

KARAKTERISTIK *EDIBLE FILM* KOMPOSIT *SEMIREFINED* KARAGINAN DARI RUMPUT LAUT *EUCHEUMA COTTONII* DAN *BEESWAX*

Delya Arsi Diova, YS. Darmanto, Laras Rianingsih*)

Jurusan Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
 Jln. Prof. H. Soedarto, SH., Tembalang, Semarang, 50275, telp/Fax: (024) 7474698

Abstrak

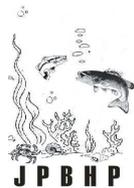
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi *beeswax* terhadap karakteristik *edible film* dari *semirefineD* karaginan rumput laut *Eucheuma cottonii* dan mendapatkan kombinasi perlakuan terbaik untuk menghasilkan *edible film* terbaik yang selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan pengemas. Materi yang digunakan pada penelitian ini adalah *semirefined* karaginan dan *beeswax*. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 faktor dan 3 taraf masing-masing faktor diulang 3 kali yaitu penambahan konsentrasi *beeswax* dalam pembuatan *edible film* dengan 3 taraf perlakuan konsentrasi 0,2%; 0,3% dan 0,4%. Parameter yang di uji adalah ketebalan, daya kuat tarik, persentase pemanjangan, kelarutan, laju transmisi uap air, dan kadar air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan terbaik antara konsentrasi komposit *semirefined* karagenan dan *beeswax* yang diperoleh adalah pada perlakuan penambahan *beeswax* 0,3% dengan ketebalan tertinggi 0,0705 mm, daya kuat tarik tertinggi 2,248 kgf/cm² persentase pemanjangan tertinggi 15,890 %, kelarutan terendah 39,1547 %, laju transmisi uap air terendah 2,1797 (gr/10gr/30Menit) dan jumlah kadar air terendah yaitu 25,343 %.

Kata kunci: *Edible film* komposit, Karaginan (*Eucheuma cottonii*), *Beeswax*

Abstract

This study aimed to determine the effect of concentration of *beeswax* on the characteristics *edible film* of semirefined carrageenan *Eucheuma cottonii* seaweed and get the best treatment combination to produce the best edible film that can then be used as a packaging material. The material used in this study is semirefined carrageenan and *beeswax*. The experimental design used was a completely randomized design (CRD) with 1 factor and 3 levels of each factor repeated 3 times : the concentration of the addition of beeswax in the manufacturing of *edible film* with 3 stage treatment concentration of 0.2%, 0.3% and 0.4 %. Parameters in the test were the thickness, tensile strength, percentage elongation, solubility, water vapor transmission rate and moisture content. The results showed that the best treatment combination between the concentration of composite semirefined carrageenan and beeswax obtained is the addition of beeswax 0.3% treatment with the highest thickness of 0.0705 mm, the highest tensile strength 2.248 kgf/cm², the highest percentage of elongation of 15.890%, 39.1547% lowest solubility, lowest water vapor transmission rate of 2.1797 (gr/10gr/30Menit) and the amount of the lowest water content is 25.343%.

Keywords: Composite Edible films, Carragenan (*Eucheuma cottonii*), *Beeswax*



1. Pendahuluan

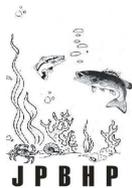
Perkembangan teknologi pangan yang semakin pesat menimbulkan berbagai produk pangan yang baru. Salah satu alternatif kemasan yang dapat dibuat untuk tujuan mempertahankan mutu bahan pangan dan bersifat ramah lingkungan adalah bahan kemasan *edible film*. Menurut Gontard *et al.*, (1996), *edible film* merupakan tipe pengemas seperti *film*, lembaran atau lapis tipis sebagai bagian integral dari produk pangan dan dapat dimakan bersama-sama dengan produk yang dikemas.

Komponen penyusun *edible film* dapat dibagi menjadi tiga macam yaitu; hidrokoloid, lipida, dan komposit. Salah satu *edible film* komposit yang dapat dibuat adalah hasil ekstraksi rumput laut (*E. cottonii*) yaitu *semirefined* karaginan, sedangkan golongan lipida yang digunakan adalah *beeswax*. Menurut Van de Velde *et al.*, (2002), rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* termasuk dalam kelas *Rhodophyceae* (alga merah). Saat ini jenis kappa-karaginan dihasilkan dari rumput laut tropis *Kappaphycus alvarezii*, yang di dunia perdagangan dikenal sebagai *Eucheuma cottonii*. Data KKP (2011) menyatakan, bahwa pada tahun 2007, produksi rumput laut Indonesia mencapai 1,7 juta ton dan terus meningkat menjadi 2,9 juta ton pada tahun 2009 dan 3,9 juta ton pada tahun 2010. Sedangkan untuk jumlah produksi karaginan di Indonesia menurut Dakay (2008) bahwa pada tahun 2007 tercatat sebesar 17.000 ton, atau sebesar 20% total kapasitas produksi karaginan dunia yang mencapai 84.700 ton.

