

KAJIAN PENGGUNAAN PELARUT ASAM ASETAT-ETANOL-AIR DAN ADITIF VITAMIN E (*α -Tocopherol*) PADA PEMBUATAN EDIBLE FILM DARI KITOSAN

Irwan Sofia^{1)*}, Muh.Badai¹⁾, Anastasya Febryani²⁾, dan Andi Marliani²⁾

Program Studi Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia
Politeknik Negeri Ujung Pandang

Jalan Perintis Kemerdekaan Km. 10 Tamalanrea. Makassar 90245

Abstract: Edible film is a biodegradable packaging and can keep the quality of the food product at storage. There are four steps to get chitosan, namely deprotenation, demineralization, depigmentation, and chitin deacetylation. In this research, edible film was made with two different concentration of chitosan namely 1,5% and 2% and using acetat-acid 1% and three variation of etanol-water (0%,10%,20%). In this edible film added too Vitamin E and lesithin with two method, first lesithin and Vitamin E added concurrently (LE_{mix}), second lesithin and Vitamin E added separately(LE). Degree deacetylation analysis results of udang windu chitosan and reference chitosan respectively are 80,48% and 84,34%; viscosity are 32,1 Cp and 10,1 Cp. Physicochemical characteristic from edible film at second method namely Vitamin E and lesithin added separately is better than first method that added concurrently.

Keywords: *chitosan, udang windu, edible, and lesithin.*

PENDAHULUAN

Kemasan merupakan komponen penting dari suatu produk pangan yang tidak hanya menjadi pembungkus produk agar menarik perhatian konsumen namun kemasan juga harus memiliki fungsi yaitu untuk menjaga ketahanan produk yang dikemas dan melindungi dari kontaminasi lingkungan. Salah satu bahan yang paling banyak digunakan dalam pembuatan kemasan ialah plastik. Di Indonesia kemasan plastik juga mulai mendominasi industri makanan, dan kemasan luwes (fleksibel) menempati porsi 80%. Bahan kemasan plastik tersusun dari polimer-polimer yang berasal dari bahan mentah yang berupa monomer, selain itu juga mengandung bahan aditif. Aspek negatif kemasan plastik adalah bila monomer-monomer bermigrasi ke dalam bahan makanan yang dikemas, yang merupakan bagian yang berbahaya bagi manusia karena bersifat karsinogenik (Sulchan dan Nur.W, 2007).

Untuk itulah dikembangkan suatu bentuk kemasan yang ramah lingkungan (biodegradable) yang dikenal dengan istilah edible film. Edible film adalah lapisan tipis yang melapisi bahan pangan, aman dikonsumsi dan berfungsi sebagai bahan pengemas produk (McHught dan Krochta, 1994).Selain itu pada edible film juga dapat ditambahkan seperti antimikroba, antioksidan, flavour, pewarna, dan suplemen gizi (Gennadios dan Weller, 1990). Kemasan edible juga dapat ditambahkan bahan-bahan antioksidan untuk mencegah terjadinya oksidasi penyebab ketengikan,

seperti asam askorbat, tokoferol, BHA dan BHT (Baldwin et al., 1995)

Pembuatan edible film pada penelitian ini menggunakan baku utama kitosan dari cangkang udang windu. Kitosan dipilih sebagai bahan baku utama karena tersedianya cukup banyak limbah udang windu yang dapat diolah menjadi kitosan. Limbah udang windu ini dapat diperoleh dari industri udang di wilayah Sulawesi Selatan. Limbah udang ini dapat mencemari lingkungan di sekitar pabrik sehingga perlu dimanfaatkan. Berdasarkan berbagai penelitian yang telah dilakukan limbah udang ini memiliki potensi yang besar sebagai penghasil kitin (Synowiecki dkk., 2003). Kitin dapat diisolasi dan diubah menjadi kitosan melalui proses deasetilasi (Cervera, 2004). Pada kajian yang dilakukan ini, pembuatan edible film dari kitosan difortifikasi dengan vitamin E (*α -tocopherol*). Secara umum manfaat penambahan vitamin E pada kemasan edible film ini adalah untuk meningkatkan karakteristik fisikokimia dan fungsionalnya. Adapun karakteristik fisikokimia yang dimaksud yaitu ketebalan, densitas, kelarutan dalam air, viskositasnya, dan nilai laju transmisi uap air. Fortifikasi vitamin E pada edible film yang dihasilkan dilakukan dengan dua metode. Metode pertama yaitu vitamin E ditambahkan bersamaan dengan penambahan lesithin, sedangkan untuk metode kedua yaitu vitamin E dicampur dengan lesithin kemudian ditambahkan ke larutan film kitosan (LE_{mix}).

