

PRARANCANGAN PABRIK MONOSODIUM GLUTAMAT DARI MOLASE DAN UREA DENGAN PROSES BIOSINTESIS KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN

Muhamad Jauhar Mahdi ^{*1}, Rafiq Hidayat¹

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

*Corresponding Author: mjauhar.mahdi24@gmail.com

ABSTRAK

Prarancangan pabrik monosodium glutamat dari molase dan urea dengan proses biosintesis kapasitas 80.000 ton/tahun bertujuan untuk memenuhi kebutuhan monosodium glutamat di Indonesia pada 2026 mendatang. Monosodium glutamat berfungsi sebagai bahan penyedap pada makanan, juga digunakan sebagai bahan tambahan dalam pemberian nutrisi pada tanaman dan pakan ternak. Proses yang digunakan dalam pembuatan monosodium glutamat adalah dengan memfermentasi molase menggunakan fermentor dengan suhu 30°C, bertekanan 1 atm selama 35 jam dengan reaksi bersifat eksotermis. Produk dari keluaran fermentor dialirkan ke dalam reaktor untuk direaksikan dengan natrium hidroksida pada jenis reaktor CSTR pada suhu 30°C, tekanan 1 atm. Kemudian keluaran dari reaktor masuk ke evaporator untuk proses pemekatan kemudian dialirkan masuk ke dalam crystallizer untuk mengkristalkan produk dan kemudian masuk ke centrifuge untuk dipisahkan antara kristal yang terbentuk dan mother liquor. Kemudian kristal monosodium glutamat masuk ke rotary dryer untuk dikeringkan, setelah dikeringkan lalu masuk ke screen untuk disesuaikan ukurannya sebelum masuk ke dalam gudang penyimpanan produk. Pabrik berlokasi di Kawasan industri Kecamatan Tanjung Bintang, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung. Pabrik ini direncanakan berbentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan struktur organisasi line and staff dengan jumlah tenaga kerja yang dibutuhkan 170 orang. Hasil analisa ekonomi terhadap prarancangan pabrik monosodium glutamat diperoleh data Percent Return On Investment (ROI) sesudah pajak sebesar 18,36%. Pay Out Time (POT) sesudah pajak adalah 3,53 tahun. Nilai Break Even Point (BEP) sebesar 41,94% dan Shut Down Point (SDP) sebesar 20,48% kapasitas. Berdasarkan data-data analisa di atas dapat disimpulkan, bahwa pabrik monosodium glutamat dengan kapasitas 80.000 ton/tahun ini layak untuk didirikan.

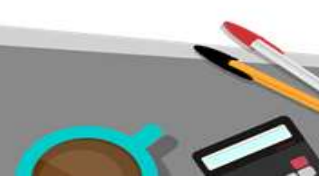
Kata Kunci: batch, biosintesis, monosodium glutamat, molase.

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara berkembang yang secara bertahap melaksanakan pembangunan di segala bidang, salah satunya dalam bidang industri kimia. Saat ini berbagai macam industri telah tumbuh dan berkembang di Indonesia. Salah satu bahan kimia yang banyak dibutuhkan sampai saat ini oleh masyarakat dalam kehidupan sehari-hari terutama dalam bidang pangan adalah monosodium glutamat, dimana MSG ini adalah bahan penyedap untuk meningkatkan cita rasa dari suatu makanan. Apabila MSG larut dalam air ataupun saliva akan berdisosiasi menjadi garam bebas dan menjadi bentuk anion dari glutamat. Monosodium glutamat adalah garam natrium dari asam glutamat (*glutamic acid*) (Sulastri, 2017). Komposisi senyawa monosodium glutamat adalah 78% glutamat, 12% natrium dan 10% air (Sukmaningsih dkk., 2011). Monosodium glutamat berwujud bubuk kristal

berwarna putih bening dan telah lama telah digunakan sebagai bahan tambahan pada berbagai jenis makanan sebagai penambah cita rasa.