Karaginan dari rumput laut *E. cottonii* yang merupakan jenis kappa karaginan, berpotensi untuk dikembangkan sebagai *edible film* karena sifatnya dapat membentuk gel, bersifat stabil, dapat dimakan dan dapat diperbarui serta banyak mengandung serat. Selain itu juga tidak terlepas dari tingginya produksi rumput laut terutama *E. cottonii* dalam negeri yang dapat diolah menjadi *semirefined* karaginan. Pemanfaatan *semirefined* karaginan menjadi *edible film* diharapkan mampu mendorong berkembangnya sektor pengolahan karaginan di dalam negeri. Selain itu juga karaginan tersedia secara luas, harganya relatif murah dan tidak toksik atau beracun (Nisperos-Carriedo, 1994).

Prasetyaningrum, *et al.* (2010), menambahkan bahwa pada pembuatan *edible film beeswax* memberikan pengaruh nyata terhadap *film* yang dihasilkan yakni semakin tinggi kadar lipid maka dapat menahan laju uap air dan dapat menambah elastisitas *film*. Selain itu Amrizal (1991) dalam Santoso (2006), menambahkan bahwa lilin lebah (*Beeswax*) dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan *edible film* karena memiliki beberapa keunggulan yaitu tergolong *food grade*, tersedia sepanjang tahun, penggunaan masih sangat terbatas, harga relatif murah, dan mudah diperoleh.

Selain itu, Untuk mengurangi sifat rapuh pada *film* yang dihasilkan maka ditambahkan bahan yaitu *plasticizer* (gliserol). Berdasarkan uraian tersebut, dapat disimpulkan bahwa *semirefined* karaginan yang berasal dari alga merah dan *beeswax* sangat bermanfaat terutama sebagai bahan pengemas makanan. Selain itu juga kemasan *edible film* ini dapat menjadi salah satu solusi untuk mengurangi pencemaran lingkungan. Oleh sebab itulah penelitian lebih lanjut mengenai *edible film* ini dilakukan, yaitu guna untuk mengetahui pengaruh konsentrasi *beeswax* terhadap karakteristik *edible film* dari *semirefined* karaginan rumput laut *E. cottonii* dan mendapatkan kombinasi perlakuan terbaik untuk menghasilkan *edible film* terbaik yang selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan pengemas.



2. Materi dan Metode Penelitian

2.1. Material

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah *semirefined* karaginan hasil ekstraksi dari rumput laut *E. cottonii* dan *beeswax* (lilin lebah). Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium Analisa Teknologi Hasil Perikanan Universitas Diponegoro, Semarang.

