

KARAKTERISTIK FISIK *EDIBLE FILM* KOMPOSIT KARAGINAN DAN LILIN LEBAH MENGGUNAKAN PROSES NANOEMULSI

**Christmas Togas, Siegfried Berhimpon, Roike Iwan Montolalu*, Henny Adeleida
Dien, Feny Mentang**

Program Studi Magister Ilmu Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Sam Ratulangi,
Jalan Kampus UNSRAT Bahu, Manado 95115, Sulawesi Utara. Telepon/Faks.: (0431) 868027

*Korespondensi: rmontolalu@unsrat.ac.id

Diterima: 11 Agustus 2017/ Disetujui: 19 Desember 2017

Cara sitasi: Togas C, Berhimpon S, Montolalu R, Dien HA, Mentang F. 2017. Karakteristik fisik *edible film* komposit karaginan dan lilin lebah menggunakan proses nanoemulsi. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 20(3): 468-477.

Abstrak

Penelitian mengenai pembuatan *edible film* dari komposit karaginan dan lilin lebah melalui proses nanoemulsi telah dilakukan dengan tujuan untuk menganalisis pengaruh perbandingan konsentrasi komposit serta kecepatan homogenisasi terhadap karakteristik fisik *edible film* dari komposit karaginan dan lilin lebah. *Edible film* dibuat dengan perlakuan konsentrasi karaginan 3,5 dan 4,5%, konsentrasi lilin lebah 0,2, 0,4, 0,6 dan 0,8%, serta kecepatan homogenisasi sebesar 2.000 dan 3.000 rpm. Karakteristik fisik *edible film* yang dianalisis, yaitu: ketebalan, kuat tarik, perpanjangan, laju transmisi uap air, serta persen kelarutan. Hasil analisis menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi komposit karaginan dan lilin lebah serta kecepatan homogenisasi berpengaruh terhadap perubahan karakteristik fisik dari *edible film*. Peningkatan konsentrasi komposit karaginan dan lilin lebah serta kecepatan homogenisasi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) dalam menurunkan laju transmisi uap air serta meningkatkan perpanjangan dan persen kelarutan, namun berpengaruh tidak nyata ($p > 0,05$) dalam meningkatkan ketebalan dan kuat tarik. Perlakuan terbaik diperoleh dari komposit dengan konsentrasi, yaitu: karaginan 4,5% dan lilin lebah 0,8%, yang diproses dengan kecepatan homogenisasi 3.000 rpm, dengan nilai rata-rata ketebalan sebesar 0,1534 mm, kuat tarik sebesar 22,44 N/mm², perpanjangan sebesar 22,5%, laju transmisi uap air sebesar 25,3411 g/m²/jam, serta persen kelarutan sebesar 88%.

Kata kunci: *edible film*, homogenisasi, kuat tarik, laju transmisi uap air

Physical Characteristics of Edible Film made from Carrageenan and Beeswax Composites through Nanoemulsion Process

Abstract

A research on producing edible film from composite of carrageenan and beeswax using nanoemulsion process has been conducted, with the objective is to analyze the effect of composite concentrations and homogenization rate on physical characteristics of edible films. The edible films were made using carrageenan concentrations 3.5 and 4.5%, beeswax concentrations 0.2, 0.4, 0.6 and 0.8% and homogenization rates of 2,000 and 3,000 rpm. Physical properties of the edible film were analyzed, i.e: thickness, tensile strength, elongation, water vapor transmission rate and percent of solubility. The result, shows that the composite concentration ratio of carrageenan and beeswax and homogenization rate influence the physical characteristics of edible film. Increased concentrations of composite and homogenization rates have highly significant effect ($p < 0.01$) on decreased of water vapor transmission rate and increased of elongation and percent of solubility, however have no significant effect ($p > 0.05$) on increased of thickness and tensile strength. The best treatment was obtained from composite concentration ratio of carrageenan 4,5% and beeswax 0.8% with homogenization rate 3,000 rpm, with the average value of thickness 0.1534 mm, tensile strength 22.44 N/mm², elongation 22.5%, water vapor transmission rate 25.3411 g/m²/hr and percent of solubility 88%.

Keywords: edible film, homogenization, tensile strength, water vapor transmission

PENDAHULUAN

Pengemas merupakan bahan yang sangat diperlukan untuk mempertahankan kualitas suatu bahan pangan agar tetap baik dan sehat, apabila suatu bahan pangan dibiarkan terbuka dan terkontaminasi dengan lingkungan, misalnya kontak dengan oksigen, maka bahan pangan tersebut akan cepat rusak, sehingga dapat menurunkan kualitas dan umur simpan dari bahan pangan tersebut. Bahan pengemas makanan yang terbuat dari plastik semakin banyak digunakan dalam kurun waktu beberapa tahun terakhir. Hal ini disebabkan karena plastik memiliki berbagai keunggulan, misalnya fleksibel, transparan, mudah dibentuk, tidak mudah pecah serta harganya yang relatif murah, akan tetapi, plastik tergolong bahan pengemas yang dapat mencemari lingkungan, karena memiliki sifat yang tidak dapat dihancurkan secara alami (*non biodegradable*). Plastik juga dapat mencemari bahan pangan yang dikemas, karena adanya zat-zat tertentu (transmisi monomer) ke dalam bahan pangan yang dikemas, yang berpotensi menyebabkan kanker (karsinogenik). Oleh sebab itu, saat ini mulai dikembangkan pengemas bahan organik yang berfungsi sebagai pelapis, yang memiliki sifat mirip plastik, *biodegradable*, serta dapat langsung dimakan, seperti *edible film*. *Edible film* yang memiliki sifat *biodegradable*, bisa digunakan untuk menghambat/mengatur perpindahan uap air, oksigen, karbon dioksida, aroma, lipid dan juga sebagai pembawa bahan makanan untuk meningkatkan sifat-sifat dari makanan (Bourtoom 2008).