Penentuan besar kecilnya kapasitas suatu pabrik monosodium glutamat yang akan dirancang, kita harus mengetahui dengan jelas jumlah kapasitas pabrik yang sudah beroperasi di Indonesia, kapasitas ekspor dan impor, dan besarnya nilai konsumsi monosodium glutamat di Indonesia. Tujuannya adalah agar dapat mengetahui kebutuhan pasar, sehingga dapat diperkirakan jumlah kapasitas optimal yang akan dirancang dalam beberapa tahun kedepan. Berdasarkan data yang dirilis Badan Pusat Statistik ekspor dan impor monosodium glutamat sejak tahun 2015 sampai 2019 disajikan pada Tabel 1. sebagai berikut.



Tabel 1. Data Ekspor dan Impor Monosodium Glutamat (bps.go.id)

Tahun	Impor (ton)	Pertumbuhan Impor (%)	Ekspor (ton)	Pertumbuhan Ekspor (%)
2015	33.105	10,48	100.926	-5,99
2016	35.434	6,57	119.428	15,49
2017	42.475	16,58	118.515	-0,77
2018	40.731	-4,28	130.230	9,00
2019	48.313	15,69	141.971	8,27
Total	198.839	34,56	611.072	31,99
Rata-rata		9,01		6,40

Berdasarkan data tersebut maka didapat perkiraan jumlah kebutuhan monosodium glutamat pada tahun 2026 yang didapatkan dengan perhitungan *discounted method*, diperoleh peluang kapasitas produksi monosodium glutamat di Indonesia pada tahun 2026 adalah sebesar 80.000 ton/tahun.

2. Deskripsi Proses

2.1 Jenis-Jenis Proses

Terdapat dua proses yang dapat digunakan dalam memproduksi monosodium glutamat, dan untuk perbedaan masing-masing proses dapat dilihat pada Tabel 2. berikut:

Tabel 2. Pemilihan Proses Pembuatan Monosodium Glutamat

Kondisi Operasi	Hidrolisis	Biosintesis
Bahan Baku Utama	Gluten gandum	Molase
Harga Bahan Baku Utama	Rp. 65.000,-/kg	Rp. 3.500,-/kg
Suhu Operasi	150 °C	30 °C
pH	3,2	7-8
Konversi	15-25 %	70-80%
Kemurnian	70 %	>80 %
Katalis	HCl	<i>Brevibacterium flavum</i>
Limbah	Asam-asam amino	Biomassa

Dari tinjauan proses pembuatan monosodium glutamat di atas maka dapat diambil kesimpulan bahwa proses biosintesis yang dipilih dalam proses pembuatan monosodium glutamat dari molase dan urea dengan pertimbangan beberapa faktor berikut:

1. Kemudahan mendapatkan bahan baku dengan harga yang murah.

2. Kondisi operasi yang mudah dicapai.
3. Kemurnian produk yang lebih tinggi (>80 %).
4. Nilai konversi yang lebih tinggi.

2.1 Proses Biosintesis Pembuatan Monosodium Glutamat

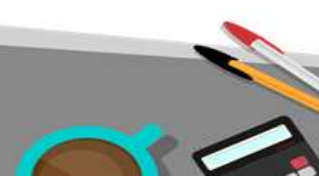
Proses biosintesis dalam pembuatan monosodium glutamat dibagi menjadi beberapa tahapan proses sebagai berikut.

1. Persiapan Bahan Baku

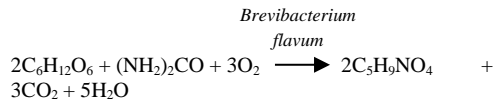
Urea dan *growth factor* yang terdiri dari kalium dihidrogen fosfat, magnesium sulfat heptahidrat, kalsium karbonat dan ammonium klorida dari *supplier* ditampung pada gudang (F-130 dan F-120). Sedangkan molase disimpan didalam tangki penyimpanan (F-110). Molase yang dibeli berbentuk cairan sedangkan urea dan *growth factor* berbentuk padatan. Urea kemudian diumpangkan pada bin (F-133) dengan *belt conveyor* (J-131) dan *bucket elevator* (J-132) menuju tangki sterilisasi (F-160). Secara bersamaan molase diumpangkan menuju tangki preparasi (M-140) dengan melalui proses sentrifugasi dalam *centrifuge* (H112) dan *growth factor* dari tangki dipompa diumpangkan pada bin (F-123) dengan *belt conveyor* (J-121) dan *bucket elevator* (J-122) menuju tangki sterilisasi (F-150).

