



PRA RANCANGAN PABRIK

“REFINED CARRAGEENAN DARI RUMPUT LAUT *EUCHEUMA COTTONII* MENGGUNAKAN PROSES PRESIPITASI KALIUM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN”

BAB I PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan posisi pertama sebagai eksportir rumput laut, namun jika dilihat berdasarkan sisi harga jual masih cukup memperhatikan. Indonesia masih berada di posisi ke-7 dalam sisi harga jualnya. Rendahnya harga ekspor sebagian besar disebabkan karena ekspor rumput laut Indonesia masih berupa bahan mentah atau *raw material* sehingga nilainya masih tergolong rendah. Rumput laut mentah akan bernilai lebih tinggi apabila diolah menjadi produk baru. Terdapat kurang lebih 782 jenis rumput laut yang hidup di perairan Indonesia. Jumlah tersebut terdiri dari alga hijau sebesar 196 jenis, alga coklat sebesar 134 jenis, dan alga merah sebesar 452 jenis (Tsabisah dkk, 2023).

Alga yang hidup di perairan Indonesia tidak semua dibudidayakan dan dikembangkan, namun hanya beberapa jenis saja. Rumput laut yang telah dibudidayakan dan dikembangkan di Indonesia antara lain adalah jenis *Euchema spinosum*, *Euchema cottoni*, dan *Gracilaria sp.* Rumput laut di Indonesia dikembangkan dan dibudidaya karena harga teknik produksinya yang relative mudah dan murah, resiko gagal panen yang rendah, produktivitasnya yang tinggi, dan panen bisa dilakukan setiap 45-60 hari sekali atau sekitar 4-5 kali panen dalam setahun (Harnianingsih dkk, 2017). Rumput laut merupakan bahan baku dari beberapa industri yang menggunakan rumput laut sebagai bahan bakunya. Salah satu industri yang menggunakan rumput laut sebagai bahan bakunya adalah industri karagenan (Larasati, 2022).

Karagenan merupakan senyawa yang termasuk pada kelompok polisakarida galaktosa yang berasal dari ekstraksi rumput laut. Karagenan sebagian besar mengandung Natrium (Na), Magnesium (Mg), dan Kalsium (Ca) yang terikat pada gugus ester sulfat berasal dari galaktosa dan kopolimer *3,6-anhydro-galaktose*. Karagenan banyak digunakan sebagai sediaan makanan, farmasi, dan kosmetik sebagai pembuat gel, pengental atau penstabil, dan perenyah. Karagenan dapat diekstraksi dari rumput laut dan dapat digunakan sebagai industri pangan karena



PRA RANCANGAN PABRIK

“REFINED CARRAGEENAN DARI RUMPUT LAUT *EUCHEUMA COTTONII* MENGGUNAKAN PROSES PRESIPITASI KALIUM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN”

karakteristiknya yang dapat berbentuk gel, bersifat mengentalkan, dan menstabilkan material utamanya. Karagenan ini tidak dapat dikonsumsi oleh manusia karena tidak memiliki nutrisi yang diperlukan oleh tubuh manusia. Oleh karena itu, karagenan digunakan dalam industri pangan hanya berfungsi untuk mengendalikan kandungan air dalam bahan pangan utamanya, mengendalikan tekstur, dan menstabilkan suatu makanan (Kamsina, 2013).

Karagenan dibagi atas tiga kelompok utama yakni Kappa karagenan, Iota karagenan, dan Lambda karagenan. Kappa karagenan merupakan jenis karagenan yang terdapat di dalam rumput laut jenis *Eucheuma cottoni*. Jenis karagenan ini lebih banyak diproduksi dan dibudidayakan daripada karagenan lain karena proses pembuatannya yang lebih mudah. Kappa karagenan tersusun dari (1,3)-D-galaktosa-4-sulfat dan (1,4)-3,6-anhidro-D-galaktosa. Kappa karagenan juga mengandung D galaktosa-6-sulfat ester dan 3,6-anhidro D-galaktosa-2-sulfat ester. Gugusan 6-sulfat dapat menurunkan daya gelasi (proses pembentukan gel) dari karagenan, tetapi dengan penambahan alkali dapat menyebabkan terjadinya eliminasi gugusan 6-sulfat yang menghasilkan 3,6-anhidro-D-galaktosa, sehingga derajat keseragaman molekul meningkat dan daya gelasinya juga otomatis bertambah (Murdiningsih dkk, 2018).

