



Modifikasi Biokomposit Kitosan dari Cangkang Rajungan (*Portunus Pelagicus*) dan Pektin untuk Aplikasi *Edible Film*

Eva Oktavia Ningrum*, Liana Ardiani, Nur Azizatur Rohmah, dan Niniek Fajar Puspita

Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111, Indonesia

*E-mail: eva-oktavia@chem-eng.its.ac.id

Abstract

According to the 2016 data from the Ministry of Environment and Forestry, Indonesia is the second largest plastic waste disposal country after China. The use of synthetic plastic today contains negative effects on the environment and health due to its non-biodegradable nature. It is necessary to develop renewable plastics that are safe for the environment and health to reduce the negative impact of these problems. Edible film is a good alternative to synthetic plastic because it is biodegradable and safe for health. Edible film modification by blending chitosan and pectin biopolymers is a potential way to produce denser biocomposite of edible film. This study aimed to utilize the chitosan of crab shell waste and pectin as edible film biocomposite because those wastes have not been widely utilized. The synthesis edible film and the effect of the ratio of chitosan and pectin mixture to physical properties, mechanical properties, and the biodegradability of edible film were also studied by using various ratios of chitosan and pectin (C: P), i.e., 100:0, 50:50, 0 100). In the blending process, glycerol was added as a plasticizer with a concentration of 20% of the weight of the biopolymer. Edible films produced were analyzed to investigate the physical properties, and mechanical properties. The results show that the best characteristics of edible film produced from a mixture of chitosan and pectin with a thickness of 0.068 mm and 44.11% of air solubility. Thickness and water solubility of edible films can be improved by mixing chitosan biopolymer and pectin. However, the edible film solubility in water was not too high because of the hydrophobic nature of the chitosan.

Keywords: chitosan, crab shells, pectin, edible film

Pendahuluan

Menurut Data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2016, Indonesia adalah negara pembuang sampah plastik ke laut terbesar kedua setelah Tiongkok. Berdasarkan data yang diperoleh dari Asosiasi Industri Olefin Aromatik dan Plastik Indonesia (INAPLAS), konsumsi plastik di Indonesia pada tahun 2015 mencapai 17 kg/kapita/tahun. Penggunaan plastik secara nasional mencapai 4,44 juta ton apabila jumlah penduduk Indonesia diperkirakan sekitar 261 juta jiwa pada tahun 2017. Plastik banyak digunakan sebagai bahan pengemas makanan dan minuman karena sifatnya yang mudah dibentuk, ringan, kuat dan harganya terjangkau (Kasmiati, 2017). Penggunaan produk kemasan makanan berbasis plastik yang digunakan pada saat ini mayoritas terbuat dari polimer petrokimia. Bahan tersebut menimbulkan efek negatif pada lingkungan karena tidak dapat terurai (*non-biodegradable*) dan bersifat karsinogenik (Jara dkk., 2018). Untuk mengurangi dampak negatif penggunaan produk kemasan berbasis plastik sintetis dibutuhkan upaya pengembangan bahan kemasan terbarukan yang bersifat *biodegradable* dan aman bagi kesehatan.

Edible film merupakan alternatif plastik sintetis yang baik untuk aplikasi kemasan makanan karena bersifat *biodegradable*, aman bagi kesehatan, dan dapat meningkatkan daya simpan makanan (Balti dkk., 2017). *Edible film* berfungsi sebagai penghambat terhadap transfer massa (misalnya kelembaban, oksigen, karbon dioksida, dan zat-zat terlarut yang terlibat dalam proses respirasi) dan sebagai pelindung makanan dari mikroba (Embuscado dan Huber, 2009). *Edible film* dapat dibuat dari polimer alami seperti protein, lipid, dan polisakarida. Polisakarida utama yang dapat digunakan untuk *edible film* antara lain seperti pektin, gelatin, kitosan, pati dan gum (Daza dkk., 2018). Menurut Baron (2017) beberapa biopolimer yang potensial untuk dijadikan bahan dasar *edible film* adalah kitosan dan pektin.

