

**KOMBINASI DISTRIBUSI SPASIAL LEMAK DAN BIOPOLIMER LAPIS  
TIPIS BERAROMA PADA GEL RENDAH LEMAK**

*Combination of Spatial Distribution of Fat and Aromatic Thin Layer  
Biopolymers of Low-Fat Gel Food.*

**ARDI MANGGALA PUTRA**

**G032181006**



**PROGRAM PASCASARJANA  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

**KOMBINASI DISTRIBUSI SPASIAL LEMAK DAN BIOPOLIMER LAPIS  
TIPIS TERAROMATISASI PADA GEL RENDAH LEMAK**

Tesis

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar Magister

**Program Studi**

**Ilmu dan Teknologi Pangan**

Disusun dan Diajukan Oleh

**ARDI MANGGALA PUTRA**

Kepada

**PROGRAM PASCASARJANA**

**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MAKASSAR**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN TESIS**

**“Kombinasi Distribusi Spasial Lemak dan Biopolimer Lapis Tipis  
Teraromatisasi Pada Gel Rendah Lemak”**

**Disusun dan Diajukan oleh**

**ARDI MANGGALA PUTRA**

**G032181006**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam  
rangka Penyelesaian Studi Program Magister Program Studi Ilmu dan  
Teknologi Pangan Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal Juni 2021  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

**Menyetujui**

**Pembimbing Utama,**

**Pembimbing Pendamping,**



**Dr. Adiansyah Syarifuddin, STP, M.Si**  
NIP :19770527 200312 1 001

**Ir. Andi Dirpan, S.TP, M.Si., PhD**  
NIP: 19820208 200604 1 003

**Ketua Program Studi,  
Ilmu dan Teknologi Pangan**

**Dekan Fakultas Pertanian  
Universitas Hasanuddin,**

  
**Dr. Adiansyah Syarifuddin, S.TP. M.Si**  
NIP. 19770527 200312 1 001  
**Prof. Dr. Sc. Agr. Ir. Baharuddin**  
NIP. 19601224 198601 1 001

## PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertandatangan dibawah ini :

Nama : Ardi Manggala Putra  
Nomor Mahasiswa : G032181006  
Program Studi : Ilmu dan Teknologi Pangan  
Jenjang : S2

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis saya berjudul :

**“Kombinasi Distribusi Spasial Lemak dan Biopolimer Lapis Tipis  
Teraromatisasi Pada Gel Rendah Lemak”**

Adalah karya tulis saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain, bahwa tesis yang saya tulis benar merupakan hasil karya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan seagai atau keseluruhan Tesis ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Juni 2021

Yang menyatakan



Ardi Manggala Putra

## PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim, Alhamdulillah Robbil 'Alamin segala puji dan syukur yang mendalam dan tiada henti penulis kepada Allah SWT dengan segala rahmat dan hidayah-Nya telah memberikan kekuatan, rezeki, kesehatan dan keteguhan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan tesis ini. Tesis ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar magister pada Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Program Pascasarjana, Universitas Hasanuddin Makassar.

Penulis menghaturkan terima kasih banyak sebesar-besarnya kepada **Dr. Adiansyah Syarifuddin, S.TP. M.Si** dan **Ir. Andi Dirpan, S.TP, M.Si., PhD** selaku pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, kritikan, saran dan motivasi kepada penulis dalam penyusunan tesis. Terima kasih kepada **Dr. Andi Nur Faidah Rahman, S.TP., M.Si**, **Dr. Ir. Jumriah Langkong, MS**, dan **Prof. Dr. Ir. H. Jalil Genisa, MS**, dan selaku dosen penguji yang memberikan saran dan membagi ilmunya terkait penelitian yang telah dilakukan.

Penulis menyadari bahwa tidak ada manusia yang sempurna, sama halnya dengan tesis ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Semoga tugas akhir ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca, khususnya penulis, Amiin.

Makassar, 30 Juni 2021



Ardi Manggala Putra

## ABSTRAK

ARDI M PUTRA. Kombinasi Distribusi Spasial Lemak dan Biopolimer Lapis Tipis Teraromatisasi Pada Gel Rendah Lemak.

Kombinasi distribusi spasial lemak pada matriks pangan dan biopolimer lapis tipis teraromatisasi sebagai metode meningkatkan intensitas persepsi rasa lemak dari pangan rendah lemak melalui interaksi aroma-rasa-tekstur tanpa mengorbankan nilai sensorinya belum dilaporkan hingga saat ini. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui komposisi emulsi *oil in water* (o/w) yang tepat, mengetahui emulsi gel agar/gelatin sebagai model pangan untuk mengontrol distribusi spasial lemak serta mengetahui profil sensorinya, mengetahui sifat *edible film*/biopolimer lapis tipis sebagai pengantar aroma, dan bagaimana hubungan distribusi spasial lemak dan biopolimer lapis tipis teraromatisasi dengan atribut sensorinya. Penelitian ini dilakukan dalam empat tahap yang diawali dengan pembuatan emulsi *oil in water* (o/w), tahap ke dua distribusi spasial pada emulsi gel, dilanjutkan ke tahap tiga pembuatan biopolimer lapis tipis teraromatisasi, dan tahap ke empat aplikasi larutan biopolimer lapis tipis teraromatisasi pada emulsi gel distribusi spasial lemak. Hasil emulsi *oil in water* (o/w) terbaik yaitu MC2GX2 dengan nilai pH 6,5, kestabilan emulsi 99,4%, viskositas 22226 cP, dan Z-avg droplet 8101 nm. Gel distribusi spasial lemak terbaik diperoleh pada perlakuan gel homogen 2 (GHM2) dengan kadar lemak 3,84%, kadar air 78,07%, uji organoleptik parameter kekerasan, warna, kekenyalan disukai oleh panelis, *gel strength* 38,7751 g/cm<sup>2</sup>, *Adhesiveness* -10.754 g/force. Sifat fisika *edible film* teraromatisasi (EFA) diperoleh kuat tarik 3,2845 N/mm<sup>2</sup>, persen pemanjangan 25,32%, ketebalan 0,20 mm. *Edible film* dapat menjadi media penghantar aroma, hasil GS-MS menunjukkan *edible film* teraromatis (EFA) dapat mengikat senyawa 5-pentylpentan-5-olide yang memiliki deskripsi aroma *fatty, sweet, creamy, dairy, fruity, peach, apricot, milky and buttery*. Hasil uji organoleptik metode hedonik memperlihatkan bahwa aplikasi biopolimer lapis tipis teraromatis (EFA) pada gel distribusi spasial lemak (GHM2) dapat meningkatkan penilaian panelis terhadap aroma gel distribusi spasial lemak, tanpa mengurangi penerimaan pada parameter kekerasan, warna (transparansi), kekenyalan gel.