2. Tahap Fermentasi

Pada tahap ini bahan baku molase dan larutan *growth factor* dipompakan dengan pompa dan pompa menuju tangki preparasi (M-140). Kemudian ditambahkan air ke tangki preparasi sampai kadar gula 20 %. Larutan yang sudah homogen kemudian dipompakan dengan pompa ke tangki sterilisasi 1 (F-150). Larutan disterilisasi dalam tangki pada suhu 121 °C dan tekanan 1 atm selama 1 jam. Untuk proses pemanasan dalam tangki sterilisasi digunakan coil. Serta larutan urea dipompakan dengan pompa ke tangki sterilisasi 2 (F-160). Larutan disterilisasi dalam tangki pada suhu 121°C dan tekanan 1 atm selama 1 jam. Untuk proses pemanasan dalam tangki sterilisasi digunakan coil. Bahan baku yang sudah disterilisasi di tangki sterilisasi 1 dan 2, selanjutnya dialirkan menuju fermentor (R-210) melalui *cooler* (E-152 dan E-162) dan untuk menurunkan suhu larutan mencapai 30 °C. Setelah semua bahan baku masuk ke dalam fermentor, *seed* (mikroba *Brevibacterium flavum*) dialirkan kedalam fermentor untuk selanjutnya



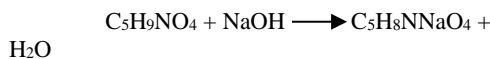
dilakukan proses fermentasi. Proses fermentasi berlangsung selama 35 jam pada suhu 30 °C dalam kondisi aerob. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut.



Reaksi yang terjadi pada proses fermentasi adalah reaksi eksotermis. Untuk menjaga kestabilan suhu maka digunakan jaket pendingin yang menyelimuti fermentor.

3. Tahap Peraksian Asam Glutamat dengan NaOH untuk Membentuk Monosodium Glutamat

Produk dari fermentor dipompakan *centrifuge* 2 (H-216) sebelum masuk ke reaktor (R-220) untuk mungubah asam glutamat di dalam reaktor ditambahkan dengan larutan NaOH, sehingga dihasilkan larutan monosodium glutamat. Adapun reaksinya sebagai berikut.



Kemudian larutan induk dipompakan dengan pompa ke *centrifuge* 3 (H-228) sebelum ditampung di tangki intermidiet (F-312).

4. Tahap Pembentukan Kristal

Larutan monosodium glutamat (MSG) dari tangki intermidiet kemudian dipompakan dengan pompa ke evaporator (V-310) untuk dipekatkan. Evaporator beroperasi pada suhu 107 °C dan tekanan 1 atm. Larutan monosodium glutamat (MSG) pekat dipompakan ke *crystallizer* (X-320) dengan pompa yang selanjutnya larutan monosodium glutamat (MSG) akan dikristalkan, sedangkan uap dari evaporator diembunkan di *condensor* (E-315) dan dipompakan ke tangki molase. *Crystallizer* beroperasi pada suhu 30 °C dan tekanan 1 atm. Untuk menurunkan suhu secara mendadak di pakai air pendingin. Larutan monosodium glutamat (MSG) yang tidak mengkristal dipisahkan dengan *centrifuge* 4 (H-322) dan selanjutnya dikembalikan ke evaporator. Kristal monosodium glutamat (MSG) basah yang terbentuk dikeringkan di *rotary dryer* (B-330) pada suhu 112 °C pada tekanan 1 atm. Produk yang dihasilkan mencapai kemurnian 83%.