Kitosan merupakan polisakarida linear terdiri dari (1,4)-linked-2-amino-deoxy- β -D-glucan yang diperoleh melalui deasetilasi kitin. Kitosan berpotensi karena memiliki sifat fisika-kimia yang baik, biodegradabilitas waktu singkat, biokompatibilitas dengan jaringan manusia, *non-toxic* dan memiliki sifat antimikroba yang





baik. Kitosan merupakan biopolimer yang banyak ditemukan dalam hewan *crustacea* seperti kepiting, rajungan, udang, lobster, dan kerang (Nesic, 2017). Cangkang rajungan mengandung presentase kitin yang paling tinggi yaitu sekitar 71% diantara bangsa *crustacea*, *insecta* dan *fungi*. Pemanfaatan kitosan dari cangkang rajungan sangat berpotensi karena menurut Data Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia Tahun 2017, Indonesia merupakan negara pengekspor daging rajungan terbesar ke-3 setelah tuna dan udang. Hasil samping dari ekspor rajungan ini menyisakan limbah cangkang sekitar 25-50% dari berat rajungan. Namun hingga saat ini limbah tersebut belum banyak dimanfaatkan sehingga mengganggu lingkungan dan masyarakat karena menimbulkan bau yang tidak sedap. Maka dari itu pemanfaatan limbah cangkang rajungan sangat berpotensi menjadi produk yang lebih bernilai yaitu kitosan yang nantinya akan dijadikan sebagai bahan pembuatan *edible film*.

Disisi lain, pektin merupakan senyawa polisakarida kompleks dengan komponen utama asam D-galakturonat. Pektin adalah hidrokoloid yang digunakan dalam industri makanan sebagai pembentuk gel dan pengental makanan (Baron, 2017). Pektin umumnya ditemukan di dinding sel dan lamella tengah tanaman. Sifat yang sangat mempengaruhi aplikasi pektin adalah derajat esterifikasinya (DE) karena menentukan sifat gel dari pektin. Presentase DE diatas 50% diklasifikasikan sebagai *high metoxil*, sementara DE kurang dari 50% diklasifikasikan sebagai *low metoxil* (Liew dkk., 2014).

Menurut Baron (2017) pembuatan *edible film* menggunakan satu biopolimer murni masih memiliki banyak kekurangan, seperti pada *edible film* berbasis pektin memiliki sifat kelarutan yang tinggi dan *tensile strength* yang rendah. Hal ini dibuktikan dalam penelitian (Akili, 2012) menjelaskan bahwa pembuatan *edible film* menggunakan polimer pektin dari kulit pisang tanpa penambahan *plasticizer* menghasilkan *edible film* dengan kuat tarik yang belum memenuhi standar dan laju transmisi uap air yang tinggi. Pembuatan *edible film* berbasis kitosan memiliki warna yang buruk dan persen elongasi yang rendah. Hal ini dibuktikan dalam penelitian selanjutnya yang dilakukan oleh (Balti dkk., 2017). Penelitian tersebut menjelaskan bahwa pembuatan *edible film* berbasis kitosan dengan penambahan *plasticizer* gliserol menghasilkan *edible film* yang memiliki kuat tarik yang tinggi tetapi persen elongasinya yang rendah dan warna yang kuning kecoklatan.

Dalam penelitian-penelitian sebelumnya telah dilakukan alternatif pembuatan biokomposit *edible film* dengan mencampurkan dua biopolimer kitosan dan pektin yang menunjukkan bahwa metode *blending* biopolimer kitosan dan pektin memiliki potensi *cross-linking* yang baik antar komponen sehingga dapat menghasilkan *edible film* dengan matriks yang lebih padat. Namun produk biokomposit *edible film* yang dihasilkan juga memiliki kelemahan yaitu warna yang dihasilkan masih gelap dan tingkat transparansinya sangat rendah, serta permukaan *film* yang kasar dan sifat kelarutan dalam airnya yang sangat tinggi. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut menggunakan kombinasi biopolimer kitosan dan pektin dengan metode *blending* agar dapat menghasilkan biokomposit *edible film* yang sesuai dengan standar yang telah ditentukan dengan melakukan penambahan *plasticizer* gliserol. Penambahan *plasticizer* dalam pembuatan *edible film* berbasis polisakarida sangat penting karena cenderung bersifat rapuh. *Plasticizer* berfungsi untuk menambah kelenturan dari *edible film* tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pembuatan *edible film* berbasis campuran biopolimer kitosan dan pektin dengan penambahan *plasticizer* gliserol dan pengaruhnya terhadap sifat fisik dan mekanik *edible film*. Selain itu, dalam penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan *edible film* yang memiliki karakteristik sesuai dengan SNI dan dapat menjadi kemasan makanan alternatif yang aman dan ramah lingkungan, serta dapat mengurangi penggunaan kemasan makanan plastik sintetis yang banyak digunakan pada saat ini.

