

PRARANCANGAN PABRIK TEPUNG KARAGENAN DARI RUMPUT LAUT (*EUCHEUMA COTTONII*) DENGAN METODE SEMI-REFINED CARRAGEENAN KAPASITAS 23.000 TON/TAHUN

Muliyana¹, Muh Zulfikri Syahbar², A Suryanto³, Andi Artiningsih⁴
Teknik Kimia, Universitas Muslim Indonesia, Makassar
E-mail: mzulfikri.syahbar@gmail.com²

ABSTRAK

Prarancangan pabrik tepung karagenan ini direncanakan memanfaatkan rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* sebagai bahan baku utama, mengingat Indonesia merupakan salah satu penghasil rumput laut terbesar di dunia. Pemanfaatan *Eucheuma cottonii* diarahkan untuk meningkatkan nilai tambah komoditas yang selama ini banyak diekspor dalam bentuk mentah, sekaligus memenuhi kebutuhan industri pangan, farmasi, dan kosmetik global. Proses produksi yang dipilih adalah Semi-Refined Carrageenan (SRC) dengan suhu operasi ekstraksi 70°C pada tekanan 1 atm menggunakan pelarut KOH 6%, karena metode ini dinilai lebih ekonomis, hemat energi, dan ramah lingkungan dibandingkan proses Full Refined. Kapasitas pabrik direncanakan sebesar 23.000 ton tepung karagenan per tahun untuk memenuhi peluang pasar pada tahun 2029. Proses utama meliputi tahapan persiapan bahan baku (pencucian dan penggilingan), ekstraksi dalam reaktor, pemisahan filtrat menggunakan Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF), pemekatan dalam vaporizer, pengendapan karagenan menggunakan etanol, hingga pengeringan dalam Rotary Dryer untuk menghasilkan produk akhir berupa tepung. Pabrik ini akan dilengkapi dengan unit utilitas terintegrasi yang mencakup penyediaan air, listrik, dan bahan bakar. Sumber air diperoleh dari air sungai dengan kebutuhan total sekitar 15.728 m³/hari untuk keperluan air sanitasi, air umpan boiler, air pendingin, dan air proses. Kebutuhan listrik pabrik untuk operasional proses maupun penerangan akan dipenuhi dari PLN dan Generator Set (Genset) dengan total kebutuhan daya sekitar 5.587 kW. Sementara itu, kebutuhan bahan bakar solar (diesel oil) untuk operasional boiler dan generator set diperkirakan mencapai 5.420 kg/jam. Berdasarkan perhitungan evaluasi ekonomi, pendirian pabrik tepung karagenan ini membutuhkan modal tetap (Fixed Capital) sebesar Rp 37 miliar dan modal kerja (Working Capital) sebesar Rp 16 miliar. Biaya produksi total (Total Cost) diperkirakan mencapai Rp 762 miliar, dengan total hasil penjualan sebesar Rp 1 triliun per tahun. Keuntungan sebelum pajak dan sesudah pajak masing-masing adalah Rp 62 miliar dan Rp 42 miliar. Indikator profitabilitas menunjukkan Return on Investment (ROI) sebelum dan sesudah pajak berturut-turut sebesar 42,01% dan 28,73%. Pay Out Time (POT) sebelum dan sesudah pajak adalah 0,56 tahun dan 0,80 tahun. Break-Even Point (BEP) sebesar 41,00% dan Shut Down Point (SDP) sebesar 36,29%. Berdasarkan pertimbangan teknis dan hasil analisis ekonomi, pabrik berkapasitas 23.000 ton/tahun yang berlokasi di Takalar ini dinyatakan layak untuk dilanjutkan ke tahap selanjutnya.

