

BAB I

PENDAHULUAN

I.1. Latar Belakang

Margarin adalah produk makanan berbentuk emulsi *water in oil* (w/o), baik semi padat maupun cair, yang dibuat dari lemak makan dan atau minyak makan nabati sebagai bahan utama. Margarin mengandung air dan bahan tambahan pangan yang diizinkan, dengan atau tanpa perubahan kimiawi termasuk hidrogenasi, interesterifikasi, dan telah melalui proses pemurnian. (Ramadhana, dkk., 2016). Pembuatan margarin dari minyak kelapa dan lemak coklat dengan perbandingan minyak kelapa dan lemak coklat sebesar 30:70 menghasilkan margarin yang baik (Dian, dkk., 2014). Margarin tersebut merupakan margarin yang lebih sehat, akan tetapi margarin tersebut berwarna putih pucat, sehingga campuran tersebut perlu ditambah pewarna kuning atau orange yang mendekati warna margarin yang diinginkan yaitu warna kuning mentega (*Butter Yellow*).

Karotenoid merupakan kelompok pigmen yang bewarna kuning, oranye, merah orange, serta larut dalam minyak. Beberapa jenis karotenoid yang banyak terdapat di alam dan bahan makanan adalah β -karoten (berbagai buah-buahan yang kuning dan merah), likopen (tomat), kapxatin (cabai merah) dan biksin (annatis) (Winarno, 1992).

Beta-karoten merupakan pigmen pemberi warna oranye pada buah dan sayuran, seperti pepaya, tomat, wortel. Rumus kimia β -karoten hampir sama dengan rumus vitamin A, yaitu $C_{20}H_{30}O$ (Pro Vitamin A). Pigmen ini terdapat pada wortel, sehingga dapat diambil sebagai pembuatan zat warna alami dapat diperbaharui (*renewable resources*), relatif tidak mengandung unsur sulfur sehingga tidak menyebabkan polusi udara, dan juga dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan sumber daya hutan dan pertanian. (Widarto, 1995).

Banyak faktor yang dapat mempengaruhi kestabilan karoten. Legowo (2005) menyebutkan bahwa karoten stabil pada pH netral dan alkali namun tidak stabil pada kondisi asam, adanya udara atau oksigen, cahaya dan panas. Karotenoid tidak stabil karena mudah teroksidasi oleh adanya oksigen dan peroksida. Selain itu, dapat

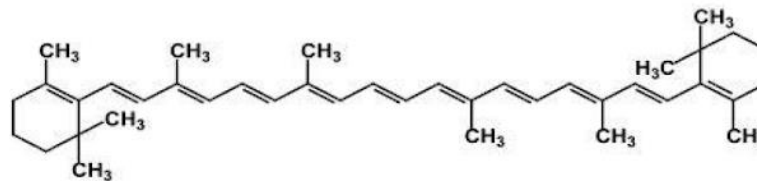
mengalami isomerisasi bila terkena panas, cahaya dan asam. Isomerisasi dapat menyebabkan penurunan intensitas warna dan titik cair.

Histifarina, et al. (2004), menyatakan bahwa degradasi karoten yang terjadi selama pengolahan diakibatkan oleh proses oksidasi pada suhu tinggi yang mengubah senyawa karoten menjadi senyawa ionon berupa keton. Selanjutnya Histifarina, et al. (2004), menyatakan bahwa senyawa karotenoid mudah teroksidasi terutama pada suhu tinggi yang disebabkan oleh adanya sejumlah ikatan rangkap dalam struktur molekulnya.

Dari uraian diatas, maka dapat disimpulkan bahwa Beta-karoten merupakan pigmen pemberi warna oranye pada buah dan sayuran. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kestabilan karoten. Beta karoten juga mudah teroksidasi dengan adanya oksigen.