Bahan pembuat *edible coating* dan *edible film* dibagi menjadi tiga kategori, yaitu: hidrokoloid, misalnya protein, turunan selulosa, alginat, karaginan, pektin, pati dan polisakarida lain; lipid, yaitu lilin (*wax*), asil gliserol, asam lemak (asam palmitat, asam stearat) dan kombinasi keduanya atau komposit. *Edible film* dari karaginan memiliki sifat *barrier* yang baik terhadap gas, namun, memiliki permeabilitas uap air yang tinggi dikarenakan sifatnya yang hidrofilik, yang membatasi penggunaannya dalam pengemasan makanan (Alves *et al.* 2011). Penambahan polimer lainnya seperti lipid maupun protein (komposit) secara umum

mempengaruhi sifat-sifat dari *edible film*. Tujuan utama dari keberadaan lipid yang ditambahkan kedalam *edible film* adalah untuk mencegah perpindahan uap air dikarenakan polaritasnya yang relatif rendah (Bourtoom 2008).

Edible film yang dibuat dari komposit karaginan dan lilin lebah dengan metode nanoemulsi merupakan penelitian untuk meningkatkan kualitas *edible film* komposit karaginan dan lilin lebah. Nanoemulsi dapat digunakan untuk *edible film* yang dikembangkan sebagai bahan pengemas aktif. Ukuran kecil dari lipid dalam nanoemulsi bisa meningkatkan sifat fisik dan kimia serta aktivitas biologis dari *edible film* dengan meningkatkan luas permukaan per satuan massanya (Galus dan Kadzińska 2015). Penelitian yang telah dilakukan di antaranya oleh Rahael *et al.* (2014), yang membuat *edible film* dari protein pada ikan, yaitu miofibril dan kolagen yang diekstrak dari ikan situhuk hitam (*Makaira indica*) dan digunakan sebagai coating pada produk stik ikan asap, serta Moga *et al.* (2017), yang membuat *edible film* dari karaginan, dengan penambahan asap cair dan digunakan sebagai *coating* pada produk sosis dan bakso ikan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh perbandingan konsentrasi komposit serta kecepatan homogenisasi terhadap karakteristik fisik *edible film*.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu: tepung κ -karaginan (Wako Pure Chemical Industries Ltd., Japan), tepung sagu, lilin lebah, akuades, NaOH 1 M (Merck) dan gliserol. Alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu: alat-alat gelas kimia (Iwaki Pyrex), neraca analitik (Adam PW 254), *hot plate stirrer* (Favorit HS0707V2), termometer, kertas indikator pH (universal indikator), *homogenizer stirrer* (WiseStir HS-100D), cetakan *edible film* (20×20cm×2 mm), oven, mikrometer (Mitutoyo No. 103-137), *tensile strength* dan *elongation testing machine*, *higrometer* (Haar-Synth), cawan, desikator (Vakuumfest-Schott), neraca analitik (Adam

PW 254), *magnetic stirrer* (Ikeda Rika IS-3L) dan kertas saring (Whatman No. 1).

Metode Penelitian

Pembuatan *edible film* dari karaginan

Pembuatan *edible film* dari karaginan berdasarkan metode Fabra *et al.* 2009. Karaginan dilarutkan sesuai konsentrasi perlakuan 3,5% dan 4,5% (b/v) dengan melarutkan tepung karaginan (3,5% dan 4,5%) (b/v) kedalam akuades dengan volume 500 mL, sambil dipanaskan pada suhu 65°C dan dihomogenisasikan pada kecepatan 600 rpm. Kemudian tambahkan *plasticizer* gliserol 2% (v/v), lilin lebah sesuai perlakuan masing-masing, yaitu: 0,2%, 0,4%, 0,6% dan 0,8% (b/v), serta tepung sagu 0,5% (b/v). Atur pH menjadi netral dengan menambahkan NaOH 1 M. Selanjutnya homogenisasikan larutan *edible film* komposit pada kecepatan sesuai perlakuan masing-masing, yaitu: 2000 rpm dan 3000 rpm, selama 5 menit, lalu tuangkan kedalam cetakan. Setelah itu keringkan dalam oven pada suhu 60°C, selama 4 jam.

Karakterisasi *edible film* Ketebalan film

Pengukuran ketebalan film mengacu pada metode yang digunakan Alemán *et al.* (2016). *Edible film* diukur ketebalannya dengan menggunakan mikrometer pada 6 tempat yang berbeda. Nilai ketebalan dihitung dari nilai rata-rata pengukuran pada 6 tempat tersebut.

Kuat tarik dan perpanjangan

Kuat tarik (*tensile strength*) dan perpanjangan (*elongation*) diukur dengan menggunakan *tensile strength* dan *elongation testing machine*. Nilai kuat tarik dan perpanjangan *edible film* yang diukur dapat dilihat pada layar *tensile strength* dan *elongation testing machine*. Kuat tarik ditentukan berdasarkan beban maksimum pada saat *edible film* terputus dan perpanjangan didasarkan atas pemanjangan pada saat *edible film* terputus. Kuat tarik dan

perpanjangan dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kuat tarik} = \frac{F}{A}$$

F adalah gaya kuat tarik (N) dan A adalah luas permukaan *edible film* (mm²).

$$\% \text{Perpanjangan} = \frac{B - A}{A} \times 100\%$$

A adalah panjang awal dan B adalah panjang saat terputus.