Kata kunci

Tepung Karagenan, *Eucheuma cottonii*, Semi-Refined Carrageenan (SRC)

ABSTRACT

*The proposed carrageenan flour factory utilizes *Eucheuma cottonii* seaweed as its primary raw material, given that Indonesia is one of the world's largest seaweed producers. The utilization of *Eucheuma cottonii* is aimed at increasing the added value of this commodity, which is currently largely exported in its raw form, while also meeting the needs of the global food, pharmaceutical, and cosmetics industries. The selected production process is Semi-Refined Carrageenan (SRC) with an extraction operating temperature of 70°C at 1 atm pressure using 6% KOH solvent, as this method is considered more economical, energy-efficient, and environmentally friendly than the Fully Refined process. The factory's capacity is planned to be 23,000 tons of*

carrageenan flour per year to meet market opportunities by 2029. The main process includes raw material preparation (washing and grinding), extraction in a reactor, filtrate separation using a Rotary Drum Vacuum Filter (RDVF), concentration in a vaporizer, carrageenan precipitation using ethanol, and drying in a Rotary Dryer to produce the final product, flour. The factory will be equipped with an integrated utility unit that provides water, electricity, and fuel. Water will be sourced from the river, with a total requirement of approximately 15,728 m³/day for sanitation, boiler feed water, cooling water, and process water. The factory's electricity needs for process operations and lighting will be met by PLN (State Electricity Company) and a generator set (Genset), with a total power requirement of approximately 5,587 kW. Meanwhile, diesel oil requirements for boiler and generator set operations are estimated at 5,420 kg/hour. Based on economic evaluation calculations, establishing this carrageenan flour factory requires fixed capital of IDR 37 billion and working capital of IDR 16 billion. Total production costs are estimated at IDR 762 billion, with total annual sales revenue of IDR 1 trillion. Pre-tax and after-tax profits are IDR 62 billion and IDR 42 billion, respectively. Profitability indicators show a pre- and post-tax Return on Investment (ROI) of 42.01% and 28.73%, respectively. The pre- and post-tax Payout Times (POT) are 0.56 years and 0.80 years, respectively. The Break- Even Point (BEP) is 41.00%, and the Shut Down Point (SDP) is 36.29%. Based on technical considerations and economic analysis, the 23,000 ton/year plant located in Takalar is deemed feasible for further development

Keywords

Carrageenan Flour, Eucheuma cottonii, Semi-Refined Carrageenan (SRC)

1 PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil rumput laut terbesar di dunia, dengan potensi sumber daya laut yang melimpah dan garis pantai yang panjang. Salah satu jenis rumput laut yang memiliki nilai ekonomi tinggi adalah *Eucheuma cottonii*, yang merupakan bahan baku utama dalam produksi karagenan. Karagenan merupakan polisakarida alami yang diekstrak dari dinding sel rumput laut merah, dan banyak digunakan dalam berbagai industri seperti makanan, farmasi, kosmetik, serta produk bioplastik, karena sifatnya yang dapat membentuk gel, mengentalkan, dan menstabilkan larutan (FAO, 2020).

Permintaan pasar global terhadap karagenan terus meningkat seiring berkembangnya industri pangan dan kosmetik, terutama untuk produk-produk plant-based dan ramah lingkungan. Namun demikian, sebagian besar ekspor rumput laut dari Indonesia masih dalam bentuk bahan mentah, yang memiliki nilai ekonomi rendah dan berisiko terhadap fluktuasi harga pasar internasional. Oleh karena itu, peningkatan nilai tambah melalui pengolahan rumput laut menjadi produk turunan seperti tepung karagenan menjadi langkah strategis dalam mendukung kemandirian industri nasional sekaligus meningkatkan devisa negara (Kementerian Kelautan dan Perikanan, 2023).

Metode Semi-Refined Carrageenan (SRC) dipilih sebagai metode produksi karena lebih ekonomis dibandingkan metode Refined Carrageenan (RC). Proses SRC tidak memerlukan tahap pemurnian lanjutan yang kompleks dan mahal, serta tetap menghasilkan produk dengan kualitas yang sesuai untuk kebutuhan industri pangan dan peternakan. Selain itu, proses ini lebih ramah lingkungan karena penggunaan bahan kimia dan energi yang relatif rendah (Trono, 2021).