2.2. Metode Penelitian

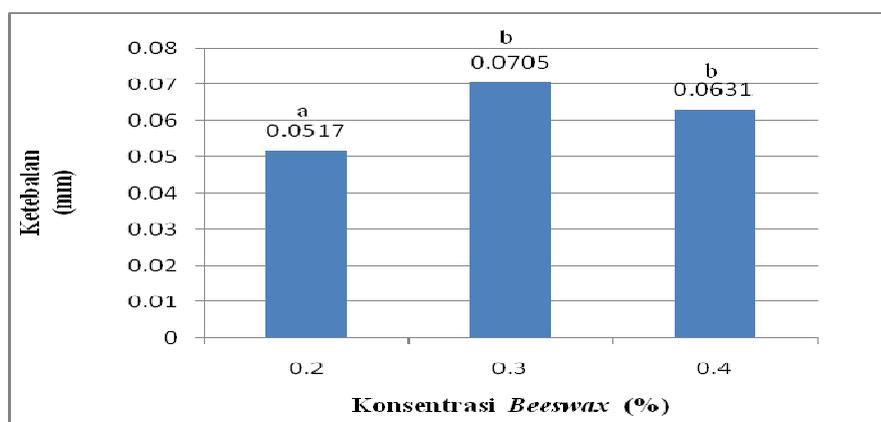
Tahap Pembuatan *Edible Film*

Pada tahap ini dilakukan pembuatan *edible film* sebagai berikut: larutan *semirefined* karaginan dibuat dengan tingkat konsentrasi 0,8% (b/v) dengan cara, yaitu tepung *semirefined* karaginan dimasukkan ke dalam gelas ukur 100 ml dan ditambah aquades sampai volume 100 ml, kemudian diaduk dengan pengaduk magnet dan dipanaskan dengan plat pemanas (*hot plate*) sampai suhu 60°C. Setelah itu ditambahkan gliserol sebanyak 0,5% (v/v) sebagai *plasticizer* dan *beeswax* masing-masing 0,2%; 0,3% dan 0,4% sambil terus diaduk dan dipanaskan sampai suhu 80°C yang dipertahankan selama 5 menit. Selanjutnya larutan komposit *semirefined* karaginan dan *beeswax* dituang ke dalam cetakan atau plat plastik dan dilakukan proses pengeringan dengan oven (pada suhu 50°C selama 24 jam) sehingga diperoleh lapisan *film*. Lapisan *film semirefined* karaginan tersebut didinginkan sampai mencapai suhu ruang. Setelah dingin, *edible film semirefined* karaginan dipisahkan dari plat plastik dan dibungkus dengan aluminium foil kemudian dimasukkan ke dalam plastik *seal*. Selanjutnya dilakukan analisis sifat-sifat fisik dan mekaniknya (meliputi ketebalan, kekuatan renggang putus, persentase pemanjangan, kelarutan, laju transmisi uap air dan kadar air).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Ketebalan

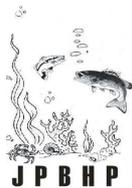
Ketebalan merupakan parameter penting yang berpengaruh terhadap penggunaan *film* sebagai pengemas.



Keterangan

- Huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P > 0.05$)

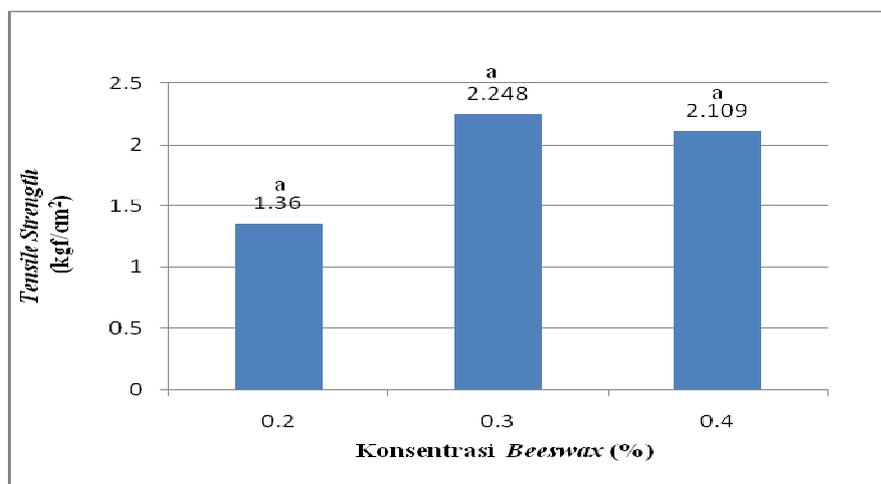
Gambar 1. Pengaruh konsentrasi *beeswax* terhadap ketebalan *edible film* (mm)



Hasil uji ketebalan *edible film* yang dibuat dari konsentrasi karaginan 0,8%, gliserol 0,5% dan *beeswax* 0,2%; 0,3% dan 0,4% dihasilkan nilai berkisar antara 0,0517 sampai dengan 0,0705 mm. Ketebalan tertinggi diperoleh dari perlakuan dengan penambahan *beeswax* 0,3%. Hal ini dikarenakan pada kombinasi konsentrasi tersebut diduga bahwa molekul *semirefined* karaginan, *beeswax*, dan gliserol mampu berikatan atau tercampur secara baik. Irianto *et al.*, (2006) juga menyatakan bahwa ketebalan tertinggi diperoleh dari perlakuan komposit karaginan 2,5%, tapioka 0,3% dan lilin lebah (*beeswax*) 0,3%. Penambahan tapioka 0,5 dan 0,7% serta lilin lebah (*beeswax*) 0,5%, diduga menyebabkan peningkatan persentase total padatan terhadap volume air yang mengakibatkan proses gelatinisasi berlangsung kurang baik. Oleh sebab itulah pada penambahan konsentrasi *beeswax* 0,5% nilai ketebalannya lebih rendah. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Mc Hugh *et al.*, (1994), bahwa ketebalan *film* terutama dipengaruhi oleh konsentrasi padatan terlarut pada larutan pembentuk *film* dan ukuran plat pencetak.

3.2. Kekuatan renggang putus

Kekuatan renggang putus adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh *film* selama pengukuran berlangsung sampai *film* mulai terputus.

