

# KAJIAN PENGGUNAAN HIDROKOLOID SEBAGAI EMULSIFIER PADA PROSES PENGOLAHAN COKELAT

## *Hydrocolloid Application as An Emulsifier In Chocolate Processing: A Review*

Rahayu Wulandari, Dwi Indriana, dan Andi Nur Amalia A.

Balai Besar Industri Hasil Perkebunan

Jl. Prof. Abdurahman Basalamah No. 28 Makassar

e-mail: wulandarirahayu05@gmail.com

**Abstract** *The inappropriate tempering and cooling process of chocolate will cause the occurrence of white spots on the chocolate's surface (fat bloom). The emulsifier can be used to prevent fat bloom. Lecithin commonly used as emulsifier in chocolate processing, as well as hydrocolloid. Hydrocolloids have the advantage of being able to increase the release of active components and easily dissolve in the digestive system. This study is useful to find out the exact type and concentration of hydrocolloid as an emulsifier in chocolate production to prevent fat bloom appearance. Hydrocolloid types of glucomannan and carrageenan have the potential to be used as the emulsifier at range optimal concentrations 0.1-0.75%.*

**Keywords:** *hydrocolloid, emulsifier, carrageenan, glucomannan, chocolate processing*

**Abstrak:** Proses tempering dan pendinginan cokelat yang tidak tepat akan menimbulkan terjadinya bintik putih pada permukaan luar cokelat (fat bloom). Untuk menghindari terjadinya hal tersebut maka perlu digunakan emulsifier. Salah satu emulsifier yang sering digunakan pada pembuatan cokelat adalah lesitin. Selain lesitin, emulsifier yang biasa digunakan dalam produksi pangan adalah hidrokoloid. Hidrokoloid memiliki kelebihan mampu meningkatkan daya lepas komponen aktif dan mudah larut dalam sistem pencernaan. Kajian ini bermanfaat untuk mengetahui jenis dan konsentrasi hidrokoloid yang tepat sebagai emulsifier pada proses pembuatan cokelat untuk menghindari fat bloom. Hidrokoloid jenis glukomanan dan karagenan berpotensi dimanfaatkan sebagai emulsifier dengan konsentrasi optimal berkisar antara 0,1–0,75%.

**Kata Kunci:** hidrokoloid, emulsifier, karagenan, glukomanan, pengolahan cokelat

## PENDAHULUAN

Kakao (*Theobroma cacao*) dikenal sebagai komoditi yang mempunyai nilai ekonomis yang tinggi karena mempunyai manfaat yang sangat luas terutama dalam industri makanan, minuman, farmasi, kimia, dan lain-lain (Ramlah, 2014). Bagian tanaman kakao yang dianggap paling bernilai ekonomi adalah biji kakao, yang tersusun atas kulit biji (*outer shell*) yang melingkupi dua keping biji (*cotyledon*) dan kecambah (*germ*) sebagai embrio tanaman (Yunus *et al.*, 2013). Biji kakao mengandung polifenol yang cukup tinggi sehingga sangat berpotensi sebagai sumber antioksidan. Selain itu, biji kakao juga mengandung senyawa alkaloid seperti teobromin dan kafein yang sangat bermanfaat bagi kesehatan tubuh (Minifie, 1989).

Salah satu produk olahan kakao yang banyak digemari masyarakat saat ini

adalah cokelat karena citarasanya yang khas (Ramlah, 2016). Cokelat dengan kandungan kakao (biji cokelat) lebih dari 70% memiliki manfaat untuk kesehatan, karena cokelat kaya akan kandungan antioksidan yaitu fenol dan flavonoid yang mampu menangkap radikal bebas dalam tubuh (Ramlah, 2014). Bahan baku yang biasa digunakan adalah biji kakao yang difermentasi. Biji-biji tersebut kemudian dibersihkan dan dilakukan proses penyangraian untuk menurunkan kandungan air pada biji kakao dan akan menimbulkan rasa, aroma, dan warna khas dari biji kakao yang siap dibuat menjadi bubuk dan diolah menjadi berbagai macam produk makanan dan minuman. Nib biji kakao tersebut kemudian digiling atau dihaluskan sehingga menghasilkan pasta (*liquor*) yang selanjutnya dipress untuk memisahkan kandungan lemak kakao dengan *cake* kakao. *Cake* kakao

kemudian dihaluskan sehingga menghasilkan bubuk cokelat (Amraini *et al.*, 2011).

Umumnya, pembuatan cokelat dilakukan dengan cara mencampur bahan baku dan diaduk dengan menggunakan *mixer* selama 120 menit, kemudian *diconching* selama 72 jam, dimasukkan *emulsifier* setelah *conching* 2 jam, lalu dilakukan proses *tempering* akhir, selanjutnya dilakukan pencetakan dan didinginkan (Indarti *et al.*, 2013). Proses *tempering* dan pendinginan cokelat yang tidak tepat akan menimbulkan terjadinya *fat bloom*. *Fat bloom* adalah cacat fisik yang muncul selama penyimpanan cokelat dan dicirikan sebagai lapisan putih pada permukaan luar cokelat (Tisoncik, 2013). Untuk itu, digunakan *emulsifier* yang dimaksudkan untuk menurunkan tegangan antarmuka antara dua fasa sehingga keduanya dapat teremulsi dan memperbaiki pencampuran sehingga *fat bloom* tidak akan terjadi (Nasution *et al.*, 2004; Weyland dan Hartel, 2008). Salah satu *emulsifier* yang sering digunakan pada pembuatan cokelat yaitu lesitin. Selain lesitin, *emulsifier* yang biasa digunakan dalam produksi pangan yaitu hidrokoloid yang memiliki kelebihan mampu meningkatkan daya lepas komponen aktif dan mudah larut dalam sistem pencernaan. Hidrokoloid merupakan komponen polimer yang berasal dari sayuran, hewan, mikroba, atau komponen sintetik yang umumnya mengandung gugus hidroksil. Hidrokoloid dapat ditemukan pada sumber nabati dan hewani. Terdapat berbagai jenis hidrokoloid

potensial yang dapat diekstrak dan dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pangan untuk meningkatkan kualitas produk. Beberapa jenis hidrokoloid dapat diekstrak dari beberapa bagian komponen tanaman seperti akar, biji, buah, umbi dan cangkang.