Laju transmisi uap air

Pengujian laju transmisi uap air mengacu pada metode Gontard *et al.* (1992). *Edible film* diletakkan di atas cawan sehingga menutupi permukaan cawan yang telah dimasukkan silika gel (kelembaban relatif 0%), kemudian dieratkan dengan karet gelang, sehingga tidak ada udara yang masuk. Cawan ditimbang, kemudian diletakkan kedalam desikator yang telah dimasukkan akuades (kelembaban relatif 100%, suhu 28°C). Cawan tersebut ditimbang setiap 1 jam selama selang waktu 8 jam. Laju transmisi uap air dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{WVTR} = \frac{w}{A \times t}$$

w adalah pertambahan berat silika gel (g), A adalah luas permukaan *edible film* (m²) dan t adalah selang waktu penyimpanan (jam).

Persen kelarutan

Pengujian persen kelarutan mengacu pada metode Gontard *et al.* (1993) yang dimodifikasi. Sampel dipotong dengan ukuran 2 x 2 cm. Sampel dengan kertas saring dikeringkan pada suhu 105°C selama 24 jam. Kertas saring dan sampel ditimbang secara terpisah dan beratnya ditentukan sebagai berat awal. Sampel dimasukkan kedalam 50 mL akuades. Perendaman dilakukan selama 6 jam sambil diaduk. Sampel disaring, untuk kertas saring serta *edible film* yang tidak larut tersaring dikeringkan pada suhu 105°C selama 24 jam. Sampel ditimbang (berat akhir) untuk

menentukan bahan kering yang tidak larut dalam air. Persen kelarutan dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\% \text{Kelarutan} = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

w_1 adalah berat awal (g) dan W_2 adalah berat akhir (g).

Rancangan percobaan dan analisis data

Percobaan dirancang menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang disusun secara faktorial ($2 \times 4 \times 2$) dengan 2 kali ulangan. Pengujian data menggunakan Analisis Keragaman (ANOVA). Hasil analisis yang menunjukkan signifikansi, diuji lanjut

dengan menggunakan Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT).

HASIL DAN PEMBAHASAN

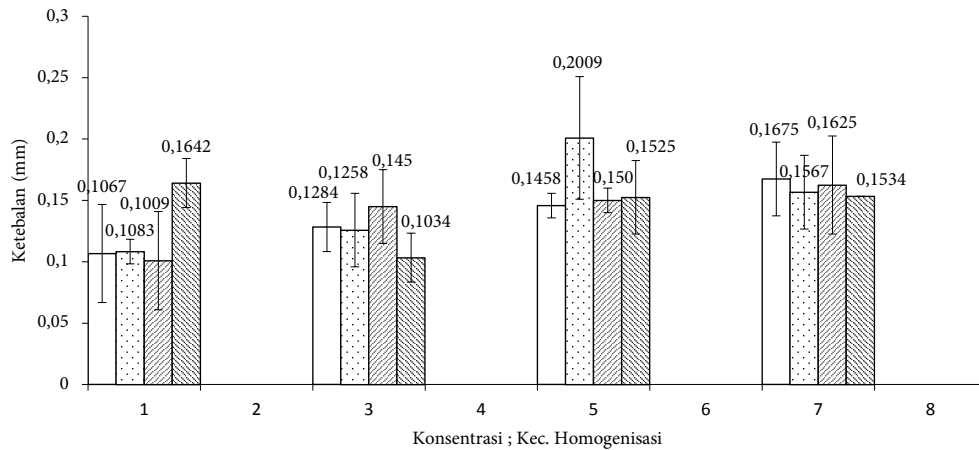
Ketebalan

Rata-rata ketebalan *edible film* berkisar antara 0,1009-0,2009 mm. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi komposit karaginan dan lilin lebah serta kecepatan homogenisasi tidak memiliki perbedaan yang nyata ($p > 0,05$) terhadap ketebalan *edible film* (Tabel 1). Nilai rata-rata ketebalan tertinggi diperoleh dari perbandingan konsentrasi komposit (karaginan 4,5% : Lilin Lebah 0,4%) dengan kecepatan homogenisasi 2000 rpm, yaitu sebesar 0,2009 mm, sedangkan nilai rata-rata ketebalan terendah diperoleh