Indonesia menjadi produsen terbesar rumput laut mentah jenis *Eucheuma cottoni* di dunia, namun Indonesia belum menjadi produsen terkemuka untuk produk olahannya yang memiliki nilai jual yang lebih tinggi. Dari total produksi *Eucheuma cottoni* sebesar 1,04 juta ton kering, Indonesia hanya mampu mengolah 5 persennya sebagai produk turunan berupa karagenan. Produk olahan karagenan tersebut terdiri dari 3 jenis produk, yaitu *Alkali Treated Cottoni* (ATC), *Semi Refined Carrageenan* (SRC) dan *Refined Carrageenan* (RC). Total produksi ketiga produk tersebut pada tahun 2014 sebesar 13.125 ton. Rendahnya produksi karagenan tersebut tak terlepas dari jumlah pelaku industri produk olahan ini di Indonesia. Saat ini tingkat produksi ATC nasional hanya dikuasai oleh dua perusahaan. Produk SRC lebih dari seperempat pasar dikuasai oleh satu dua perusahaan. Sedangkan untuk produk dari RC belum ada pemain dengan tingkat produksi skala besar. Saat ini Indonesia hanya memiliki 26 perusahaan pengolahan



PRA RANCANGAN PABRIK

“REFINED CARRAGEENAN DARI RUMPUT LAUT *EUCHEUMA COTTONII* MENGGUNAKAN PROSES PRESIPITASI KALIUM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN”

rumput laut menjadi karagenan semi murni dan karagenan murni dan operasinya dalam ukuran skala menengah sampai skala besar, sedangkan industri karagenan dalam skala kecil masih sangat minim investasinya.

Indonesia setidaknya membutuhkan sekitar 200 industri pengolahan rumput laut menjadi produksi karagenan. Hal ini dikarenakan Indonesia merupakan negara kepulauan dengan jumlah pulau yang mencapai 13.466 pulau dengan panjang pantai mencapai 95.181 km. Kebutuhan karagenan terus meningkat setiap tahunnya dengan rata-rata pertumbuhan ekspor sebesar 3,82%, impor sebesar 23,38%, dan konsumsi sebesar 4,46% (Devi dkk, 2020). Oleh karena itu, pendirian industri karagenan mempunyai peluang yang sangat prospektif untuk dikembangkan.

I.2 Sejarah Perkembangan Pabrik

Kappaphycus alvarezii sebagai komoditi rumput laut yang mengandung *sulphated-polysaccharide kappa-carrageenan* mengalami peningkatan hasil budidayanya di negara Indonesia dan Philipina. Kappa karagenan digunakan sebagai *thickener*, *emulsifier*, dan stabilizer dalam produk makanan dan pakan hewan. Berdasarkan kemurnian bahan yang dimiliki maka kappa-carrageenan dikelompokkan ke *Refined Carrageenan* (RC) dan *semi-Refined Carrageenan* (SRC) yang penggunaannya berdasarkan *European Union Utilization Coding* di beri kode E407 untuk RC dan E407a untuk SRC (Alamsjah, 2021).

Produksi *Semi Refined Carrageenan* (SRC) dan *Refined Carrageenan* (RC) biasanya menggunakan rumput laut merah (Rhodophyceae) jenis *Kappaphycus alvarezii* atau lebih dikenal dengan nama *Eucheuma cottonii* dan bahan pembantu larutan alkali (KOH 12%) dan air yang digunakan dalam proses ekstraksi rumput laut serta larutan KCl yang digunakan dalam proses pengendapan pembuatan karagenan. Karagenan memiliki banyak kegunaan, di antaranya sebagai bahan pembentuk gel, pengemulsi, bahan pengental, penstabil, dan bahan pengikat. Selain kegunaan dalam industri makanan, karagenan juga digunakan dalam manufaktur keramik, dalam farmasi, dan pupuk (Kamsina, 2013).



PRA RANCANGAN PABRIK

“REFINED CARRAGEENAN DARI RUMPUT LAUT *EUCHEUMA COTTONII* MENGGUNAKAN PROSES PRESIPITASI KALIUM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN”

I.3 Aspek Ekonomi

Kebutuhan *Refined Carrageenan* di Indonesia terus meningkat setiap tahun. Hal ini dapat dilihat dari data impor *Refined Carrageenan* dari tahun ke tahun.