Hidrokoloid berfungsi sebagai pembentuk gel, pengemulsi, penstabil buih, pengontrol pembentukan kristal, pendispersi, perekat, dan pengontrol pelepasan perisa sering dapat digunakan sebagai bahan tambahan pada produk pangan. Pemanfaatannya sebagai bahan pengental, penstabil, dan *emulsifier* disebabkan karena hidrokoloid bersifat mudah menyerap air sehingga dapat membantu memperbaiki mutu produk pangan. Hidrokoloid berupa guar gum, natrium alginat, dan xanthan gum digunakan sebagai pengental produk dengan elastisitas tinggi dalam pembuatan produk mie, dan natrium alginat serta kappa karagenan sebagai bahan penstabil susu. Dalam pembuatan produk pangan, hidrokoloid berfungsi sebagai penstabil, pembentuk tekstur, dan meningkatkan daya serap air produk (Herawati, 2018). Selain itu, hidrokoloid juga dapat berperan sebagai *dietary fiber* (serat pangan) yang menjadikan bahan pangan bernilai fungsional terhadap kesehatan untuk menurunkan obesitas (Mudgil dan Barak, 2013) sehingga tidak menimbulkan kekhawatiran bagi konsumen yang memiliki masalah kelebihan berat badan atau masalah kesehatan lainnya.

Tabel 1. Sifat-Sifat Hidrokoloid

No.	Jenis Hidrokoloid	Sifat
1.	Glukan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dapat bersifat terlarut ataupun tidak terlarut dalam air</li> <li>• Tahan terhadap asam</li> <li>• Tidak beracun dan tidak memiliki efek samping</li> <li>• Memiliki berbagai aktivitas biologis sebagai antitumor, antioksidan, antikolesterol, anti penuaan dini, dan peningkat sistem imun (imunomodulator)</li> <li>• Dapat dimanfaatkan sebagai zat aditif dalam industri makanan (Widyastuti <i>et al.</i>, 2011)</li> </ul>

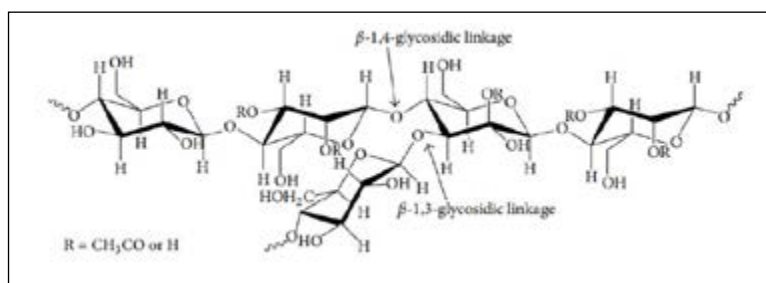
No.	Jenis Hidrokoloid	Sifat
2.	Fruktan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kaya fruktosa</li> <li>• Larut dalam air</li> <li>• Memiliki sifat prebiotik (Gelinas <i>et al.</i>, 2016)</li> </ul>
3.	Xylan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Merupakan komponen utama dari hemiselulosa</li> <li>• Tidak beracun dan bersifat biokompatibel (Naidu <i>et al.</i>, 2018)</li> </ul>
4.	Rhamnan	Memiliki sifat antioksidan, antikoagulan, dan antitrombosit (Patel, 2012)
5.	Galaktomanan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Larut dalam air</li> <li>• Memiliki potensi sebagai <i>thickener</i> dalam formula makanan</li> <li>• Memiliki efisiensi yang tinggi sebagai agen suspensi</li> <li>• Kompatibel terhadap konsentrasi berbagai macam garam dan temperatur (Nwokocha <i>et al.</i>, 2017)</li> </ul>
6.	Glukomanan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memiliki daya mengembang yang besar</li> <li>• Dapat membentuk gel dan memiliki sifat elastis yang kuat</li> <li>• Dapat melarut kembali bila dilarutkan dalam air (Imeson, 2010)</li> </ul>
7.	Arabinoksilan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Larut dalam air</li> <li>• Memiliki aktivitas sebagai imunomodulator dan berpotensi sebagai <i>dietary fibre</i> (Fadel <i>et al.</i>, 2018)</li> </ul>
8.	Galaktan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memiliki sifat antioksidan, antiinflamasi, antinosisseptif, antikoagulasi, antitrombosit, antivirus (influenza, herpes, HIV)</li> <li>• Dapat menyebabkan kontraksi pada saluran pencernaan (Patel, 2012)</li> </ul>
9.	Arabinogalaktan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dapat terurai dengan cepat dalam air atau larutan (Rodriguez <i>et al.</i>, 2017)</li> <li>• Memiliki sifat antikoagulasi dan antitrombosit (Patel, 2012)</li> </ul>
10.	Galakturonan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memiliki sifat antinosisseptif dan anti radang</li> <li>• Bermanfaat untuk kesehatan dan dapat digunakan dalam terapi pengobatan kanker (Leivas <i>et al.</i>, 2016; Zhang <i>et al.</i>, 2015)</li> </ul>
11.	Glikanorhamnogalakturonan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mampu membentuk gel dengan sifat yang sangat elastis</li> <li>• Memiliki berat molekul yang tinggi (Mikshina <i>et al.</i>, 2015)</li> </ul>
12.	Glikano-glukuromannoglikan	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digunakan sebagai penstabil emulsi (Jin-song <i>et al.</i>, 2008)</li> <li>• Larut dalam air</li> <li>• Tidak beracun</li> <li>• Dapat digunakan sebagai bahan tambahan pada makanan seperti permen karet, sirup, dan sebagainya (Ray <i>et al.</i>, 2017)</li> </ul>
13.	Polimer glukosamin	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Memiliki aktivitas anti bakteri</li> <li>• Tidak beracun</li> <li>• Mudah dimodifikasi</li> <li>• Memiliki sifat biodegradabilitas (Muxika <i>et al.</i>, 2017)</li> </ul>

No.	Jenis Hidrokoloid	Sifat
14.	Protein	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Digunakan sebagai pengental makanan</li> <li>• Kelarutan protein dipengaruhi oleh pH, temperatur, kekuatan ionik dan konsentrasi</li> <li>• Mampu mengubah sifat reologis sistem secara cepat pada konsentrasi yang rendah</li> <li>• Sering dimanfaatkan untuk menstabilkan larutan dua fasa atau lebih (Luyten <i>et al.</i>, 2004)</li> </ul>

Hidrokoloid memiliki karakteristik spesifik, bergantung pada struktur rantai dan gugus fungsional yang terdapat di dalamnya. Struktur rantai yang mengandung banyak gugus hidroksil menyebabkan hidrokoloid lebih mudah menyerap air. Umumnya, hidrokoloid mampu membentuk gel dalam air dan bersifat *reversible*, yaitu meleleh jika dipanaskan dan membentuk gel kembali jika didinginkan (Herawati, 2018). Terdapatnya sejumlah besar gugus hidroksil pada hidrokoloid menyebabkan meningkatnya afinitas hidrokoloid untuk mengikat molekul air sehingga disebut sebagai senyawa hidrofilik. Selain itu, hidrokoloid juga menunjukkan sifat-sifat koloid dengan menghasilkan dispersi yang merupakan perantara antara larutan dengan suspensi (Joel *et al.*, 2018). Karakteristik spesifik yang dimiliki hidrokoloid dipengaruhi oleh keberadaan suatu kation dan anion serta struktur dasar maupun gugus fungsional yang terkandung dalam masing-masing jenis hidrokoloid, misalnya karagenan yang dapat dibagi menjadi kappa, iota, dan lamda karagenan. Selain

itu, struktur kimia dan gugus fungsional juga mempengaruhi sinergisitas dari hidrokoloid dengan komponen bahan lainnya terkait dengan bahan baku utama yang digunakan dalam suatu produk (Herawati, 2018). Salah satu contoh adalah sinergisitas hidrokoloid dengan enzim pektinase sebagai penstabil pada nektar jambu biji (Krumreich *et al.*, 2018).