Tabel 1 Data pengukuran sifat-sifat fisik *edible film*

Perlakuan	Nilai rata-rata				
	Ketebalan (mm)*	Kuat Tarik (N/mm ²)*	Perpanjangan (%)**	Laju Transmisi Uap Air (g/m ² /jam)**	Persen Kelarutan (%)**
A ₁ B ₁ C ₁	0,11±0,04 ^a	23,95±7,54 ^{ab}	20,00±0,00 ^{ab}	38,58±1,51 ^f	100,00±0,00 ^d
A ₁ B ₁ C ₂	0,13±0,02 ^a	30,47±6,07 ^b	22,50±3,54 ^{abc}	38,31±3,59 ^f	100,00±0,00 ^d
A ₁ B ₂ C ₁	0,11±0,01 ^a	18,02±2,27 ^a	20,00±0,00 ^{ab}	34,05±0,94 ^e	100,00±0,00 ^d
A ₁ B ₂ C ₂	0,13±0,03 ^a	22,31±4,45 ^{ab}	32,50±3,54 ^d	36,21±0,04 ^{ef}	100,00±0,00 ^d
A ₁ B ₃ C ₁	0,10±0,04 ^a	18,22±2,77 ^a	22,50±3,54 ^{abc}	33,06±0,75 ^{cde}	100,00±0,00 ^d
A ₁ B ₃ C ₂	0,15±0,03 ^{ab}	21,25±1,34 ^{ab}	30,00±0,00 ^{cd}	33,40±0,04 ^{de}	100,00±0,00 ^d
A ₁ B ₄ C ₁	0,16±0,02 ^{ab}	24,05±0,16 ^{ab}	25,00±7,07 ^{bcd}	33,49±1,06 ^{de}	80,00±2,83 ^a
A ₁ B ₄ C ₂	0,10±0,02 ^a	16,96±0,96 ^a	15,00±0,00 ^a	32,90±0,61 ^{cde}	82,00±2,83 ^{ab}
A ₂ B ₁ C ₁	0,15±0,01 ^{ab}	19,82±2,06 ^{ab}	17,50±3,54 ^{ab}	35,12±1,56 ^{ef}	100,00±0,00 ^d
A ₂ B ₁ C ₂	0,17±0,03 ^{ab}	22,68±4,57 ^{ab}	20,00±0,00 ^{ab}	27,10±0,60 ^{ab}	100,00±0,00 ^d
A ₂ B ₂ C ₁	0,20±0,05 ^b	18,16±2,19 ^a	25,00±0,00 ^{bcd}	29,26±1,59 ^{abc}	100,00±0,00 ^d
A ₂ B ₂ C ₂	0,16±0,03 ^{ab}	20,28±12,36 ^{ab}	17,50±3,54 ^{ab}	28,42±1,60 ^{ab}	100,00±0,00 ^d
A ₂ B ₃ C ₁	0,15±0,01 ^{ab}	27,16±2,34 ^{ab}	22,50±3,54 ^{abc}	29,91±1,83 ^{bcd}	100,00±0,00 ^d
A ₂ B ₃ C ₂	0,16±0,04 ^{ab}	18,50±5,46 ^a	17,50±3,54 ^{ab}	26,69±4,24 ^{ab}	100,00±0,00 ^d
A ₂ B ₄ C ₁	0,15±0,03 ^{ab}	22,13±0,90 ^{ab}	30,00±7,07 ^{cd}	27,59±0,63 ^{ab}	85,00±4,24 ^{bc}
A ₂ B ₄ C ₂	0,15±0,00 ^{ab}	22,44±0,04 ^{ab}	22,50±3,54 ^{abc}	25,34±0,85 ^a	88,00±0,00 ^c

Keterangan: Perlakuan: Kons. Karaginan (A1: 3,5%, A2: 4,5%); Kons. Lilin Lebah (B1: 0,2%, B2: 0,4%, B3: 0,6%, B4: 0,8%); Kec. Homogenisasi (C1: 2000 rpm, C2: 3000 rpm). *Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan tidak adanya perbedaan nyata ($p > 0,05$). **Huruf *superscript* yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan adanya perbedaan sangat nyata ($p < 0,01$).



Gambar 1 Histogram nilai rata-rata ketebalan *edible film* (□ LL 0,2%, ▨ LL 0,4%, ▩ LL 0,6%, ▪ LL 0,8%) (LL : Lilin Lebah).

dari perbandingan konsentrasi komposit (Karaginan 3,5% : Lilin Lebah 0,6%) dengan kecepatan homogenisasi 2.000 rpm, yaitu sebesar 0,1009 mm.

Nilai rata-rata ketebalan *edible film* cenderung mengalami peningkatan dengan meningkatnya konsentrasi komposit karaginan dan lilin lebah serta kecepatan homogenisasi (Gambar 1). Campuran *edible film* yang berisi komposisi bahan yang maksimal, maka akan didapatkan larutan yang sangat kental dan memiliki ketebalan yang lebih dari pada komposisi yang lain (Prasetyaningrum *et al.* 2010). Senyawa hidrofobik seperti lilin dan minyak bisa membentuk *edible film* yang lebih tebal (Taqi *et al.* 2011).

Keberadaan *plasticizer* juga mempengaruhi ketebalan *edible film*, dimana jarak interstisial antar rantai polimer dalam matriks *edible film* bisa mengalami peningkatan dikarenakan molekul *plasticizer* yang tersebar didalamnya (Jongjareonrak *et al.* 2006; Tong *et al.* 2013), yang berdampak pada peningkatan ketebalan dari *edible film* yang dihasilkan.

Kuat Tarik

Rata-rata kuat tarik *edible film* berkisar antara 16,96-30,47 N/mm². Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi komposit karaginan dan lilin lebah serta kecepatan homogenisasi tidak memiliki perbedaan yang sangat nyata ($p > 0,01$) terhadap kuat

tarik *edible film* (Tabel 1). Nilai rata-rata kuat tarik tertinggi diperoleh dari perbandingan konsentrasi komposit (Karaginan 3,5% : Lilin Lebah 0,2%) dengan kecepatan homogenisasi 3.000 rpm, yaitu sebesar 30,47 N/mm², sedangkan nilai rata-rata kuat tarik terendah diperoleh dari perbandingan konsentrasi komposit (karaginan 3,5% : lilin lebah 0,8%) dengan kecepatan homogenisasi 3.000 rpm, yaitu sebesar 16,96 N/mm².