**Kata kunci:** lemak, gel, *edible film*.

## ABSTRACT

ARDI M PUTRA. Combination of Spatial Distribution of Fat and Aromatic Thin Layer Biopolymers of Low-Fat Gel Food.

The combination of spatial distribution of fat in food matrix and aromatic thin layer biopolymers as a method to increase the intensity of perceived taste of fat from low-fat foods through aroma-taste-texture interactions regardless of the sensory value has not been reported. The objectives of this research were to determine the correct composition of oil in water (o/w) emulsion, to determine emulsion as a food model to control spatial distribution of fat and to determine its sensory profile, to determine the properties of edible film/thin layer biopolymer as an aroma agent, and to determine the relationship between spatial distribution of fat and aromatic thin layer biopolymers with their sensory attributes. This research was carried out in four stages. First stages was the production of an oil in water (o/w) emulsion, second stages was the spatial distribution of gel emulsion, third stages was the production of aromatization thin layer biopolymers, and fourth stages was application of aromatic thin layer biopolymer solution to the spatial distribution of fat gel emulsion. The best result of oil in water (o/w) emulsion has the following characteristics: pH value of 6.5, emulsion stability of 99.4%, viscosity of 22226 cP, and Z-avg droplet of 8101 nm. The best spatial distribution of fat was obtained in homogeneous gel with a fat content of 3.84%, water content of 78.07%, gel strength of 38.7751 g/cm<sup>2</sup>, and adhesiveness of -10,754 g/force. Physical properties of aromatic edible film (EFA) obtained had tensile strength of 3.2845 N/mm<sup>2</sup>, percent elongation of 25.32%, and thickness of 0.20 mm. Edible film can be used as an aroma medium. The GS-MS results show that the aromatic edible film (EFA) can bind 5-pentylpentan-5-olide compound which has the aroma notes of fatty, sweet, creamy, dairy, fruity, peach, apricot, milky and buttery. The results of the organoleptic test using hedonic method show that the application of aromatic thin layer biopolymer (EFA) on the spatial distribution of fat can improve panelist's assessment of the spatial distribution of fat gel aroma, without reducing acceptance of the parameters of the hardness, color (transparency), and gel thickness.

Keywords: fat, gel, edible film.

## DAFTAR ISI

ABSTRAK.....	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN .....	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah .....	5
C. Tujuan Penelitian.....	6
D. Manfaat Penelitian.....	6
E. Kerangka Berfikir.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	8
A. Fungsi Lemak Pada Tubuh Manusia .....	8
B. Fungsi Lemak Pada Pangan .....	8
B. Peranan Lemak Pada Sifat Organoleptik Pangan .....	9
C. Asupan Lemak dan Rekomendasi Penggunaan Lemak .....	10
D. <i>State of The Art</i> Distribusi Spasial .....	10
E. <i>State of The Art</i> Biopolimer Lapis Tipis Teraromatisasi .....	12
F. Interaksi Sensori Aroma-Rasa Untuk Meningkatkan Intensitas Persepsi Rasa .....	13
G. Minyak Canola .....	15
H. <i>Edible film</i> .....	16



I. Gum xanthan.....	17
J. Gelatin.....	18
K. Karagenan.....	19
BAB III METODELOGI PENELITIAN .....	21
A. Waktu dan Tempat.....	21
B. Bahan dan Alat.....	21
C. Prosedur Penelitian .....	22
D. Analisis Data .....	28
E. Parameter Pengamatan .....	28
1. Viskositas .....	28
2. pH.....	29
3. Kestabilan emulsi.....	29
4. Ukuran droplet menggunakan <i>Particle Size Analyzer</i> (PSA) .....	29
5. Kadar air (AOAC 1995).....	31
6. Kadar lemak (Standar Nasional Indonesia 1992) .....	31
7. <i>Texture Profile Analysis</i> (TPA).....	32
8. Evaluasi sensori.....	32
9. Pengukuran kuat tarik dan persentase pemanjangan .....	33
10. Ketebalan Film.....	34
11. Identifikasi senyawa volatil.....	34
12. Evaluasi sensori.....	35
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	42
Tahap 1. Preparasi emulsi (o/w).....	42

A. pH.....	42
B. Kestabilan Emulsi .....	45
C. Viskositas .....	47
D. Ukuran Droplet Emulsi .....	50
Tahap 2. Distribusi spasial lemak pada emulsi gel .....	54
E. Kadar Lemak .....	55
F. Kadar Air.....	57
G. Organoleptik Gel Distribusi Spasial Lemak .....	59
H. Kekuatan Gel.....	64
I. Daya Lekat ( <i>Adhesiveness</i> ) .....	67
Tahap 3. Biopolimer Lapis Tipis Teraromatisasi.....	69
J. Kuat Tarik .....	70
K. Persen Pemanjangan/ <i>Elongation</i> .....	72
L. Ketebalan .....	73
M. Senyawa Volatil .....	75
Tahap 4. Aplikasi larutan biopolimer lapis tipis tearomatisasi pada emulsi gel .....	93
N. Kekerasan .....	94
O. Warna (transparansi) .....	96
P. Kekenyalan.....	98
Q. Aroma.....	100
PENUTUP .....	103
A. Kesimpulan.....	103