3. Utilitas

Sumber air yang digunakan pada pabrik

monosodium glutamat diperoleh dari Sungai Way Seputih. Air yang digunakan adalah sebesar 2.267.268,4612 kg/jam. Kebutuhan Listrik pabrik disuplai oleh PT. PLN Persero Lampung dengan generator sebagai cadangan energi. Keperluan keseluruhan utilitas yang diperlukan untuk beroperasinya pabrik monosodium glutamat dapat dilihat pada Tabel 3. sebagai berikut.

Tabel 3. Kebutuhan Utilitas Pabrik Monosodium Glutamat

Kebutuhan	Jumlah
Steam	828.831,2644 kg/jam
Air Pendingin	1.298.848,6989 kg/jam
Listrik	19.544,3894 kW
Bahan Bakar	67.712,6389 L/jam

4. Analisa Ekonomi

Analisa ekonomi perlu dilakukan agar mengetahui berapa besar keuntungan yang didapatkan oleh pabrik ini sehingga bisa dikategorikan layak atau tidak layak untuk didirikan. Adapun hasil analisis ekonomi pabrik monosodium glutamat dapat dilihat pada Tabel 4. sebagai berikut:

Tabel 4. Analisa Ekonomi

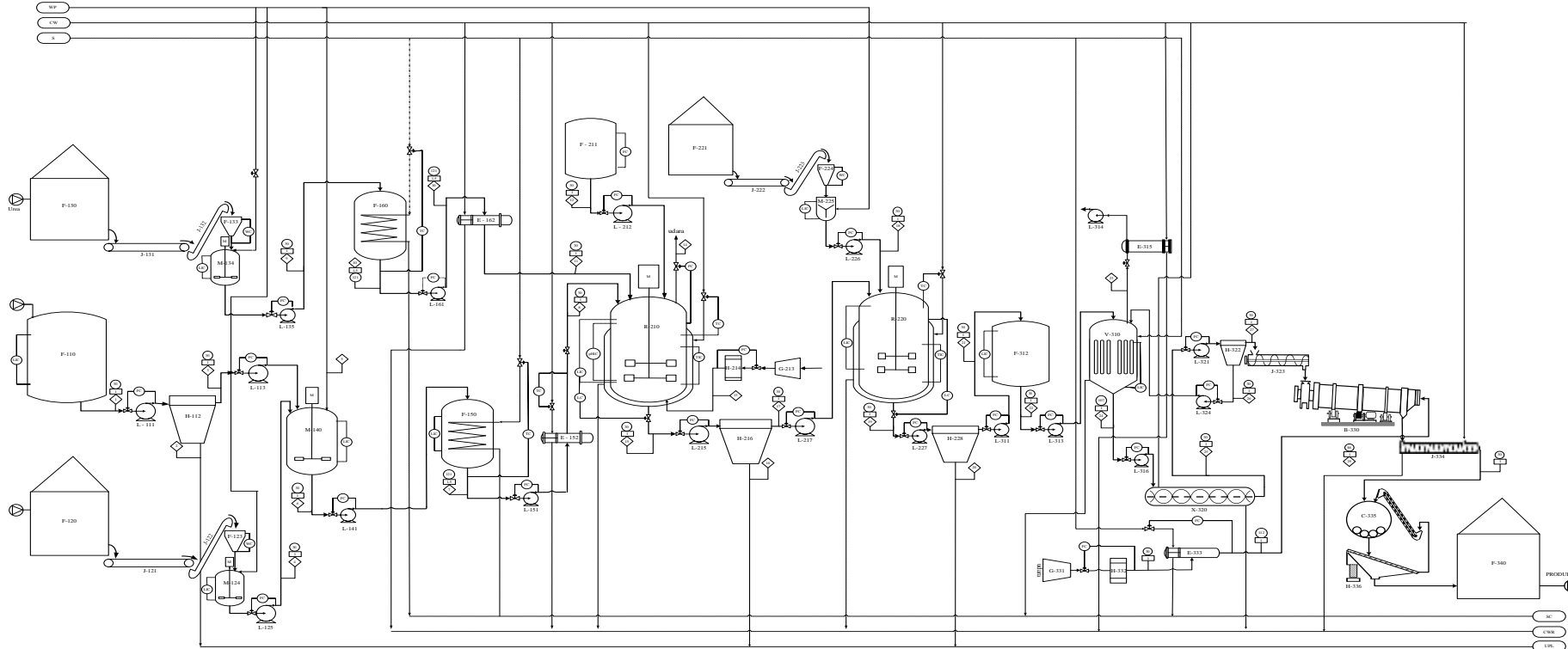
Analisa	Nilai	Batasan	Keterangan
ROI	18,36%	Min. 11%	Layak
POT	3,53 tahun	Max. 5 tahun	Layak
BEP	41,94%	40-60%	Layak
SDP	20,48%	20-40%	Layak