Metode Penelitian

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kitosan dari cangkang rajungan yang diperoleh dari CV. Chi Multiguna, pektin dari toko online "reinaldoi", asam asetat glasial 100%, gliserol, *aquadest* dan HCl dari CV. Sumber Ilmiah Persada, Surabaya.

Alat

Peralatan yang digunakan adalah *beaker glass*, corong, cawan petri, gelas ukur, *hot plate*, labu ukur, *magnetic stirrer*, oven, pipet, spatula, timbangan analitik, dan termometer.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini terbagi menjadi 2 tahap yaitu, pembuatan *edible film* dan karakterisasi *edible film*. Proses pembuatan *edible film* dilakukan dengan cara mencampurkan kedua biopolimer kitosan dan pektin yang telah didispersikan sehingga akan membentuk larutan pembentuk *film*. Kitosan didispersikan menggunakan 100 mL asam asetat glasial 1% dengan pengadukan 100 rpm pada suhu 65°C selama 1 jam. Pektin didispersikan menggunakan 100 mL *aquadest* dengan dilakukan pengadukan 100 rpm selama 1,5 jam pada suhu 75°C. Kedua larutan dispersi biopolimer dicampurkan dalam 100 mL HCl 0,2 N dengan dilakukan pengadukan 500



rpm sampai homogen. Larutan pembentuk *film* kemudian disaring untuk menghilangkan kotoran-kotoran yang tidak larut. Kemudian dilakukan penambahan gliserol yang berperan sebagai *plasticizer* sebanyak 0,2 g/g biopolimer dan dilakukan pengadukan 500 rpm selama 15 menit. Gelembung dalam larutan pembentuk *film* kemudian dihilangkan menggunakan alat *ultrasonicator*. Larutan pembentuk *film* kemudian dicetak menggunakan cawan petridish dan dikeringkan dalam oven suhu 50°C selama 48-78 jam. *Edible film* yang telah diperoleh kemudian dimasukkan dalam desikator selama 5 hari sebelum dilakukan karakterisasi. Karakterisasi *edible film* yang dihasilkan dilakukan dengan menganalisa sifat fisik, mekanik, antimikroba, dan biodegradabilitas dari *edible film* tersebut.

Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini hasil-hasil penelitian yang berkaitan dengan pengaruh campuran biopolimer kitosan dan pektin terhadap karakteristik *edible film* adalah ketebalan, transparansi dari *edible film*, *degree of swelling*, dan FTIR

Pengukuran ketebalan *edible film* digunakan sebagai indikator keseragaman dan kontrol kualitas *edible film*. Ketebalan diukur menggunakan mikrometer dengan ketelitian 0,01 mm pada 3 titik yang berbeda. Nilai ketebalan ditentukan dari rata-rata 3 tempat pengukuran. Hasil analisa ketebalan *edible film* tersaji pada Tabel 1 dibawah ini