Berdasarkan sumber bahan bakunya, hidrokoloid dikelompokkan menjadi hidrokoloid alami, hidrokoloid termodifikasi, dan hidrokoloid sintetis. Terdapat 14 jenis hidrokoloid jika dilihat dari struktur kimianya, yaitu glukomanan, fruktan, xylan, rhamnan, galaktomanan, glukomanan, arabinoksilan, galaktan, arabinogalaktan, galakturonan, glikano-rhamnogalakturonan, glikano-glukuronomannoglikan, polimer glukosamin, dan protein. Hidrokoloid yang sering dimanfaatkan untuk produk pangan terkait dengan sifat fungsionalnya sebagai *thickening agent*, *emulsifier*, dan perekat adalah alginat, glukomanan, pektin, dan karagenan (Herawati, 2018).



Gambar 1. Struktur Kimia lukomanan (Lee *et al.*, 2014)

### Glukomanan

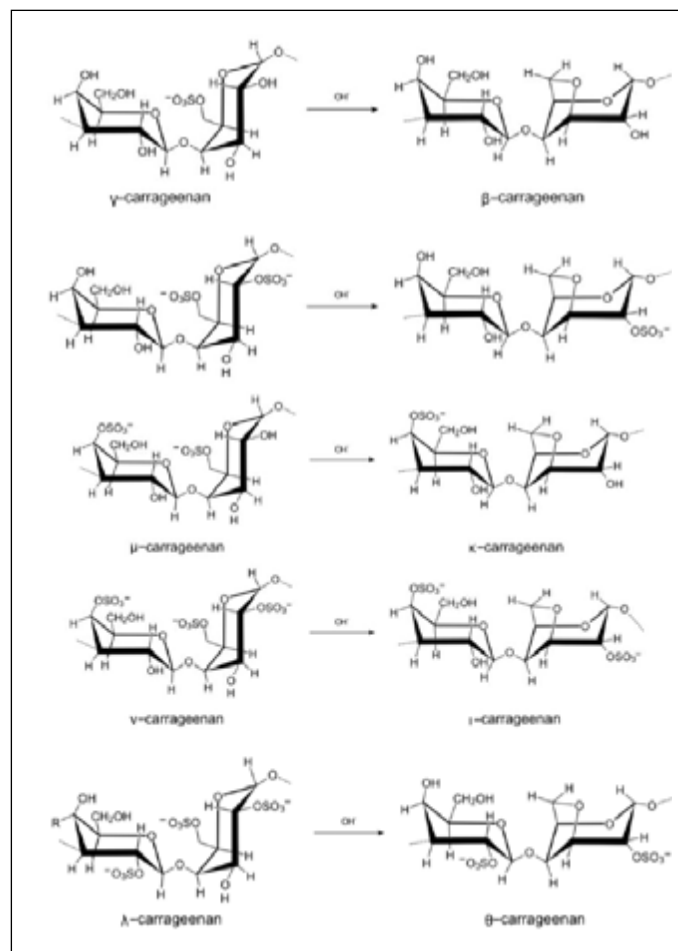
Glukomanan merupakan polisakarida dari jenis hemiselulosa dan termasuk heteropolisakarida yang memiliki ikatan

rantai utama glukosa dan manosa (The Commission of The European Communities, 2001). Glukomanan dapat diperoleh dari umbi-umbian *Amorphophallus* spp atau

dikenal dengan nama iles-iles (porang) yang mulai dibudidayakan di Indonesia karena tingginya kadar glukomanan yang dikandungnya, sehingga berpotensi menjadi bahan pangan bernilai fungsional terhadap kesehatan untuk menurunkan obesitas (Harmayani *et al.*, 2014).

Glukomanan memberikan rasa kenyang melalui mekanisme penyerapan air hingga 50 kali volume glukomanan dan merupakan bahan alami bebas kalori (Gorsek, 2002). Glukomanan juga memiliki daya mengembang yang besar, dapat membentuk gel, elastis kuat, serta dapat melarut kembali

bila dilarutkan dalam air (Imeson, 2010). Glukomanan memiliki bobot molekul relatif tinggi, yaitu 200.000–2.000.000 Dalton (The Commission of The European Communities, 2001). Adapun struktur kimia glukomanan dapat dilihat pada Gambar 1. Glukomanan memiliki karakteristik antara selulosa dan galaktomanan karena bobot molekulnya yang relatif tinggi, yaitu dapat mengkrystal dan membentuk struktur serat-serat halus. Hal tersebut menyebabkan glukomanan dapat dimanfaatkan lebih luas dibandingkan selulosa dan galaktomanan (Tester dan Al-Ghazzewi, 2012).



Gambar 2. Struktur Kimia Karagenan (Necas dan Bartosikova, 2013)

### Karagenan

Karagenan merupakan salah satu polisakarida sulfat yang bersifat hidrofilik. Karagenan termasuk galaktan sulfat yang terdiri dari  $\beta$ -Dgalactopyranose berikatan 3 (G-unit) dan  $\alpha$ -Dgalactopyranose berikatan 4 (D-unit) atau 3,6-anhydro $\alpha$ -

D-galactopyranose berikatan 4 (DA-unit), membentuk pengulangan disakarida pada karagenan, dan ditemukan dengan konsentrasi tinggi dalam matriks ekstraseluler rumput laut merah (de Araujo *et al.*, 2012). Menurut Subroto (2011), karagenan memiliki potensi untuk