I.2. Sifat-Sifat Bahan Baku dan Produk

1. Beta karoten



Gambar I.1. Struktur Kimia β -Karoten

Menurut Ruwanti (2010), karotenoid sebagai provitamin A mempunyai sifat fisik dan kimia larut dalam lemak, larut dalam Kloroform, *Benzene*, Karbondisulfida, dan Petroleum Eter, tetapi sukar larut di dalam alkohol, serta sensitif terhadap oksidasi, autooksidasi dan sinar.

Berikut ini merupakan sifat-sifat dari beta karoten (Ruwanti, 2010) :

- Rumus molekul : $C_{40}H_{16}$
- Bobot molekul : $536,87 \text{ g mol}^{-1}$
- Density : $0,941 \pm 0,06 \text{ g/cm}^3$
- Bentuk : kristal prisma heksagonal dan berwarna ungu tua dari kristalisasi pelarut benzene dan metanol, berbentuk plat kuadratik dan berwarna merah dari kristalisasi dalam pelarut petroleum eter.
- Titik leleh : $181-182^\circ\text{C}$
- Optik aktif : beta karoten mempunyai struktur yang simetris dan bersifat non optik aktif.
- Oksidasi : udara bebas karoten mengikat oksigen dan menaikkan kecepatan pembentukan warna yang lebih pucat. Autooksidasi beta karoten murni dimulai setelah beberapa hari kontak dengan udara dan akan terbentuk formaldehid. Pencampuran beta karoten dalam karbon tetraklorida dengan oksigen menghasilkan sedikit glioksal.

2. *Whey Protein Isolate* (WPI)

Karakteristik kimiawi protein *whey* sebagian besar terdiri atas komponen protein. Protein *whey* mewakili 20% nitrogen dalam susu sapi, protein ini dapat dipecah menjadi 2 fraksi yaitu fraksi tidak larut (*b-lactoglobulin*) dan fraksi yang larut (*a-lactalbumin*). Kedua fraksi *whey* protein tersebut digolongkan heterogen. Globulin penting yang terkandung dalam susu adalah immunoglobulin G, namun juga terkandung sebagian kecil IgA, IgM dan IgE. Selain mengandung protein, *whey* juga mengandung vitamin, mineral, lemak dan laktosa yang baik untuk tubuh manusia (Wong et al, 1996).

Sedangkan karakteristik fisiknya adalah terjadinya konfigurasi entropi jika dipanaskan $65-70^\circ\text{C}$. setelah di panaskan protein *whey* bias tetap utuh atau terpecah menjadi molekul-molekul kecil tergantung pada keseimbangan interaksinya pada saat terjadi proses pemanasan. Proses pengolahan *whey protein* biasanya menyebabkan produk menjadi *gel* dan sensitif terhadap pH tertentu.

3. *Palm Oil*

Crude Palm Oil (CPO) atau minyak kelapa sawit adalah minyak nabati edibel yang didapatkan dari mesocarp buah pohon kelapa sawit. Minyak sawit berbeda dengan minyak inti kelapa sawit (*palm kernel oil*) yang dihasilkan dari inti buah yang sama. Minyak kelapa sawit juga berbeda dengan minyak kelapa yang dihasilkan dari inti buah kelapa (*Cocos nucifera*). Perbedaan ada pada warna (minyak inti sawit tidak memiliki karotenoid sehingga tidak berwarna merah), dan kadar lemak jenuhnya. Minyak sawit mengandung 41% lemak jenuh, minyak inti sawit 81%, dan minyak kelapa 86%. (Harold McGee, 2004)

Kebutuhan minyak sawit sebesar 90% digunakan untuk bahan pangan seperti minyak goreng, margarin, *shortening*, pengganti lemak kakao dan untuk kebutuhan industri roti, coklat, es krim, biskuit, dan makanan ringan. Sifat fisika dan kimia dari minyak kelapa sawit dapat dilihat pada tabel di bawah ini ;