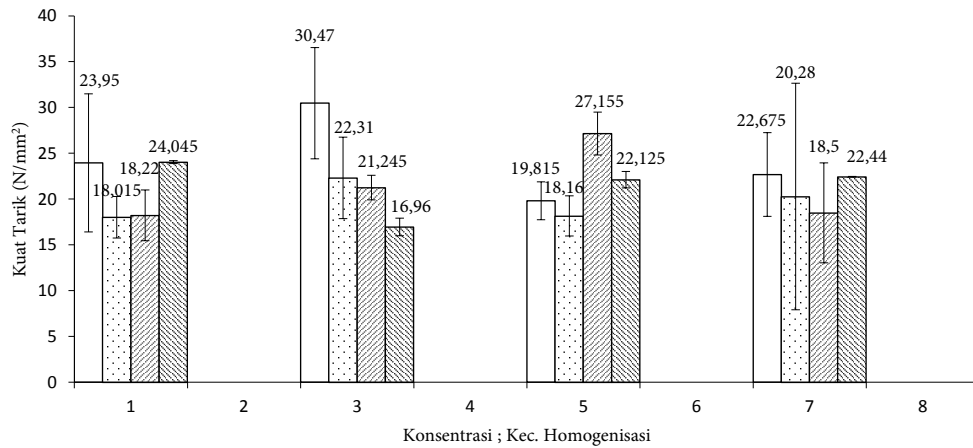
Histogram nilai rata-rata kuat tarik *edible film* dapat dilihat pada Gambar 2. Konsentrasi karaginan yang semakin tinggi menyebabkan kemampuan mengikat air menjadi lebih baik, sehingga menghasilkan matriks gel yang dapat meningkatkan persentase perpanjangan dan kekuatan tarik (Irianto *et al.* 2005).

Keberadaan *plasticizer* juga mempengaruhi kuat tarik *edible film*, dimana *plasticizer* yang ditambahkan kedalam polimer bisa mengatasi kerapuhan, memberi fleksibilitas dan meningkatkan kekerasan (Mekonnen *et al.* 2013).

Penelitian terkait yang telah dilakukan sebelumnya, di antaranya oleh Riyanto *et al.* (2014) yang membuat nori imitasi lembaran dengan konsep *edible film* berbasis protein myofibrillar ikan nila, dimana kuat tariknya berada pada kisaran 309,21-653,35 kgf/cm².

Perpanjangan

Rata-rata perpanjangan *edible film* berkisar antara 15-32,5%. Hasil analisis keragaman (Tabel 1) menunjukkan bahwa



Gambar 2 Histogram nilai rata-rata kuat tarik *edible film* (□ LL 0,2%, ▨ LL 0,4%, ▩ LL 0,6%, ▪ LL 0,8%) (LL : Lilin Lebah).

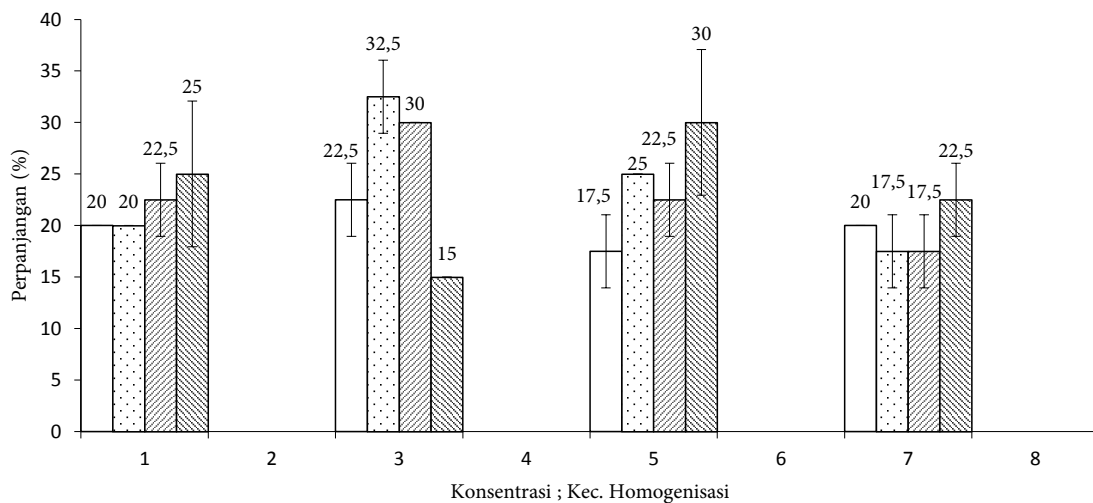
perbandingan konsentrasi komposit karaginan dan lilin lebah serta kecepatan homogenisasi memiliki perbedaan yang sangat nyata terhadap perpanjangan *edible film* ($p < 0,01$). Hasil Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi komposit (Karaginan 3,5% : Lilin Lebah 0,8%) dengan kecepatan homogenisasi 3.000 rpm dan konsentrasi komposit (karaginan 3,5% : lilin lebah 0,4%) dengan kecepatan homogenisasi 3.000 rpm memiliki perbedaan yang paling nyata terhadap semua jenis perlakuan.