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kitosan yang dibuat dari limbah cangkang udang windu yang diambil dari sisa pengolahan udang beku ekspor, PT. Bomar Internusa, yang berlokasi di Kawasan Industri Makassar (PT. KIMA Makassar). Pelarut dan pereaksi yang digunakan dalam penelitian ini adalah asam asetat 1%, NaOH 3,5 dan 60%, NaOH 0,1 N, HCl 1N, CuSO₄, (NH₄)₂C₂O₄, Aseton, Indikator PP, Vitamin E (*α-tocopherol*), dan Aquadest.

Pembuatan Kitosan

• Deproteinasi

Cangkang udang windu yang telah dihaluskan, ditambahkan NaOH 3,5% dengan ratio padatan dan pelarut (1:10) yang kemudian dipanaskan pada suhu 65°C selama 2 jam (No, HK., et, al.1995). Kemudian, sampel disaring dan dicuci dengan aquadest dan dikeringkan di oven.

• Demineralisasi

Cangkang udang hasil deproteinasi ditambahkan dengan larutan HCl 1 N selama 48 jam pada suhu kamar, dengan rasio padatan dan larutan 1:15 (No, HK., et, al.1995). Selanjutnya disaring, dicuci dengan aquadest sampai netral dan dikeringkan di oven.

• Dekolorisasi

Sampel ditambahkan aseton (sampel : aseton yaitu 1:5) kemudian asetonnya diuapkan pada suhu ruang, dilanjutkan dengan pemucatan menggunakan natrium hipoklorida (NaOCl) 0,315 % (padatan dan solvent 1:10) (No, HK., et, al. 1995). Sampel selanjutnya dicuci dengan aquadest sampai netral dan dikeringkan dalam oven selama 24 jam.

• Deasetilasi

Proses deasetilasi dilakukan dengan menggunakan rangkaian alat yang terdiri dari labu alas leher empat dan jaket pemanas selama 4 jam dengan suhu tinggi. Deasetilasi dilakukan dengan menambahkan larutan NaOH 65% dengan rasio padatan dan larutan 1:10 (b/v) menurut metode Toan (2009). Sampel (kitosan) dicuci dengan aquadest hingga netral kemudian dikeringkan di oven selama 24 jam pada suhu 55 °C.

Pembuatan Edibel Film

Konsentrasi kitosan yang digunakan pada penelitian ini adalah 1,5% dan 2%. Kitosan 1,5% dan 2% dibuat dengan cara melarutkan bubuk kitosan dalam larutan 1% asam asetat (dibuat dengan variasi etanol-air 0%, 10%, dan 20%). Campuran

dihomogenkan hingga semua bubuk kitosan larut. Setelah homogen masing-masing larutan ditambahkan gliserol sebagai bahan pemlastis. Kemudian disaring dengan pompa vakum untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak larut. Selanjutnya ditambahkan dengan lesithin dan vitamin E.

Edibel film pada penelitian ini dibuat dengan dua metode yaitu penambahan lesithin dan vitamin secara terpisah (LE) dan penambahan lesithin dan vitamin E secara bersamaan (LE_{mix}). Larutan film plastis yang terbentuk kemudian dicetak dan dikeringkan dalam oven pada suhu 55°C sampai film mengering. Film yang telah kering kemudian dianalisis secara fisikokimia (ketebalan, densitas, dan kelarutan) dan mekanikal (kuat tarik dan uji mulur).

Analisis Karakteristik Kitosan

Analisis Viskositas

Larutan kitosan 1% dilarutkan dalam 35 ml asam asetat 1% yang kemudian diukur dengan alat viskometer selama 5 menit.

