

PEMBUATAN *EDIBLE FILM* DARI KOMPOSIT KARAGINAN, TEPUNG TAPIOKA DAN LILIN LEBAH (*BEESWAX*)

Hari Eko Irianto^{*)}, Muhamad Darmawan^{*)}, dan Endang Mindarwati^{**)}

ABSTRAK

Penelitian pembuatan *edible film* dari komposit karaginan, tepung tapioka dan lilin lebah telah dilakukan. Penelitian ini dilakukan dalam dua tahapan yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Penelitian pendahuluan bertujuan untuk menentukan kisaran konsentrasi karaginan (1, 2, dan 3%) yang akan digunakan pada penelitian utama. Penelitian utama bertujuan untuk menentukan konsentrasi optimum dari karaginan (1,5; 2; dan 2,5%), tepung tapioka (0,3; 0,5; dan 0,7%) dan lilin lebah (0,3 dan 0,5%) yang digunakan pada pembuatan *edible film*. Parameter yang diamati adalah kenampakan *edible film* secara organoleptik dan karakteristik fisiknya yang meliputi pemanjangan, ketebalan, kuat tarik dan laju transmisi uap air. Hasil penelitian pendahuluan menunjukkan bahwa konsentrasi karaginan 2% menghasilkan kenampakan *edible film* yang lebih baik dibandingkan dengan dua konsentrasi lain yang diuji. Dari hasil penelitian utama diketahui bahwa perlakuan konsentrasi karaginan berpengaruh nyata terhadap persen pemanjangan, kuat tarik, laju transmisi uap air dan ketebalan *edible film*. Perlakuan konsentrasi tepung tapioka berpengaruh nyata terhadap laju transmisi uap air *edible film*. Sedangkan perlakuan konsentrasi lilin lebah tidak memberikan pengaruh nyata terhadap semua parameter yang diamati. *Edible film* terbaik dihasilkan dari perlakuan penambahan karaginan 2,5%, tepung tapioka 0,3% dan lilin lebah 0,3% dengan karakteristik produk: persentase pemanjangan 4%, nilai kuat tarik 990,48 kgf/cm², laju transmisi uap air 1054,5 g/m²/hari dan ketebalan 0,079 mm.

ABSTRACT : *Processing of edible film from the composite of carrageenan, tapioca flour and beeswax. By: Hari Eko Irianto, Muhamad Darmawan and Endang Mindarwati*

Study on the processing of edible film from the composite of carrageenan, tapioca flour and beeswax has been conducted. The research was performed in two steps i.e. preliminary and main experiments. Preliminary experiment was aimed to determine range of carrageenan concentrations in the processing of edible film to be used in the main experiment. The main experiment was directed to investigate the optimum concentrations of carrageenan (1.5; 2; and 2.5%), tapioca flour (0.3; 0.5; and 0.7%) and beeswax (0.3 and 0.5%) in the production of composite edible film. Parameters observed were product appearance and physical characteristic such as elongation percentage, tensile strength, product thickness and water vapor transmission rate. Results of preliminary experiment showed that edible film made using 2% carrageenan exhibited better appearance compared to others. While, results of the main experiment indicated that carrageenan addition demonstrated significant effect on elongation percentage, tensile strength, thickness and water vapor transmission rate of edible film. Tapioca flour addition showed pronounced effect on tensile strength of the product, while beeswax concentration treatment exhibited insignificant effect on all tested parameters. The best edible film was obtained through the processing using 2.5% carrageenan, 0.3% tapioca flour and 0.3% beeswax. Characteristics of the best edible film were 4% elongation percentage, 990.48 kgf/cm² tensile strength, 0.079 mm thickness and 1054.5 g/m²/day water vapor transmission rate.

KEYWORDS: *composite edible film, carrageenan, tapioca flour, beeswax*

PENDAHULUAN

Perkembangan jenis kemasan telah mengarah ke kemasan baru yang memiliki kemampuan yang baik dalam mempertahankan mutu bahan pangan dan bersifat ramah lingkungan. Salah satu alternatif yang

dapat dipertimbangkan untuk tujuan tersebut adalah bahan kemasan *edible film*. *Edible film* didefinisikan sebagai tipe pengemas seperti film, lembaran atau lapis tipis sebagai bagian integral dari produk pangan dan dapat dimakan bersama-sama dengan produk tersebut (Gontard *et al.*, 1996). Lapisan tipis *edible*

^{*)} Peneliti di Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan

^{**)} Alumni S2 Sekolah Pasca Sarjana - Institut Pertanian Bogor, Bogor

film yang dibentuk pada permukaan atau di antara komponen bahan pangan dapat mencegah penurunan mutu dari produk yaitu dengan bertindak sebagai *barrier* untuk mengendalikan transfer uap air, pengambilan oksigen, kehilangan komponen volatil dan terlarut atau transfer lipid. *Edible film* memiliki potensi untuk mengurangi kompleksitas kemasan, limbah, dan biaya (Melia, 1997).

Edible film dapat dibuat dari tiga jenis bahan penyusun yang berbeda yaitu hidrokoloid, lipid dan komposit dari keduanya (Donhowe & Fennema, 1994). Beberapa jenis hidrokoloid yang dapat dijadikan bahan pembuat *edible* adalah protein (gelatin, kasein, protein kedelai, protein jagung dan gluten gandum) dan karbohidrat (pati, alginat, pektin, gum arab dan modifikasi karbohidrat lainnya). Sedangkan lipid yang digunakan adalah lilin/wax, gliserol, dan asam lemak.