Tabel I.1. Komponen penyusun minyak sawit

Komponen	Komposisi (%)
Trigliserida	95,62
Asam lemak bebas	4,00
Air	0,20
Phosphatida	0,07
Karoten	0,03
Aldehid	0,07

Gunstone (1997)

Tabel I.2. Komposisi Asam Lemak Pada Minyak Sawit

Jenis asam lemak	Komposisi (%)
Laurat	< 1,2
Miristat	0,5 – 5,9
Palmiat	32 – 59
Palmitoleat	< 0,6
Stearat	1,5 – 8
Oleat	27 – 52
Linoleat	5,0 – 1,4
Linolenat	< 1,5

Godin dan Spensley (1971)

Berikut ini merupakan sifat fisika dan kimia dalam minyak jagung :

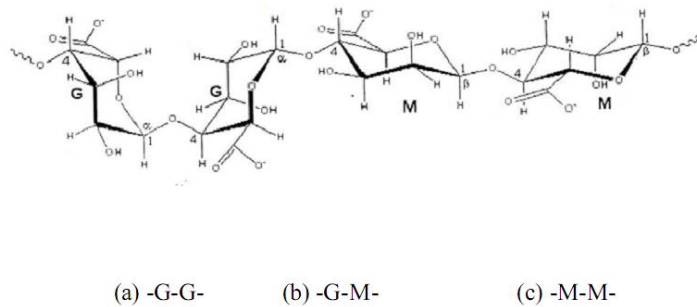
- Titik leleh : 21-24°C
- Indeks bias : 36,0-37,5 (40°C)
- Kadar air : 0,5%
- Asam lemak bebas : 0,5%
- Solubilitas : Larut dalam etanol, isopropil alkohol dan fulfural

4. Alginat

Alginat merupakan komponen utama dari getah ganggang coklat dan merupakan senyawa penting dalam dinding sel spesies ganggang yang tergolong dalam kelas *Phaeophyceae*. Alginat merupakan molekul linier dengan berat molekul tinggi, maka mudah sekali menyerap air. Maka, alginat baik sekali fungsinya sebagai bahan pengental. Alginat dalam bentuk garamnya (Natrium Alginat) dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan, pengental, dan bahan pengemulsi dalam industri makanan dan farmasi. Natrium alginat dapat dihasilkan dari rumput laut.

Karakteristik fisik natrium alginat yaitu berupa tepung atau serat, berwarna putih sampai dengan kekuningan, hampir tidak berbau, dan berasa. Faktor kimia yang berpengaruh adalah pH dan adanya pengikat logam, serta garam monovalen dan kation polivalen. Larutan garam alginat yang larut dalam air akan membentuk *gel* pada larutan asam atau karena adanya ion kalsium dan kation logam polivalen lainnya. Pada konsentrasi tertentu larutan alginat akan menjadi *gel* bila asam atau logam-logam polivalen ditambahkan pada natrium, kalium atau amonium alginat.

Larutan natrium alginat 1-12 % akan menjadi keras seperti *gel* oleh penambahan kalsium atau ion-ion bervalensi 2 (Ba^{2+} , Pb^{2+} , dan Sr^{2+}). Semakin tinggi konsentrasi alginat dan derajat polimerisasinya, semakin kuat *gel* yang terbentuk. Kekuatan *gel* dapat diatur sehingga dihasilkan *gel* bersifat lunak, elastis, ataupun keras.