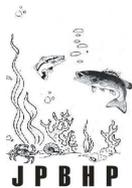


Keterangan

- Huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P > 0.05$)

Gambar 2. Pengaruh konsentrasi *beeswax* terhadap kekuatan renggang putus *edible film* (kgf/cm²)

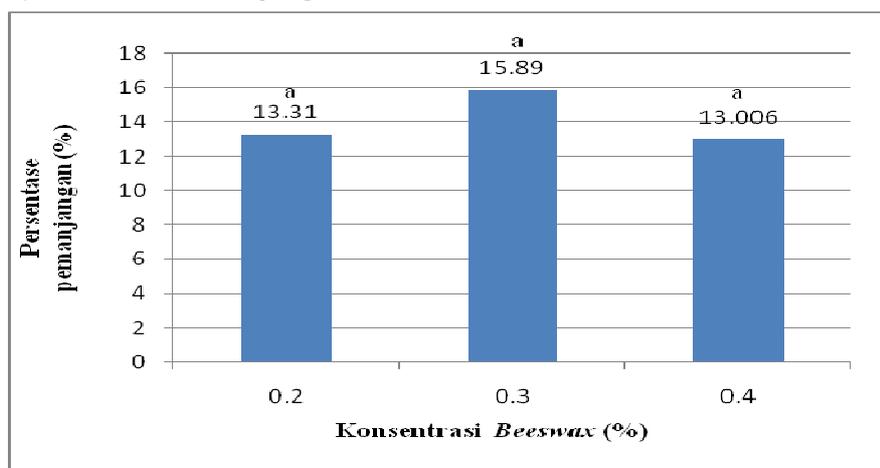
Edible film terbaik yang dihasilkan yaitu pada penambahan konsentrasi *beeswax* sebanyak 0,3% karena nilai kekuatan renggang putusnya tertinggi. Kekuatan renggang putus suatu *film* sangat penting untuk diperhatikan karena sangat berperan ketika suatu *film* tersebut diaplikasikan. Selain itu juga, dikarenakan kekuatan renggang putus itu menunjukkan ketahanan dari suatu *film* yang merupakan regangan maksimal yang dapat diterima *film* sebelum putus ketika ditarik. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada penambahan konsentrasi *beeswax* 0,3% dapat dikategorikan sebagai sifat mekanik terbaik, karena menurut Tanaka *et al.*, (2001) kekuatan renggang putus yang tinggi pada umumnya sangat penting bagi suatu *edible film* supaya tahan terhadap penekanan normal selama perlakuan, pemindahan atau transportasi, dan penahanan suatu bahan pangan. Gontard *et al.*, (1992)



menambahkan bahwa *edible film* harus bisa menahan tekanan selama digunakan dalam penanganan makanan. Tingginya kuat tarik atau kekuatan renggang putus secara umum dikehendaki tetapi terjadinya perubahan harus diatur sesuai dengan aplikasi *film* tersebut.

3.3. Persentase Pemanjangan

Persentase pemanjangan yaitu persen pertambahan panjang bahan materi *film* dari panjang awal pada saat mengalami penarikan hingga putus. Nilai elongasi menunjukkan kemampuan *film* untuk memanjang.



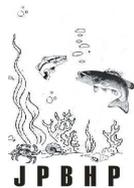
Keterangan

- Huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P > 0.05$)

Gambar 3. Pengaruh konsentrasi *beeswax* terhadap persentase pemanjangan *edible film* (%)

Hasil uji perpanjangan *edible film* yang dibuat dari *semirefined* karagenan dengan konsentrasi yang berbeda menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi *semirefined* karagenan, maka perpanjangan *edible film* semakin menurun. Namun dalam penelitian ini persentase pemanjangan dari *edible film* yang dihasilkan tidak begitu jauh mengalami perbedaan karena penggunaan konsentrasi *semirefined* karagenan yaitu dengan jumlah yang sama dan penggunaan *beeswax* saja yang berbeda. *Beeswax* bersifat hidrofobik dan fungsinya yaitu untuk mengurangi proses transmisi uap air jadi untuk *edible film* yang dihasilkan persentase pemanjangannya tidak berbeda nyata baik dengan penggunaan konsentrasi *beeswax* 0,2 %; 0,3%; dan 0,4%. Menurut Handito (2011) dalam penelitiannya dengan tanpa penambahan *beeswax* bahwa perpanjangan *edible film* karagenan 0,8% berbeda nyata dengan *edible film* karagenan 0,4%. Perbedaan yang nyata dari perpanjangan *edible film* ini disebabkan karena semakin tinggi konsentrasi karagenan yang digunakan, maka molekul karagenan akan membentuk matriks *film* yang semakin kuat sehingga *film* semakin bersifat tidak elastis atau mudah putus (getas), dan akibatnya persentase perpanjangan semakin menurun. Nilai perpanjangan *edible film* karagenan yang semakin menurun tersebut diikuti pula dengan kekuatan renggang putus yang semakin meningkat.