Analisis Derajat Deasetilasi

Bubuk kitosan 0,05 gram dilarutkan dalam 20 ml HCl 0,1 M. Kemudian ditambahkan indikator pp dan dititrasi dengan NaOH 0,1 M.

$$\text{Derajat Deasetilasi (\%)} = \frac{c_1 v_1 - c_2 v_2}{M \times 0,0994} \times 0,016 \times 100 \quad (1)$$

C1 : Konsentrasi HCl (mol/l)

C2 : Konsentrasi NaOH (mol/l)

V1 : Volume HCl (ml)

V2 : Volume NaOH (ml)

M : Bobot Kitosan (gram)

0,016 : Berat ekuivalen NH₂ dalam 1 ml HCl 1 (mol/l)

0,0994 : Proporsi NH₂ dalam Kitosan.

Analisis Karakteristik Edibel Film

• Ketebalan

Film digunting dengan ukuran 2x1 cm yang kemudian diukur dengan menggunakan jangka sorong.

• Densitas

Film diukur dengan menggunakan jangka sorong untuk menentukan volumenya yang digunakan untuk menghitung densitasnya .

$$\text{Densitas} = \frac{\text{berat film}}{\text{volume film}} \quad (2)$$

• Kelarutan

Film dipotong ukuran 3x3 cm dan diletakkan pada cawan petridis (yang telah diketahui bobot kosongnya). Kemudian, dikeringkan di oven pada suhu 100°C selama 30 menit. Berat sampel kering yang diperoleh merupakan berat kering awal (W_0). Kemudian, film ditenggelamkan dalam wadah yang berisi air selama satu hari. Setelah satu hari film disaring menggunakan kertas saring dan di oven pada suhu 100°C selama satu hari. Berat sampel kering yang diperoleh sebagai berat sampel setelah perendaman (W_1).

$$\text{Kelarutan (S)} = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100 \quad (3)$$

Analisis Mekanikal

Analisis Kuat Tarik dan Uji Mulur

Film dipotong dengan ukuran 5x3 cm yang kemudian dianalisis menggunakan alat pengukuran kuat tarik dan uji mulur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses konversi kitin menjadi kitosan dilakukan dalam empat tahap yaitu deproteinasi, demineralisasi, dekolorisasi, dan deasetilasi.

Kitosan yang diperoleh pada tahap terakhir yaitu deasetilasi sebesar 12,30% , dimana memiliki nilai yang lebih kecil bila dibandingkan dengan Asti (2016) sebesar 21,45% dari bobot kering cangkang udang jenis yang sama.

Analisis Karakteristik Kitosan

Analisis Viskositas

Viskositas merupakan salah satu karakteristik dalam penentuan mutu kitosan. Semakin tinggi nilai viskositas yang dihasilkan semakin baik mutu dari kitosan tersebut. Hasil pengukuran viskositas yang dibuat yaitu 32,1 cP . Kitosan yang dibuat pada penelitian ini memiliki nilai viskositas yang tergolong rendah, sementara untuk kitosan pembanding memiliki nilai viskositas yaitu 16,10 cP yang memiliki nilai yang sangat kecil. Rendahnya viskositas kitosan yang diperoleh pada penelitian ini dipengaruhi oleh waktu reaksi tahap deasetilasi yang menyebabkan terjadinya penurunan berat molekul yang berujung pada terjadinya depolimerisasi kitosan (Champagne, 2008).

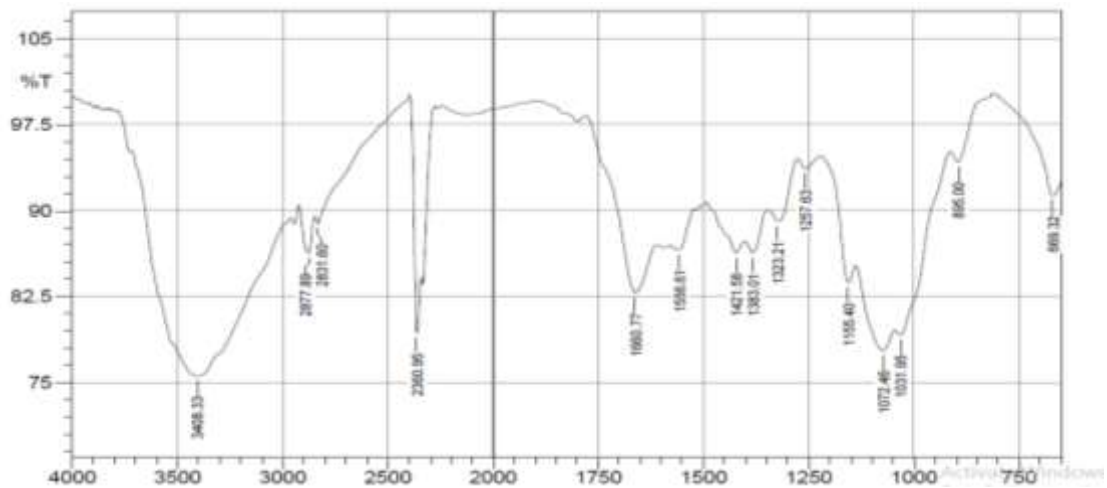
Analisis Derajat Deasetilasi.