Histogram nilai rata-rata perpanjangan *edible film* dapat dilihat pada Gambar 3. Konsentrasi karaginan yang semakin tinggi

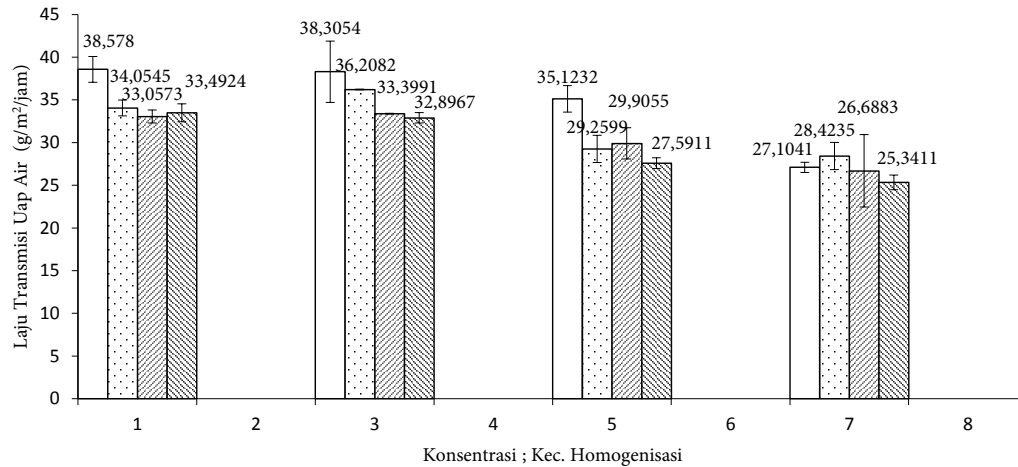
menyebabkan kemampuan mengikat air menjadi lebih baik, sehingga menghasilkan matriks gel yang dapat meningkatkan persentase perpanjangan dan kekuatan tarik (Irianto *et al.* 2005).

Keberadaan *plasticizer* juga mempengaruhi perpanjangan *edible film*, dimana *plasticizer* seperti gliserol bisa menghasilkan bahan yang elastis dan fleksibel (Cerqueira *et al.* 2012).

Penelitian terkait yang telah dilakukan sebelumnya, di antaranya oleh Moga *et al.* (2017) yang menyatakan bahwa perpanjangan *edible film* dari karaginan dengan penambahan asap cair, dimana perpanjangannya berada pada kisaran 9,33-24,00%.



Gambar 3 Histogram nilai rata-rata perpanjangan *edible film* (□ LL 0,2%, ▨ LL 0,4%, ▩ LL 0,6%, ▪ LL 0,8%) (LL : Lilin Lebah).



Gambar 4 Histogram nilai rata-rata laju transmisi uap air *edible film* (□ LL 0,2%, ▨ LL 0,4%, ▩ LL 0,6%, ▪ LL 0,8%) (LL : Lilin Lebah).

Laju Transmisi Uap Air

Rata-rata laju transmisi uap air *edible film* berkisar antara 25,3411-38,578 g/m²/jam. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi komposit karaginan dan lilin lebah serta kecepatan homogenisasi memiliki perbedaan yang sangat nyata terhadap laju transmisi uap air *edible film* ($p < 0,01$). Hasil Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi komposit (Karaginan 4,5% : Lilin Lebah 0,8%) dengan kecepatan homogenisasi 3.000 rpm dan konsentrasi komposit (Karaginan 3,5% : Lilin Lebah 0,2%) dengan kecepatan homogenisasi 2.000 rpm memiliki perbedaan yang paling nyata terhadap semua jenis perlakuan.

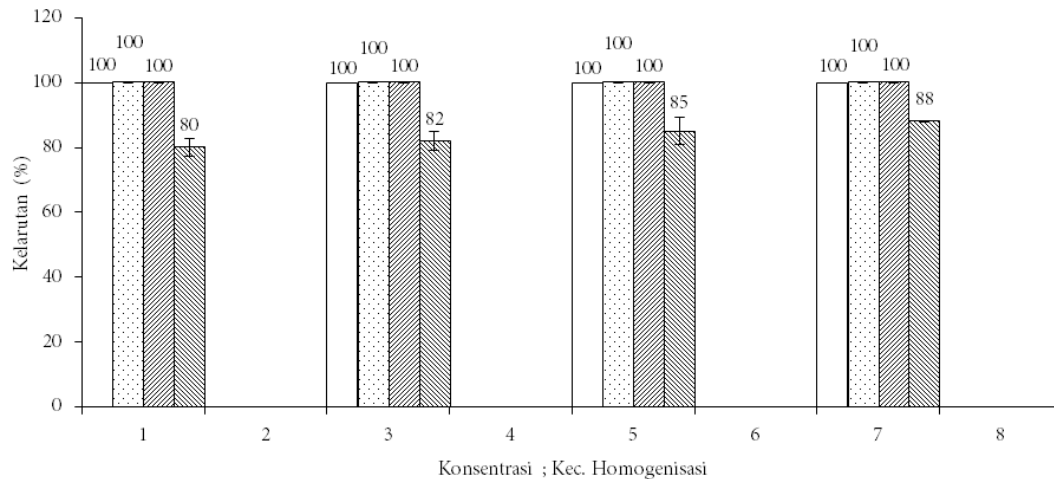
Nilai rata-rata laju transmisi uap air *edible film* cenderung mengalami penurunan dengan meningkatnya konsentrasi komposit karaginan dan lilin lebah serta kecepatan homogenisasi (Gambar 4). Nilai laju transmisi uap air suatu bahan dipengaruhi oleh struktur bahan pembentuk dan konsentrasi *plasticizer*.

Penggunaan karaginan dalam pembuatan *edible film* sebagai bahan pengemas dibatasi oleh keberadaannya sebagai *barrier* uap air yang kurang baik, dikarenakan sifatnya yang hidrofilik (Nazurah dan Hanani 2017). Sehingga, untuk mengurangi sifat hidrofilisitas tersebut, maka dibutuhkan penambahan bahan yang bersifat hidrofobik. Peningkatan interaksi hidrofobik, akan mengakibatkan *edible film* lebih bersifat *barrier* terhadap uap

air (Lindriati dan Arbiantara 2011). Lilin lebah dapat menurunkan laju transmisi uap air karena bersifat hidrofobik.