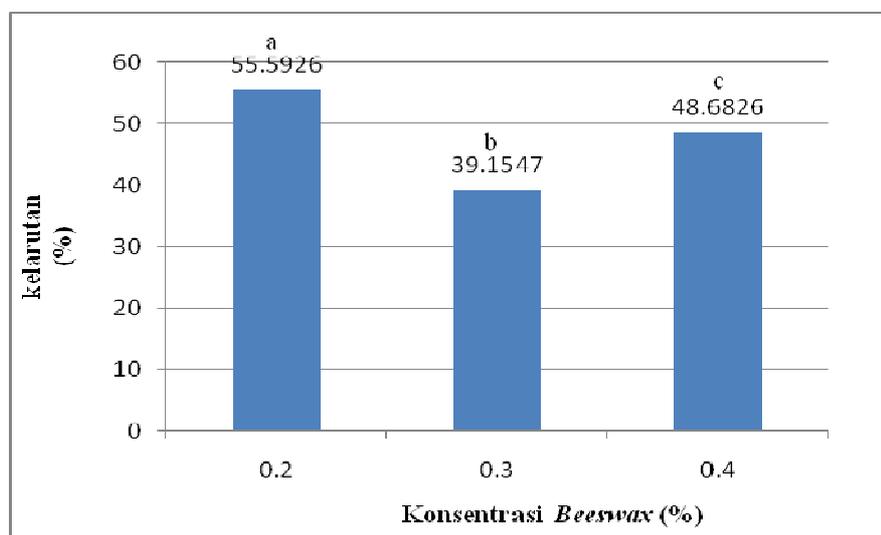
Berdasarkan Hasil uji persentase pemanjangan *edible film* yang dibuat dari konsentrasi *semirefined* karagenan 0,8%, gliserol 0,5% dengan konsentrasi *beeswax* yang berbeda yaitu 0,2%; 0,3%; dan 0,4% dihasilkan nilai berkisar antara 13,006 sampai dengan 15,890 %. Persentase pemanjangan tertinggi diperoleh dari *edible film* dengan penambahan konsentrasi *beeswax* 0,3%. Dalam hal ini, walaupun nilai persentase pemanjangan *edible film*



yang dihasilkan pada penambahan *beeswax* sebanyak 0,3% tertinggi namun tetap dapat dikatakan cukup baik. Hal ini sesuai dengan pendapat Krochta dan De Mulder-Johnson (1997) bahwa *Elongation* menunjukkan perubahan panjang *film* maksimum saat memperoleh gaya tarik sampai *film* putus dibandingkan dengan panjang awalnya. Dimana *elongation* atau persentase pemanjangan suatu *film* dikatakan baik jika nilainya lebih dari 50% dan dikatakan buruk jika nilainya kurang dari 10%. Rahim *et al.*, (2010) menambahkan bahwa semakin kuat *edible film* yang terbentuk maka semakin sulit bagi suatu *film* untuk merenggang atau memanjang sehingga akan memperkecil persentase pemanjangan.

3.4. Kelarutan

Kelarutan merupakan tolak ukur untuk suatu *film* dapat larut ketika akan dikonsumsi dan juga untuk penentuan *biodegradable film* ketika akan dijadikan atau digunakan untuk pengemasan.



Keterangan

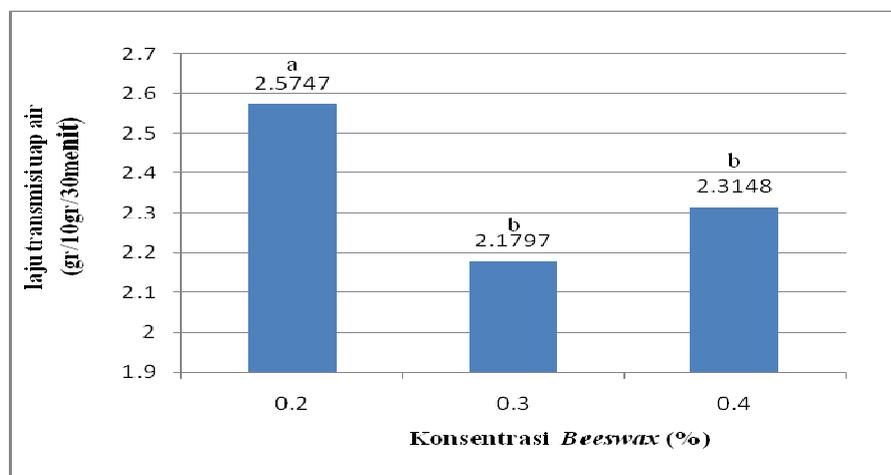
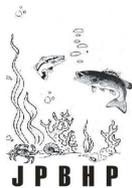
- Huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P > 0.05$)