Deasetilasi merupakan proses penghilangan gugus asetil yang terdapat pada kitin (Bastaman, 1989). Derajat deasetilasi kitosan ditentukan oleh beberapa faktor yaitu konsentrasi NaOH, suhu dan lama proses deasetilasinya (Prasetyo, 2004). Penggunaan larutan alkali dengan konsentrasi yang tinggi serta suhu tinggi selama proses deasetilasi dapat mempengaruhi besarnya derajat deasetilasi yang dihasilkan (Kim et al., 2004; Odete et al., 2005). Pada penelitian ini, derajat deasetilasi untuk kitosan yang dihasilkan dari limbah cangkang udang windu yaitu 80,48% sementara untuk kitosan pembanding memiliki derajat deasetilasi sebesar 84,34%. Kedua kitosan ini memiliki nilai derajat deasetilasi yang telah memenuhi syarat kitosan dengan nilai derajat deasetilasi lebih besar dari 50% (Brugnerotto, 2001).

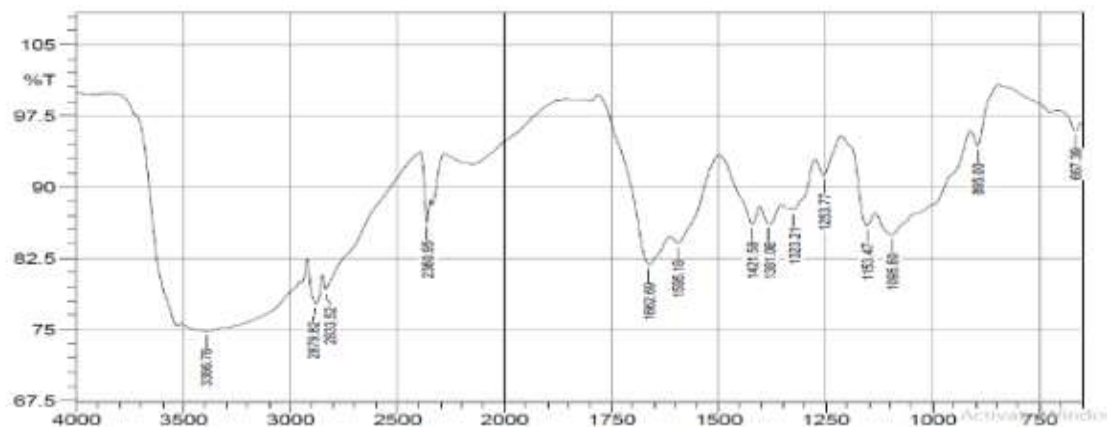
Analisis FTIR

Kitosan yang diperoleh diidentifikasi dengan menggunakan spektroskopi inframerah. Hasil spektrum IR menunjukkan bilangan panjang gelombang dari setiap ikatan kitosan. Spektrum IR sampel kemudian dibandingkan dengan spektrum IR standar kitosan untuk mengidentifikasi gugus fungsi berdasarkan bilangan panjang gelombangnya.

Gambar 1. menunjukkan puncak pada bilangan gelombang 3408,33 yang menandakan adanya gugus -OH dan gugus amina (N-H). Kemudian terdapat puncak 2877,89 yang merupakan bilangan gelombang ikatan C-H metilen. Ikatan C-N amida muncul pada bilangan gelombang 1660,77 dan ikatan C=N muncul pada bilangan gelombang 1556,61. Selanjutnya terdapat puncak pada bilangan gelombang 1031,95 yang menandakan ikatan C-O. Pada bilangan gelombang 895 mengidentifikasi ikatan C-H alkena dan pada bilangan gelombang 669,32 mengidentifikasi ikatan C-Cl. Bilangan panjang gelombang yang diperoleh dari sampel kitosan standar mendekati bilangan panjang gelombang dari kitosan cangkang udang windu, sehingga kitosan standar telah sesuai dengan karakteristik spektrum IR kitosan cangkang udang windu..