Edible film yang dibuat dari hidrokoloid memiliki beberapa kelebihan, di antaranya baik untuk melindungi produk terhadap oksigen, karbondioksida dan lipid, serta memiliki sifat mekanis sesuai dengan yang diinginkan. Sedangkan kelemahannya yaitu film dari karbohidrat kurang baik dalam hal *barrier* terhadap migrasi uap air. *Edible film* dari bahan lipid memiliki keuntungan karena memiliki kemampuan yang baik untuk menghambat penguapan air dari produk. Kelemahan *edible film* dari lipid murni adalah sangat terbatas kegunaannya, karena tidak memiliki integritas dan ketahanan yang baik. *Edible film* dari komposit dapat memperbaiki film dari hidrokoloid dan lipid serta mengurangi kelemahannya (Donhowe & Fennema, 1994).

Karaginan adalah hidrokoloid yang potensial untuk dibuat *edible film*, karena sifatnya yang kaku dan elastis serta dapat dimakan dan dapat diperbaharui (Carriedo, 1994 dalam Suryaningrum *et al.*, 2005). *Edible film* dari karaginan dapat diformulasikan dengan selulosa dan derivatnya sebagai bahan penguat, *plasticizer* sebagai bahan pelentur dan karbohidrat sebagai bahan pengisi (Michael *et al.*, 2003 dalam Suryaningrum *et al.*, 2005).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan formulasi pembuatan *edible film* dan mengetahui karakteristik mutu dari *edible film* yang dibuat dari komposit hidrokoloid (karaginan), karbohidrat (tepung tapioka) dan lipid (lilin lebah).

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung karaginan dari hasil ekstraksi rumput laut merah jenis *Eucheima cottonii* dengan metode

ekstraksi Suryaningrum *et al.* (2003). Bahan kimia yang digunakan untuk ekstraksi karaginan adalah kaporit (CaOCl_2), KOH, KCl dan Isopropil alkohol (IPA). Sedangkan bahan yang digunakan untuk pembuatan *edible film* adalah akuades, tepung tapioka, lilin lebah dan gliserol yang didapatkan di Bogor.

Metode

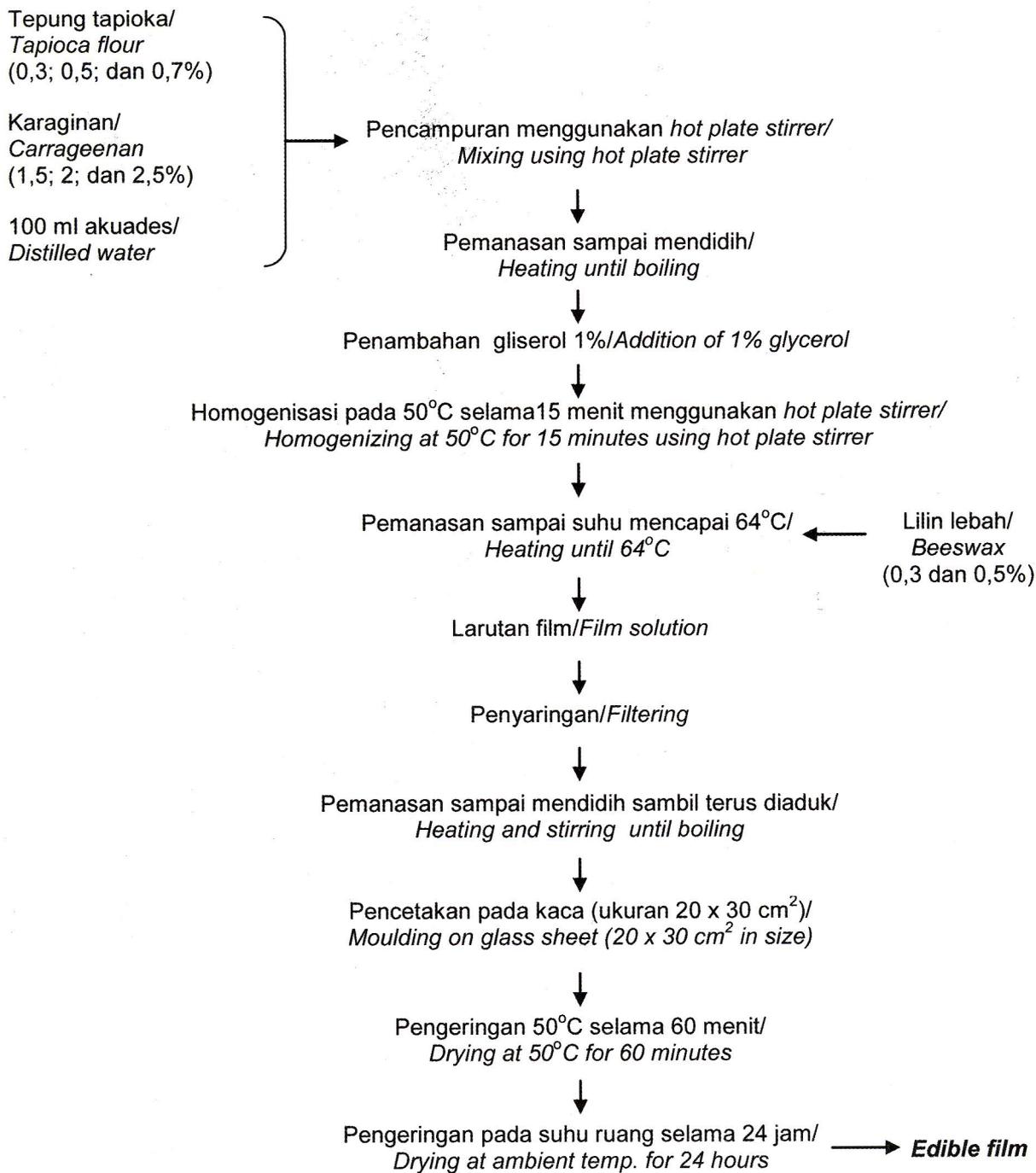
Penelitian ini terbagi atas dua tahapan yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama. Dalam penelitian pendahuluan dilakukan pembuatan *edible film* dan penentuan konsentrasi bahan penyusun pembuatan *edible film* yaitu karaginan. Pada tahap ini dilakukan pembuatan *edible film* dari 3 konsentrasi karaginan yang berbeda yaitu 1, 2 dan 3%, sedangkan konsentarsi tepung tapioka yang digunakan adalah 0,5% dan lilin lebah 0,3%. Hal ini berdasarkan dari hasil penelitian pendahuluan dan penelitian yang telah dilakukan oleh Harris (1999) dan Nurochmawati (2004). Pengujian yang dilakukan pada tahap ini adalah uji organoleptik terhadap kenampakan dari *edible film* yang dihasilkan (Soekarto, 1985).