Gambar 4. Pengaruh konsentrasi *beeswax* terhadap kelarutan *edible film* (%)

Edible film terbaik dihasilkan dari penambahan konsentrasi *beeswax* 0,3%. Hal ini dikarenakan nilai kelarutannya adalah terendah. Nilai kelarutan terendah menunjukkan bahwa *edible film* tersebut paling bagus karena sangat berperan ketika *film* tersebut dikemas untuk produk yang dapat dimakan. Hal ini juga sesuai dengan pendapat Stuchell dan Krochta (1994) bahwa jika penerapan suatu *film* diinginkan sebagai pengemas yang layak dimakan, maka dikehendaki kelarutan yang tinggi. Begitupun sebaliknya jika penerapan *edible film* pada makanan yang berkadar air tinggi maka digunakan *film* yang tidak larut dalam air. Imeson (1999) menambahkan bahwa ketahanan dalam air merupakan sifat yang penting untuk dimiliki oleh *film* untuk penerapannya sebagai pelindung makanan.

3.5. Laju Transmisi Uap Air

Laju transmisi uap air adalah laju aliran uap air melalui suatu unit area pada waktu tertentu dan juga pada kondisi tertentu.



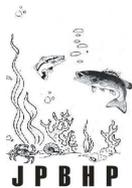
Keterangan

- Huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P > 0.05$)

Gambar 5. Pengaruh konsentrasi *beeswax* terhadap laju transmisi uap air *edible film* (gr/10gr/30menit)

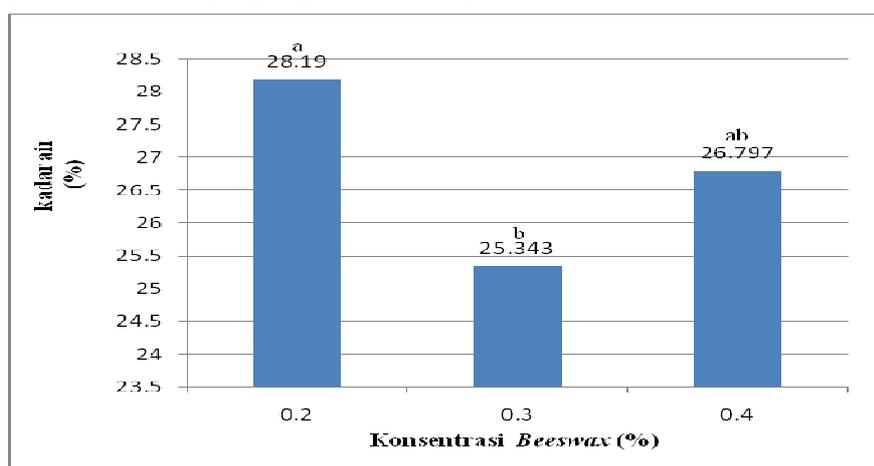
Hasil uji laju transmisi uap air *edible film* yang dibuat dari konsentrasi *semirefined* karaginan 0,8%, gliserol 0,5% dengan konsentrasi *beeswax* yang berbeda 0,2%; 0,3% dan 0,4% dihasilkan nilai berkisar antara 2,1797 sampai dengan 2,5747 (gr/10gr/30Menit). Nilai laju transmisi uap air *edible film* terendah diperoleh pada saat penambahan *beeswax* 0,3% karena pada penambahan konsentrasi tersebut *edible film* memiliki ketebalan tertinggi. Selain itu, dimungkinkan bahwa pada kombinasi konsentrasi tersebut diduga molekul *semirefined* karaginan, *beeswax*, dan gliserol mampu berikatan atau tercampur secara baik. Selain itu juga pada Irianto *et al.*, (2006), mengemukakan bahwa laju transmisi uap air terendah dihasilkan dari kombinasi perlakuan komposit karaginan 2,0%, tapioka 0,7% dan lilin lebah 0,3%. Jadi lebih rendah bila dibandingkan dengan *edible film* pada penambahan konsentrasi *beeswax* 0,5%. Karena pada kombinasi konsentrasi tersebut diduga bahwa molekul karaginan, tapioka, dan lilin lebah (*beeswax*) mampu berikatan secara baik yang menyebabkan laju transmisi uap air menjadi rendah.