Gambar 1. Hasil analisis spektrum IR Kitosan Standar



Gambar 2. Hasil analisis spektrum IR Kitosan Udang Windu

Analisis Fisikokimia dan Mekanikal Edibel Film

Analisis Ketebalan

Ketebalan merupakan parameter penting yang berpengaruh terhadap penggunaan film dalam pembentukan produk yang akan dikemasnya. Ketebalan film akan mempengaruhi permeabilitas gas. Semakin tebal edibel film maka permeabilitas gas akan semakin kecil dan melindungi produk yang dikemas dengan lebih baik.

Berdasarkan tabel 1 dan 2 menunjukkan pengukuran ketebalan paling besar adalah sampel A.3.3 pada konsentrasi kitosan 2% (tanpa penambahan vitamin E dan leshitin) yaitu 0,0313 mm. Sedangkan ketebalan paling rendah adalah sampel B.2.1 dan B.2.3 pada konsentrasi kitosan 1,5

% LE_{mix} (Penambahan Vitamin E dan Leshitin secara bersamaan), sampel C.2.5 dan C.3.3 pada konsentrasi kitosan 2% LE (Penambahan vitamin E dan leshitin secara terpisah) yaitu 0,0225 mm. Namun, penambahan vitamin E dan leshitin serta metode fortifikasi yang digunakan tidak mempengaruhi ketebalan edibel film yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena jumlah kitosan semakin besar sehingga akan meningkatkan total padatan pada edibel film.

Analisis Densitas

Densitas merupakan perbandingan antar massa suatu benda persatuan volumenya. Pengukuran nilai densitas pada plastik sangat penting, karena densitas plastik erat kaitannya dengan kemampuan plastik dalam melindungi produk dari beberapa zat yang

ada dalam udara bebas seperti air, O₂ dan CO₂ (Saluninggi, 2014). Menurut Nurminah (2009), plastik dengan densitas rendah memiliki struktur yang lebih terbuka dengan porositas yang lebih besar, sehingga semakin besar densitas *edible film* maka kualitasnya semakin baik.

Berdasarkan tabel 1 dan 2 dapat dilihat bahwa densitas yang paling besar yaitu sampel B.3.5 pada konsentrasi kitosan 2 % LE_{mix} (Penambahan Vitamin E dan lesitin secara bersamaan) adalah 0,0080 g/mm³. Pada sampel B.3.3 (konsentrasi kitosan 1,5 %) dan sampel C.3.3 (konsentrasi kitosan 2 %) juga memiliki nilai densitas yang besar yaitu 0,0079 g/mm³ dan 0,0071 g/mm³. Dan densitas yang paling rendah yaitu sampel C.3.1 pada konsentrasi kitosan 2 % LE (Penambahan Vitamin E dan Lesitin secara terpisah) 0,0025 g/mm³. Hasil analisis densitas yang di dapatkan tidak seragam, hal ini menunjukkan naik turunnya densitas edible film disebabkan karena volume larutan edible film saat penyaringan.

Analisis Kelarutan

Uji kelarutan bertujuan agar dapat mengetahui seberapa besar komponen-komponen *edible film* yang terlarut. Kavooosi *et al.* (2013) kelarutan *film* tergantung pada senyawa dan konsentrasi yang ditambahkan. Senyawa hidrofilik dapat meningkatkan kelarutan film, sedangkan hidrofobik dapat menurunkan kelarutan film.