B. Saran.....	104
DAFTAR PUSTAKA.....	104
LAMPIRAN .....	114

## DAFTAR TABEL

No	Deskripsi	Halaman
1	Desain penelitian emulsi <i>oil-in-water</i> (O / W) minyak canola dan gum xanthan	23
2	Komposisi dan volume gel distribusi spasial lemak	24
3	Distribusi lemak pada lapisan gel distribusi spasial lemak	25
4	Hasil analisa emulsi minyak canola (o/w)	42
5	Hasil analisa gel distribusi spasial lemak	55
6	Hasil analisa <i>edible film</i>	69
7	Komponen volatil dan deksripsi aromatik DIVA <i>food essence</i> aroma <i>wijsman butter</i>	78
8	Komponen volatil dan deksripsi aromatik DIVA <i>food essence</i> aroma keju-keju	80
9a	Komponen volatil dan deksripsi aromatik <i>edible film</i> teraromatisasi (EFA)	83
9b	Komponen volatil dan deksripsi aromatik <i>edible film</i> teraromatisasi (EFA)	84
10a	Komponen volatil dan deksripsi aromatik <i>edible film</i> tanpa aroma (EFNA)	88
10b	Komponen volatil dan deksripsi aromatik <i>edible film</i> tanpa aroma (EFNA)	89
11	Hasil uji organoleptik gel distribusi spasial lemak tersalut biopolimer lapis tipis	94

## DAFTAR GAMBAR

No	Deskripsi	Halaman
1	Dua jalur persepsi rasa dan aroma	14
2	Minyak dan tanaman canola	16
3	Diagram alir penelitian pada tahap 1 pembuatan emulsi <i>oil in water</i>	37
4	Diagram alir tahap 2 pembuatan lapisan gel distribusi spasial lemak	38
5	Diagram alir tahap 3 pembuatan biopolimer lapis tipis teraromatisasi yang dimodifikasi (Syarifuddin <i>et al.</i> 2020)	39
6	Diagram alir penelitian pada tahap 4 emulsi gel biopolimer lapis tipis teraromatisasi	40
7	Bagan alir penelitian	41
8	Skala Indikator pH	43
9	Hubungan konsentrasi minyak canola dengan nilai pH emulsi	44
10	Hubungan konsentrasi minyak canola (MC) dengan kestabilan emulsi	46
11	Hubungan konsentrasi gum xanthan (GX) dengan kestabilan emulsi	46
12	Hubungan konsentrasi gum xanthan (GX) dengan viskositas	48
13	Hubungan konsentrasi gum xanthan (GX) dengan kestabilan emulsi dan viskositas	49
14	Difaktogram emulsi MC1GX1	52
15	Difaktogram emulsi MC1GX2	52
16	Difaktogram emulsi MC2GX1	53
17	Difaktogram emulsi MC2GX2	53
18	Kadar lemak gel distribusi spasial lemak	56
19	Kadar air gel distribusi spasial lemak	58
20	Hasil uji organoleptik gel distribusi spasial lemak	59

No	Deskripsi	Halaman
21	Hasil analisa kekuatan gel distribusi spasial lemak	65
22	Kolerasi kekeuatan gel dan kekerasan gel distribusi spasial lemak	66
23	<i>adhesiveness</i> gel distribusi spasial lemak	68
24	Kuat tarik <i>edible film</i>	70
25	Persen pemanjangan <i>edible film</i>	72
26	Ketebalan <i>edible film</i>	74
27	Komponen volatil aroma DIVA food essence <i>wijsman butter</i> berdasarkan golongan	78
28	Komponen volatil aroma DIVA food essence keju-keju berdasarkan golongan	81
29	Komponen volatil <i>edible film</i> teraromatis (EFA) berdasarkan golongan	85
30	Komponen volatil <i>edible film</i> tanpa aroma (EFNA) berdasarkan golongan	90
31	Hasil uji organoleptik parameter kekerasan gel distribusi spasial lemak tersalut biopolimer lapis tipis.	95
32	Hasil uji organoleptik parameter warna (transparansi) gel distribusi spasial lemak tersalut biopolimer lapis tipis	97
33	Hasil Uji Oganoleptik Parameter Kekenyalan gel distribusi spasial lemak tersalut biopolimer lapis tipis	99
34	Hasil uji organoleptik parameter aroma gel distribusi spasial biopolimer lapis tipis	101

---

## DAFTAR LAMPIRAN

No	Deskripsi	Halaman
1	Data pengukuran pH emulsi minyak canola (o/w), ANOVA.	114
2	Data pengukuran kestabilan emulsi minyak canola (o/w), ANOVA.	116
3	Data pengukuran viskositas emulsi minyak canola (o/w), ANOVA.	117
4	Data pengukuran <i>Particle size analyzer</i> (PSA) emulsi minyak canola (o/w)	118
5	Hasil analisa lemak gel distribusi spasial lemak, ANOVA, dan uji lanjut	123
6	Hasil analisa kadar air gel distribusi spasial lemak, ANOVA, dan uji lanjut.	126
7	Hasil uji organoleptik gel distribusi spasial lemak, ANOVA, dan uji lanjut.	129
8	Hasil analisa kekuatan gel/ <i>gel strenght</i> dan <i>adhesiveness</i> gel distribusi spasial lemak	134
9	Hasil analisa kuat tarik <i>edible film</i>	139
10	Hasil analisa persen pemanjangan <i>edible film</i>	140
11	Hasil analisa ketebalan <i>edible film</i>	141
12	Hasil analisa senyawa volatil DIVA <i>Food Essence</i> aroma <i>wijsman butter</i>	142
13	Hasil analisa senyawa volatil DIVA <i>Food Essence</i> aroma keju-keju	148
14	Hasil analisa senyawa volatil <i>edible film</i> teraromatis (EFA)	154
15	Hasil analisa senyawa volatil <i>edible film</i> tanpa aroma (EFNA)	179
16	Hasil uji organoleptik gel distribusi spasial lemak tersalut biopolimer lapis tipis, ANOVA	199
17	Perbandingan uji organoleptik gel distribusi spasial lemak dan gel distribusi spasial lemak tersalut biopolimer lapis tipis, ANOVA, dan uji lanjut.	202

## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **A. Latar Belakang**

Indonesia mengalami masalah gizi ganda. Selain masalah gizi kurang yang belum tertangani dengan baik, Indonesia dihadapkan juga pada masalah gizi lebih. Kedua masalah gizi ini dapat terjadi pada semua kelompok umur, termasuk pada anak balita, anak usia sekolah, dan remaja. Kedua permasalahan tersebut dapat mempengaruhi harapan hidup manusia karena keduanya berhubungan erat dengan penyakit. Status Gizi pada kelompok dewasa diatas 18 tahun didominasi dengan masalah obesitas, walaupun masalah status gizi kurus juga masih belum teratasi Riset Kesehatan Dasar (RISKESDAS) 2013. Salah satu permasalahan gizi yang cukup serius adalah obesitas. Obesitas telah menjadi epidemik global yang meningkat di negara maju dan juga negara berkembang, termasuk Indonesia. Faktor penyebab obesitas merupakan hal yang kompleks dimana ada keterkaitan antara berbagai faktor terkait, baik faktor dari dalam tubuh atau internal maupun dari luar tubuh atau eksternal. Faktor internal utama penyebab obesitas adalah faktor genetik. Faktor yang kedua adalah faktor eksternal seperti keinginan makan yang berlebihan, pola makan yang salah, konsumsi makanan berlemak yang berlebihan, kurangnya aktivitas fisik dan lingkungan (Chou dan Chen 2017). Hasil penelitian siswa SMA di Makasar menunjukkan terdapat hubungan asupan, energi, lemak, dan karbohidrat



dengan kejadian obesitas (Permanasari dan Aditianti 2017). Data penyakit tidak menular (PTM) khususnya prevalensi obesitas di Indonesia pada usia > 18 tahun ditahun 2013 sebesar 14,8% menjadi 21,8% ditahun 2018 sementara pada hipertensi dari 25,8% menjadi 34,1% Departemen Kesehatan R.I 2018. Hal ini disebabkan perubahan gaya hidup yang cenderung mengkonsumsi pangan olahan yang mengandung gula, garam dan lemak yang tinggi.

Strategi yang dapat diterapkan dan digunakan untuk menurunkan prevalensi PTM adalah meningkatkan intensitas persepsi lemak dari pangan rendah lemak melalui interaksi aroma-rasa-tekstur tanpa mengorbankan nilai sensorinya dengan metode kombinasi distribusi spasial lemak pada matriks pangan dan biopolimer lapis tipis teraromatisasi. Untuk meningkatkan intensitas rasa, diperlukan suatu *tastants* dalam hal ini lemak yang terdistribusi secara spasial pada matriks pangan rendah lemak. Gel adalah model pangan yang dapat digunakan untuk mengontrol distribusi spasial. Sejumlah penelitian melaporkan bahwa peningkatan intensitas rasa manis dapat meningkat ketika sukrosa didistribusikan secara heterogen pada produk gel (Holm, Wendin, dan Hermansson 2009; Mosca *et al.* 2010). Selain itu peneliti lainnya juga menegaskan bahwa distribusi spasial garam secara heterogen dapat meningkatkan persepsi rasa asin pada roti rendah garam dan *hot snacks* (Noort *et al.*, 2010). Berkaitan dengan tingkat kesukaan konsumen, para peneliti menegaskan bahwa distribusi garam secara spasial dapat

meningkatkan intensitas rasa asin pada roti tanpa mempengaruhi tingkat kesukaan konsumen (Noort *et al.* 2010). Penggunaan distribusi spasial aroma juga dilaporkan oleh sejumlah peneliti, bahwa persepsi aroma pada gel dapat ditingkatkan dengan menerapkan distribusi senyawa volatil secara heterogen (Nakao *et al.* 2013b, 2013a).

Penggunaan berbagai senyawa aroma yang sepadan dengan rasa (*congruent aroma*) untuk meningkatkan kualitas sensori telah banyak diteliti (Lawrence *et al.* 2009). Penggunaan *congruent aroma* pada biopolimer lapis tipis teraromatisasi yang dapat berfungsi sebagai pembawa (*carrier*) aroma untuk meningkatkan persepsi dan memberikan penerimaan sensori yang tinggi dikarenakan terkonsentrasinya senyawa aroma pada permukaan pangan sehingga efektivitas proses *flavoring* produk pangan akan meningkat tanpa menambahkan senyawa aroma pada formula pangan. Dilaporkan bahwa persepsi rasa manis dari minuman coklat dapat ditingkatkan bila aroma vanila ditambahkan sementara persepsi rasa pahit akan meningkat saat aroma kakao ditambahkan ke dalam minuman coklat (Labbe *et al.* 2009). Bahkan sejumlah peneliti melaporkan bahwa peningkatan rasa asin pada konsentrasi garam rendah bila menggunakan aroma *sardine* dan *ham* (Lawrence *et al.* 2009). Hal yang sama juga dipertegas oleh peneliti lainnya bahwa penambahan aroma *sardine* dan *butter* yang berasosiasi dengan rasa asin dan lemak dengan mengubah tekstur *model cheese* dapat meningkatkan persepsi rasa asin dan lemak

(Syarifuddin *et al.* 2016). Dilaporkan juga pencampuran senyawa vanila pada matriks *low density polietilen* (LDPE) mampu meningkatkan kualitas sensori dari pangan yang dikemas (Jagadish, Raj, dan Asha 2009). Namun demikian keterikatan aroma pada matriks biopolimer lapis tipis sangat dipengaruhi oleh material penyusunnya. *Film* dari polisakarida dan protein seperti karagenan dan gelatin memiliki sifat fisik mekanik dan memiliki kemampuan dalam mengikat dan melepaskan aroma secara gradual (Marcuzzo *et al.* 2010).

Penelitian mengenai distribusi spasial lemak dan biopolimer lapis tipis penting untuk dilakukan sebagai usaha pengembangan pangan sehat, utamanya dapat dijadikan sebagai cara atau teknik untuk menghasilkan pangan rendah lemak tetapi nilai sensorinya dapat diterima oleh masyarakat. Distribusi spasial telah banyak dilaporkan sebelumnya (Mosca *et al.* 2010; Nakao *et al.* 2013b, 2013a; Noort *et al.* 2010; Noort, Bult, dan Stieger 2012). dan juga biopolimer lapis tipis sebagai penghantar aroma (Marcuzzo *et al.* 2010; Syarifuddin *et al.* 2016). Namun informasi mengenai kombinasi distribusi spasial lemak dan biopolimer lapis tipis teraromatisasi hingga saat ini belum dilaporkan.