Tabel 1. Hasil Uji Ketebalan

Ch:P ratio	Ketebalan (mm)
0:100	0,047
50:50	0,068
100:0	0,053

Hasil analisa ketebalan *edible film* pada Tabel 1. menunjukkan bahwa ketebalan *edible film* dari campuran biopolimer kitosan dan pektin masih memenuhi standar ketebalan *edible film* menurut *Japanese Industrial Standart* yaitu maksimal 0,25 mm (Krochta, 1994). *Edible film* dari campuran kitosan dan pektin juga memiliki ketebalan yang lebih besar dibandingkan dengan *edible film* dari satu biopolimer saja. Ketebalan dari *edible film* merupakan parameter yang berpengaruh terhadap aplikasi *film* dalam pembentukan produk yang dikemas. Ketebalan dari *edible film* juga mempengaruhi permeabilitas terhadap uap air dan gas. Ketebalan *edible film* yang semakin meningkat, akan menambah kemampuan sifat *barrier* dari *edible film*, sehingga mampu menambah umur simpan produk semakin lama (Rani, 2016).

Tabel 2. Hasil Uji Kelarutan Dalam Air

No.	K:P ratio	Solubility (%)
1	0:100	93,87
2	50:50	44,11
3	100:0	19,51

Analisa kelarutan dalam air digunakan untuk mengetahui kemampuan *edible film* dapat larut dalam air. Hasil analisa menunjukkan bahwa *edible film* dari biopolimer pektin memiliki sifat kelarutan dalam air paling tinggi. Hal ini berbanding lurus dengan sifat dari pektin sendiri yang memiliki sifat hidrofilik. *Edible film* dari biopolimer kitosan memiliki sifat larut dalam air yang rendah karena kitosan memiliki sifat hidrofobik. *Edible film* dari campuran kitosan dan pektin memiliki kelarutan dalam air yang tidak terlalu tinggi. Sifat kelarutan dalam air yang tinggi merupakan hal yang baik untuk *edible film* yang digunakan pada produk pangan siap makan dan baik untuk sifat biodegradasi dari *edible film*. Akan tetapi sifat tersebut sangat tidak baik apabila *edible film* diaplikasikan untuk kemasan pangan yang memiliki kadar air dan aktivitas air yang tinggi (Rusli dkk., 2017).



Gambar 1. *Edible film* pektin



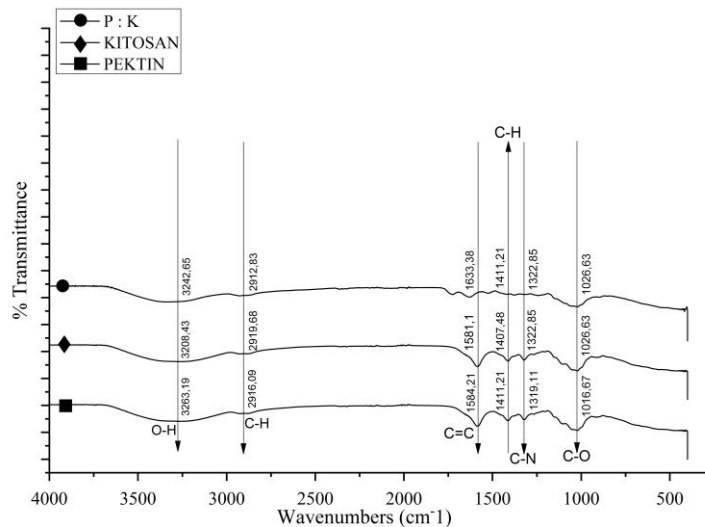
Gambar 2. *Edible film* kitosan



Gambar 3. *Edible film* kitosan pektin

Analisa warna dan transparansi menunjukkan bahwa *edible film* dari biopolimer pektin yang ditunjukkan pada Gambar 1 memiliki warna dan tingkat transparansi paling baik dari variabel yang lain. Kecerahan warna *edible film* akan mempengaruhi penggunaan *edible film* dalam aplikasi kemasan pada produk. Pada Gambar 2 yang menunjukkan *edible film* dari biopolimer kitosan memiliki warna yang kuning dan buram. Hal ini dikarenakan pengaruh dari kitosan yang memiliki warna putih kekuningan, sehingga semakin tinggi konsentrasi kitosan yang ditambahkan maka intensitas warna yang dihasilkan akan berkurang. Pada Gambar 3 menunjukkan *edible film* dari campuran biopolimer kitosan dan pektin yang menghasilkan warna kusam tetapi tingkat transparansinya masih lebih baik daripada *edible film* dari biopolimer kitosan yang memiliki warna kuning dan buram. Campuran kitosan yang ditambahkan dalam *edible film* yang mempengaruhi warna *edible film* menjadi sedikit kusam.