Pada penelitian utama dilakukan pembuatan *edible film* dari 3 variabel perlakuan yaitu konsentrasi karaginan yang terpilih dari hasil penelitian tahap pertama (1,5; 2; dan 2,5%), konsentrasi tepung tapioka (0,3; 0,5; dan 0,7%) dan konsentrasi lilin lebah (0,3 dan 0,5%). Pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengamatan terhadap sifat fisik yang meliputi persentase pemanjangan yang diukur dengan menggunakan *elongation tester stereograph*, kuat tarik dengan menggunakan alat *tensile strength*, laju transmisi uap air yang diukur dengan metode cawan (ASTM, 1983) dan ketebalan *edible film* dengan menggunakan alat *microcal meshmeter*. Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap pola faktorial dengan 3 macam perlakuan dan 3 kali ulangan (Steel & Torrie, 1995). Diagram alir pembuatan *edible film* dari komposit karaginan dan lilin lebah dapat dilihat pada Gambar 1.

HASIL DAN BAHASAN

Penelitian Pendahuluan

Komposit *edible film* yang terdiri dari tapioka 0,5% dan lilin lebah 0,3% serta menggunakan karaginan pada konsentrasi 1, 2 dan 3%, menghasilkan larutan *edible film* dengan kekentalan yang sesuai untuk pembentukan film. Penggunaan karaginan kurang dari 1% menghasilkan larutan yang sangat encer dan membentuk film yang sangat tipis sehingga sulit dilepas dari cetakan dan mudah robek (Tabel 1).



Gambar 1. Diagram alir pembuatan *edible film* komposit.
Figure 1. Flow chart of the production of composite *edible film*.

Sedangkan penggunaan karaginan lebih dari 3% menghasilkan larutan yang kental dan membentuk film dengan ketebalan yang tidak merata. Penggunaan karaginan sebanyak 2% menghasilkan larutan yang tidak terlalu encer dan tidak terlalu kental sehingga memudahkan dalam proses pencetakan. Ketebalan

produk yang dihasilkan masih tidak seragam sehingga diperlukan optimalisasi formula untuk mendapatkan larutan yang tepat bagi pembuatan *edible film*. Oleh karena itu, pada penelitian utama konsentrasi karaginan yang digunakan divariasikan lagi, yaitu 1,5; 2; dan 2,5%.

Tabel 1. Deskripsi edible film dari berbagai konsentrasi karaginan
 Table 1. Description of edible film from various carrageenan concentrations