Gambar I.2. Struktur Kimia Alginat

5. CaCl_2

Kalsium Klorida dengan rumus molekul CaCl_2 sering juga disebut Kalsium(II) klorida, dan Kalsium diklorida. Senyawa ini memiliki nama IUPAC yaitu *calcium chloride* yang biasanya berguna dalam penurunan titik beku, pengolahan air, medis, sterilisasi hewan, sumber ion kalsium, pengering, dan proses industri. Senyawa ini berbentuk serbuk putih, yang bersifat higroskopis dan tidak berbau. Kalsium klorida ini larut dalam CH_3COOH , alkohol, etanol, metanol, aseton, dan piridin. Tetapi tidak larut dalam NH_3 cair, DMSO, $\text{CH}_3\text{COOC}_2\text{H}_5$. Kalsium klorida larut dalam air menghasilkan klorida dan kompleks logam *aqueous* $[\text{Ca}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$, yang merupakan sumber kalsium "bebas" dan ion klorida bebas. Penjelasan ini menggambarkan fakta bahwa larutan ini bereaksi dengan sumber fosfat menghasilkan endapan kalsium fosfat. Kalsium klorida memiliki perubahan entalpi sangat tinggi, ditunjukkan dengan kenaikan suhu yang cukup besar dan disertai pelarutan garam anhidrat dalam air. Sifat ini merupakan dasar bagi senyawa kalsium klorida. Dimana kalsium klorida memiliki nilai titik didih sebesar 2208 K, titik leleh sebesar 1045-1048 K, massa molar sebesar 110.98 g/mol, densitas 2.15 g/cm³, serta kalsium klorida ini tidak berbau.

Tabel I.3. Sifat Fisika dan Sifat Kimia Kalsium Klorida

Titik Didih	2208 K
Titik Leleh	1045 K – 1048 K
Energi Gibbs	-748,81 kJ/mol
pKa	8-9
Massa Molar	110,98 g/mol
Bau	Tidak Berbau
Densitas	2,15 g/cm ³
Penampilan	Serbuk putih, higroskopis
Kelarutan dalam air	74,5 g/100 mL (20°C)
Indeks bias	1.52
Viskositas	3.34 cP (787°C) 1.44 cP (967°C)

6. NaH₂PO₄·2H₂O

Buffer posfat memiliki pH antara 5,3-8,0. Buffer posfat terdiri dari campuran Na₂HPO₄ dan NaH₂PO₄ di mana molekul-molekul tersebut mampu menyerap air. Buffer posfat berfungsi untuk mengatur pH larutan agar tetap konstan di area yang mendekati nilai 7. Besarnya nilai pH pada larutan tersebut bergantung pada komposisi pencampuran Na₂HPO₄ dan NaH₂PO₄ tersebut. Buffer posfat akan menghambat aktivitas dari beberapa metabolik enzim termasuk karboksilase, fumarase, dan posfoglukomutase (Purba, 2006).

Na₂HPO₄ dan NaH₂PO₄ menyebabkan iritasi saluran pencernaan jika tertelan serta iritasi saluran pernapasan jika terhirup (Philipsburg, 2008).

I.3. Kegunaan dan Keunggulan Produk

Enkapsulasi *β-carotene* (Pro vitamin A) banyak digunakan sebagai *supplement* karena memiliki kadar vitamin A yang dapat diolah tubuh, pewarna untuk margarin atau *butter* dan digunakan untuk makanan serta minuman. Selain itu, antioksidan di dalamnya jika digunakan pada porsi yang sesuai, berfungsi untuk mengurangi beberapa penyakit antara lain penyakit jantung, kanker, diabetes, menjaga kesehatan mata, dan lain sebagainya.

Keunggulan dari enkapsulasi *β-carotene* di dalam *hydrogel* antara lain:

1. *Hydrogel* merupakan media penyimpan dan penghantar *β-carotene* untuk mencegah oksidasi.

2. Enkapsulat β -carotene memiliki 2 fungsi yaitu sebagai pewarna margarin dan *emulsifier*. Fungsi sebagai *emulsifier* didapat karena adanya campuran WPI dan β -carotene-loaded-emulsion.
3. Enkapsulat β -carotene mengandung komposisi *Whey Protein Isolate* (WPI) 1% w/w, *Phosphat Buffer* 5 mM, β -carotene 0.1% w/w, dan minyak nabati yang akan terenkapsulasi di dalam *hydrogel* dan menjadi lebih efektif sebagai pewarna margarin. Umumnya formula pengemulsi margarin adalah 0,3%, pewarna dan perasa secukupnya. Berdasarkan keunggulan dari produk kami, maka penambahan *emulsifier* lebih sedikit, mengingat bahwa di Indonesia terdapat beberapa pabrik margarin dan efektivitas juga sangat diperlukan.

