

PENGARUH ADITIF *TOCOFEROL* (VITAMIN E) TERHADAP SIFAT-SIFAT MATERIAL DARI *EDIBLE FILM* KITOSAN

Irwan Sofia¹⁾ dan Mohammad Badai²⁾

^{1,2)}Dosen Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang

ABSTRAK

Vitamin E (tocopherol) adalah zat antioksidan yang larut dalam lemak. Zat esensial ini dibutuhkan tubuh untuk melindungi tubuh terhadap serangan radikal bebas yang dapat mengurangi daya tahan tubuh. Antioksidan Vitamin E dapat ditambahkan pada edible film untuk meningkatkan stabilitas dan mempertahankan nutrisi produk pangan dengan melindungi produk dari ketengikan oksidatif, degradasi dan dekomposisi. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh fortifikasi vitamin E terhadap karakteristik mekanikal dan termal edible film yang dibuat dari cangkang udang Windu. Kitosan yang dihasilkan dari limbah cangkang udang windu melalui tahapan proses deproteinasi (DP), demineralisasi (DM), dekomposisi (DK) dan deasetilasi (DA). Telah dilakukan pembuatan edible film yang diperkaya vitamin E dengan menggunakan dua metode teknik fortifikasi yaitu penambahan vitamin E secara terpisah dan penambahan vitamin E secara bersamaan. Masing-masing dilakukan penambahan lesitin sebagai emulsifier. Hasil analisa viskositas kitosan dengan kitosan pembanding masing-masing adalah 192 cP dan 309,9 cP. Nilai Derajat Deasetilasi (DD) berturut-turut 90,1% dan 88%. Edible film yang difortifikasi dengan vitamin E dapat mempengaruhi sifat fisikokimia, mekanik dan termalnya. Nilai kelarutan yaitu berkisar 30-35%. Nilai kuat tarik yaitu berkisar 3,47 – 8,37 MPa. Nilai permeabilitas uap air (WVTR) yaitu berkisar 9,55 – 10,62 g/hari.m². Ketahanan panas yang paling optimum yaitu 108,31°C.

Kata kunci: kitosan, udang windu, edible film, fortifikasi, vitamin E.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara produsen udang Windu (*Penaeus Monodon*) terbesar di dunia. Data dari Direktorat Jenderal Budidaya Departemen Kelautan dan Perikanan (DKK) produksi udang windu pada tahun 2009 mencapai 350.000 ton, diproyeksikan mengalami peningkatan produksi 13% pertahunnya (Investor Daily, 2010). Sebagian besar produksi udang windu tersebut dijadikan komoditas ekspor, yang dikemas dalam bentuk udang beku olahan (*headless* atau *peeled shrimp*). Pada proses ini, sekitar 60-70% bagian berat udang tersebut menjadi limbah, terutama bagian kulit dan kepalanya (Prasetyo, 2006).

Pontesi limbah organik dari pengolahan udang yang cukup besar tersebut, jika tidak ditangani secara tepat akan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan sebab akan menimbulkan bau busuk dan mencemari udara. Sedangkan pemanfaatannya selama ini masih terbatas untuk campuran pakan ternak, bahkan dibiarkan membusuk. Upaya lain pemanfaatan potensi kandungan kimia yang berguna dari limbah ini belum dilakukan di Indonesia. Limbah kulit udang mengandung konstituen utama terdiri dari protein, kalsium karbonat, kitin, pigmen, mineral dan lain-lain. Kitin dari limbah cangkang udang dapat diubah menjadi khitosan melalui beberapa tahapan proses. Kitin dari limbah cangkang udang dapat diubah menjadi kitosan melalui beberapa tahapan proses. Selama ini sumber kitosan adalah kitin asal hewan laut kepiting (*crab*) dan udang karang (*crawfish, lobster*).

