PARTIAL SUBCOOLER CONDENSER	1
26	V-310	EVAPORATOR	1
25	E-242	POMPA TANGKI PENGENDAPAN II	2
24	L-241	POMPA TANGKI PENGENDAPAN I	1
23	H-240	TANGKI PENGENDAPAN	1
22	E-231	POMPA TANGKI PENGASAMAN	1
21	R-230	TANGKI PENGASAMAN	1
20	L-231	POMPA CENTRIFUGE II	1
19	H-220	CENTRIFUGE II	1
18	L-221	POMPA FERMENTOR	10
17	R-210	FERMENTOR	10
16	L-161	POMPA TANGKI SEED	1
15	M-160	TANGKI SEED	1
14	E-153	COOLER I	1
13	E-152	HEATER	1
12	L-151	POMPA TANGKI PENGECERAN	1
11	M-150	TANGKI PENGECERAN	1
10	L-141	POMPA CENTRIFUGE I	1
9	H-140	CENTRIFUGE I	1
8	E-133	BIN KALSIUM KARBONAT	1
7	J-132	BUCKET ELEVATOR	1
6	L-131	BUCKET ELEVATOR	1
5	F-130	GU DAGANG KALSIUM KARBONAT	1
4	L-121	POMPA TANGKI ASAM SULFAT	1
3	F-120	TANGKI ASAM SULFAT	1
2	L-111	POMPA TANGKI MOLASE	2
1	F-110	TANGKI MOLASE	2
No.	KODE	NAMA ALAT	JMLAH

DISUSUN OLEH:
 ERA AGUSTIN (1810814120017)
 NOVA FITRIA NOFEMBIANI (1810814120011)

Dosen Pembimbing:
 Prof. Ir. Chairul Irawan, M.T., Ph.D
 NIP. 19750404 200003 1 002

PRARANCANGAN PABRIK ASAM LAKTAT DARI
 MOLASE DENGAN PROSES FERMENTASI
 KAPASITAS 10.000 TON/TAHUN

Program Studi S-1 Teknik Kimia
 Fakultas Teknik
 Universitas Lambung Mangkurat
 Banjarbaru
 2022

Komponen	Aliran (kg/jam)																										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
Monosakarida	442,8080		442,8080		1258,5069	125,8507	1132,6563						125,8507			124,7134		124,7134		124,7134		124,7134					
Sukrosa	774,9140		774,9140																								
Air	442,8080		442,8080	2029,5366	2431,5597	243,1560	2188,4037						243,1560			2532,5775		2532,5775	10,9997	2543,5773		2543,5773	50,8715	2492,7057	250,2438		250,2438
Abu	553,5100	553,5100																									
Malt Sprout								2,5170					2,5170														
(NH ₄) ₂ HPO ₄								0,6293					0,6293														
Bakteri									6,2925				6,2925														
CaCO ₃												623,5672				20,8113		20,8113									
CO ₂																62,3567		62,3567									
Asam Laktat													246,9326														
Kalsium Laktat													112,2421														
H ₂ SO ₄													1223,4389														
CaSO ₄																		549,9863		54,9986		54,9986					
Uap Air																		686,9217		686,9217							
Total	2214,0400	553,5100	1660,5300	2029,5366	3690,0666	369,0067	3321,0599	2,5170	0,6293	6,2925	378,4455	623,5672	246,9326	4076,1400	83,1680	3992,9720	560,9860	4553,9580	809,2656	3744,6925	251,0117	3493,6808	2242,4620	2242,4620	1251,2188	1251,2188	

Gambar 1. Diagram Alir Proses Pabrik Asam Laktat

5. Kesimpulan

Dari analisa teknik dan ekonomi pada Prarancangan Pabrik Asam Laktat ini, maka dapat disimpulkan bahwa pabrik akan didirikan di Kec. Terbanggi Besar, Kab. Lampung Tengah, Provinsi Lampung pada tahun 2027. Kawasan ini cukup menguntungkan karena letaknya yang strategis berdekatan dengan sumber bahan baku, tenaga kerja, pelabuhan, fasilitas transportasi dan ketersediaan utilitas. Bentuk perusahaan adalah Perseroan Terbatas (PT) dengan tenaga kerja yang diperlukan sebanyak 134 orang. Hasil perhitungan analisis ekonomi menunjukkan *Return of Investment* dengan nilai 13,26% dan *Pay Out Time* dengan kurun waktu 4,30 tahun. Adapun *Break Event Point* adalah 47,16% dan *Shut Down Point* adalah sebesar 22,12%. Berdasarkan analisa yang dilakukan dikonklusikan bahwa pabrik asam laktat layak untuk dibangun.

Daftar Pustaka

- Aris, R.S dan Newtons, R.D. 1995. *Chemical Enginering Cost Estimations. Mc Graw-Hill. USA*
- Badan Pusat Statistik. (2021): *Ekspor dan Impor Asam Laktat 2017-2021*. Jakarta
- Ghafar, T., Irsad, M., Anwaar, Z., Aqil, T., Zulifkar, Z., Tarik, A., Kamron, M., Eshan, N. dan Mehmod, S. (2014): Recen Trend in Lactic Acids Biotecnology: A Brief Reviews on Production to Purifications. *Jornal of Radiasion Researchs and Applid Science*. 1-8
- Johns, R. P., Nampothiri K. M. dan Pandiy A. (2007): Fermentatif Production of Lactic Acids from Biomas: An Overviews on Process Development and Futures Perspective. *Appl. Microbio Biotehnol*. 74. 524 – 534
- Martines, F. A. C., Balciunaz, E. M., Sagado, J. M., Gonzales, J. M. D., Conveti, A. dan Olivera, R. P. d. S. (2013): Lactic Acid Propertie, Application and Production: A Reviews. *ELSEVIER*. 30. 70-83
- Mulyo, Agung. (2014): *Potensii Air Sungai Kabuqaten Lampung Tengah Proviinsi Lampung*. Universitas Padjadjaran. Jawa Barat
- Nandini, A., Nurherdiana, S. D., Nagarajan, D. dan Chang, J.-S. (2021): Skrinning Bakteri Lactobacilus dan Weisela untuk Produksi Asam Laktat dengan Metode Fermentasi Batchs *Akta Kimindo*. Vol. 6 No. 2. 127 – 135
- Thongwai, N. (1999): Production of L-(+) Lactic Acid From Blackstrap Molasses by Lactobacilus Casei Subspecies Rhamnoosus ATCC 11443. Louisiana State University and Agricultural & Mechanical College. Louisiana