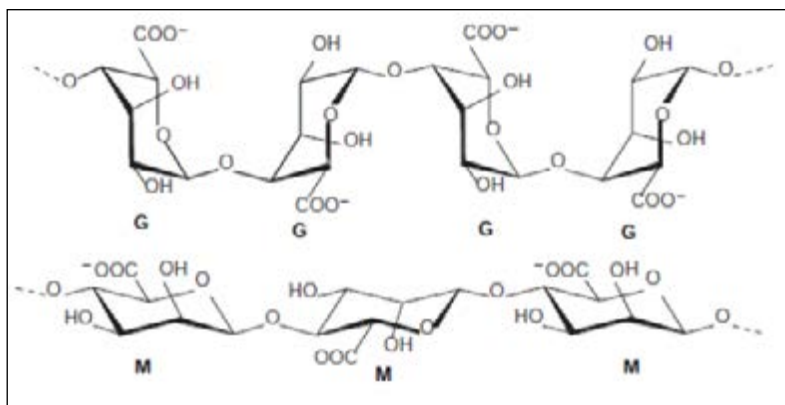


menurunkan kadar kolesterol. Penurunan kolesterol disebabkan absorpsi kolesterol di usus dihambat dan ekskresi asam empedu meningkat. Sifat utama karagenan adalah mampu mengubah cairan menjadi padatan atau mengubah bentuk sol menjadi gel yang bersifat *reversible*, dimana kemampuan pembentukan gel berpengaruh pada kadar air pangan. Air yang terperangkap dalam gel akan semakin banyak jika struktur gel semakin kokoh sehingga kemungkinan penguapan air akan semakin kecil dan kadar air akan meningkat. Kemampuan inilah yang meningkatkan potensi tepung karagenan sehingga sangat luas penggunaannya dibandingkan hidrokolloid lainnya, baik dalam bidang pangan maupun non pangan (Wenno, 2009; Widyaningtyas dan Susanto, 2015).

Secara umum, karagenan terbagi menjadi enam bentuk dasar, yaitu Iota ( $\iota$ ) - Karagenan, Kappa ( $\kappa$ ) - Karagenan, Lambda ( $\lambda$ ) - Karagenan, Mu ( $\mu$ ) - Karagenan, Nu ( $\nu$ ) - Karagenan dan Theta ( $\theta$ ) - Karagenan (de Araujo *et al.*, 2012). Struktur kimia karagenan dapat dilihat pada Gambar 2.

### Alginat

Alginat merupakan polimer alami yang memiliki berat molekul tinggi. Alginat adalah garam dari asam alginat yang merupakan kopolimer dari blok  $\beta$ -D-mannuronic acid (M) dan epimer C-5, asam  $\alpha$ -L-guluronic (G), dihubungkan bersama untuk membentuk polisakarida linier dengan ikatan (1,4)-glikosidik yang terlihat pada gambar 3 berikut:



**Gambar 3.** Struktur Blok Alginat (blok G, blok M dan blok MG) (Imeson, 2010)

Alginat telah digunakan dalam berbagai macam produk makanan sebagai pembentuk gel, *thickening agent*, penstabil dan *film forming*. Alginat dapat membentuk gel yang stabil terhadap panas dimana dapat disimpan pada suhu kamar. Garam alginat berupa natrium alginat untuk produk pangan sering dimanfaatkan dalam menghasilkan produk mie dan sebagai bahan penstabil susu (Imeson 2010; Milani *et al.*, 2012; Herawati, 2018).

### Pektin

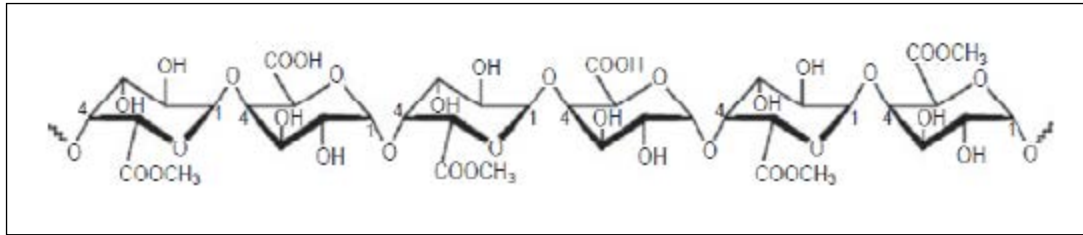
Pektin adalah polisakarida yang merupakan komponen utama dari dinding sel tumbuhan tingkat tinggi

tinggi, seperti buah-buahan dan sayuran. Pektin secara komersial terbagi dua yaitu pektin teresterifikasi *high-methyl* dan *low-methyl*. Bentuk pektin teresterifikasi *high-methyl* mampu membentuk gel dalam padatan dengan kelarutan yang tinggi dan larutan asam, sedangkan bentuk pektin teresterifikasi *low-methyl* membentuk gel dalam rentang pH dan kelarutan padatan yang lebih luas, namun membutuhkan kehadiran kation divalen untuk pembentukan gel. Fungsi umum dari pektin adalah sebagai pembentuk gel, *thickening agent*, dan penstabil dalam makanan. Aplikasi pektin beragam dan mencakup produk berbasis buah, susu, minuman lainnya, kembang

gula, produk roti (Milani *et al.*, 2012; Imeson, 2010).

Struktur pektin yang biasa dikenal mengacu pada polisakarida

linear yang terutama terdiri dari asam anhidrogalakturonik berikatan (1→4) α dengan bagian esterifikasi metil dari grup karboksil, seperti terlihat pada Gambar 4.



**Gambar 4.** Bagian Rantai D-Galakturonan Berikatan (1→4) α Sebagian Bermetilasi pada Posisi C-6 (Imeson, 2010)

Sumber hidrokoloid yang banyak terdapat di Indonesia yaitu rumput laut sebagai penghasil karagenan dan tanaman iles-iles sebagai penghasil glukomanan (Herawati, 2018; Harmayani, *et al.*, 2014) sehingga kedua jenis hidrokoloid tersebut berpotensi untuk dikembangkan sebagai *emulsifier* dalam pembuatan cokelat.

Ulasan ini menggunakan metode kajian pustaka dengan mengumpulkan data sekunder dari jurnal ilmiah, buku, hasil penelitian, artikel dan internet yang terkait dengan ulasan ini. Manfaat ulasan ini adalah memberikan informasi sehingga dapat diketahui jenis dan konsentrasi hidrokoloid sebagai *emulsifier* pada pembuatan cokelat. Manfaat lain adalah untuk mengembangkan metode dalam pembuatan cokelat yang memiliki dampak positif bagi kesehatan.

### Penggunaan Emulsifier pada Pengolahan Cokelat

Kendala yang sering dihadapi dalam pembuatan cokelat adalah terjadinya *fat bloom*. *Fat bloom* adalah bintik-bintik putih pada permukaan cokelat akibat kristal lemak pada cokelat belum stabil atau tidak terikat kuat oleh suatu bahan pengemulsi atau penstabil sehingga bermigrasi ke permukaan dan tampak seperti berjamur. Maka salah satu upaya untuk mengurangi terjadinya hal tersebut yaitu dengan menambahkan *emulsifier* (Sukendar *et al.*, 2012; Weyland dan Hartel, 2008). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Minifie (1999), *emulsifier*

ditambahkan dalam pembuatan cokelat dimaksudkan agar terjadi penurunan viskositas campuran sehingga dapat menjaga kestabilan emulsi minyak dan air. Selain itu, *emulsifier* mampu mengikat lemak pada cokelat sehingga bercak putih tidak akan timbul. *Emulsifier* memiliki kemampuan untuk mempertahankan tekstur dari pelelehan. Hal tersebut sebagai akibat adanya dispersi lemak bahan dengan struktur sel udara yang menghasilkan karakter tekstur yang keras dan kering (Ketaren, 1986). Sifat struktural dari cokelat dapat dipengaruhi dengan penambahan *emulsifier* sehingga hal tersebut akan mempengaruhi tingkat kesukaan konsumen akan tekstur dan rasa cokelat. Pengaruh lain penggunaan emulsifier dalam pengolahan cokelat adalah stabilitas terhadap migrasi lemak dan stabilitas terhadap oksidasi (Schantz dan Rohm, 2005).