(Aries dan Newton, 1955)

Return on Investment (ROI) merupakan tingkat laba yang diperoleh dari investasi yang dikeluarkan dibagi dengan pendapatan. *Pay Out Time* (POT) yaitu *payback periode* atau waktu pengembalian modal (uang investasi) yang dihasilkan berdasarkan profit yang dicapai. Sedangkan *Break Even Point* (BEP) merupakan titik yang menunjukkan tingkat biaya dan penghasilan sama. Titik atau saat penentuan suatu aktivitas produksi dihentikan disebut *Shut Down Point* (SDP). Penyebab terjadinya SDP umumnya *variable cost* yang terlalu tinggi dan keputusan manajemen akibat tidak ekonomis suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan laba). Grafik analisa kelayakan ekonomi pabrik monosodium glutamate dapat dilihat pada gambar 2.



PRARANCANGAN PABRIK MONOSODIUM GLUTAMAT DARI MOLASES DAN UREA DENGAN PROSES BIOSINTESIS KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN



KETERANGAN		KETERANGAN	
Aliran Proses	Aliran Proses	Aliran Proses	Aliran Proses
CW	Cooling Water	◇	Nomor Aliran
CWR	Cooling Water Return	□	Tekanan (atm)
S	Steam	○	Temperature (°C)
WT	Water Process	⊗	Bahan Baku
SC	Steam Condensat	⊙	Produk
UL	Unit Pembuangan Limbah		
TIC	Temperature Indicator Control	TC	Temperature Control
PIC	Pressure Indicator Control	LI	Level Indicator
PHI	pH Indicator Control	W	Weight Control
LIC	Level Indicator Control	FC	Flow Control