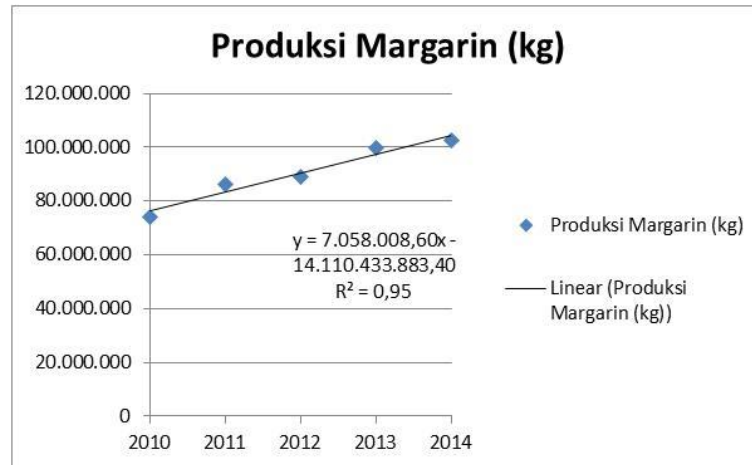
I.4. Penentuan Kapasitas dan Analisa Pasar

Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistika (BPS, 2014), produksi margarin di Indonesia dari tahun 2010 – 2014 disajikan pada Tabel I.3.

Tabel I.4. Produksi margarin di Indonesia tahun 2010 – 2014

Tahun	Produksi Margarin (kg)
2010	74.003.087
2011	86.143.370
2012	89.005.935
2013	99.759.784
2014	102.484.923

Berdasarkan Tabel I.4, data produksi margarin di Indonesia dari tahun 2010-2014 dapat disajikan dalam Gambar I.3. berikut ini.



Gambar I.3. Produksi Margarin di Indonesia tahun 2010 – 2014

Dari Gambar I.3. diperoleh hubungan antara jumlah produksi margarin dan tahun produksi margarin yang dapat dirumuskan dalam persamaan sebagai berikut:

$$Y = ax + b$$

Keterangan:

Y = jumlah produksi margarin

X = tahun produksi margarin

Nilai a, b dan R^2 didapatkan dengan cara regresi linear, sehingga diperoleh:

Nilai a untuk jumlah produksi margarin = 7.058.009

Nilai b untuk jumlah produksi margarin = -14.110.433.883

Nilai R^2 untuk jumlah produksi margarin = 0,95

Berikut ini merupakan contoh perhitungan untuk memperoleh data produksi margarin dari tahun 2015-2024. Data produksi margarin tahun 2015 :

$$Y = ax + b = (7.058.008,60 \times 2015) + (-14.110.433.833,40)$$

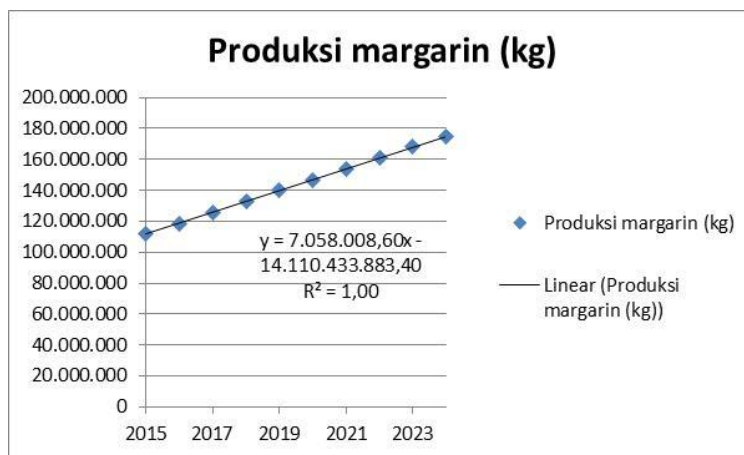
$$Y = 111.453.446 \text{ kg}$$

Dari perhitungan di atas, didapatkan data produksi margarin dari tahun 2015-2024 yang disajikan pada Tabel I.4. berikut ini.