Berdasarkan tabel 1 dan 2 menunjukkan bahwa persen kelarutan tertinggi terletak pada sampel B.2.5 (konsentrasi kitosan 1,5%) yaitu 94,2% dan sampel B.3.5 (konsentrasi kitosan 2%) yaitu 88% dengan metode fortifikasi LE_{mix} (Penambahan Vitamin E dan Lesitin secara bersamaan). Hal ini dapat dilihat bahwa edible film yang dibuat dengan penambahan vitamin E dan lesitin secara bersamaan memiliki tingkat kelarutan yang besar di bandingkan dengan perlakuan pada metode kedua LE (penambahan vitamin E dan lesitin secara terpisah). Jika dibandingkan dengan metode kedua LE (penambahan vitamin E dan lesitin secara terpisah), pada sampel C.2.1 (konsentrasi kitosan 1,5 %) yaitu 3,2 %, dapat dilihat % kelarutan yang paling rendah adalah sampel C.2.1. Tabel 1 juga menunjukkan bahwa pembuatan edible film pada metode pertama dengan penambahan vitamin E dan lesitin secara terpisah lebih baik dibandingkan dengan penambahan vitamin E dan lesitin secara bersamaan. Karena semakin besar nilai kelarutan maka semakin kecil daya ketahanan airnya (Artini, 2014).

Semakin rendah nilai kelarutan edible film maka semakin baik digunakan sebagai bahan pengemas. Kelarutan film merupakan salah satu faktor dalam menentukan biodegradabilitas *film* ketika digunakan sebagai pengemas. Menurut

Zulferiyenni *et al.* (2014), nilai kelarutan yang rendah pada edible film maka sangat baik digunakan sebagai bahan pengemas.

Analisis Kuat Tarik dan Uji Mulur

Uji sifat mekanik edible film dilakukan dengan cara uji tarik dan uji mulur, sifat mekanik edible film merupakan faktor penting untuk mengetahui kelayakan dan kualitas edible film yang telah dibuat untuk digunakan sebagai kemasan. Kualitas *edible film* kitosan sangat ditentukan oleh kekuatan fisik dan kekuatan mekanik. Sifat fisik dari *edible film* dapat menentukan fleksibel dari kemasan, semakin kecil nilai ketahanan tarik dan semakin besar nilai perpanjangan putus edible film kitosan akan lebih fleksibel. Kekuatan tarik adalah tegangan regangan maksimum sampel sebelum putus. Sifat ini berhubungan dengan plasticizer yang ditambahkan. Makin tinggi konsentrasi plasticizer makin kecil gaya stress yang diproduksi maka akan semakin rendah nilai *tensile strenght* (Harris,1999).

Hasil uji yang didapatkan dari analisis kuat tarik menunjukkan nilai kuat tarik terendah pada sampel A.2.3 yaitu 2,58 N/mm² dan nilai tertinggi pada sampel C.3.5 yaitu 206,89 N/mm². Berdasarkan hasil pengujian menunjukkan bahwa edible film dengan konsentrasi kitosan 2% cenderung meningkat dibandingkan dengan yang menggunakan kitosan 1,5%. Nilai kuat tarik tersebut berbanding lurus dengan jumlah kitosan yang ditambahkan, semakin banyak kitosan yang ditambahkan maka nilai kuat tariknya cenderung meningkat, disini menunjukkan bahwa kitosan sebagai biopolimer pencampur cenderung meningkatkan nilai kuat tarik pada formulasi tertentu, dikarenakan kitosan dapat membentuk ikatan hidrogen antar rantai sehingga *edible film* menjadi lebih rapat.

Selain itu juga, penambahan vitamin E dan lesitin pada edible film menghasilkan nilai kuat tarik yang lebih besar bila dibandingkan dengan edible film tanpa penambahan vitamin E dan lesitin. *Edible film* dengan kekuatan tarik tinggi akan mampu melindungi produk yang dikemasnya dari gangguan mekanis dengan baik (Suryaningrum *et al.*, 2005).

Elongation (uji mulur) menunjukkan perubahan panjang *film* maksimum saat memperoleh gaya tarik sampai *film* putus dibandingkan dengan panjang awalnya. Besarnya nilai *elongation* selalu berbanding terbalik dengan nilai *tensile strength*. Berdasarkan hasil uji mulur menunjukkan nilai uji mulur terendah pada sampel C.2.3 yaitu 142,4 % dan nilai terendah pada sampel B.3.3 yaitu 304 %. *Elongation* dikatakan baik jika nilainya lebih dari 50% dan dikatakan buruk jika nilainya kurang dari 10% (Krochta dan De Muller-Johnson, 1997).