Analisa FT-IR pada komposit *edible film* digunakan untuk mengetahui pengaruh pencampuran kitosan dan pektin serta penambahan gliserol dalam pembuatan *edible film*. Untuk analisa FT-IR *edible film* kitosan dan pektin digunakan *range* panjang gelombang 4000 cm^{-1} hingga 500 cm^{-1} .



Gambar 4. Hasil FTIR *edible film* kitosan dan pektin

Hasil FT-IR *edible film* pektin menunjukkan adanya gugus serapan O-H pada panjang gelombang $3263,19\text{ cm}^{-1}$, ikatan C-H ditunjukkan pada panjang gelombang $2916,09\text{ cm}^{-1}$, ikatan C=C ditunjukkan pada panjang gelombang $1584,21\text{ cm}^{-1}$, ikatan C-H ditunjukkan pada panjang gelombang $1411,21\text{ cm}^{-1}$, ikatan C-N ditunjukkan pada panjang gelombang $1319,11\text{ cm}^{-1}$, ikatan C-O ditunjukkan pada panjang gelombang $1016,67\text{ cm}^{-1}$.

Hasil FT-IR *edible film* kitosan menunjukkan adanya gugus serapan O-H pada panjang gelombang $3208,43\text{ cm}^{-1}$, ikatan C-H ditunjukkan pada panjang gelombang $2919,68\text{ cm}^{-1}$, ikatan C=C ditunjukkan pada panjang gelombang $1581,1\text{ cm}^{-1}$, ikatan C-H ditunjukkan pada panjang gelombang $1407,48\text{ cm}^{-1}$, ikatan C-N ditunjukkan pada panjang gelombang $1322,85\text{ cm}^{-1}$, ikatan C-O ditunjukkan pada panjang gelombang $1026,63\text{ cm}^{-1}$.

Hasil analisa FT-IR *edible film* campuran kitosan dan pektin menunjukkan adanya gugus serapan O-H pada panjang gelombang $3242,65\text{ cm}^{-1}$, ikatan C-H ditunjukkan pada panjang gelombang $2912,83\text{ cm}^{-1}$, ikatan C=C ditunjukkan pada panjang gelombang $1633,38\text{ cm}^{-1}$, ikatan C-H ditunjukkan pada panjang gelombang $1411,21\text{ cm}^{-1}$, ikatan C-N ditunjukkan pada panjang gelombang $1322,85\text{ cm}^{-1}$, ikatan C-O ditunjukkan pada panjang gelombang $1026,63\text{ cm}^{-1}$. Hasil analisa FT-IR *edible film* campuran kitosan dan pektin menunjukkan bahwa intensitas serapan gugus O-H semakin lebar dan kuat, yang menunjukkan terdapat pengaruh gugus OH dari kitosan dan penambahan gliserol. Jika dilihat dari spektrum hasil analisa FT-IR *edible film* yang dihasilkan tidak menghasilkan gugus fungsi baru yang terbentuk. Fenomena diatas menunjukkan bahwa *edible film* terbentuk melalui proses blending secara fisika.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan dalam beberapa hal sebagai berikut: modifikasi *edible film* dengan campuran biopolimer kitosan dan pektin dengan penambahan *plasticizer* gliserol memiliki cross-linking yang baik. *Edible film* dengan karakteristik terbaik dihasilkan dari campuran kitosan dan pektin, yaitu ketebalan $0,068\text{ mm}$, kelarutan dalam air $44,11\%$ dan permukaan yang halus. Dengan mencampurkan biopolimer kitosan dan pektin dapat memperbaiki ketebalan dan sifat kelarutan



dalam air dari *edible film*, namun sifat kelarutan dalam air pada *edible film* tidak terlalu tinggi. Hal itu dikarenakan sifat hidrofobik dari kitosan.