## B. Rumusan Masalah

Salah satu atribut sensori yang berperan penting pada penerimaan produk oleh konsumen. adalah aroma. Aroma yang berasosiasi dengan lemak (*congruent aroma*) seperti aroma *butter* dan keju dapat digunakan untuk meningkatkan intensitas aroma dan persepsi lemak dari pangan rendah lemak. Biopolimer lapis tipis merupakan media yang tepat sebagai pembawa (*carrier*) aroma *butter* dan keju namun belum diketahui komposisi *edible film* yang tepat serta mampu mengikat aroma *butter* dan keju dengan baik. Emulsi gel merupakan suatu model pangan yang tepat digunakan untuk mengontrol distribusi spasial lemak. Informasi mengenai aplikasi biopolimer lapis tipis teraromatisasi pada emulsi gel yang memiliki distribusi lemak secara spasial belum dilaporkan hingga saat ini. Oleh karena itu beberapa permasalahan yang diangkat pada penelitian ini adalah :

1. Bagaimanakah komposisi emulsi *oil in water* (o/w) yang tepat.
2. Bagaimanakah emulsi gel agar gelatin sebagai model pangan untuk mengontrol distribusi spasial lemak dan mengetahui profil sensorinya.
3. Bagaimanakah sifat *edible film*/biopolimer lapis tipis sebagai pengantar aroma.
4. Bagaimanakah hubungan distribusi spasial lemak dan biopolimer lapis tipis teraromatisasi dengan atribut sensorinya.

### **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui komposisi emulsi *oil in water (o/w)* yang tepat.
2. Memperoleh emulsi gel agar gelatin sebagai model pangan untuk mengontrol distribusi spasial lemak dan mengetahui profil sensorinya.
3. Mengetahui sifat *edible film* sebagai penghantar aroma
4. Mengetahui hubungan distribusi spasial lemak dan biopolimer lapis tipis teraromatisasi.

### **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini adalah: Memberikan informasi mengenai strategi alternatif untuk menghasilkan pangan rendah lemak tanpa menambahkan aroma ke dalam formula pangan dan tidak menurunkan kualitas sensori yang dapat diaplikasikan oleh industri pangan.

### **E. Kerangka Berfikir**

Data penyakit tidak menular (PTM) khususnya prevalensi obesitas di Indonesia pada usia > 18 tahun ditahun 2013 sebesar 14,8% menjadi 21,8% ditahun 2018 sementara pada hipertensi dari 25,8% menjadi 34,1% Departemen Kesehatan R.I 2018. Faktor eksternal seperti keinginan makan yang berlebihan, pola makan yang salah, konsumsi makanan berlemak yang berlebihan, kurangnya aktivitas fisik dan lingkungan adalah faktor penyebab obesitas (Chou dan Chen 2017). Strategi yang dapat diterapkan dan digunakan untuk menurunkan prevalensi penyakit tidak menular adalah meningkatkan intensitas persepsi lemak dari pangan

rendah lemak melalui interaksi aroma-rasa-tekstur dengan metode kombinasi distribusi spasial lemak pada matriks pangan dan biopolimer lapis tipis teraromatisasi.

## **BAB II.**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Fungsi Lemak Pada Tubuh Manusia**

Salah satu komponen penyusun makanan yang dibutuhkan oleh tubuh adalah lemak. Lemak dibutuhkan oleh tubuh untuk menghasilkan energi yang dipergunakan untuk mempertahankan suhu tubuh konstan, aktivitas otot, menjaga fungsi aktivitas fisiologis seperti aktivitas impuls saraf, sekresi dan kimia (proses homeostatis metabolik). Energi ini berasal dari oksidasi lemak kemudian diubah menjadi energi kinetik (panas) dan energi mekanik (aktivitas otot) dan menghasilkan karbondioksida, gas, air dan panas sebagai hasil akhir produk metabolisme (Papamandjaris, White, dan Jones 1999). Selain itu lemak juga berperan pada penyerapan vitamin oleh usus khususnya vitamin yang larut dalam lemak seperti A, D, E dan K dan juga berkontribusi pada sinyal kenyang disebabkan lemak membutuhkan waktu lebih lama untuk dicerna dibanding karbohidrat atau protein. Oleh karena itu makanan berlemak tinggi tetap berada di perut lebih lama dan menunda rasa lapar. Di dalam tubuh, lemak menghasilkan energi 2 kali lebih banyak dibandingkan dengan protein dan karbohidrat, yaitu 9 kkal/gram lemak yang dikonsumsi.

#### **B. Fungsi Lemak Pada Pangan**

Kehadiran lemak pada pangan mutlak diperlukan karena lemak memiliki sejumlah fungsi. Penambahan lemak dimaksudkan juga untuk menambah kalori serta memperbaiki tekstur dan cita rasa bahan pangan,

seperti pada kembang gula, penambahan *shortening* pada pembuatan kue-kue, dan lain-lain. Pada pembuatan roti, lemak memiliki kemampuan melumasi, memperlemah atau memperpendek struktur komponen makanan sehingga pangan memiliki tekstur yang diinginkan. Selain itu lemak juga mencegah pembentukan jaringan gluten dalam adonan disebabkan lemak mengelilingi protein dan pati lalu mengisolasi dari air sehingga lemak mampu memecah gumpalan protein dan pati (Mamat dan Hill 2014). Fungsi lemak juga dapat dilihat pada pembuatan keju. Keju yang dibuat dari susu tanpa lemak, umumnya memiliki tekstur yang keras dan tidak membentuk cita rasa tipikal keju yang diharapkan. Hal ini dikarenakan lemak pada susu merupakan sumber dari sebagian komponen-komponen pembentuk citarasa, aroma, rasa dan kelembutan keju matang.

### **B. Peranan Lemak Pada Sifat Organoleptik Pangan**

Lemak pada pangan memiliki beberapa fungsi diantaranya mempengaruhi sifat fisik dan persepsi pada *flavor* dan tekstur pangan. Keberadaan lemak pada pangan dapat mempengaruhi atau mengubah persepsi rasa dari suatu produk pangan. Sebagian besar senyawa aroma larut dalam pangan sehingga saat lemak dihilangkan dari pangan membuat persepsi aroma pada pangan akan berubah, selain itu lemak juga dapat juga berfungsi sebagai pembawa aroma dikarenakan banyak aroma yang larut dalam lemak.