Tabel I. 1. Data Impor Refined Carrageenan di Indonesia

Tahun	Jumlah Impor (Ton/Tahun)	Pertumbuhan
2018	242.717	-
2019	334.408	37,75%
2020	403.812	20,75%
2021	390.690	-3,25%
2022	608.394	55,72%
Pertumbuhan impor per tahun		27,74%

(Badan Pusat Statistik, 2024)

Dari tabel 1.7, diketahui pertumbuhan impor karaginan rata-rata pertahun adalah 27.74%. Pabrik ini direncanakan akan berdiri pada tahun 2028, sehingga perkiraan kapasitas impor pada tahun 2028 dapat dihitung dengan persamaan 1.1..

$$m_1 = P_1(1 + i_1)^n \quad (1.1)$$

Dimana, m_1 = jumlah impor pada tahun pabrik didirikan (kg/tahun)

P_1 = data besarnya impor pada tahun tertentu (kg)

i_1 = rata-rata pertumbuhan impor tiap tahun (%)

n = selisih tahun pabrik didirikan dengan tahun acuan data impor

Sehingga perkiraan ekspor pada tahun 2028 adalah:

$$\begin{aligned} m_1 &= 608.394 \times (1 + 0,2774)^4 \\ &= 2.069.281 \text{ kg} \end{aligned}$$

Tabel I. 2. Data Ekspor Refined Carrageenan di Indonesia

Tahun	Jumlah Ekspor (Ton/Tahun)	Pertumbuhan
2018	4.439.850	-
2019	4.757.209	7.14%
2020	4.812.604	1.16%
2021	4.944.548	2.74%
2022	4.981.645	0.75%
Pertumbuhan ekspor per tahun		2.95%

(Badan Pusat Statistik, 2024)



PRA RANCANGAN PABRIK

“REFINED CARRAGEENAN DARI RUMPUT LAUT *EUCHEUMA COTTONII* MENGGUNAKAN PROSES PRESIPITASI KALIUM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN”

Tabel I. 3. Data Kebutuhan Refined Carrageenan di Indonesia

No	Tahun	Kebutuhan (Ton)
1	2018	125.657
2	2019	172.871
3	2020	21.235
4	2021	201.723
5	2022	313.842
Σ	10.100	215.945

(Badan Pusat Statistik, 2024)

Dari tabel 1.8, pertumbuhan ekspor karaginan rata-rata pertahun adalah 2.95%. Maka dengan persamaan 1.2.

$$m_4 = P_4(1 + i_4)^n \quad (1.2)$$

Dimana, m_1 = jumlah ekspor pada tahun pabrik didirikan (kg/tahun)

P_4 = data besarnya ekspor pada tahun acuan (kg)

i_4 = rata-rata pertumbuhan ekspor tiap tahun (%)

n_4 = selisih tahun pabrik didirikan dengan tahun acuan data ekspor

Sehingga perkiraan ekspor pada tahun 2028 adalah:

$$\begin{aligned} m_4 &= 4.981.645(1 + 0,02951)^4 \\ &= 5.761.368 \text{ ton} \end{aligned}$$

Untuk rencana kapasitas produksi karaginan pada tahun 2028 dirumuskan pada persamaan 1.3.

$$m_1 + m_2 + m_3 = m_4 + m_5 \quad (1.3)$$

Dimana, m_1 = nilai impor pada tahun pabrik didirikan

m_2 = nilai produksi pada tahun pabrik didirikan

m_3 = kapasitas pabrik yang akan didirikan

m_4 = nilai ekspor pada tahun pabrik didirikan

m_5 = nilai konsumsi pada tahun pabrik didirikan

Sehingga, kapasitas baru pabrik karaginan pada tahun 2028 adalah sebesar:

$$\begin{aligned} m_1 + m_2 + m_3 &= m_4 + m_5 \\ 1.620.122 + 0 + m_3 &= 5.596.239 + 0 \\ m_3 &= 3.976.117 \text{ ton} \end{aligned}$$



PRA RANCANGAN PABRIK

“REFINED CARRAGEENAN DARI RUMPUT LAUT *EUCHEUMA COTTONII* MENGGUNAKAN PROSES PRESIPITASI KALIUM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN”

Jadi, untuk tahun 2028 (tahun ketika pabrik sudah selesai dibangun dan telah masuk tahan produksi), berdasarkan pertimbangan kebutuhan dalam negeri dan bila memungkinkan untuk komoditi ekspor, maka dipilih kapasitas 30.000 ton/tahun sebagai kapasitas optimum pabrik ini, dengan harapan akan mampu menutupi kebutuhan *Refined Carrageenan* dalam negeri dan dapat meningkatkan devisa negara.