Dengan mempertimbangkan potensi bahan baku yang melimpah, peluang pasar yang luas, dan keunggulan proses produksi SRC, maka prarancangan pabrik tepung karagenan dari *Eucheuma cottonii* menjadi relevan dan strategis untuk dikembangkan di Indonesia. Perancangan ini diharapkan dapat memberikan gambaran teknis, ekonomi, dan lingkungan mengenai kelayakan pendirian pabrik

serta menjadi acuan dalam pengembangan industri hilir berbasis rumput laut di masa depan (Badan Riset dan Inovasi Nasional, 2022).

2 METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan rekayasa proses dalam bentuk prarancangan pabrik kimia. Metodologi meliputi penentuan kapasitas produksi, pemilihan dan perancangan proses, perhitungan neraca massa dan energi, penentuan kebutuhan utilitas, serta evaluasi ekonomi.

2.1 Penentuan Kapasitas Produksi

Kapasitas pabrik ditentukan berdasarkan analisis peluang pasar karagenan nasional dan global dengan mempertimbangkan data produksi, konsumsi, ekspor, dan impor. Berdasarkan proyeksi kebutuhan tahun 2029 dan mempertimbangkan persaingan usaha, kapasitas produksi ditetapkan sebesar 23.000 ton/tahun atau sekitar 30% dari peluang kapasitas pasar.

Tabel 1. Data Kebutuhan Tepung Karagenan

Tahun	Jumlah (Kg/Tahun)			
	Ekspor (E)	Impor (I)	Konsumsi (K)	Produksi (P)
2020	71.643.273	1.281.891	96.958.618	167.320.000
2021	89.839.695	669.238	78.149.543	167.320.000
2022	116.967.608	1.386.184	51.738.576	167.320.000
2023	117.812.062	2.537.122	52.045.060	167.320.000
2024	116.049.344	611.567	51.882.223	167.320.000

Tabel 2. Perhitungan %P

Tahun	%P			
	Ekspor (E)	Impor (I)	Konsumsi i (K)	Produksi (P)
2020				
2021	0,25	-0,48	-0,19	0,00
2022	0,30	1,07	-0,34	0,00
2023	0,01	0,83	0,01	0,00
2024	-0,01	-0,76	0,00	0,00
Total	0,55	0,66	-0,53	0,00
Rata-rata (i)	0,14	0,17	-0,132	0,000

Berdasarkan data diatas maka penentuan kapasitas produksi pabrik Tepung Karagenan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$mtahun \text{ yang dicari} = mtahun \text{ terakhir dari data} \times (1+i)^a$$

$$i = \frac{\sum \%P}{n}$$

Keterangan:

a : Selisih tahun

i : Pertumbuhan rata-rata per tahun

%P : Persen

pertumbuhan per tahun

n : Jumlah data

%P

Maka:

$$\begin{aligned} m_{produksi2029} &= mp_{2024} \times (1+i)^{2029-2024} \\ &= 167.320.000 \times (1+(0,00))^{2029-2024} \\ &= 167.320.000 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{konsumsi2029} &= mk_{2024} \times (1+ik)^{2029-2024} \\ &= 51.882.223 \times (1+(-0,132))^{2029-2024} \\ &= 25.521.009 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{ekspor2029} &= me_{2024} \times (1+ie)^{2029-2024} \\ &= 116.049.344 \times (1+(0,14))^{2029-2024} \\ &= 220.567.708 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{impor2029} &= mi_{2024} \times (1+ii)^{2029-2024} \\ &= 611.567 \times (1+(0,17))^{2029-2024} \\ &= 1.319.051 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} m_{2029} &= (mk_{2029} + me_{2029}) - (mp_{2029} + mi_{2029}) \\ &= 77.449.665 \text{ kg/tahun} \end{aligned}$$