Intensitas dari proses homogenisasi mempengaruhi penurunan ukuran partikel lipid dalam emulsi, yang berhubungan dengan penurunan permeabilitas uap air dari *edible film* yang telah dikeringkan (Galus dan Kadzińska 2015). Keberadaan *plasticizer* juga berpengaruh terhadap permeabilitas uap air dari *edible film*, dimana sifat hidrofilik dari gliserol ataupun sorbitol bisa meningkatkan permeabilitasnya. Kecenderungan ini dikarenakan oleh perubahan struktur dari jaringan polimer dimana jaringannya menjadi kurang padat. Peningkatan konsentrasi dari *plasticizer* yang bersifat hidrofilik berpengaruh terhadap penyusunan kembali jaringan polisakarida dan meningkatnya volume bebas serta pergerakan segmentalnya, sehingga membuat molekul air berdifusi lebih mudah dan menghasilkan permeabilitas uap air yang lebih tinggi (Khazaei *et al.* 2014). Migrasi uap air semakin kecil pada poduk yang dikemas oleh *edible film*, maka semakin bagus sifat *edible film* dalam menjaga umur simpan dari produk yang dikemas.

Penelitian terkait yang telah dilakukan sebelumnya, di antaranya oleh Santoso (2006) yang menyatakan bahwa laju transmisi uap air *edible film* dari komposit buah kolang-kaling dan lilin lebah, berada pada kisaran 1,433-53,439 g/m²/24 jam, serta Jacob *et al.* (2014) yang membuat *edible film* dari pati buah lindur



Gambar 5 Histogram nilai rata-rata kelarutan *edible film* (□ LL 0,2%, ▤ LL 0,4%, ▥ LL 0,6%, ▦ LL 0,8%) (LL : Lilin Lebah).

dengan penambahan gliserol dan karaginan, dimana laju transmisi uap airnya berada pada kisaran 231,23-298,82 g/m²/24 jam.

Persen Kelarutan

Rata-rata kelarutan *edible film* berkisar antara 80-100%. Hasil analisis keragaman (Tabel 1) menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi komposit karaginan dan lilin lebah serta kecepatan homogenisasi memiliki perbedaan yang sangat nyata terhadap kelarutan *edible film* ($p < 0,01$). Hasil Uji Jarak Berganda Duncan (DMRT) menunjukkan bahwa perbandingan konsentrasi komposit (karaginan 3,5% : lilin lebah 0,8%) dengan kecepatan homogenisasi 2.000 rpm memiliki perbedaan yang paling nyata terhadap semua jenis perlakuan.

Kelarutan *edible film* (Gambar 5) sangat ditentukan oleh sumber bahan dasar pembuatan *edible film*. Kelarutan dalam air merupakan indikasi dari hidrofilisitas suatu *edible film* (Ma *et al.* 2012). Karaginan memiliki sifat yang hidrofilik. Kelarutan karaginan dalam air juga dipengaruhi oleh beberapa faktor *di antaranya* tipe karaginan, temperatur, pH, kehadiran jenis ion tandingan dan zat-zat terlarut lainnya (Imeson 2010). Keberadaan lilin lebah dengan konsentrasi tertentu dapat menurunkan kelarutan *edible film* dalam air, karena sifatnya yang hidrofobik.

Keberadaan *plasticizer* juga berpengaruh terhadap kelarutan dari *edible film*, dimana *plasticizer* yang bersifat hidrofilik bisa

meningkatkan kelarutan *edible film* dalam air. *Plasticizer* gliserol dapat meningkatkan kelarutan dari *edible film*, hal ini selain dikarenakan sifatnya yang hidrofilik, gliserol juga memiliki berat molekul yang lebih kecil (dibandingkan dengan sorbitol) sehingga memungkinkan untuk interaksi yang lebih mudah dengan rantai polimer, yang menyebabkan peningkatan afinitas terhadap air (Mali *et al.* 2005; Tong *et al.* 2013).

Persentase kelarutan suatu *edible film* bisa digunakan sebagai indikator untuk mengukur ketahanan air, integritas film dan kemampuan *biodegradable* dari *edible film* tersebut ketika digunakan sebagai bahan pengemas (Cerqueira *et al.* 2012; Taqi *et al.* 2011).

KESIMPULAN

Perbandingan konsentrasi komposit karaginan dan lilin lebah serta kecepatan homogenisasi berpengaruh terhadap karakteristik fisik, yaitu: ketebalan, kuat tarik, perpanjangan, laju transmisi uap air dan persen kelarutan dari *edible film* yang dihasilkan. Perlakuan terbaik diperoleh dari perbandingan konsentrasi komposit, yaitu: karaginan 4,5% dan lilin lebah 0,8%, dengan kecepatan homogenisasi 3.000 rpm. Nilai rata-rata karakteristik fisik yang diperoleh, yakni: ketebalan sebesar 0,1534 mm, kuat tarik sebesar 22,44 N/mm², perpanjangan sebesar 22,5%, laju transmisi uap air sebesar 25,3411 g/m²/jam dan persen kelarutan sebesar 88%.