Secara struktural *emulsifier* adalah molekul amfifilik yang memiliki gugus hidrofilik maupun lipofilik atau gugus yang suka air dan suka lemak dalam satu molekul dan dapat digunakan untuk menurunkan tegangan antarmuka antara dua fasa yang dalam keadaan normal tidak saling bercampur sehingga keduanya dapat teremulsi (Nasution *et al.*, 2004). Berdasarkan penelitian oleh Sukendar *et al.* (2012), penambahan bahan yang bersifat sebagai emulsi seperti bubuk bungkil kacang tanah, tepung rumput laut, dan kuning telur asin pada pembuatan permen cokelat tidak

menyebabkan terjadinya *fat bloom* pada produk cokelat walaupun telah disimpan selama 6 minggu pada suhu sekitar 31 °C.

Pengemulsi telah banyak digunakan untuk tujuan memodifikasi tekstur cokelat terutama di lapisan komersial (Walter dan Cornillon, 2001). Sifat cokelat akan berubah bila ditambahkan pengemulsi, termasuk kepekaan terhadap RH, suhu, dan tindakan *tempering* (Schantz dan Rohm, 2005). Penambahan konsentrasi pengemulsi yang semakin tinggi akan menghasilkan cokelat yang stabil. Hal tersebut dikarenakan zat pengemulsi akan menurunkan tegangan permukaan sehingga emulsi akan menyatu. Ikatan antara air dan lemak akan menjadi semakin kuat ketika pengemulsi ditambahkan. *Emulsifier* akan terurai di dalam air sehingga bagian yang bersifat hidrofilik akan menyerap air. Proses pengikatan air yang awalnya bergerak bebas akan terjadi sehingga menyebabkan cokelat menjadi semakin stabil (Sudarmadji, 1997).

Salah satu *emulsifier* yang sering digunakan dalam pembuatan cokelat adalah lesitin. Lesitin dapat diisolasi dari lemak hewani dan nabati seperti otak sapi, jantung dan hati sapi, kuning telur dan juga dari kedelai (Hartomo dan Widiatmoko, 1993). Selain lesitin, hidrokoloid berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai *emulsifier* dalam bahan pangan yang memiliki kelebihan dapat membantu pelepasan komponen aktif pada cokelat yang selanjutnya mudah diserap oleh tubuh dan bagus untuk kesehatan. Hidrokoloid memiliki matriks hidrofilik yang mampu membantu melepaskan komponen aktif pada produk pangan. Komponen aktif tersebut masuk ke dalam tubuh melalui media air karena matriks hidrofilik mampu mengembang dan akan menjadi erosi gel sehingga membentuk lapisan matriks yang terhidrasi apabila bahan tersebut berinteraksi dengan air dan akan terjadi erosi pada lapisan permukaannya sehingga akan terlarut dengan baik (Siepmann *et al.*, 1999). Karena kemampuannya tersebut, hidrokoloid juga dimanfaatkan untuk keperluan farmasi. Bhise *et al.* (2007) menyatakan bahwa

pelepasan zat aktif dalam senyawa obat lebih cepat pada matriks yang mengandung 100% kitosan yang merupakan salah satu jenis hidrokoloid. Hal tersebut apabila diterapkan pada pembuatan cokelat akan sangat bermanfaat dimana cokelat banyak mengandung komponen aktif yang berguna bagi tubuh.

Banyak hidrokoloid yang telah dimanfaatkan sebagai bahan tambahan dalam produk pangan dengan tujuan untuk meningkatkan kualitas produk tersebut. Hidrokoloid yang dapat dimanfaatkan sebagai *emulsifier* adalah glukomanan dan karagenan. Glukomanan banyak ditemukan pada tumbuhan iles-iles (*Amorphophallus* spp.). Tumbuhan iles-iles tercatat ada 200 spesies di dunia, menyebar terutama di Asia yakni di Tiongkok, Vietnam, Indonesia, dan Thailand masing-masing 15, 21, 24, dan 53 spesies. Saat ini, terdapat tiga spesies yang sudah diusahakan di Indonesia, yaitu *Amorphophallus companulatus* (Roxb.), *A. variabilis*, dan *A. oncophyllus*. Kandungan glukomanan pada iles-iles *A. oncophyllus* termasuk tinggi, yaitu 55% (Supriati, 2016). Tanaman iles-iles cocok sebagai tanaman sela di areal tanaman perkebunan seperti karet, cengkeh, kopi, cokelat, kelapa sawit dan jati (Afifah *et al.*, 2014).

Glukomanan merupakan satuan polisakarida yang tersusun atas satuan-satuan Dmannosa dan D-glukosa. Sebagai serat pangan, glukomanan memiliki beberapa sifat fungsional yaitu dapat menurunkan kadar kolesterol dan gula dalam darah, meningkatkan fungsi pencernaan dan sistem imun, dan juga dapat membantu menurunkan berat badan (Zhang *et al.*, 2002). Glukomanan memiliki karakter istimewa yaitu dapat cepat mengembang hingga 138-200% di dalam air (pati hanya mengembang 25%). Sifatnya yang larut dalam air dingin akan membuat glukomanan membentuk masa yang kental. Jika dipanaskan hingga membentuk gel, akan menyebabkan 'manan' stabil dan tidak terlarut kembali ke dalam air (Syaefullah, 1991). Selain berperan sebagai sumber pangan fungsional karena



manfaatnya terhadap kesehatan, perluasan pemanfaatan glukomanan sebagai *emulsifier* pada produksi cokelat akan memberikan peluang bagi petani cokelat lokal untuk meningkatkan pendapatan melalui budidaya tanaman iles-iles sebagai tanaman sela di areal perkebunan cokelat.