### **C. Asupan Lemak dan Rekomendasi Penggunaan Lemak**

Studi epidemiologi menunjukkan bahwa asupan lemak yang berlebih utamanya pada lemak jenuh merupakan faktor meningkatnya penyakit tidak menular seperti obesitas, hipertensi, dan hiperkolesterol. Hasil studi menunjukkan bahwa rerata asupan lemak adalah 58,1 g/kap/hr tahun 2002 dan meningkat menjadi 61,5 g/kap/hr pada tahun 2007 dan 64,7 g/kap/hr tahun 2009, di mana sekitar setengahnya merupakan lemak nyata misalnya minyak goreng (terutama minyak sawit), santan kelapa dan mentega. Persentase konsumsi energi yang berasal dari lemak jenuh di Indonesia mencapai 18,2 % jauh dari rekomendasi World Health Organization yaitu 10% energi (WHO, 2003). Persentase konsumsi dari lemak jenuh di Indonesia mencapai 18,2 %, persentase ini pada masyarakat desa sedikit lebih tinggi dari masyarakat kota (Hardinsyah 2011).

### **D. *State of The Art* Distribusi Spasial**

Penghantaran rangsangan aroma dapat dimanipulasi dengan tujuan untuk meningkatkan persepsi intensitas rasa dari suatu produk pangan.. Dilaporkan juga stimulasi rasa secara diskontinu dapat meningkatkan respon reseptor dibanding stimulasi secara kontinu (Halpern dan Meiselman 1980). Hal ini dikarenakan pemaparan yang terus-menerus dan berkepanjangan dari rangsangan rasa menyebabkan adaptasi sehingga terjadi penurunan respon dari indera penerima rasa (Meiselman dan Buffington 1980). Efek adaptasi yang dominan adalah suatu keadaan

dimana rangsangan terhadap penerima rasa berlangsung terus-menerus tanpa adanya pergerakan lidah, namun berkurang ketika terjadi pergerakan lidah (Theunissen dan Kroeze 1996). Namun demikian peningkatan rasa akan terjadi saat konsentrasi dari *tastants* berfluktuasi yang diberikan pada konsentrasi tinggi pada pelarut yang tidak berasa (Halpern dan Meiselman 1980).

Para peneliti melaporkan bahwa peningkatan intensitas rasa manis dapat meningkat ketika sukrosa didistribusikan secara heterogen pada produk gel (Holm *et al.* 2009; Mosca *et al.* 2010). Peneliti lainnya juga menegaskan bahwa distribusi spasial garam secara heterogen dapat meningkatkan persepsi rasa asin pada roti rendah garam dan *hot snacks* (Noort *et al.* 2010). Berkaitan dengan tingkat kesukaan konsumen, sejumlah peneliti melakukan penelitian kesukaan konsumen dari roti yang mengandung garam yang terdistribusi secara *inhomogeneous* (Noort *et al.* 2012). Hasil menunjukkan bahwa intensitas rasa asin meningkat dengan meningkatnya konsentrasi garam sementara tingkat kesukaan konsumen mencapai optimum pada konsentrasi garam menengah. Ini menunjukkan bahwa distribusi garam secara heterogen dapat meningkatkan intensitas rasa asin pada roti tanpa mempengaruhi tingkat kesukaan konsumen. Selain *tastant*, penggunaan distribusi spasial aroma juga dilaporkan bahwa persepsi aroma pada gel dapat ditingkatkan dengan menerapkan distribusi senyawa volatil secara heterogen (Nakao *et al.* 2013b, 2013a). Dengan menggunakan produk pangan

*hot snacks* sejumlah peneliti melaporkan bahwa peningkatan rasa asin oleh penggunaan aroma *ham* dan distribusi spasial garam mampu meningkatkan persepsi rasa asin dari produk pangan *hot snacks* (Emorine *et al.* 2015).

#### **E. State of The Art Biopolimer Lapis Tipis Teraromatisasi**

Penggunaan matriks biopolimer lapis tipis teraromatisasi merupakan salah satu cara yang tepat digunakan untuk menghantarkan aroma guna meningkatkan persepsi rasa dan memberikan penerimaan sensori yang tinggi dikarenakan terkonsentrasinya senyawa aroma di permukaan produk pangan. Selama ini aroma dimasukkan ke dalam formula pangan sehingga yang terikat dengan matriks pangan sehingga proses pelepasan aroma dipengaruhi oleh matriks pangan. Dengan matriks biopolimer lapis tipis teraromatisasi efektivitas proses *flavoring* produk pangan akan meningkat tanpa menambahkan senyawa aroma pada formula pangan. Dilaporkan bahwa pencampuran senyawa vanila pada matriks *low density polietilen* (LDPE) mampu meningkatkan kualitas sensori dari pangan yang dikemas (Jagadish *et al.* 2009). Selain itu sejumlah penelitian pada penggunaan lapisan emulsi (*emulsion layer*) pektin- $\beta$ -lactoglobulin juga telah dilakukan. Penggunaan lapisan  $\beta$ -lactoglobulin sebagai lapis utama (*primary layer*) dan lapisan pektin sebagai lapis kedua (*secondary layer*) dan minyak kedelai sebagai fase hidrofob mampu mengendalikan pelepasan senyawa-senyawa volatil (Benjamin *et al.* 2013). Menurut para peneliti, keberhasilan penghantaran aroma dengan pelepasan aroma yang

terkendali sangat bergantung dari sifat-sifat emulsi dan interaksi antara senyawa aroma dengan komponen matriks emulsi *film* (Mao *et al.* 2013). Penelitian ini diharapkan akan memberikan manfaat bagi masyarakat dan industri pangan untuk merancang pangan olahan rendah garam dan lemak tanpa menambah aroma pada formula pangan dan juga tidak menurunkan nilai sensori dan daya terima konsumen.

## **F. Interaksi Sensori Aroma-Rasa**

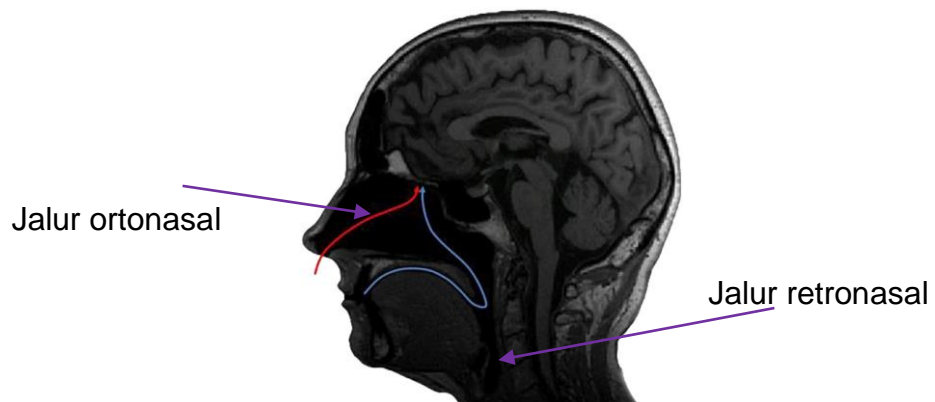
### **Untuk Meningkatkan Intensitas Persepsi Rasa**

Persepsi adalah tindakan mengenal dan mengolah informasi sensori untuk mengubah sinyal kimia dan fisik dari lingkungan guna memberikan gambaran yang diperoleh disekitarnya. Saat makan, sejumlah sensor di dalam tubuh akan diaktifkan.