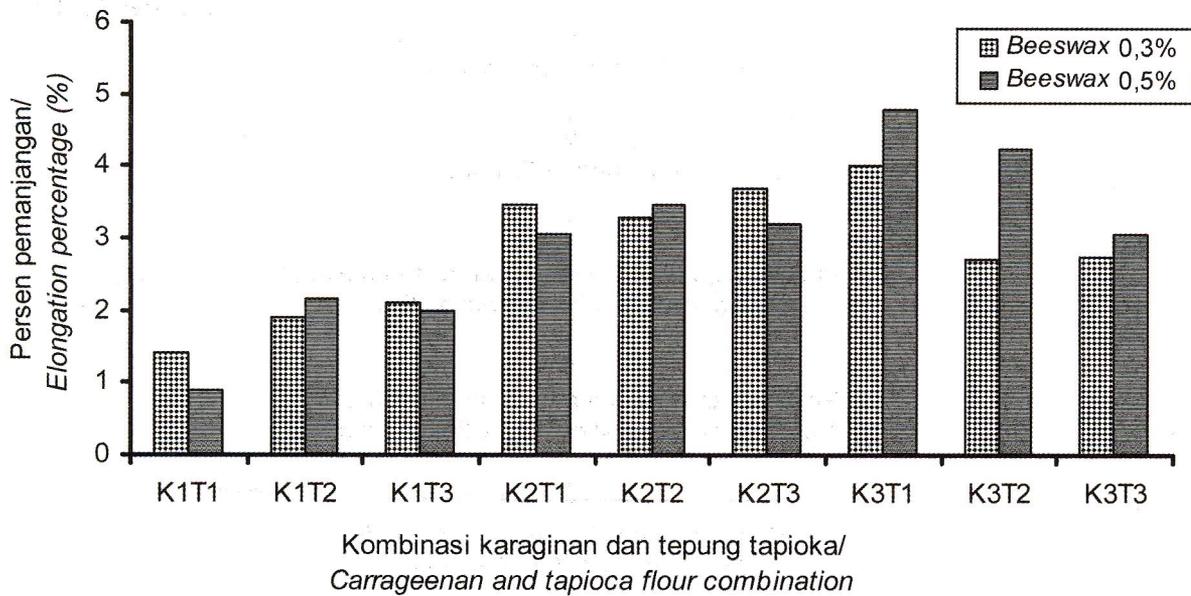
Konsentrasi karaginan/ Carrageenan concentrations	Deskripsi/Description
1%	bening, rapi, sangat tipis, mudah robek, tidak elastis/ transparent, neat, very thin, easily torn, unelastic
2%	bening, rapi, ketebalan cukup, elastis/ transparent, neat, thick enough, elastic
3%	buram, kurang rapi, tebal, kaku/ opaque, not neat enough, thick, unelastic

Penelitian Utama

Persen pemanjangan

Persen pemanjangan edible film komposit yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah berkisar antara 0,9% sampai dengan 4,8% (Gambar 2).

Persen pemanjangan tertinggi diperoleh dari perlakuan komposit karaginan 2,5% tapioka 0,3% dan lilin lebah 0,5%. Penggunaan karaginan dalam jumlah yang lebih besar menyebabkan kemampuan mengikat air lebih baik, sehingga menghasilkan matrik gel yang dapat meningkatkan persen pemanjangan dari edible



Keterangan/notes:

- K1T1: Karaginan 1,5% dan tapioka 0,3% / 1.5% carrageenan and 0.3% tapioca
- K1T2: Karaginan 1,5% dan tapioka 0,5% / 1.5% carrageenan and 0.5% tapioca
- K1T3: Karaginan 1,5% dan tapioka 0,7% / 1.5% carrageenan and 0.7% tapioca
- K2T1: Karaginan 2,0% dan tapioka 0,3% / 2.0% carrageenan and 0.3% tapioca
- K2T2: Karaginan 2,0% dan tapioka 0,5% / 2.0% carrageenan and 0.5% tapioca
- K2T3: Karaginan 2,0% dan tapioka 0,7% / 2.0% carrageenan and 0.7% tapioca
- K3T1: Karaginan 2,5% dan tapioka 0,3% / 2.5% carrageenan and 0.3% tapioca
- K3T2: Karaginan 2,5% dan tapioka 0,5% / 2.5% carrageenan and 0.5% tapioca
- K3T3: Karaginan 2,5% dan tapioka 0,7% / 2.5% carrageenan and 0.7% tapioca

Gambar 2. Persen pemanjangan edible film komposit dari beberapa kombinasi karaginan, tapioka dan lilin lebah.

Figure 2. Elongation percentage of composite edible film made from various combinations of carrageenan, tapioca flour and beeswax.

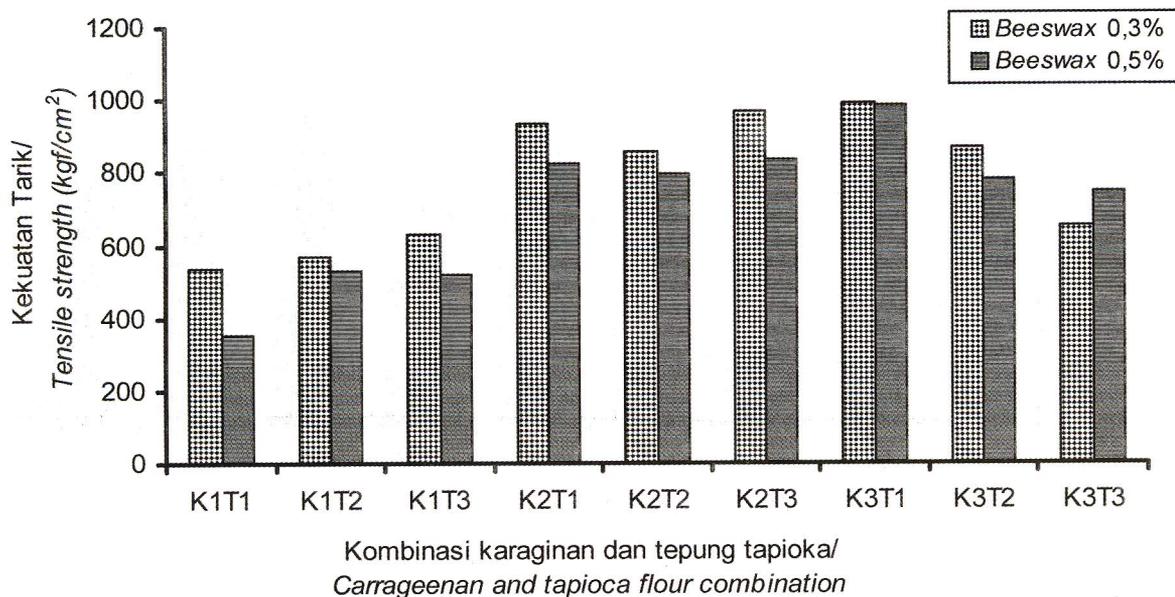
film. Persentase pemanjangan *edible film* dikatakan baik jika nilainya lebih dari 50% dan dikatakan jelek jika nilainya kurang dari 10% (Krochta & Johnston, 1997 dalam Suryaningrum *et al.*, 2005). Hasil penelitian Poeloengasih & Marseno (2003) pada *edible film* dari protein biji kecipir menunjukkan bahwa penambahan tepung tapioka sebanyak 1% berpengaruh nyata terhadap penurunan persen pemanjangan *edible film* yang dihasilkan. Hasil penelitian Suryaningrum *et al.* (2005) memperlihatkan bahwa *edible film* yang dibuat dari karaginan tanpa penambahan tapioka menghasilkan persen pemanjangan yang lebih tinggi dibandingkan dengan *edible film* yang dibuat dengan penambahan tapioka.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi tapioka, lilin lebah, interaksi antara karaginan tapioka; karaginan lilin lebah; tapioka lilin lebah; serta karaginan, tapioka dan lilin lebah tidak berpengaruh terhadap persen pemanjangan film. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan-perlakuan yang diuji belum memberikan pengaruh terhadap persen