Tabel 1.5. Perkiraan produksi margarin di Indonesia tahun 2015-2024

Tahun	Produksi margarin (kg)
2015	111.453.446
2016	118.511.454
2017	125.569.463
2018	132.627.471
2019	139.685.480
2020	146.743.489
2021	153.801.497
2022	160.859.506
2023	167.917.514
2024	174.975.523

Berdasarkan Tabel I.5. perkiraan produksi margarin di Indonesia dari tahun 2015-2024 dapat disajikan dalam Gambar I.4. berikut ini.



Gambar I.4. Produksi Margarin di Indonesia tahun 2015 – 2024

Lalu berdasarkan (*United States Department of Agriculture, 2018*) diperoleh data banyaknya β -carotene dalam margarin yang disajikan pada tabel berikut :

Tabel 1.6. Data kebutuhan β -carotene

β-carotene	Margarin
819 mcg	dalam 100 gr margarin
0,000819 gr	dalam 100 gr margarine
Massa β-carotene	Periode
1433049,5 g	per tahun
1433 kg	per tahun
4,3 kg	per hari

Sehingga, pabrik ini didirikan untuk membantu memproduksi Enkapsulat β -carotene sebagai pewarna margarin dan *emulsifier*. Fungsi sebagai *emulsifier* didapat karena adanya campuran WPI dan β -carotene-loaded-emulsion. Produksi Enkapsulat β -carotene pabrik ini adalah 1.900 ton/tahun. Dengan produksi per harinya adalah 5,8 ton/hari. Data tersebut didapatkan dari perhitungan neraca massa.

Berdasarkan komposisi untuk pembuatan enkapsulat beta karoten, bahan-bahan untuk pembuatannya diperoleh dengan cara impor dan beberapa didapatkan di dalam negeri. Maka pada tabel I.7. disajikan data ketersediaan bahan baku pembuatan enkapsulat beta karoten.

Tabel I.7. Data Ketersediaan Bahan Baku

<p><u>Beta-carotene</u> Supplier : Arshine Pharmaceutical Co., Ltd</p> <p>Kebutuhan per tahun : 1,419 MT</p> <p>Kemampuan suplai : 60 MT/year</p>	<p><u>Palm oil</u> Supplier : Sinaran Palm</p> <p>Kebutuhan per tahun : 1.431,6165 MT</p> <p>Kemampuan suplai: 14.575 MT/year</p>
<p><u>Whey Protein Isolate</u> Supplier : GLOBE EXP IMP PTY LTD., Gauteng, South Africa</p> <p>Kebutuhan per tahun : 128,9745 MT</p> <p>Kemampuan suplai : 60.000 MT/year</p>	<p><u>Na-alginate</u> Supplier : FoodChem International Corporation</p> <p>Kebutuhan per tahun : 143,3050 ton</p> <p>Kemampuan suplai: 6.000 MT/year</p>
<p><u>NaH₂PO₄.2H₂O</u> Supplier : FoodChem International Corporation</p> <p>Kebutuhan per tahun : 33,3110 MT</p> <p>Kemampuan suplai: 12.000 MT/year</p>	<p><u>CaCl₂</u> Supplier : Shouguang Xinlun Import and Export Co., Ltd</p> <p>Kebutuhan per tahun : 286,6099 ton</p> <p>Kemampuan suplai: 36.000 MT/year</p>