No	Aliran Proses	Aliran Proses	Jumlah
10	F-100	GLUDANG PENYIMPANAN SUG	1
11	H-100	SCREEN	1
12	F-200	COOLING CONVEYOR BLOWER UREA 1	1
13	G-100	BLOWER UREA 2	1
14	H-100	FILTER UREA 1	1
15	F-300	HEAT EXCHANGER UREA	1
16	H-100	BEKUKAN UREA	1
17	L-100	POMPA CENTRIFUGAL 1	1
18	J-100	SCREW CONVEYOR	1
19	H-200	CENTRIFUGAL 2	1
20	L-200	POMPA CENTRIFUGAL 2	1
21	S-100	CONDENSATOR	1
22	L-100	POMPA EVAPORATOR	1
23	L-100	POMPA EVAPORATOR	1
24	L-100	POMPA TANGKI INTERMEDIATE	1
25	L-100	TANGKI INTERMEDIATE	1
26	L-100	POMPA CENTRIFUGAL 3	1
27	H-200	CENTRIFUGAL 3	1
28	R-200	REACTOR	1
29	M-200	MIXER MENJER NAHMI	1
30	M-220	MIXER NAHMI	1
31	M-220	MIXER NAHMI	1
32	M-220	MIXER NAHMI	1
33	M-220	MIXER NAHMI	1
34	M-220	MIXER NAHMI	1
35	M-220	MIXER NAHMI	1
36	M-220	MIXER NAHMI	1
37	M-220	MIXER NAHMI	1
38	M-220	MIXER NAHMI	1
39	M-220	MIXER NAHMI	1
40	M-220	MIXER NAHMI	1
41	M-220	MIXER NAHMI	1
42	M-220	MIXER NAHMI	1
43	M-220	MIXER NAHMI	1
44	M-220	MIXER NAHMI	1
45	M-220	MIXER NAHMI	1
46	M-220	MIXER NAHMI	1
47	M-220	MIXER NAHMI	1
48	M-220	MIXER NAHMI	1
49	M-220	MIXER NAHMI	1
50	M-220	MIXER NAHMI	1
51	M-220	MIXER NAHMI	1
52	M-220	MIXER NAHMI	1
53	M-220	MIXER NAHMI	1
54	M-220	MIXER NAHMI	1
55	M-220	MIXER NAHMI	1
56	M-220	MIXER NAHMI	1
57	M-220	MIXER NAHMI	1
58	M-220	MIXER NAHMI	1
59	M-220	MIXER NAHMI	1
60	M-220	MIXER NAHMI	1
61	M-220	MIXER NAHMI	1
62	M-220	MIXER NAHMI	1
63	M-220	MIXER NAHMI	1
64	M-220	MIXER NAHMI	1
65	M-220	MIXER NAHMI	1
66	M-220	MIXER NAHMI	1
67	M-220	MIXER NAHMI	1
68	M-220	MIXER NAHMI	1
69	M-220	MIXER NAHMI	1
70	M-220	MIXER NAHMI	1
71	M-220	MIXER NAHMI	1
72	M-220	MIXER NAHMI	1
73	M-220	MIXER NAHMI	1
74	M-220	MIXER NAHMI	1
75	M-220	MIXER NAHMI	1
76	M-220	MIXER NAHMI	1
77	M-220	MIXER NAHMI	1
78	M-220	MIXER NAHMI	1
79	M-220	MIXER NAHMI	1
80	M-220	MIXER NAHMI	1
81	M-220	MIXER NAHMI	1
82	M-220	MIXER NAHMI	1
83	M-220	MIXER NAHMI	1
84	M-220	MIXER NAHMI	1
85	M-220	MIXER NAHMI	1
86	M-220	MIXER NAHMI	1
87	M-220	MIXER NAHMI	1
88	M-220	MIXER NAHMI	1
89	M-220	MIXER NAHMI	1
90	M-220	MIXER NAHMI	1
91	M-220	MIXER NAHMI	1
92	M-220	MIXER NAHMI	1
93	M-220	MIXER NAHMI	1
94	M-220	MIXER NAHMI	1
95	M-220	MIXER NAHMI	1
96	M-220	MIXER NAHMI	1
97	M-220	MIXER NAHMI	1
98	M-220	MIXER NAHMI	1
99	M-220	MIXER NAHMI	1
100	M-220	MIXER NAHMI	1

Gambar 1 Process Flow Diagram

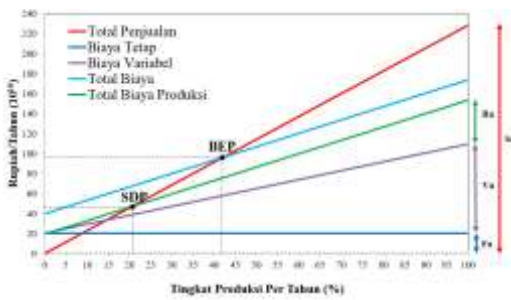
Komponen	NERACA MASSA																															
	Aliran 1	Aliran 2	Aliran 3	Aliran 4	Aliran 5	Aliran 6	Aliran 7	Aliran 8	Aliran 9	Aliran 10	Aliran 11	Aliran 12	Aliran 13	Aliran 14	Aliran 15	Aliran 16	Aliran 17	Aliran 18	Aliran 19	Aliran 20	Aliran 21	Aliran 22	Aliran 23	Aliran 24	Aliran 25	Aliran 26	Aliran 27	Aliran 28	Aliran 29	Aliran 30		
Crabon	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170	16925,2170
GF		6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630	6397,0630
Biomassa	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485	20150,7485
HEO	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260	12794,1260
Urea																																
Cl2																																
CE																																
CH3RNH2																																
NaCl																																
NaClCH3RNH2																																
Aliran	14071,5386	14071,5386	48997,0915	63970,6300	63970,6300	177838,3515	177838,3515	177838,3515	7067,6618	7067,6618	7067,6618	4445,9588	30170,4473	31357,1026	188105,3169	153237,8859	34027,4310	13185,0576	48112,4886	131,8506	47980,6380	47980,6380	47980,6380	30664,1929	12014,4450	12014,4450	3127,9006	10786,5444	685,5334	10101,0101		
TOTAL	63970,6301	14071,5386	48997,0915	63970,6300	63970,6300	177838,3515	177838,3515	177838,3515	7067,6618	7067,6618	7067,6618	4445,9588	30170,4473	31357,1026	188105,3169	153237,8859	34027,4310	13185,0576	48112,4886	131,8506	47980,6380	47980,6380	47980,6380	30664,1929	12014,4450	12014,4450	3127,9006	10786,5444	685,5334	10101,0101		