pemanjangan film yang dihasilkan. Dari masing-masing perlakuan, hanya perlakuan konsentrasi karaginan yang berpengaruh terhadap persen pemanjangan. Selanjutnya hasil uji berganda Duncan memperlihatkan bahwa persen pemanjangan *edible film* dengan menggunakan karaginan 1,5% berbeda dengan 2,0 dan 2,5%. Penggunaan karaginan dalam jumlah yang lebih besar menyebabkan kemampuan mengikat air yang lebih baik sehingga memberikan matrik gel yang mampu meningkatkan persen pemanjangan.

Kekuatan tarik

Kekuatan tarik tertinggi diperoleh dari perlakuan komposit karaginan 2,5% tapioka 0,3% dan lilin lebah 0,3% (Gambar 3). Pada *edible film* dengan konsentrasi karaginan 1,5 dan 2%, penambahan tapioka tidak berpengaruh terhadap kekuatan tarik. Hal ini diduga pada kombinasi konsentrasi tersebut molekul karaginan dan tapioka mampu berikatan dengan baik, sehingga membentuk gel yang kuat dan



Keterangan/notes:

- K1T1 : Karaginan 1,5% dan tapioka 0,3% / 1.5% carrageenan and 0.3% tapioca
- K1T2 : Karaginan 1,5% dan tapioka 0,5% / 1.5% carrageenan and 0.5% tapioca
- K1T3 : Karaginan 1,5% dan tapioka 0,7% / 1.5% carrageenan and 0.7% tapioca
- K2T1 : Karaginan 2,0% dan tapioka 0,3% / 2.0% carrageenan and 0.3% tapioca
- K2T2 : Karaginan 2,0% dan tapioka 0,5% / 2.0% carrageenan and 0.5% tapioca
- K2T3 : Karaginan 2,0% dan tapioka 0,7% / 2.0% carrageenan and 0.7% tapioca
- K3T1 : Karaginan 2,5% dan tapioka 0,3% / 2.5% carrageenan and 0.3% tapioca
- K3T2 : Karaginan 2,5% dan tapioka 0,5% / 2.5% carrageenan and 0.5% tapioca
- K3T3 : Karaginan 2,5% dan tapioka 0,7% / 2.5% carrageenan and 0.7% tapioca

Gambar 3. Kekuatan tarik *edible film* komposit dari beberapa kombinasi karaginan, tapioka dan lilin lebah.
 Figure 3. Tensile strength of composite *edible film* made from various combinations of carrageenan, tapioca flour and beeswax.