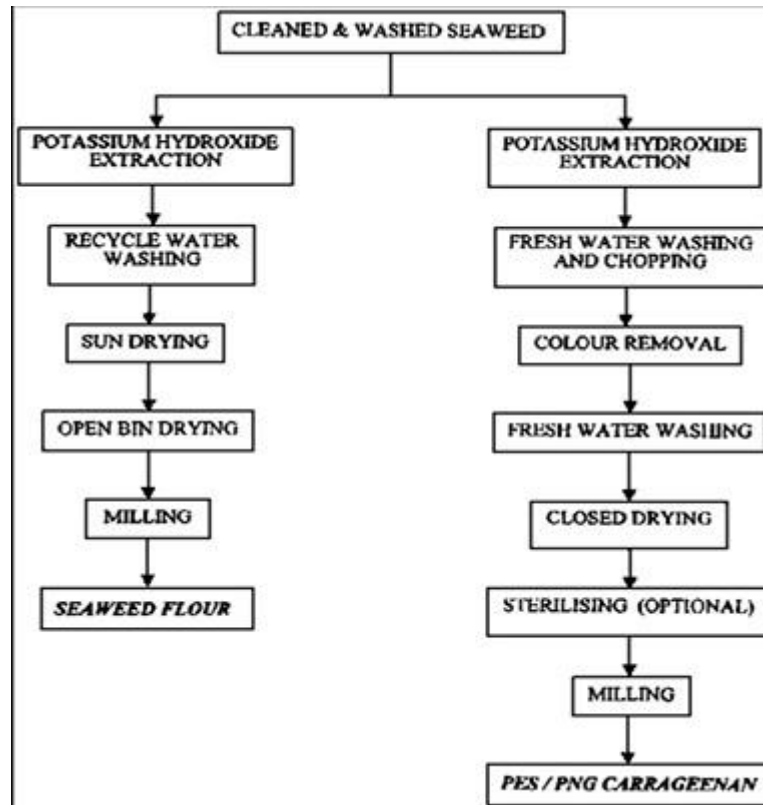
Dikarenakan sudah ada pabrik sejenis yang berdiri di dalam negeri maka kapasitas produksi setidaknya memenuhi 30% dari peluang kapasitas produksi. Hal ini juga telah diatur dalam peraturan perundang-undangan Republik Indonesia nomor 5 tahun 1999 tentang praktek monopoli dan persaingan usaha tidak sehat pada bab III pasal 4 ayat 1 yang menyatakan pelaku usaha atau kelompok pelaku usaha tidak diperbolehkan menguasai lebih dari 75% pasar.

Maka:

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas Produksi} &= 30\% \times \text{peluang kapasitas} \\ &= 0,30 \times 77.449.665 \text{ kg/tahun} \\ &= 23.234.900 \text{ kg/tahun} \\ &= 23.000.000 \text{ kg/tahun} \\ &= 23.000 \text{ ton/tahun} \end{aligned}$$

2.2 Desain Proses Produksi

Proses produksi tepung karagenan menggunakan metode SRC yang meliputi tahapan pencucian dan penggilingan rumput laut, ekstraksi menggunakan larutan KOH 6%, filtrasi dengan Rotary Drum Vacuum Filter, pemekatan filtrat, pengendapan karagenan menggunakan etanol, dan pengeringan menggunakan Rotary Dryer



Gambar 1. Diagram Full Refined Carrageenan (Feng et al, 2007)

2.3 Analisis Teknis

Analisis teknis mencakup penentuan kondisi operasi, pemilihan peralatan utama, serta perhitungan neraca massa dan energi untuk setiap unit proses. Selain itu, dilakukan estimasi kebutuhan utilitas seperti air, listrik, dan bahan bakar

2.4 Evaluasi Ekonomi

Evaluasi ekonomi dilakukan dengan menghitung modal tetap, modal kerja, biaya produksi, pendapatan penjualan, serta indikator kelayakan seperti ROI, Pay Out Time (POT), Break-Even Point (BEP), dan Shut Down Point (SDP).