Edible film terbaik dihasilkan dari penambahan konsentrasi *beeswax* 0,3%. Hal ini dikarenakan nilai laju transmisi uap airnya adalah terendah. Nilai laju transmisi uap air terendah menunjukkan bahwa *edible film* tersebut paling bagus dan mampu secara baik dalam menahan laju uap air. Guilbert & Biquet (1996) dalam Permanasari (1998) menyatakan bahwa komponen lemak seperti lilin (*wax*), *emulsifier* dan asam lemak dalam *edible film* komposit berpengaruh dalam menurunkan laju transmisi uap air karena lemak memiliki polaritas rendah dan struktur kristal yang padat. Selain itu Santoso (2006) menambahkan bahwa peningkatan penambahan konsentrasi lilin lebah (*beeswax*) dapat menurunkan laju transmisi uap air karena lilin mempunyai sifat hidrofobik yang kuat. Pada saat pengeringan, lilin lebah (*beeswax*) membentuk jaringan kristal yang berbentuk *orthorombik* sehingga dapat berfungsi sebagai barrier terhadap uap air.



3.6. Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan guna untuk mengetahui kandungan air dalam *edible film* yang dihasilkan. Kadar air sangat mempengaruhi *kualitas edible film* ketika disimpan maupun diaplikasikan sebagai pengemas suatu produk.



Keterangan

- Huruf yang sama menunjukkan perbedaan yang tidak nyata ($P > 0.05$)

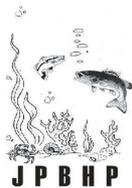
Gambar 6. Pengaruh konsentrasi *beeswax* terhadap kadar air *edible film* (%)

Hasil uji kadar air *edible film* yang dibuat dari konsentrasi *semirefined* karaginan 0,8%, gliserol 0,5% dengan konsentrasi *beeswax* yang berbeda 0,2%; 0,3% dan 0,4% dihasilkan nilai berkisar antara 25,343 sampai dengan 28,190 (%). Nilai kadar air pada penambahan konsentrasi *beeswax* 0,3% terendah dikarenakan pengaruh dari kandungan *beeswax*-nya. *Beeswax* (lilin lebah) bersifat *hidrofobik* sehingga kemampuan mengikat air kecil. Oleh sebab itulah kadar airnya rendah. Menurut Santoso (2006), bahwa lilin lebah bersifat *hidrofobik* karena lilin mempunyai asam lemak berantai karbon panjang dan tidak ada gugus polar sehingga kemampuan mengikat airnya kecil.

Edible film terbaik dihasilkan dari penambahan konsentrasi *beeswax* 0,3%. Hal ini dikarenakan nilai kadar airnya adalah terendah. Nilai kadar air terendah menunjukkan bahwa *edible film* tersebut paling bagus dan mampu lebih lama dalam melindungi suatu produk yang dikemas. Kadar air yang tinggi ataupun rendah akan sangat mempengaruhi ketahanan dari suatu *edible film* yang dihasilkan. *Edible film* dengan penambahan lipid seperti *beeswax* (lilin lebah) akan menurunkan nilai kadar air *film* karena lipid bersifat *hidrofobik*. Menurut Banerjee dan Chen (1995), bahwa penambahan lipid pada larutan *edible film* yang berasal dari *edible film* *hidrofobik* menyebabkan *edible film* memiliki kandungan air yang lebih rendah bila dibandingkan dengan *edible film* yang berasal dari protein saja. Suryaningrum *et al.*, (2005) menambahkan, *edible film* yang bersifat *biodegradable* dengan kandungan kadar air yang tinggi akan mudah ditumbuhi oleh mikroba, karena adanya komponen nutrisi dalam *film* seperti protein. Sebaliknya *edible film* dengan kadar air rendah akan lebih tahan terhadap kerusakan mikrobiologis.

4. Kesimpulan

- Penggunaan konsentrasi *beeswax* sampai kadar 0,3% memberikan pengaruh terhadap karakteristik *edible film* yang dihasilkan yaitu ketebalan meningkat, daya kuat tarik

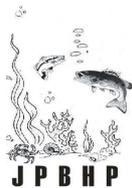


(*tensile strength*) meningkat, persentase pemanjangan (*elongation*) meningkat, kelarutan menurun, laju transmisi uap air menurun dan jumlah kadar air juga menurun.

- Kombinasi perlakuan terbaik antara konsentrasi komposit *semirefined* karaginan dan *beeswax* yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah pada perlakuan penambahan *beeswax* 0,3% dengan ketebalan tertinggi 0,0705 mm, daya kuat tarik (*tensile strength*) tertinggi 2,248 kgf/cm², persentase pemanjangan tertinggi 15,890 %, kelarutan terendah 39,1547 %, laju transmisi uap air terendah 2,1797 (gr/10gr/30Menit) dan jumlah kadar air terendah yaitu 25,343 %.