Tabel 1. Hasil Analisis Karakteristik Fisikokimia dan Mekanikal Edibel Film*

Jenis Sampel Edibel Film	Ketebalan (mm)	Densitas (g/mm ³)	% Kelarutan	Kuat Tarik	Uji Mulur
A. Kontrol (Tanpa Aditif Vit.E dan Lesithin)					
Pelarut Etanol-Air 0% (A.2.1)	0,0325	0,0055	45,8	6,09	170,2
Pelarut Etanol-Air 10% (A.2.3)	0,0313	0,0035	56,2	2,58	171,4
Pelarut Etanol-Air 20% (A.2.5)	0,0263	0,0048	49	32,48	175,8
B. LE _{mix} (Aditif vitamin E dan Leshitin secara bersamaan)					
Pelarut Etanol-Air 0% (B.2.1)	0,0225	0,0037	22,7	10,09	126,21
Pelarut Etanol-Air 10% (B.2.3)	0,0225	0,0045	25,3	14,98	146,6
Pelarut Etanol-Air 20% (B.2.5)	0,0238	0,0033	94,2	25,39	173
C. LE (Aditif Vitamin E dan Leshitin secara terpisah)					
Pelarut Etanol-Air 0% (C.2.1)	0,0338	0,0053	3,2	154,23	205,8
Pelarut Etanol-Air 10% (C.2.3)	0,0238	0,0037	8,5	170,57	142,4
Pelarut Etanol-Air 20% (C.2.5)	0,0225	0,0039	22,2	133,45	189,8

*Kitosan konsentrasi 1,5%

Tabel 2. Hasil Analisis Karakteristik Fisikokimia dan Mekanikal Edibel Film*

Jenis Sampel Edibel Film	Ketebalan (mm)	Densitas (g/mm ³)	% Kelarutan	Kuat Tarik	Uji Mulur
A. Kontrol (Tanpa Aditif Vitamin E dan Leshitin)					
Pelarut Etanol-Air 0% (A.3.1)	0,0250	0,0058	57	34,75	196,32
Pelarut Etanol-Air 10% (A.3.3)	0,0363	0,0050	16,5	4,97	145
Pelarut Etanol-Air 20% (A.3.5)	0,0238	0,0047	55,5	29,7	193,8
B. LE _{mix} (Aditif Vitamin E dan Leshitin secara bersamaan)					
Pelarut Etanol-Air 0% (B.3.1)	0,0250	0,0060	53,6	47,25	218,8
Pelarut Etanol-Air 10% (B.3.3)	0,0250	0,0079	16,1	182,7	304
Pelarut Etanol-Air 20% (B.3.5)	0,0263	0,0080	88	86,92	151,8
C. LE (Aditif Vitamin E dan Leshitin secara terpisah)					
Pelarut Etanol-Air 0% (C.3.1)	0,0275	0,0025	7,1	122,94	231,4
Pelarut Etanol-Air 10% (C.3.3)	0,0225	0,0071	6,7	180	197,8
Pelarut Etanol-Air 20% (C.3.5)	0,0275	0,0031	25,3	206,89	162

*Kitosan konsentrasi 2%

KESIMPULAN DAN SARAN

Penambahan pelarut organik (asam asetat-air dan etanol-air) dengan variasi berbeda memberikan pengaruh yang tergolong kecil terhadap karakteristik fisikokimia dan fungsional pada edibel film kitosan cangkang udang windu yang dihasilkan. Berdasarkan sifat fisikokimia, fungsional dan mekanikal edibel film, konsentrasi pelarut yang menunjukkan hasil paling baik yaitu konsentrasi asam asetat 1%, etanol-air 20%.

Teknik fortifikasi vitamin E memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisikokimia dan fungsional pada edible film kitosan cangkang udang windu yang dihasilkan. Hasil analisis menunjukkan bahwa metode fortifikasi yang karakteristik fisikokimia dan fungsionalnya paling baik ialah metode kedua yaitu penambahan aditif vitamin E dan lesithin secara terpisah. Berdasarkan hasil analisis ketebalan edibel film metode kedua lebih besar di bandingkan metode pertama yaitu 0,0275 mm. Nilai ketebalan berpengaruh pada nilai wvtr edibel film. Semakin

tebal edible film yang dihasilkan kemampuan menahan air semakin meningkat.