DAFTAR PUSTAKA

- Alemán A, Blanco-Pascual N, Montero MP, Gómez-Guillén MC. 2016. Simple and Efficient Hydrolysis Procedure for Full Utilization of the Seaweed *Mastocarpus stellatus* to Produce Antioxidant Films. *Food Hydrocolloids* 56:277-284.
- Alves VD, Castelló R, Ferreira AR, Costa N, Fonseca IM, Coelho IM. 2011. Barrier properties of carrageenan/pectin *biodegradable* composite films. *Procedia Food Science* 1:240-245.
- Bourtoom T. 2008. *Edible films* and coatings: characteristics and properties. *International Food Research Journal* 15(3):1-12.
- Bourtoom T. 2008. Edible films and coatings: characteristics and properties. *International Food Research Journal* 15(3):237-248.
- Cerqueira MA, Souza BWS, Teixeira JA, Vicente AA. 2012. Effect of glycerol and corn oil on physicochemical properties of polysaccharide films-a comparative study. *Food Hydrocolloids* 27(1):175-184.
- Fabra MJ, Hambleton A, Talens P, Debeaufort F, Chiralt A, Voilley A. 2009. Influence of interactions on water and aroma permeabilities of ι -carrageenan-oleic acid-beeswax films used for flavour encapsulation. *Carbohydrate Polymers* 76:325-332.
- Galus S, Kadzińska J. 2015. Food applications of emulsion-based edible films and coatings. *Trends in Food Science and Technology* 45(2):273-283.
- Gontard N, Guilbert S, Cuq JL. 1992. Edible wheat gluten films: Influence of the main process variables on film properties using response surface methodology. *Journal of Food Science* 57(1):190-195.
- Gontard N, Guilbert S, Cuq JL. 1993. Water and glycerol as *plasticizer* affect mechanical and water vapor barrier properties of an edible wheat gluten film. *Journal of Food Science* 58(1):206-211.
- Imeson A. 2010. Food Stabilisers, Thickeners and Gelling Agents. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- International Organization for Standardization (ISO). 1995. Plastics--Determination of Tensile Properties. Part 3: Test Conditions for Films and Sheets. ISO 527-3:1995.
- Irianto HE, Susanti A, Darmawan M, Syamdidi. 2005. Pembuatan *edible film* dari komposit karaginan, tepung tapioka dan lilin lebah. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia* 11(2):93-101.
- Jacob AM, Nugraha R, Utari SPSD. 2014. Pembuatan *edible film* dari pati buah lindur dengan penambahan gliserol dan karaginan. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 17(1):14-21.
- Jongjareonrak A, Benjakul S, Visessanguan W, Tanaka M. 2006. Effects of *plasticizers* on the properties of edible films from skin gelatin of bigeye snapper and brownstripe red snapper. *European Food Research and Technology*. 222:229-235.
- Khazaei N, Esmaili M, Djomeh ZE, Ghasemlou M, Jouki M. 2014. Characterization of new *biodegradable edible film* made from basil seed (*Ocimum basilicum* (L.)) gum. *Carbohydrate Polymers*. 102:199-206.
- Lindriati T, Arbiantara H. 2011. Pengembangan proses compression molding dalam pembuatan *edible film* dari tepung koro pedang (*Canavalia ensiformis* (L.)). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 22(1):53-57.
- Ma W, Tang CH, Yin SE, Yang XA, Wang Q, Liu F. 2012. Characterization of gelatin-based *edible films* incorporated with olive oil. *Food Research International*. 49:572-579.
- Mali S, Sakanaka LS, Yamashita F, Grossmann MVE. 2005. Water sorption and mechanical properties of cassava starch films and their relation to plasticizing effect. *Carbohydrate Polymers*. 60(3): 283-289.
- Mekonnen T, Mussone P, Khalil H, Bressler D. 2013. Progress in bio-based plastics and plasticizing modifications. *Journal of Materials Chemistry A*. 1(43): 13379-13398.
- Moga T, Montolalu RI, Berhimpon S, Mentang F. 2017. Karakteristik *edible film* dari karaginan dengan penambahan asap cair dan aplikasinya sebagai coating pada sosis dan bakso ikan. *Jurnal Aquatic Science & Management* (in press.).

- Nazurah NR, Hanani ZAN. 2017. Physicochemical characterization of kappa-carrageenan (*Eucheuma cottonii*) based films incorporated with various plant oils. *Carbohydrate Polymers*.157:1479-1487.
- Prasetyaningrum A, Rokhati N, Kinasih DN, Wardhani FDN. 2010. Karakterisasi Bioactive *Edible film* dari Komposit Alginat dan Lilin Lebah Sebagai Bahan Pengemas Makanan *Biodegradable*. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Rahael KP, Berhimpon S, Mentang F. 2014. Karakteristik organoleptik tekstur stik ikan asap yang dicoating dengan penambahan miofibril dan kolagen ikan situhuk hitam (*Makaira indica*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*. 2(2):1-12.
- Riyanto B, Trilaksani W, Susyiana LE. 2014. Nori imitasi lembaran dengan konsep *edible film* berbasis protein myofibrillar ikan nila. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 17(3):263-280.
- Santoso B. 2006. Karakterisasi komposit *edible film* buah kolang-kaling (*Arenga pinnata*) dan lilin lebah (Beeswax). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 17(2): 125-135.
- Taqi A, Askar KA, Nagy K, Mutihac L, Stamatina I. 2011. Effect of different concentrations of olive oil and oleic acid on the mechanical properties of albumen (egg white) *Edible films*. *African Journal of Biotechnology*. 10(60): 12963-12972.
- Tong Q, Xiao Q, Lim LT. 2013. Effects of glycerol, sorbitol, xylitol and fructose *plasticizers* on mechanical and moisture barrier properties of pululan-alginate-carboxymethylcellulose blend films. *International Journal of Food Science and Technology*. 48: 870-878.