I.4. Sifat Fisika dan Kimia

I.4.1. Sifat-Sifat Fisika dan Kimia Bahan Baku

1. Rumput Laut *Euचेuma cottonii* (Astriani, 2023)

Ciri fisik *Euचेuma cottonii* adalah mempunyai thallus silindris, permukaan licin, cartilogeneus. Keadaan warna tidak selalu tetap, kadang-kadang berwarna hijau, hijau kuning, abu-abu atau merah. Perubahan warna sering terjadi hanya karena faktor lingkungan. Kejadian ini merupakan suatu proses adaptasi kromatik yaitu penyesuaian antara proporsi pigmen dengan berbagai kualitas pencahayaan. Penampakan thalli bervariasi mulai dari bentuk sederhana sampai kompleks. Duri-duri pada thallus runcing memanjang, agak jarang-jarang dan tidak bersusun melingkari thallus. Percabangan ke berbagai arah dengan batang-batang utama keluar saling berdekatan ke daerah basal (pangkal). Tumbuh melekat ke substrat dengan alat perekat berupa cakram. Cabang-cabang pertama dan kedua tumbuh dengan membentuk rumpun yang rimbun dengan ciri khusus mengarah ke arah datangnya sinar matahari.

Tabel I. 4. Taksonomi rumput laut *Euचेuma cottonii*

Tingkatan	Taksonomi
Kingdom	<i>Plantae</i>
Divisi	<i>Rhodophyta</i>
Kelas	<i>Rhodophyceae</i>
Ordo	<i>Gigartinales</i>
Famili	<i>Solieracea</i>
Genus	<i>Euचेuma</i>
Spesies	<i>Euचेuma cottonii</i>



PRA RANCANGAN PABRIK

“REFINED CARRAGEENAN DARI RUMPUT LAUT *EUCHEUMA COTTONII* MENGGUNAKAN PROSES PRESIPITASI KALIUM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN”

2. Kalium Hidroksida (*Perry*, 1997)

- a. Berat molekul : 56.11 kg/kmol
- b. Titik lebur pada 1 atm : 380 °C
- c. Titik didih pada 1 atm : 1320 °C
- d. Specific gravity : 2.044
- e. Densitas (KOH 10%) : 1.0918 g/cm³
- f. Specific Heat (KOH 10%) : 0.75 J/kmol
- g. Kelarutan dalam air (30 °C) : 121.3g / 100g water
- h. Termasuk dalam golongan basa kuat, sangat larut dalam air
- i. Bereaksi dengan CO₂ di udara membentuk K₂CO₃
- j. Bereaksi dengan asam membentuk garam dan air
- k. Bereaksi dengan Al₂O₃ membentuk AlO₂
- l. Bereaksi dengan halida (X) menghasilkan KOX dan asam halida yang larut dalam air
- m. Bereaksi dengan trigliserida membentuk sabun dan gliserol
- n. Bereaksi dengan ester membentuk garam dan senyawa alcohol

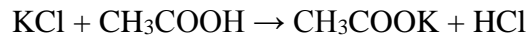
3. Kalium Klorida (*Perry*, 1997)

- a. Berat molekul : 74.55 kg/kmol
- b. Titik lebur pada 1 atm : 790 °C
- c. Titik didih pada 1 atm : 1500 °C
- d. Specific gravity : 1,988
- e. Densitas (KCl 2%) : 1,00977 g/cm³
- f. Specific Heat (KCl 2%) : 0,906 J/kmol
- g. Kelarutan dalam air (30°C) : 36.33g / 100g water
- h. Merupakan senyawa ionik.
- i. KCl bersifat elektrolit.
- j. Bereaksi dengan asam kuat seperti H₂SO₄ dengan menghasilkan Asam Klorida:
$$2 \text{KCl} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + 2\text{HCl}$$
- k. Bereaksi dengan asam lemah seperti CH₃COOH:

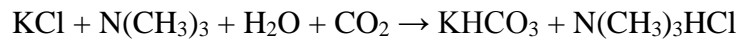


PRA RANCANGAN PABRIK

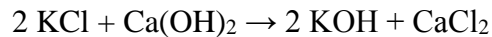
“REFINED CARRAGEENAN DARI RUMPUT LAUT *EUCHEUMA COTTONII* MENGGUNAKAN PROSES PRESIPITASI KALIUM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN”



- l. Bereaksi dengan H_2O , CO_2 , dan *Trimethylamine* membentuk Kalium Bikarbonat:



- m. Bereaksi dengan Kalsium Hidroksida:



4. Aquadest (*Perry*, 1999)

- Berat molekul : 18.02 kg/kmol
- Titik didih : 100°C
- Titik leleh : 0°C
- Specific gravity (30°C) : 1
- Viskositas (30°C) : 0.6 cp
- Indeks bias : 1.333
- Wujud : cair, tidak berwarna, tidak berasa, dan tidak berbau
- Molekul air dapat diuraikan menjadi unsur-unsur asalnya dengan mengalir arus listrik.
- Air adalah pelarut yang kuat dan dapat melarutkan banyak jenis zat kimia.
- Air dapat larut dalam berbagai komposisi dalam *ethyl ether*

I.4.2. Sifat-Sifat Fisika dan Kimia Produk

1. *Refined Carrageenan* (Ilhamdy dkk, 2019).

- Kadar air (%) : 4,60 - 11,77
- Kadar abu (%) : 15,42 - 18,05
- Kadar abu tak larut asam karagenan (%) : 0,89 - 15,16
- pH : 8,27 – 8,73
- Kekuatan gel karagenan (g/cm^2) : 38,16 - 70,33
- Viskositas karagenan (cps) : 58,55 – 199,16
- Kadar sulfat karagenan (%) : 15,26 - 35,86



PRA RANCANGAN PABRIK

“REFINED CARRAGEENAN DARI RUMPUT LAUT *EUCHEUMA COTTONII* MENGGUNAKAN PROSES PRESIPITASI KALIUM KLORIDA DENGAN KAPASITAS 30.000 TON/TAHUN”

- h. Rendemen (%) : 25,49 - 30,21
- i. Suhu titik gel ($^{\circ}\text{C}$) karagenan : $31,78^{\circ}\text{C} - 36,32^{\circ}\text{C}$
- j. Suhu titik leleh ($^{\circ}\text{C}$) : $50,45^{\circ}\text{C} - 78,66^{\circ}\text{C}$
- k. Logam berat Pb karagenan (%) : 0,41 - 0,69
- l. Logam berat Cu karagenan (%) : 0,18 - 0,67
- m. Logam berat Zn karagenan (%) : 0,35 - 0,78
- n. Larut dalam air panas
- o. Hanya larut dalam larutan garam natrium
- p. Mempunyai daya gelasi yang kuat dan padat
- q. Terpresipitasi dengan ion potassium dan membentuk gel elastis dengan ion kalsium.
- r. Sifat gel menjadi transparan ketika ditambahkan dengan gula

Spesifikasi mutu karagenan dapat dilihat pada Tabel 1.5. dibawah ini :

Tabel I. 5. Spesifikasi mutu karagenan menurut FAO, FCC, dan EEC

Spesifikasi	FAO	FCC	EEC
Zat volatile (%)	Maks. 12	Maks. 12	Maks. 12
Sulfat (%)	15-40	18-40	15-40
Kadar abu (%)	15-40	Maks. 35	15-40
Viskositas (cP)	Min. 5	-	-
Kadar Abu tidak larut	Maks. 1	Maks. 1	Maks. 2
Logam Berat			
Pb (ppm)	Maks. 10	Maks. 10	Maks. 10
As (ppm)	Maks. 3	Maks. 3	Maks. 3
Cu (ppm)	-	-	Maks. 50
Zn (ppm)	-	-	Maks. 25
Loss on drying(%)	Maks. 12	Maks. 12	-

Sumber: A/S Kobenhvns Pektifabrik (1978)