Karagenan dapat ditemukan pada rumput laut merah kelas *Rhodophyceae* yang merupakan komoditi andalan Indonesia sebagai negara kepulauan karena mudah dibudidayakan dengan investasi yang relatif kecil dan prospek pasar yang baik serta dapat meningkatkan pemberdayaan masyarakat pantai (Milani *et al.*, 2012). Salah satu jenis *Rhodophyceae* di Indonesia penghasil karagenan yaitu *Kappaphycus alvarezii*, memiliki peranan penting di bidang industri makanan, kosmetik, bioteknologi, dan industri nonpangan yang memiliki peluang pasar yang cukup potensial (Siregar *et al.*, 2016). Jenis karagenan yang paling cocok untuk dimanfaatkan dalam pembuatan cokelat adalah iota karagenan karena dapat membentuk gel yang lembut dan fleksibel atau lunak sehingga sangat mendukung sifat organoleptik cokelat yang disukai oleh masyarakat. Kappa karagenan menghasilkan gel yang bersifat kaku dan getas serta keras, sedangkan lambda karagenan tidak dapat membentuk gel, tetapi berbentuk cair yang *viscous* (Desiana dan Hendrawati, 2015) sehingga kurang cocok untuk dimanfaatkan dalam pembuatan cokelat karena akan mempengaruhi sifat organoleptik pada produk akhir.

Indonesia merupakan penghasil rumput laut terbesar dibandingkan dengan negara lain dimana industri pengolahan karagenan sudah mulai dikembangkan di Sulawesi Selatan (Suparmi dan Sahri, 2009; Fitri, 2013). Ketersediaan yang melimpah sehingga mudah diperoleh dan pemanfaatan karagenan yang diperluas tidak hanya digunakan sebagai *emulsifier* pada pembuatan es krim tetapi juga pada pembuatan jenis makanan lain seperti mie kering dan cokelat akan membantu pertumbuhan industri lokal di bidang pemanfaatan rumput laut.

Herawati (2018) menyatakan bahwa penggunaan hidrokoloid pada produk pangan harus mengikuti kaidah ambang batas sebagai bahan tambahan pangan (BTP) agar aman dikonsumsi. Oleh karena itu, perlu diperhatikan konsentrasi glukomanan dan karagenan yang akan digunakan dalam pembuatan cokelat ini. Penggunaan glukomanan sebagai bahan tambahan pangan yang diperbolehkan yaitu maksimal 10 g/kg dalam makanan (EFSA Panel on Food Additives and Nutrient Sources added to Food (ANS), 2017). Penelitian terdahulu menggunakan komposisi bubuk bungkil kacang tanah dan variasi konsentrasi tepung porang yang mengandung glukomanan sebanyak 0,1; 0,3; dan 0,5% dalam pembuatan permen cokelat dan menunjukkan bahwa nilai perlakuan terbaik pada kombinasi komposisi bubuk bungkil kacang tanah 14% dan konsentrasi tepung porang 0,5% dengan persentase *fat blooming* hanya 5,54% (Deliana *et al.*, 2014). Putri (2016) juga telah melakukan penelitian dengan memanfaatkan glukomanan dari tepung porang sebagai penstabil es krim dari susu kambing. Penelitian tersebut menggunakan glukomanan dengan konsentrasi 0,1; 0,2; 0,3; 0,4; dan 0,5% serta diperoleh hasil terbaik dengan penggunaan glukomanan pada konsentrasi 0,5%.

Karagenan dinyatakan aman dikonsumsi jika konsentrasinya tidak lebih dari 2000 mg/kg (CDH, 2006). Masykuri *et al.*, (2009) menggunakan 5 variasi konsentrasi karagenan sebagai penstabil dalam pembuatan es krim cokelat yaitu 0; 0,1; 0,3; 0,5; 0,7% dan diperoleh konsentrasi karagenan yang optimal atau tepat dan disukai oleh panelis baik dari kenampakan maupun cita rasanya adalah pada kisaran 0,3-0,5% dimana penggunaan karagenan 0,3% cocok untuk es krim cokelat bentuk mangkok (*cup*), sedangkan penggunaan karagenan 0,5% cocok untuk es krim cokelat bentuk tongkat (*stick*). Widyaningtyas dan Susanto (2015) telah melakukan penelitian menggunakan karagenan sebagai hidrokoloid pada karakteristik mie kering

dengan konsentrasi 0,25; 0,5; dan 0,75% dan diperoleh konsentrasi optimal pada 0,75%. Sehingga dapat disimpulkan bahwa konsentrasi hidrokoloid yang ditambahkan pada produk pangan untuk mendapatkan hasil yang optimal yaitu berkisar antara 0,1-0,75%. Konsentrasi hidrokoloid yang tinggi juga akan mempengaruhi stabilitas emulsi dan sifat organoleptik produk cokelat yang dihasilkan.

## SIMPULAN

Hidrokoloid khususnya glukomanan dan karagenan berpotensi dimanfaatkan sebagai *emulsifier* pada pembuatan cokelat karena mudah didapat dan kemampuannya dalam melepaskan komponen aktif pada pangan dalam tubuh. Konsentrasi penggunaan glukomanan dan karagenan pada pembuatan cokelat harus memenuhi kaidah ambang batas sebagai bahan tambahan pangan yaitu tidak melebihi 2% dimana hasil produk yang optimal diperoleh pada konsentrasi berkisar antara 0,1-0,75%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Ratri Retno Utami S.TP., MT., atas bantuan teknis dan penulisan dalam menyelesaikan karya tulis ini.