Senyawa volatil dan non-volatil dari pangan dapat mendorong timbulnya sensasi rasa, bau dan juga tekstur. Rangsangan rasa timbul karena adanya senyawa non-volatil yang larut dalam air liur yang kemudian mendorong timbulnya rasa. Senyawa non-volatil ini dikenali oleh *taste-buds* yang berada didalam *oral cavity*. Sementara itu bau dapat dipersepsikan melalui dua jalur yaitu melalui jalur *olfactori* atau penciuman (*sniffing*) (dikenal dengan *ortonasal olfaction*) dan jalur pengunyahan (*mastication*) (dikenal dengan *retronasal olfaction*).

Sejumlah peneliti melaporkan bahwa efek peningkatan terhadap persepsi suatu rasa dapat dicapai dengan menghadirkan secara simultan suatu rangsangan dari berbagai indera sensori (*multi sensory integration*)

(Lad, Hewson, dan Wolf 2012). Dalam konteks ini penambahan aroma yang sepadan (*congruency*) dapat meningkatkan intensitas rasa dari suatu larutan sederhana antara air-aroma oleh karena adanya interaksi aroma-rasa (*cross modal aroma-taste interaction*).



**Gambar 1 Dua Jalur Persepsi Rasa Dan Aroma**

sumber : [https://www.researchgate.net/figure/Orthonasal-and-retronasal-routes-Source-Goldstein-et-al-2010\\_fig3\\_294582852](https://www.researchgate.net/figure/Orthonasal-and-retronasal-routes-Source-Goldstein-et-al-2010_fig3_294582852)

Peneliti juga mengindikasikan bahwa peningkatan rasa manis dapat diperoleh pada produk pangan seperti yogurt yang mengandung protein kacang kedelai yang diberikan aroma *strawberry* (Drake, Gerard, dan Chen 2001). Lawrence *et al.* (2009) melaporkan bahwa peningkatan rasa dengan aroma juga dapat dilakukan pada matriks pangan yang kompleks. Dengan menggunakan keju tiruan (*model cheeses*) diketahui bahwa persepsi rasa asin dapat ditingkatkan (*odour induce saltiness perception, OISE*) dengan menggunakan aroma yang berasosisasi dengan rasa asin yaitu aroma *comté cheese* dan aroma *sardine*, sementara aroma wortel tidak dapat meningkatkan rasa asin. Hal ini juga dipertegas oleh

Syarifuddin *et al.* (2016) yang melaporkan bahwa penggunaan aroma yang berasosiasi dengan garam (aroma *sardine*) dan lemak (aroma *butter*) dapat meningkatkan persepsi rasa asin (OISE) dan lemak (*odour induce fat perception, OIFE*) pada produk pangan yang mengandung garam dan lemak rendah. Namun demikian efek tersebut dipengaruhi oleh komposisi dan tekstur dari pangan (aroma-rasa-tekstur). Struktur kimia dan sifat alami, komposisi aroma dan struktur pangan merupakan faktor utama yang dapat mempengaruhi pelepasan aroma.

### **G. Minyak Canola**

Minyak canola diekstraksi dari *rapeseed* dan dikonsumsi di seluruh dunia (Dupont *et al.* 1989). Minyak canola ini memiliki jumlah lemak jenuh yang rendah dan sejumlah besar lemak tak jenuh tunggal dengan kira-kira 2:1 mono hingga asam lemak tak jenuh ganda (Lin *et al.* 2013). Minyak canola secara umum mengandung 61% asam oleat yang diklasifikasikan sebagai asam lemak omega-9 tak jenuh tunggal, 11% asam  $\alpha$ -linolenat dan 21% asam linoleat yang merupakan asam lemak tak jenuh ganda omega-3 dan omega-6, dan 7% asam lemak jenuh (Gunstone 2004). Minyak canola adalah minyak kedua setelah minyak zaitun dalam kandungan asam oleat dan menengah di antara minyak nabati lainnya dalam asam lemak tak jenuh ganda (PUFA). Minyak canola mengandung tingkat PUFA yang tinggi dibandingkan dengan minyak zaitun dan minyak sawit, tetapi lebih rendah dari jagung, kedelai, dan

minyak bunga matahari (Gunstone 2004). Selain itu, minyak canola mengandung fitosterol, tokoferol, yang merupakan isomer aktif biologis vitamin E, beta-karoten dan klorofil (Gunstone 2004, 2011).



**Gambar 2. Minyak Canola**

Badan Pengawas Obat dan Makanan Amerika Serikat pada tahun 1985 diberikan status bahwa minyak canola merupakan komponen bahan pangan yang aman untuk dikonsumsi.

#### **H. *Edible film***

*Edible film*/biopolimer lapis tipis adalah lapisan tipis yang terbuat dari bahan yang dapat dimakan, digunakan sebagai pelapis permukaan komponen makanan yang berfungsi untuk menghambat migrasi kelembaban, oksigen, karbondioksida, aroma, lipid (Krochta JM 1997). *Edible film* dapat diaplikasikan dalam bahan pangan dengan berbagai metode. *Edible coating* adalah lapisan tipis dari bahan yang dapat dimakan, yang diaplikasikan pada permukaan makanan dalam bentuk cair. Fungsi dasar *edible film* adalah untuk melindungi produk kerusakan

mekanis dan reaksi kimia sebagai penghalang kelembaban (Embuscado dan Huber 2009; Miller dan Krochta 1997). *Edible film* yang dapat dimakan pertama kali dibentuk sebagai lapisan atau lembaran padat tipis, yang kemudian diaplikasikan sebagai pembungkus pada produk makanan, sedangkan *edible coating* dapat dikonsumsi diaplikasikan dalam bentuk cair pada makanan yang akan dilapisi. Aplikasi *edible coating* pada produk pangan dilakukan dengan cara merendam produk pada larutan zat pembentuk matriks struktural seperti karbohidrat, protein, lipid atau campuran ketiganya (Galus dan Kadzińska 2015). *Edible coating* memiliki potensi tinggi untuk membawa bahan aktif, seperti agen antimikroba, agen anti-pencoklatan, pewarna, serta rempah-rempah, nutrisi, aroma dan perisa.