Fixed Capital Investment (FCI)

$$\begin{aligned}
 \text{FCI} &= \text{DC} + \text{IC} \\
 &= \text{Rp} \quad 37.072.836.135, \\
 &\quad 30
 \end{aligned}$$

Modal Kerja (Working Capital Investment , WCI)

$$\begin{aligned}
 \text{WCI} &= 30\% \text{ TCI} \\
 \text{TCI} &= \text{FCI} + \text{WCI} \\
 &= \text{Rp} \quad 37.072.836.135,3 + 30\% \text{ TCI} \\
 &\quad 0 \\
 &= \text{Rp} \quad 37.072.836.135,30 \\
 &\quad 70\% \\
 &= \text{Rp} \quad 52.961.194.479,00
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{WCI} &= 30\% \times \text{Rp } 52.961.194.479,0 \\ &= \text{Rp } 15.888.358.343,70 \end{aligned}$$

Maka:

$$\text{Modal Tetap (FCI)} = \text{Rp } 37.072.836.135,30$$

$$\text{Modal Kerja (WCI)} = \text{Rp } 15.888.358.343,70$$

$$\text{Total Investasi (TCI)} = \text{Rp } 52.961.194.479,00$$

Percent Return On Investment (ROI)

Return on Investment adalah tingkat keuntungan yang dapat dihasilkan dari tingkat investasi yang dikeluarkan.

$$\text{Percent Return on Investment} = \frac{\text{Profit}}{\text{ROI}}$$

Fixed Capital Investment

$$\text{ROI sebelum pajak} = 42,01\%$$

$$\text{ROI sesudah pajak} = 28,73\%$$

Pay Out Time (POT)

Pay Out Time adalah waktu pengembalian modal yang dihasilkan berdasarkan keuntungan yang dicapai. Perhitungan ini diperlukan untuk mengetahui berapa tahun investasi yang telah dilakukan akan kembali

$$\text{Pay Out Time} = \frac{\text{FCI}}{\text{Profit} + \text{Depresiasi}}$$

$$\text{POT sebelum pajak} = 0,56 \text{ Tahun}$$

$$\text{POT sesudah pajak} = 0,80 \text{ Tahun}$$

Analisa Titik Impas (Break Even Point , BEP)

Analisa titik impas digunakan untuk mengetahui jumlah kapasitas dimana

biaya produksi total sama dengan hasil penjualan

Tabel D.10 Biaya Fa, Va, Ra dan Sa

No.	Keterangan	Jumlah (Rp)
1	Biaya Tetap (Fa)	Rp 6.270.605.426,31
	Biaya Variabel (Va)	
	Bahan Baku	Rp 645.673.517.661,44
2	Utilitas	Rp 92.369.253.335,03
	Royalti	Rp 18.473.850.667,01

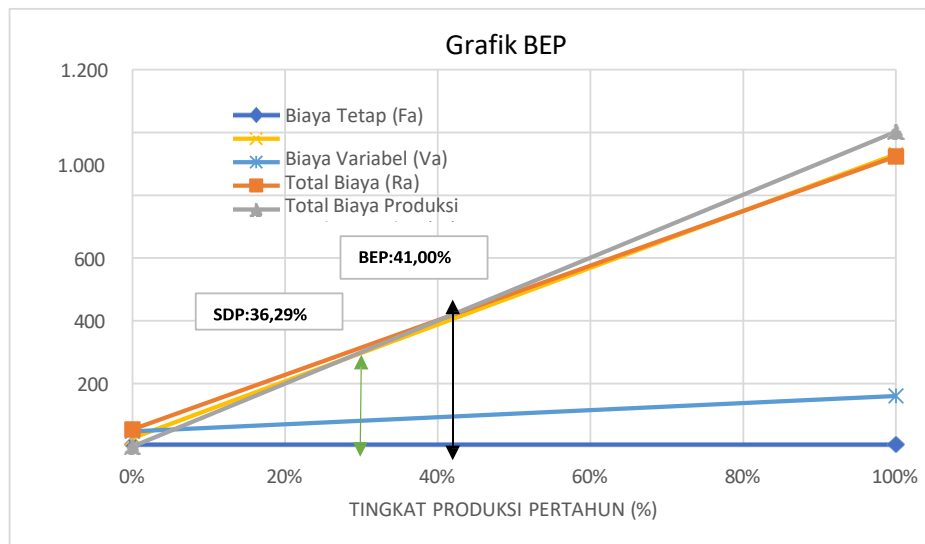
Total	Rp	756.516.621.663,48
Biaya Semi Variabel (Ra)		
Gaji Karyawan	Rp	7.188.000.000,00
Pemeliharaan	dan Rp	2.965.826.890,82
Perbaikan		
<i>Operating supplies</i>	Rp	444.874.033,62
3 Laboratorium	Rp	718.800.000,00
Pengeluaran Umum	Rp	101.606.178.668,53
<i>Plant Overhead Cost</i>	Rp	46.184.626.667,51
Pengawasan	Rp	1.797.000.000,00
Total	Rp	160.905.306.260,49
4 Total Penjualan (S)	Rp	1.002.178.601.238,87