## DAFTAR PUSTAKA

1. Afifah, E., Nugrahani, M. O., dan Setiono. 2014. Peluang Budidaya Iles-Iles (*Amorphophallus* spp.) sebagai Tanaman Sela di Perkebunan Karet. *Warta Perkaratan*, 33, 35-46.
2. Amraini, S. Z., Rionaldo, H., Hermanto., Kurniawan, N., dan Zulfansyah. 2011. Review Teknologi Proses Pengolahan Kakao. *STU*, B4-1 – B4-7.
3. Bhise, K. S., Dhumal, R. S., Chauhan, B., Paradkar, A., dan Kadam, S. S. 2007. Effect of Oppositely Charged Polymer and Dissolution Medium on Swelling, Erosion, and Drug Release from Chitosan Matrices. *AAPS PharmSciTech*, 8, E1-E9.
4. CDH. 2006. Carrageenan CAS No. 9000-07-1. *Material Safety Data Sheet SDS/MSDS*, 1-6, diakses pada 16 Oktober 2018, cdhfinechemical.com.
5. de Araujo, I. W. F., Rodrigues, J. A. G., de Sousa Oliveira Vanderier, E., de Paula, G. A., de Brito Lima, T., dan Benevides, N. M. B. 2012. Iota-Carrageenans from *Solieria filiformis* (Rhodohyta) and Their Effects In The Inflammation and Coagulation. *Acta Scientiarum*, 34, 127-135.
6. Deliana, Susilo, B., dan Yulianingsih, R. 2014. Analisa Karakteristik Fisik dan Sensorik Permen Cokelat dari Komposisi Bubuk Bungkil Kacang Tanah dan Variasi Konsentrasi Tepung Porang (*Amorphophallus oncophyllus*). *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 2, 62-71.
7. Desiana, E., dan Hendrawati, T. Y. 2015. Pembuatan Karagenan dari *Euchema cottonii* dengan Ekstraksi KOH Menggunakan Variabel Waktu Ekstraksi. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, ISSN : 2407-1846.
8. EFSA Panel On Food Additives and Nutrient Sources Added to Food (ANS)., Mortensen, A., Aguilar, F., Crebelli, R., Di Domenico, A., Frutos, M. J., Galtier, P., Gott, D., Gundert-Remy, U., Lambre, C., Leblanc, J-C., Lindtner, O., Moldeus, P., Mosesso, P., Oskarsson, A., Parent-Massin, D., Stankovic, I., Waalkens-Berendsen. I., Woutersen, R. A., Wright, M., Younes, M., Brimer, L., Christodoulidou, A., Lodi, F., Tard, A., dan Dusemund, B. 2017. Re-Evaluation of Konjac Gum (E 425 i) and Konjac Glucomannan (E 425 ii) as Food Additives. *EFSA Journal*, 15, 4864.
9. Fadel, A., Plunkett, A., Li, W., Ranneh, Y., Gyamfi, V. E. T., Salmon, Y., Nyaranga, R. R., dan Ashworth, J. 2017. Arabinoxylans from Rice Bran and Wheat Immunomodulatory Potentials: A Review Article. *Nutrition and Food Science*, 48, 97-110

10. Fitri, M. 2013. Kajian Sifat Fisika-Kimia Karaginan dari Rumpun Laut Jenis *Euchema* sp di Perairan Sulawesi Selatan. *Jurnal Galung Tropika*, 2, 64-76.
11. Gelinas, P., McKinnon, C., dan Gagnon, F. 2016. Fructans, Water-Soluble Fibre and Fermentable Sugars in Bread and Pasta Made with Ancient and Modern Wheat. *International Journal of Food Science and Technology*, 51, 555-564
12. Gorsek. 2002. Weight Loss Composition Containing Green Tea, Hydroxycitric Acid, 5-Hydroxytryptophan, Glucomannan, Picolinate, and *Lactobacillus*. *United States Patent*, May 7: US 6,383,482 B1.
13. Harmayani, E., Aprilia, V., dan Marsono, Y. 2014. Characterization of Glucomannan from *Amorphophallus oncophyllus* and Its Prebiotic Activity In Vivo. *Carbohydrate Polymers*, 112, 475-479.
14. Hartomo, A. J., dan Widiatmoko, M. C. 1993. *Emulsi dan Pangan Instan Berlesitin*. Yogyakarta : Andi Offset.
15. Herawati, H. 2018. Potensi Hidrokoloid sebagai Bahan Tambahan pada Produk Pangan dan Non Pangan Bermutu. *Jurnal Litbang Pertanian*, 37, 17-25.
16. Imeson, A. 2010. *Food Stabilisers, Thickeners, and Gelling Agents*. United Kingdom : Wiley-Blackwell.
17. Indarti, E., Arpi, N., dan Budijanto, S. 2013. Kajian Pembuatan Cokelat Batang dengan Metode Tempering dan Tanpa Tempering. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*, 5, 1-6.
18. Jin-song, S., Wei-ming, S., Da-feng, S., De-feng, X., dan Gong-ping, G. 2008. Formula Screening and Stability Evaluation of Compound Emulsifier Containing *Blettila striata* Polysaccharide Gum Based on Histogram. *Food Science*, 29, 35-38
19. Joel, J. M., Barminas, J. T., Riki, E. Y., Yelwa, J. M., dan Edeh, F. 2018. Extraction and Characterization of Hydrocolloid Pectin from Goron Tula (*Azanza garckeana*) Fruit. *World Scientific News*, 101, 157-171.
20. Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*, UI Press. Jakarta.
21. Krumreich, F. D., Correa, A. P. A., Nachtigal, J. C., Buss, G. L., Rutz, J. K., Crizel-Cardozo, M. M., Jansen, C., dan Zambiasi, R. C. 2018. Stabilization of Guava Nectar with Hydrocolloids and Pectinases. *Polimeros*, 28, 53-60.
22. Lee, H. V., Hamid, S. B. A., dan Zain, S. K. 2014. Conversion of Lignocellulosic Biomass to Nanocellulose : Structure and Chemical Process. *The Scientific World Journal*, 2014, 1-20.
23. Leivas, C. L., Nascimento, L. F., Barros, W. M., Santos, A. R. S., Lacomini, M., dan Cordeiro, L. M. C. 2016. Substitued Galacturonan from Starfruit: Chemical Structure and Antinociceptive and Anti-Inflammatory Effects. *International Journal of Biological Macromolecules*, 84, 295-300
24. Luyten, H., Vereijken, J., dan Buecking, M. 2004. Using Proteins as Additives in Foods: An Introduction. *Proteins in Food Processing*. Cambridge England : Woodhead Publishing Limited
25. Masykuri, Nurwantoro, dan Wibawa, R. A. 2009. Pengaruh Penggunaan Karaginan sebagai Penstabil terhadap Kondisi Fisik dan Tingkat Kesukaan pada Es Krim Coklat. *Pemberdayaan Peternakan Berbasis Sumber Daya Lokal untuk Ketahanan Pangan Nasional Berkelanjutan*, 503-509
26. Mikshina, P. V., Petrova, A. A., Faizullin, D. A., Zuev, Y. F., dan Gorshkova. 2015. Tissue-Specific Rhamnogalacturonan I Forms the Gel with Hyperelastic Properties. *Biochemistry (Moscow)*, 80, 915-924
27. Milani, J., dan Malekim G. 2012. *Hydrocolloids in Food Industry, Food Industrial Processes – Methods and Equipment*. Croatia : Intech Europe.