### **I. Gum xanthan**

Gum xanthan (GX) adalah polisakarida ekstraselular dari hasil sekresi dari bakteri *Xanthomonas campestris*. Gum xanthan merupakan hetero polisakarida dengan berat molekul yang besar (Sworn, 2000). Struktur kimia gum xanthan mempunyai rantai utama dengan ikatan  $\beta$  (1,4) D-Glukosa, yang menyerupai struktur selulosa. Rantai cabang terdiri dari manosa asetat dan asam glukuronat. Gum xanthan merupakan salah satu bahan pengental alternatif yang sering digunakan dalam industri pangan karena mampu meningkatkan viskositas bahan pangan hanya dengan sedikit sekali penambahan (Katzbauer 1998). Gum xanthan sering digunakan dalam makanan sebagai pengendali tekstur atau



pemberi sensasi lembut di lidah konsumen, misalnya pada sambal/saos, es krim, sirup, gula-gula dan sebagainya. Di samping itu, gum xanthan sering digunakan sebagai agen pembentuk dan pengemulsi pada aplikasi non-pangan seperti pada kosmetik dan obat-obatan. Aplikasi gum xanthan di industri-industri tersebut terkait dengan sifat gum xanthan yaitu: mudah larut dalam air panas maupun air dingin, larutannya merupakan fluida non-newtonian (Katzbauer 1998; Smolka dan Belmonte 2006), sifat pseudoplastisitas yang tinggi, dan memiliki kemampuan untuk meningkatkan viskositas larutan dengan hanya penambahan dalam jumlah kecil saja (Rosalam dan England 2006). Sifat toksikologi dan keamanan gum xanthan untuk aplikasi makanan dan farmasi telah diteliti secara ekstensif. Gum xanthan tidak beracun, tidak menyebabkan kepekaan, dan tidak menyebabkan iritasi pada kulit atau mata. Atas dasar ini, gum xanthan telah disetujui oleh *Food and Drug Administration* (FDA) Amerika Serikat untuk menggunakan sebagai bahan tambahan makanan tanpa batasan kuantitas tertentu (Kennedy dan Bradshaw 1984). Pada tahun 1980, Masyarakat Ekonomi Eropa (*European Economic Community*) memasukkan gum xanthan ke daftar pengemulsi/penstabil makanan.

## **J. Gelatin**

Gelatin merupakan ikatan polipeptida yang dihasilkan dari hidrolisa kolagen tulang, kulit yang adalah turunan protein dari serta kolagen. Gelatin secara fisik dan kimia adalah sama, gelatin dapat dikatakan hasil

dari denaturasi kolagen (Ockerman dan Hansen 2000). Bahan mentah yang berbasis protein molekul kolagen, dimana masing-masing molekul kolagen mengandung ikatan polipeptida dari asam amino *triple* yang diulang-ulang yakni (Glycine-X-Y) dimana X dan Y masing-masing adalah prolin dan hidroxyprolin. Struktur kimia gelatin adalah (C102H151N31), didalamnya adalah asam amino seperti 14% Hidroxyprolin, 16% Prolin, 26% Glycine, kandungan gelatin tergantung dari bahan mentahnya (Ockerman dan Hansen 2000). Pada industri pangan gelatin banyak dimanfaatkan dalam produk yang memerlukan pembentukan busa (*whipping agent*), produk yang memerlukan penstabil (*stabilizer*), produk yang ingin ditingkatkan viskositasnya (*binder*), *emulsifier* dan *thickener* (Bueno V B, Bentini R, Catalani L H 2014). Gelatin memiliki sifat yang khas, yaitu berubah secara reversible dari bentuk sol ke bentuk gel, mengembang dalam air dingin, dapat membentuk *film* serta mempengaruhi viskositas suatu bahan. Kelarutannya dalam air membuat gelatin diaplikasikan untuk keperluan berbagai industri (Santoso dan Surti 2015).

### **K. Karagenan**

Karagenan merupakan polygalactan sulfat yang tersusun atas 15-40% kandungan ester-sulfat dengan massa molekul relatif rata-rata di atas 100 kDa. Karagenan dibentuk oleh unit berulang d-galaktosa dan 3,6-anhidro-galaktosa yang berikatan dengan ikatan  $\alpha$ -1,3 dan  $\beta$ -1,4 glikosidik. Karagenan diklasifikasikan ke dalam beberapa

jenis yaitu  $\lambda$  (*Lambda*),  $\kappa$  (*Kappa*),  $\iota$  (*Iota*),  $\epsilon$  (*Theta*),  $\mu$  (*Mu*), semuanya mengandung 22 sampai 35% kelompok sulfat. Klasifikasi karagenan dibuat berdasarkan kelarutannya dalam kalium klorida. Perbedaan utama yang mempengaruhi sifat jenis karagenan adalah jumlah dan posisi kelompok ester sulfat serta kandungan 3,6-anhidro-galaktosa (Necas dan Bartosikova 2013). Setiap jenis karagenan memiliki sejumlah karakteristik yang unik, termasuk kekuatan gel, viskositas, stabilitas suhu, sinergisme, dan daya larut (Soma, Williams, dan Lo 2009). Karagenan memiliki sifat pengembang, pembentuk gel dan penstabil yang sangat baik, karagenan banyak digunakan di dalam pembuatan makanan yang biasanya digunakan untuk meningkatkan tekstur keju, puding atau makanan penutup. Karagenan juga digunakan dalam pembuatan roti, sosis, dan hamburger rendah lemak sebagai pengikat dan *stabilizer* (Campo *et al.* 2009). Karagenan terutama digunakan sebagai agen pengemulsi, basis gel (pembentuk gel), agen pensuspensi, dan sebagai agen peningkat viskositas (pengental) (Narang dan Boddu 2015).