$$\begin{aligned}
 & Fa + (0,3 \times Ra) \\
 \text{BEP} &= \frac{\quad}{\quad} \\
 & S - (0,7 \times Ra) - Va \\
 &= 41,00\% \\
 & \text{Titik BEP terjadi pada kapasitas produksi:} \\
 &= 41,00\% \times 23.000 \text{ Ton/Tahun} \\
 &= 9.430 \text{ Ton/Tahun}
 \end{aligned}$$

Shut Down Point (SDP)

Shut Down Point adalah suatu titik atau saat penentuan aktivitas produksi dihentikan. Penyebabnya antara lain adalah *Variable cost* yang terlalu tinggi, atau karena keputusan manajemen akibat tidak ekonomisnya suatu aktivitas produksi (tidak menghasilkan keuntungan).

$$\begin{aligned}
 \text{SDP} &= \frac{0,3 Ra}{S - (0,7 \times Ra) - Va} \\
 &= 36,29\%
 \end{aligned}$$



Gambar 2. Grafik BEP

3 HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan neraca massa menunjukkan bahwa untuk menghasilkan 23.000 ton tepung karagenan per tahun dibutuhkan pasokan bahan baku rumput laut *Eucheuma cottonii* dalam jumlah signifikan dengan efisiensi proses yang optimal. Kebutuhan air total pabrik diperkirakan sebesar 15.728 m³/hari yang digunakan untuk air proses, pendingin, boiler, dan sanitasi. Kebutuhan energi listrik mencapai sekitar 5.587 kW yang dipenuhi melalui jaringan PLN dan generator set. Konsumsi bahan bakar diesel untuk boiler dan genset diperkirakan sebesar 5.420 kg/jam. Dari sisi ekonomi, total investasi yang dibutuhkan terdiri atas modal tetap sebesar Rp37 miliar dan modal kerja Rp16 miliar. Total biaya produksi tahunan mencapai Rp762 miliar, sedangkan pendapatan penjualan diperkirakan sebesar Rp1 triliun per tahun.

Hasil analisis menunjukkan bahwa metode SRC memberikan keunggulan dari sisi efisiensi biaya dan energi dibandingkan proses refined. Nilai ROI yang tinggi serta POT yang singkat menunjukkan tingkat pengembalian investasi yang cepat, sehingga menarik bagi investor. BEP sebesar 41% menunjukkan bahwa pabrik masih dapat beroperasi secara ekonomis meskipun tidak pada kapasitas penuh. Selain itu, pendirian pabrik ini berpotensi memberikan dampak positif terhadap pengembangan industri hilir rumput laut, peningkatan nilai tambah produk, serta penyerapan tenaga kerja. Tantangan utama terletak pada ketersediaan bahan baku yang berkelanjutan dan pengelolaan limbah proses agar tetap ramah lingkungan.

4 KESIMPULAN

Prarancangan Pabrik Tepung Karagenan dari Rumput Laut (*Eucheuma Cottonii*) dengan Metode Semi-Refined Carrageenan Kapasitas 23.000 Ton/Tahun ini direncanakan akan didirikan di Desa Laikang, Kabupaten Takalar, Sulawesi Selatan.

Sesuai perhitungan analisa ekonomi dapat diketahui :

- Keuntungan yang diperoleh sebelum pajak Rp62.297.057.921,27 dan sesudah pajak yaitu dan Rp42.596.863.195,74 .
- Return on Investmen (ROI) untuk pabrik ini 42,01% sebelum pajak dan 28,73% sesudah pajak.