28. Minifie, B. W. 1989. *Chocolate, Cocoa, and Confectionery : Science and Technology* (3rd ed.). California : Richardson Researches, Inc.
29. Minifie, W.B., 1999. *Chocolate, Cacao and Confectionary Sains Technology*. An Aspen Publication, London.
30. Mudgil, D., dan Barak, S. 2013. Composition, Properties and Health Benefits of Indigestible Carbohydrate Polymers as Dietary Fiber : A Review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 61 : 1-6
31. Muxika, A., Etxabide, A., Uranga, J., Guerrero, P., dan de la Caba, K. Chitosan as A Bioactive Polymer: Processing, Properties and Applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 105 (Pt 2), 1358-1368
32. Naidu, D. S., Hlangothi, S. P., dan John, M. J. Bio-based Products from Xylan: A Review. *Carbohydrate Polymers*, 179, 28-41
33. Nasution, M. Z., Suryani, A., dan Susanti, I. 2004. Pemisahan dan Karakterisasi *Emulsifier* dalam Minyak Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*). *Teknik Industri Pertanian*, 13, 108-115.
34. Necas, J. dan Bartosikova, L. 2013. Carrageenan : A Review. *Veterinari Medicina*, 58, 187-205.
35. Nwokocha, L. M., Senan, C., Williams, P. A., dan Yadav, M. P. 2017. Characterisation and Solution Properties of A Galactomannan from *Bauhinia monandra* Seeds. *International Journal of Biological Macromolecules*, 101, 904-909.
36. Patel, S. 2012. Therapeutic Importance of Sulfated Polysaccharides from Seaweeds: Updating the Recent Findings. *3 Biotech*, 2, 171-185
37. Putri, D. I. 2016. *Pengaruh Konsentrasi Tepung Umbi Suweg (Amorphophallus campanulatus B.) sebagai Penstabil Es Krim Susu Kambing*. Skripsi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian. Unila
38. Ramlah, S. 2014. Pengaruh Suhu Penyangraian Terhadap Mutu Cokelat sebagai Makanan Kesehatan Penurun Kadar Kolesterol Darah. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 9, 115-124.
39. Ramlah, S. 2016. Karakteristik Mutu dan Citarasa Cokelat Kaya Polifenol. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 11, 23-32.
40. Ray, S., Roy, G., Maiti, S., Bhattacharyya, U. K., Sil, A., dan Mitra, R. 2017. Development of Smart Hydrogels of Etherified Gum Ghatti for Sustained Oral Delivery of Ropinirole Hydrochloride. *International Journal of Biological Macromolecules*, 103, 347-354.
41. Rodriguez, B., Owen, K. Q., Freitas, U., dan Udani, J. 2017. Arabinogalactan for Enhancing the Adaptive Immune Response. *United States Patent*, Jan 24 : US 9,549,979 B2
42. Schantz, B. dan Rohm, H. 2005. Influence of Lecithin-PGPR Blends on the Rheological Properties of Chocolate. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.* 38 (2005) 41-45
43. Siepman, J., Kranz, H., Bodmeier, R., dan Peppas, N. A. 1999. HPMC-Matrices for Controlled Drug Delivery : A New Model Combining Diffusion, Swelling, and Dissolution Mechanisms and Predicting the Release Kinetics. *Pharmaceutical Research*, 16, 1748-1756.
44. Siregar, R. F., Santoso, J., dan Uju. 2016. Karakteristik Fisiko Kimia Kappa Karagenan Hasil Degradasi Menggunakan Hidrogen Peroksida. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 19, 256-266.
45. Subroto, T. 2011. Efek Anti Hiperkolesterolemik Karagenan Rumput Laut dalam Diet terhadap Plasma Lipid Tikus Putih. *Bionatura-Jurnal Ilmu - ilmu Hayati dan Fisik*. Vol. 13, No. 1, Maret 2011 : 58-65.



46. Sudarmadji. 1997. *Petunjuk Laboratorium Analisis Pangan*. PAU Pangan dan Gizi. Bogor.
47. Sukendar, N. K., Laga, A., Bilang, M., dan Nur, Z. 2012. Pengaruh Substitusi Gula Sukrosa Oleh Gula Rendah Kalori pada Formulasi Permen Cokelat Fungsional. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 7, 52-61.
48. Suparmi dan Sahri, A. 2009. Juni-Agustus. Mengenal Potensi Rumput Laut : Kajian Pemanfaatan Sumber Daya Rumput Laut dari Aspek Industri dan Kesehatan. *Majalah Ilmiah Sultan Agung*, 118, 95-116.
49. Supriati, Y. 2016. Keanekaragaman Iles-Iles (*Amorphophallus* spp.) dan Potensinya untuk Industri Pangan Fungsional, Kosmetik, dan Bioetanol. *Jurnal Litbang Pertanian*, 35, 69-80.
50. Syaefullah, M. 1991. *Studi Karakteristik Glukomannan dari Sumber "Indegenous" Iles-Iles (Amorphophallus oncophyllus) dengan Variasi Proses Pengeringan dan Dosis Perendaman*. Tesis Fakultas Pascasarjana IPB. Bogor. 45-48
51. Tester, R. F., dan Al-Ghazzewi, F. H. 2013. Mannans and Health, with A Special Focus On Glucomannans. *Food Research International*, 50, 384-391.
52. The Commission of The European Communities. 2001. *Commission Directice 2001/30/EC of 2 May 2001 Amending Directive 96/77/EC Laying Down Specific Purity Criteria On Food Other Than Colours and Sweeteners*. Brussels : Official Journal of The European Communities.
53. Tisoncik, M. 2013. Chocolate Fat Bloom. *The Manufacturing Confectioner*, 56.
54. Walter, P. dan Cornillon, P. 2001. Influence of Thermal Conditions and Presence of Additives on Fat Bloom in Chocolate. *Journal of the American Oil Chemists Society* 78: 927-932.
55. Widyastuti, N., Baruji, T., Giarni, R., Isnawan, H., Wahyudi, P., dan Donowati. 2011. Analisa Kandungan Beta-Glukan Larut Air dan Larut Alkali dari tubuh Buah Jamur Tiram (*Pleurotus ostreatus*) dan Shiitake (*Lentinus edodes*). *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*, 13, 182-191
56. Wenno, M.R. 2009. *Karakteristik Fisiko-Kimia Karaginan dari Euchema cottoni pada Bagian Thalus, Berat Bibit dan Umur Panen*. Institut Pertanian Bogor.
57. Weyland, M., dan Hartel, R. 2008. *Emulsifiers in Confectionery, Food Emulsifiers and Their Applications*. Berlin : Springer Science & Business Media.
58. Widyaningtyas, M. dan Susanto, W.H. 2015. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Hidrokoloid (*Carboxy Methyl Cellulose, Xanthan Gum*, dan Karagenan) terhadap Karakteristik Mie Kering Berbasis Pasta Ubi Jalar Varietas Ase Kuning. *Jurnal Pangan dan Agroindustri* Vol. 3 No. 2 p.417-423.
59. Yunus, M. R., Assa, A., dan Pasae, R. 2013. Kajian Pengembangan Pohon Industri Kakao (*Theobroma cacao* L) dengan Menggunakan Model *Conceptual Entity-Relationship*. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, 8, 9-26.
60. Zhang, W., Xu, P., dan Zhang, H. 2015. Pectin in Cancer Therapy: A Review. *Trends in Food Science & Technology*, 44, 258-271
61. Zhang, Z., Wheatley, C.C. dan Corke, H. 2002. *Biochemical Changes During Storage of Sweet Potato Roots Differing in Dry Material Content*. *Postharvest Bioland Technol* 24: 317 – 325.