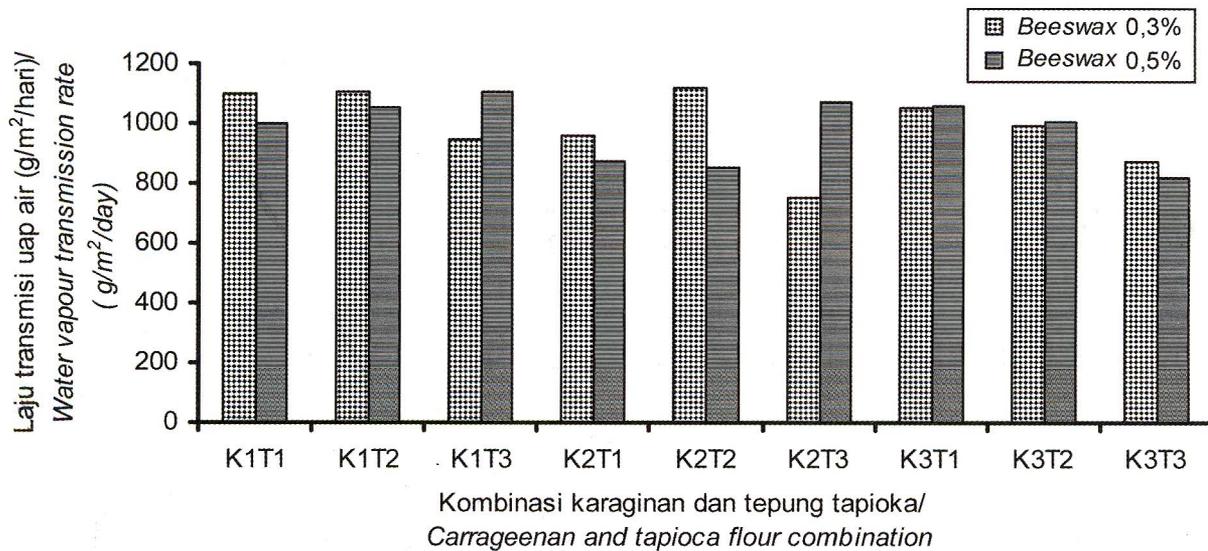
menyebabkan kekuatan tariknya meningkat. Hasil penelitian Nurochmawati (2004) menunjukkan bahwa penambahan tepung tapioka menyebabkan penurunan kekuatan tarik, dan fenomena tersebut dapat dilihat pada *edible film* dengan konsentrasi karaginan 2,5%. Hal ini diduga akibat peningkatan persentase padatan terhadap volume air. Hasil penelitian Nurochmawati (2004) menunjukkan bahwa *edible film* yang dibuat dari karaginan dan tepung tapioka memiliki kekuatan tarik berkisar antara 0 sampai dengan 14,5 kgf/cm². Hasil penelitian Tirtawijaya (1998) menunjukkan bahwa kekuatan tarik *edible film* yang dihasilkan berkisar antara 117,24 sampai dengan 194,91 kgf/cm². Kekuatan tarik *edible film* yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 352,37 sampai dengan 990,48 kgf/cm². Kekuatan tarik *edible film* yang dihasilkan pada penelitian ini lebih baik bila dibandingkan dengan kekuatan tarik yang dihasilkan dari kedua penelitian di atas.

Analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi tapioka, lilin lebah, interaksi antar

perlakuan tidak berpengaruh terhadap kekuatan tarik film. Dari masing-masing perlakuan, hanya penggunaan karaginan yang berpengaruh terhadap kekuatan tarik. Hasil uji berganda Duncan memperlihatkan bahwa penggunaan karaginan 1,5% menghasilkan *edible film* dengan kekuatan tarik yang berbeda dengan penggunaan karaginan 2,0 dan 2,5%. Penggunaan karaginan dalam jumlah yang lebih besar menyebabkan kemampuan mengikat air yang lebih baik, sehingga menghasilkan matrik gel yang dapat meningkatkan kekuatan tarik.

Laju transmisi uap air

Laju transmisi uap air *edible film* komposit yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah berkisar antara 746,2 sampai dengan 1117,4 g/m²/hari (Gambar 4). Lemak dalam hal ini lilin lebah merupakan komponen yang ditambahkan dengan tujuan untuk memperbaiki sifat *edible film* sebagai penahan uap air. Menurut Guilbert & Biquet (1996) dalam Permanasari (1998) komponen lemak seperti lilin (*wax*), *emulsifier* dan



Keterangan/notes:

- K1T1 : Karaginan 1,5% dan tapioka 0,3% / 1.5% carrageenan and 0.3% tapioca
- K1T2 : Karaginan 1,5% dan tapioka 0,5% / 1.5% carrageenan and 0.5% tapioca
- K1T3 : Karaginan 1,5% dan tapioka 0,7% / 1.5% carrageenan and 0.7% tapioca
- K2T1 : Karaginan 2,0% dan tapioka 0,3% / 2.0% carrageenan and 0.3% tapioca
- K2T2 : Karaginan 2,0% dan tapioka 0,5% / 2.0% carrageenan and 0.5% tapioca
- K2T3 : Karaginan 2,0% dan tapioka 0,7% / 2.0% carrageenan and 0.7% tapioca
- K3T1 : Karaginan 2,5% dan tapioka 0,3% / 2.5% carrageenan and 0.3% tapioca
- K3T2 : Karaginan 2,5% dan tapioka 0,5% / 2.5% carrageenan and 0.5% tapioca
- K3T3 : Karaginan 2,5% dan tapioka 0,7% / 2.5% carrageenan and 0.7% tapioca

Gambar 4. Laju transmisi uap air *edible film* komposit dari beberapa kombinasi karaginan, tapioka dan lilin lebah.

Figure 4. Water vapor transmission rate of composite *edible film* made from various combinations of carrageenan, tapioca flour and beeswax.

asam lemak dalam *edible film* komposit berpengaruh dalam menurunkan laju transmisi uap air karena lemak memiliki polaritas rendah dan struktur kristal yang padat. Laju transmisi uap air terendah dihasilkan dari kombinasi perlakuan komposit karaginan 2,0%, tapioka 0,7% dan lilin lebah 0,3%. Pada kombinasi konsentrasi tersebut diduga bahwa molekul karaginan, tapioka, dan lilin lebah mampu berikatan secara baik yang menyebabkan laju transmisi uap air menjadi rendah.

Analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi lilin lebah serta interaksi antara karaginan – tapioka dan interaksi antara karaginan - lilin lebah tidak berpengaruh terhadap laju transmisi uap air film. Hasil uji berganda Duncan memperlihatkan bahwa laju transmisi uap air dari *edible film* yang dibuat dengan penambahan karaginan 1,5% berbeda dengan yang diolah dengan penambahan karaginan 2,0 dan 2,5%. Laju transmisi uap air dari *edible film* dengan penambahan tapioka 0,3 dan 0,5% berbeda dengan yang menggunakan penambahan tapioka 0,7%. Peningkatan konsentrasi karaginan dan tapioka yang digunakan menyebabkan bertambahnya ketebalan sehingga laju transmisi uap air menurun.

Laju transmisi uap air yang dihasilkan dari penelitian Tirtawijaya (1998) adalah berkisar antara 282,05 sampai dengan 324,36 g/m²/hari. Laju transmisi uap air *edible film* komposit yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah berkisar antara 746,2 sampai dengan 1117,4 g/m²/hari. Laju transmisi uap air yang dihasilkan pada penelitian ini lebih besar dibandingkan dengan laju transmisi uap air yang dihasilkan dari penelitian di atas. Penggunaan jenis bahan yaitu karaginan yang bersifat hidrofobik menyebabkan laju transmisi uap air yang dihasilkan lebih besar bila dibandingkan dengan hasil penelitian Tirtawijaya (1998) yang menggunakan bahan berupa protein bungkil kedelai. Selain itu ketebalan *edible film* yang dihasilkan juga dapat mempengaruhi laju transmisi uap air yang dihasilkan dimana semakin tipis ketebalan *edible film* yang dihasilkan maka laju transmisi uap air yang diperoleh semakin besar. Ketebalan *edible film* yang dihasilkan oleh penelitian Tirtawijaya (1998) lebih besar bila dibandingkan dengan ketebalan yang dihasilkan dari penelitian ini.

Ketebalan

Ketebalan merupakan parameter penting yang berpengaruh terhadap penggunaan film sebagai pengemas. Ketebalan *edible film* komposit yang dihasilkan dalam penelitian berkisar antara 0,050 sampai dengan 0,079 mm.

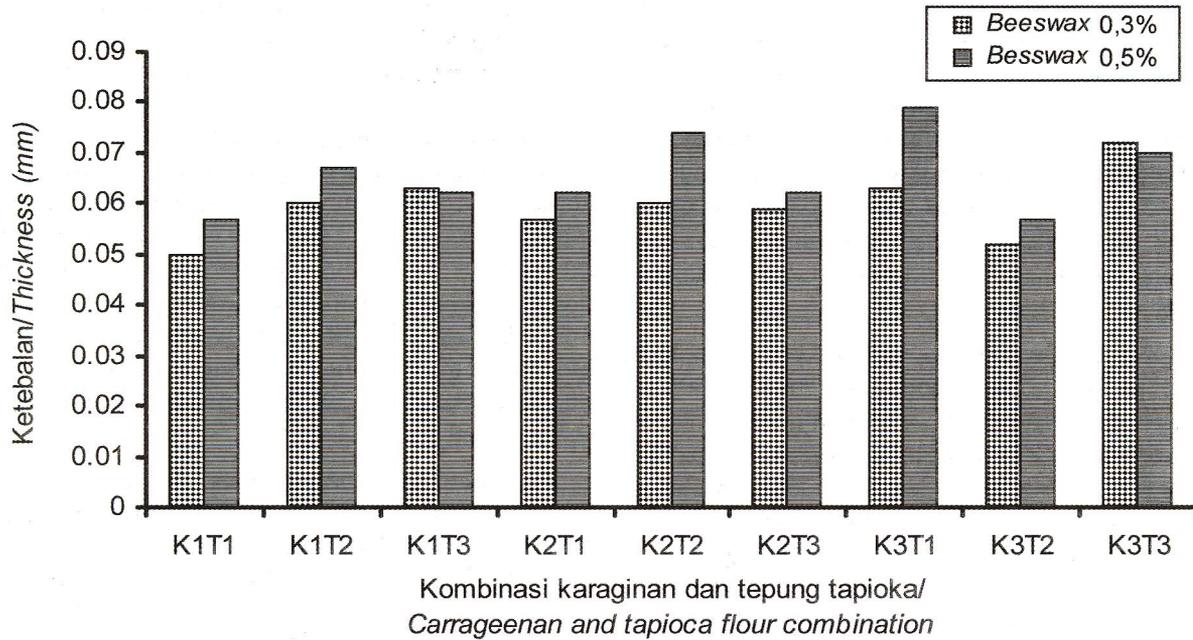
Ketebalan tertinggi diperoleh dari perlakuan komposit karaginan 2,5%, tapioka 0,3% dan lilin lebah 0,3%. Penambahan tapioka 0,5 dan 0,7% serta lilin lebah 0,5%, diduga menyebabkan peningkatan persentase total padatan terhadap volume air yang mengakibatkan proses gelatinisasi berlangsung kurang baik. Hal tersebut kemungkinan berpengaruh terhadap penurunan ketebalan film yang dihasilkan. Bila dibandingkan dengan *edible film* yang dihasilkan dari penelitian Nurochmawati (2004) maka ketebalan *edible film* yang dihasilkan pada penelitian ini adalah lebih rendah. *Edible film* yang dihasilkan pada penelitian Nurochmawati (2004) adalah berkisar antara 0,48 sampai dengan 0,92 mm.

Analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi tapioka dan interaksi antar perlakuan tidak berpengaruh terhadap ketebalan film. Penambahan konsentrasi karaginan berpengaruh terhadap ketebalan film. Hasil uji berganda Duncan memperlihatkan bahwa film yang diolah dari karaginan 1,5% lebih tipis dibandingkan film dengan penambahan karaginan sebanyak 2,0 dan 2,5%. Penggunaan karaginan dalam jumlah yang lebih besar menyebabkan jumlah total padatan terlarut bertambah sehingga ketebalan film meningkat. Peningkatan konsentrasi lilin lebah berpengaruh terhadap ketebalan film, tetapi uji homogenitas memperlihatkan bahwa ketebalan film yang diolah dengan penambahan lilin lebah 0,3% tidak berbeda dengan penambahan lilin lebah 0,5%.

Secara umum *edible film* komposit yang dihasilkan di dalam penelitian ini memiliki sifat-sifat mekanis yang baik, terutama kekuatan tarik film, tetapi memiliki sifat sebagai penahan uap air yang kurang baik. Dengan demikian polisakarida karaginan dan pati merupakan komponen hidrokoloid yang dapat membentuk film dengan sifat-sifat mekanis yang baik tetapi lemah sebagai penahan uap air. Pembentukan *edible film* komposit dengan penambahan lemak dapat memperbaiki sifat film sebagai penahan uap air. Guilbert & Biquet (1989) dalam Alberto *et al.* (2000) mengemukakan bahwa permeabilitas uap air menurun dengan meningkatnya komponen hidrofobisitas dan lilin merupakan komponen hidrofobisitas yang paling efektif. Dalam penelitian ini, komponen hidrofobisitas (lemak) yang ditambahkan relatif kecil dan ketebalan film yang dihasilkan juga sangat tipis, sehingga kurang berpengaruh terhadap perbaikan sifat film sebagai penahan uap air.

KESIMPULAN

Beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :



Keterangan/notes:

- K1T1 : Karaginan 1,5% dan tapioka 0,3% / 1.5% carrageenan and 0.3% tapioca
- K1T2 : Karaginan 1,5% dan tapioka 0,5% / 1.5% carrageenan and 0.5% tapioca
- K1T3 : Karaginan 1,5% dan tapioka 0,7% / 1.5% carrageenan and 0.7% tapioca
- K2T1 : Karaginan 2,0% dan tapioka 0,3% / 2.0% carrageenan and 0.3% tapioca
- K2T2 : Karaginan 2,0% dan tapioka 0,5% / 2.0% carrageenan and 0.5% tapioca
- K2T3 : Karaginan 2,0% dan tapioka 0,7% / 2.0% carrageenan and 0.7% tapioca
- K3T1 : Karaginan 2,5% dan tapioka 0,3% / 2.5% carrageenan and 0.3% tapioca
- K3T2 : Karaginan 2,5% dan tapioka 0,5% / 2.5% carrageenan and 0.5% tapioca
- K3T3 : Karaginan 2,5% dan tapioka 0,7% / 2.5% carrageenan and 0.7% tapioca

Gambar 5. Ketebalan edible film komposit dari beberapa kombinasi karaginan, tapioka dan lilin lebah.
 Figure 5. Thickness of composite edible film made from various combinations of carrageenan, tapioca flour and beeswax.

1. Edible film komposit yang dihasilkan memiliki sifat-sifat mekanis yang baik, terutama untuk ketebalan, kekuatan tarik dan persentase pemanjangan, tetapi memiliki kemampuan menahan laju uap air yang kurang baik.
2. Perlakuan konsentrasi karaginan berpengaruh nyata terhadap persen pemanjangan, kuat tarik, laju transmisi uap air dan ketebalan edible film yang dihasilkan. Perlakuan konsentrasi tepung tapioka berpengaruh nyata terhadap laju transmisi uap air edible film, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap persentase pemanjangan, kuat tarik dan ketebalan edible film. Sedangkan perlakuan konsentrasi lilin lebah tidak memberikan pengaruh nyata terhadap semua parameter yang diamati.
3. Edible film terbaik dihasilkan dari perlakuan penambahan karaginan 2,5%, tepung tapioka

0,3% dan lilin lebah 0,3% dengan karakteristik: persentase pemanjangan 4%, nilai kuat tarik 990,48 kgf/cm², laju transmisi uap air 1054,5 g/m²/hari dan ketebalan 0,079 mm.

DAFTAR PUSTAKA

Alberto, J., Debeaufort, F., Calgerin, F. and Voilley, A. 2000. Lipid hydrophobicity, physical state and distribution effects on the properties of emulsion-based edible films. *J. Membrane Science*. 180(2000): 37-46.

ASTM. 1983. *Annual Book of ASTM Standar*. American Society for Testing and Material. Philadelphia. 247 pp.

Gontard, N., Duchez, C., Cuq, J. and Guilbert, S. 1996. Edible composite films of wheat gluten and lipids, water vapour permeability and other physical properties. *Intl. J. Food Sci. Tech*. 30: 39-50.

Donhowe, G. and Fennema, O. 1994. *Edible film and coating: Characteristic, formation, definitions and*