Daftar Notasi

T = suhu [$^{\circ}\text{C}$]

Daftar Pustaka

- Akili, M. Karakteristik edible film dari pektin hasil ekstraksi kulit pisang. Jurnal Keteknikan Pertanian 2012.
- Balti, R., dkk. Development and characterization of bioactive edible films from spider crab (*Maja crispata*) chitosan incorporated with spirulina extract. International Journal of Biological Macromolecules. 2017.
- Baron, R. D. Production and characterization of films based on blends of chitosan from blue crab (*Callinectes sapidus*) waste and pectin from orange (*Citrus sinensis Osbeck*) peel. International Journal of Biological Macromolecules. 2017.
- Daza, L. Effect of temperature, starch concentration, and plasticizer concentration on the physical properties of ulluco (*Ullucus tuberosus Caldas*)-based edible films. International Journal of Biological Macromolecules. 2018. 1834 - 1845.
- Embuscado, M., & Huber, K. Edible films and coatings for food applications. New York: Springer Science. 2009.
- Jara, A. dkk. Characterization of chitosan edible films obtained with various polymer concentrations and drying temperatures. International Journal of Biological Macromolecules. 2018. 1233-1240.
- Kasmiasi, E. Potensi pengembangan plastik biodegradable berbasis pati sagu dan ubi kayu di Indonesia. Jurnal Litbang Pertanian. 2017. 67-76.
- Krochta, J., Baldwin, & N., C. Edible coating and film to improve food quality. Pennsylvania: Technomic Publishing Co. Inc. 1994.
- Liew, S., Chin, N., & Yusof, Y. Extraction and characterization of pectin from passion fruit peels. International Conference on Agricultural and Food Engineering 2014. 231-236.
- Nesic, A. Chitosan-triclosan films for potential use as bio-antimicrobial bags in healthcare sector. Materials Letters 2017. 368-371.
- Rani, D. Pemanfaatan karagenan sebagai edible film. Oseana 2016. 8-13.
- Rusli, A., Metusalach, Salengke, & Tahir, M. Karakterisasi edible film karagenan dengan pemlastis gliserol. 2019.





Lembar Tanya Jawab

Moderator : Firman Kurniawansyah (Institut Teknologi Sepuluh November)
Notulen : Alit Istiani (UPN "Veteran" Yogyakarta)

1. Penanya : Luthfia Ayu Wardani (Institut Teknologi Sepuluh November)

Pertanyaan : Salah satu parameter dari SNI *edible film* adalah laju transisi uap air, tetapi mengapa parameter tersebut tidak dianalisis dalam penelitian ini?

Jawaban : Parameter laju transisi uap air tersebut dapat diprediksi dari uji ketebalan *film* yang sudah dilakukan. Semakin tebal film maka laju transisi uap air akan semakin rendah. Namun, untuk penelitian selanjutnya akan lebih baik laju transisi uap tersebut juga dianalisis untuk dapat membuktikan hipotesis yang ada.
2. Penanya : Kalimatus Sya'diah (Politeknik Negeri Malang)

Pertanyaan : Dari hasil FTIR, *functional group* manakah yang menunjukkan bahwa *edible film* yang terbentuk adalah *edible film* kitosan-pektin?

Jawaban : Interaksi yang terjadi di dalam *edible film* kitosan-pektin adalah antara gugus amin pada kitosan dan gugus karboksil pada pektin. Dengan demikian, akan ditunjukkan oleh peak gugus C=O yang ada dalam *edible film* tersebut.
3. Penanya : Gloria Eudia G (Institut Teknologi Sepuluh November)

Pertanyaan : Bagaimanakah sifat *biodegradable* dari *edible film* kitosan-pektin?

Jawaban : Pada penelitian ini belum dilakukan analisis untuk mengetahui sifat degradasi dari film yang terbentuk, namun beberapa literatur menunjukkan bahwa kitosan dan pektin merupakan polimer alam yang mudah terdegradasi di alam. Selain itu, sifat tersebut dapat dilihat dari uji *solubility* yang telah dilakukan. Semakin tinggi *solubility film* yang terbentuk, maka *film* tersebut akan semakin mudah terdegradasi.