Daftar Pustaka

- Banerjee, R., and H. Chen, 1995. Functional Properties of Edible Films Using Whey Protein Concentrat. J. Dairy Sci. Vol. 78: 1673 – 1683.
- Dakay, B.U. Developing Partnership Between The Phillipnes and Indonesia in The Seaweed Industry. Seaweed Industry Association of The Phillipines.
- Gontard, N dan Guilbert, S. 1992. Bio Packaging: Technology and Properties of Edible Biodegradable Material of Agricultural Origin. Di dalam Food Packaging and Preservation. The AVI. Publ. Inc., Westport Connecticut.
- _____. 1996. Edible Composite Films of Wheat Gluten and Lipids, Water Vapour Permeability and Other Physical roperties. International Journal of Food Science and Technology 30: 39-50.
- Handito, D. 2011. Pengaruh Konsentrasi Karagenan Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik *Edible Film*. Fakultas Pertanian, Universitas Mataram. *Agroteksos Vol.21 No.2-3*
- Imeson, A. 1999. Thickening and Gelling Agents for Food. Aspen Publishers Inc. Maryland.
- Irianto, H. E., M. Darmawan dan E. Mindarwati. 2006. Pembuatan Edible Film dari Komposit Karaginan, Tepung Tapioka dan Lilin Lebah (*Beeswax*). J. Pascapanen Dan Bioteknologi Kelautan Dan Perikanan 1 (2): 93-101.
- Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP). 2011. Statistik Perikanan Budidaya Indonesia 2010. Jakarta: Kementerian Kelautan dan Perikanan.
- Krochta, J.M dan C. De Mulder-Johnston. 1997. Edible and Biodegradable Polymer Films: Challenges and Opportunities. Food Tech 51 (2): 61-74.
- Mc Hugh, T.H. and Krochta 1994. Sorbitol vs Glycerol-Plasticized Whey Protein Edble Films: Integrated Oxygen Permeability and Tensile Property Evaluation. J. Agric. Food Chem 42: 841-845.



- Nisperos-Carriedo, M.O., 1994. Edible coatings and films based on polysaccharides. p.305-329. In: J.M. Krochta, E.A. Baldwin, and M.O. Nisperos-Carriedo (Eds.), Edible Coatings and Films to Improve Food Quality. Lancaster, U.S.A.: Technomic Publishing Co., Inc.
- Permanasari, E D. 1998. Aplikasi Edible Coating dalam Upaya Mempertahankan Mutu dan Masa simpan Paprika. Program Pasca Sarjana. IPB. Bogor.
- Prasetyaningrum, A., Nur R., Deti,N.K., dan Fransiska, D.N.W. 2010. Karakterisasi *Bioactive Edible Film* dari Komposit Alginat dan Lilin Lebah Sebagai Bahan Pengemas Makanan *Biodegradable*. Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Seminar Rekayasa Kimia Dan Proses. Issn : 1411-4216.
- Rahim, A., N Alam., Haryadi dan Santoso, U. 2010. Pengaruh Konsentrasi Pati Aren dan Minyak Sawit Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik *Edible Film*. Fakultas Teknologi Pertanian UGM. Yogyakarta. J. Agroland 17 (1): 38-46.
- Santoso, B. 2006. Karakterisasi Komposit *Edible Film* Kolang-kaling (*Arenge pinnata*) dan Lilin Lebah (*Beeswax*). Fakultas Pertanian, UNSRI. Indralaya. J. Teknol dan Industri Pangan XVII (2): 125-135.
- Steel, R.G.D and Torrie, J.H. 1980. Principles and Procedures of Statistic a Biometrical Approac. Mc Graw Hill Book Company. London 633pp.
- Suryaningrum, Th. D., J. Basmal, dan Nurrochmawati 2005. Studi pembuatan Edibel Film dari Karagenan. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia. Edisi Pasca Panen. Badan Riset Perikanan dan Kelautan Departemen Kelautan dan Perikanan 2(4) : 1 – 13.
- Tanaka, M., S. Ishizaki., T. Suzuki dan R. Takai. 2001. Water Vapor Permeability of Edible Films Prepared from Fish Water Soluble Proteins as Affected by Lipid Type. J. of Tokyo University of Fisheries 87: 31-37.
- Van de Velde,.F.,Knutsen, S.H., Usov, A.I., Romella, H.S., and Cerezo, A.S. 2002, "1H and 13 C High Resolution NMR Spectoscopy of Carrageenans: Aplication in Research and Industry", Trend in Food Science and Technology 13: 73-92.