Pembuatan kitosan pada proses penetralan sebaiknya digunakan aquades yang sudah dipanaskan sehingga dapat mempercepat proses penetralan. Pada pembuatan *edible film* dapat dilakukan variasi konsentrasi larutan gliserol untuk melihat pengaruh perbedaan konsentrasi larutan gliserol terhadap karakteristik fisikokimia dan fungsional *edible film* yang dihasilkan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusman dan Nurhayati. 2011. *Edible Film Kitosan dari Limbah Udang sebagai Pengemas Pangan Ramah Lingkungan*. Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan.
- Akili, Muhammad Sudirman, Usman Ahmad dan Nugraha Edhi Suyatma. *Karakteristik Edible Film dari Pektin Hasil Ekstraksi Kulit Pisang*. Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan IPB.
- Anonim, 2011, Udang Windu (*Penaeus monodon*), <http://digilib.unila.ac.id/content>, diakses pada 08 Januari 2018.
- Astuti, Beti. 2008. *Pengembangan Edible Film Kitosan dengan Penambahan Asam Lemak dan Essensial Oil: Upaya Perbaikan Sifat Barrier dan Aktivitas Antimikroba*. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Dompeipen, Edward J. ,dkk.*Isolasi Kitin dan Kitosan dari Limbah Kulit Udang*. Balai Riset dan Standarisasi Industri Ambon, Batu Merah Ambon.
- Ekasari, Hesty dan Yustin Rada. *Karakterisasi Edible Film dari Kitosan*. Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Harjanti, Ratna Sri. *Kitosan dari Limbah Udang sebagai Bahan Pengawet Ayam Goreng*. Program Studi Teknik Kimia, Politeknik LPP, Yogyakarta.
- Jacob, M, Agus. 2014. *Edible Film from Lindur Fruit Starch with Addition of Glycerol and Carrageenan*. Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Jawa Barat.
- Kaimudin, dkk. *Karakterisasi Kitosan dari Limbah Udang dengan Proses Bleaching and Deacetylation*. Balai Riset dan Standarisasi Industri Ambon, Batu Merah Ambon.
- Kerch, G and Korkhov, V. 2010. Effect of storage time and temperature on structure, mechanical and barrier properties of chitosan-based films. *Springer*. Eur Food Res Technol.
- Kusumawati, dkk. 2013. *Karakteristik Fisik dan Kimia Edible Film Pati Jagung Yang Diinkorporasi dengan Perasan Temu Hitam*. Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, FTP.
- McHugh, T. H and Krochta, J. M. 1994. *Permeability Properties of Edible Film*. Di dalam Krochta' J.M., E.A. Baldwin and M'O Nisperos Carriedo. *Edible Coating and Film to Improve Quality*. Technomic Publishing Co. Inc, Pennsylvania.
- Nurdiana, dani. 2002. *Karakteristik Fisik Edible Film dari Khitosan dengan Sorbitol sebagai Plastizier*. Fakultas Kelautan dan Ilmu Perikanan, Institut Pertanian, Bogor.
- Santoso, Priyanto.G, dkk.*Sifat Fisik dan Kimia Edible Film Berantioksidan dan Aplikasinya sebagai Pengemas Primer Lempok Durian*. Program Studi Teknologi Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Sriwiiaya Indralaya.
- Skurtyts O., Acevedo C., Pedreschi F., Enrione J., Osorio F., & Aguilera J.M. 2009. *Food Hydrocolloids Edible Films and Coatings*. Department of Food Science and Technology, Universidad de Santiago de Chile. Chile. Pp 34.
- Sulchan, dkk.*Keamanan Pangan Kemasan Plastik dan Styrofoam*. Program Pasca Sarjana, Prodi Gizi Biomedik FK UNDIP, Semarang.
- Suhardi. 2009. *Khitin dan Khitosan*. Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Supeni, dkk. 2015. *Karakteristik Sifat Fisik dan Mekanik Penambahan Kitosan Pada Edible Film Karagenan dan Tapioka Termodifikasi*. Balai Besar Kimia dan Kemasan, Kementerian Perindustrian, Jakarta Timur.
- Park, S.Y., Marsh, K.S. and Rhim, J. 2002. Characteristics of different molecular weight chitosan films affected by the type of organic solvents. *J. Food Science*. 67 (1): 194-197.
- Poeloengasih, dkk. *Karakterisasi Edible Film Komposit Protein Biji Kecapir dan Tapioka*. Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan-UGM, Yogyakarta