- c. Pay Out Time (POT) untuk pabrik ini adalah 0,56 tahun sebelum pajak dan 0,80 tahun sesudah pajak.
- d. Break Event Point (BEP) adalah 41,00 %. BEP untuk pabrik kimia pada umumnya berkisar antara 40-60 %.
- e. Shut Down Point (SDP) adalah 36,29 %.

Berdasarkan perhitungan analisis ekonomi di atas, dapat disimpulkan Prarancang Pabrik Tepung Karagenan dari Rumput Laut (*Eucheuma Cottanii*) dengan Metode Semi-Refined Carrageenan Kapasitas 23.000 Ton/Tahun layak untuk diteruskan ketahap selanjutnya.

5 DAFTAR PUSTAKA

- Agra, S.W., 1987, *Reaktor Kimia*, Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada Yogyakarta.
- Badan Pusat Statistik, 2023, *Buletin Statistik Perdagangan Luar negeri vol II*, BPS, Makassar.
- Brown.G.George., 1956, *Unit Operation 6^{ed}*, Wiley&Sons, USA.
- Brownell.L.E. and Young.E.H., 1959, *Process Equipment Design*, John Wiley & Sons, New York.
- Coulson.J.M. and Ricardson.J.F., 1983, *Chemical Engineering vol 6*, Pergamon Press Inc, New York.
- Geankoplis.Christie.J., 1993, *Transport Processes and unit Operation 3^{th ed}*, Allyn & Bacon Inc, New Jersey.
- Himmeblau.David., 1996, *Basic Principles and Calculation in Chemical Engineering*, Prentice Hall Inc, New Jersey.
- Holman, J.P., *Heat Transfer 8th Edition*, Mc Graw Hill Companies Inc., USA Kent S. Knaebel, 2006. *How To Guide For Adsorber Design*, Adsorption Research, Inc. Dublin, Ohio 43016.
- Kern.D.Q., 1950, *Process Heat Transfer*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Kirk.R.E.and Othmer.D.F., 1993, *Encyclopedia of Chemical Technology 18^{ed}*, John Wiley&Sons, New York.
- Levenspiel.O., 1972, *Chemical Reaction Engineering 2nd edition*, John Wiley and Sons Inc, New York.
- Matar, S. and Hatch, F.L, 2000, *Chemistry of Petrochemical Processes*, Gulf Publishing Company, Texas
- Mc. Cabe.W.L. and Smith.J.C., 1985, *Operasi Teknik Kimia*, Erlangga, Jakarta.
- Megyesy, E.F., 1983, *Pressure Vessel Handbook*, Pressure Vessel Handbook Publishing Inc, USA.
- Meyers, Robert A., 2004, *Handbook of Petroleum and Refinery Process*, McGraw-Hill Book Company (Digital Engineering Series), New York.
- Minceva, M., 1988, *Chemical Process Equipment*, Butterworth-Heinnemann Inc., New York.
- Perry.R.H. and Green.D., 1997, *Perry's Chemical Engineer Handbook 7^{th ed}*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Peter.M.S. and Timmerhause.K.D., 1991, *Plant Design an Economic for Chemical Engineering 3^{ed}*, McGraww-Hill Book Company, New York.
- Rase, H.F. and Barrow, M.H., 1957, *"Chemical Reactor Design for Process Plant", vol. I&II*, John Willey and Sons, New York.
- Smith.J.M. and Van Ness.H.C., 1975, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamics 3^{ed}*, McGraww-Hill Inc, New York.

- Treyball.R.E., 1981, *Mass Transfer Operation 3^{ed}*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Ulman's, 1987, *Encyclopedia of Industical Chemistry vol VI*, New york.
- Ulrich.G.D., 1982, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economics*. John Wiley & Sons Inc, New York.
- Wallas. S.M., 1959, *Chemical Process Equipment*, Butterworth Publishers, Stoneham USA.