DISUSUN OLEH:
 MUHAMMAD NAUFAL MAHDI (1710014110005)
 RAFIQ HADIYAT (1710014110001)

Dosen Pembimbing:
 Dr. Ir. Agus Mawani, S.T., M.T.
 NIP. 0719001 001001 1102

PRARANCANGAN PABRIK MONOSODIUM GLUTAMAT (MSG) DARI MOLASES DAN UREA DENGAN PROSES BIOSINTESIS KAPASITAS 80.000 TON/TAHUN

Program Studi S1 Teknik Kimia
 Fakultas Teknik
 Universitas Muhammadiyah
 Langkat
 2021



Gambar 2. Grafik BEP dan SDP

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa teknis dan ekonomis pada Prarancangan Pabrik Monosodium Glutamat dari Molase dan Urea dengan Proses Biosintesis Kapasitas 80.000 ton/tahun, maka dapat diambil kesimpulan bahwa pabrik akan didirikan di Kawasan industri Kecamatan Tanjung Bintang, Kabupaten Lampung Selatan, Provinsi Lampung pada tahun 2026 dengan kapasitas 80.000 ton/tahun. Bentuk hukum perusahaan yang berbentuk PT atau Perseroan Terbatas sedangkan bentuk organisasi berupa garis (*lines*) dan *staff*. Adapun total tenaga kerja yang dibutuhkan sebesar 170 orang. Dari evaluasi ekonomi didapatkan nilai ROI sebesar 18,36% dan POT sebesar 3,53 tahun. Kemudian diperoleh BEP sebesar 41,94% dan SDP sebesar 20,48% sehingga berdasarkan hasil analisa yang didapat bahwa pabrik monosodium glutamat ini layak untuk didirikan di Indonesia.

Daftar Pustaka

- Aries, R. S. dan Newton, R. D. (1955): *Chemical engineering cost estimation*.
- Biro Pusat Statistik. (2020): *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia Ekspor*. Badan Pusat Statistik.
- Biro Pusat Statistik. (2020): *Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia Impor*. Badan Pusat Statistik.
- Perry dan Green. 1997. *Perry's Chemical Engineer Handbook, 7th ed*. Mc. Graw Hill Book Co. Inc : Tokyo.
- Peter dan Timmerhaus. 1999. *Plant Design and Economics for Chemical Engineer*. Mc. Graw Hill Book Co. Inc: Tokyo.
- Sukmaningsih, A. S. A., Ermayanti, I. G. A. M., Wiratmini, N. I. dan Sudatri, N. W. (2011): Gangguan spermatogenesis setelah pemberian monosodium glutamat pada mencit (*mus musculus l.*). *Jurnal Biologi Udayana*. 15.

Sulastrri, S. (2017): Analisis Kadar Monosodium Glutamat (MSG) pada Bumbu Mie Instan yang Diperjualbelikan di Koperasi Wisata Universitas Indonesia Timur. *Jurnal Media Laboran*. 7. 5-9

Ullmann F. 2003. *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry Sixth Edition*. Willey VCH: Weinheim.

Ulrich, G.D. (1984): *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley & Sons Inc. New York

Yaws. 1999. *Thermodynamics and Physical Property Data*. Mc Graw Hill Book Co, Inc : New York.