Kitosan adalah biopolimer yang mempunyai sifat dapat membentuk film yang sangat baik (Caner et al. 1998). Film plastis kitosan mempunyai kekuatan yang relatif baik, fleksibel, tahan lamen, dan sulit robek atau koyak. Sehingga, sebagian besar sifat-sifat mekanikalnya adalah sebanding dengan polimer komersial kelas medium (*medium-strength polymer*) (Butler et al., 1996). Namun film plastis kitosan asal cangkang kepiting (*crab shell*) seperti telah dilaporkan oleh Nadarajah dan Prinyawiwatkul (2002), diketahui mempunyai sifat sifat fisiokimia dan mekanikal kurang baik untuk penggunaan sebagai material kemasan. Penelitian ini bertujuan mengkaji apakah film plastis dengan karakteristik fisiokimia dan mekanikal yang baik, dapat dibuat dari kitosan asal udang windu, dengan mengamati pengaruh variabel-variabel peubah pada pembuatannya yaitu: a) urutan/protokol proses pembuatan yang dimodifikasi, b) pembuatan film plastis kitosan dengan formulasi pelarut asam-asam organik yang berbeda, dan c) penambahan jumlah bahan pemlastis (*plasticizer*) yang berbeda.

Kitosan dengan berat molekul tinggi telah dilaporkan dapat membentuk lapisan film tipis yang mempunyai sifat-sifat yang baik, sebagai hasil dari ikatan intermolekul hidrogen (Muzzarelli, 1977). Perbedaan sumber kitin untuk pembuatan kitosan, karakteristik kitosan, solven yang digunakan, teknik metode pembuatan film, dan jenis serta jumlah bahan pemlastis yang digunakan sangat berpengaruh terhadap kualitas dari film diperoleh (Lim dan Wan, 1995).

Kemampuan pembentukan film dari kitosan yang diekstrak dari udang karang (*lobster*) telah dilaporkan oleh Nadajarah dan Prinyawieatakul (2003). Sangat sedikit literatur yang melaporkan pembuatan film plastis *edible* antimikroba dari kitosan yang diekstrak dari sumber cangkang udang windu (*Penaeus monodon*).

Makrostruktur polimer film harus seragam dan bebas cacat. Keseragaman ini sangat penting untuk aplikasi fungsinya. Teknik pengolahan dan pengaturan variabel-variabel proses pada konversi kitin menjadi kitosan, khususnya keseragaman ukuran partikel dari bahan baku cangkang udang sangat mempengaruhi sifat-sifat kitosan (No et al, 1999). Selama proses pembuatan film biasanya terjadi penyusutan, karena penguapan dari air atau pengeringan cepat yang sering menyebabkan produk film cacat seperti retak atau mengkerut. Penambahan bahan pemlastis (*plasticizer*) seperti sorbitol atau gliserol sering digunakan untuk mengatasi masalah tersebut.

Karakteristik Mekanikal dan Biological dari Film Kitosan

Sebagai film pembungkus *edible* yang digunakan untuk kemasan bahan pangan, film plastik kitosan harus memenuhi beberapa persyaratan seperti daya tahan terhadap penyimpanan, ketahanan tarik (*stress resistance*), fleksibel, lembut dan elastis. Sangat terbatas literatur yang tersedia tentang karakteristik mekanik dari film kitosan, khususnya film kitosan yang dibuat dari udang windu. Terdapat banyak perbedaan dari sifat-sifat film kitosan yang telah dilaporkan, tergantung pada jenis sumber kitosan dan metode pengujian yang dilakukan. Dari beberapa sumber literatur diketahui bahwa film kitosan yang dibuat dari kitosan dengan berat molekul rendah dengan campuran 3% (b/b) dalam larutan asam asetat 1%, memakai gliserol sebagai bahan pemlastis dengan campuran 0,25 dan 0,5 mL/gram kitosan, dilaporkan mempunyai kekuatan tarik (*tensile strength*, TS) antara 15 sampai 35 MPa dan persentase mulur (% *Elongation at break*) antara 17% sampai 76% (Butler et al., 1996). Caner et al (1998) telah melaporkan bahwa biofilm kitosan yang dibuat dengan komposisi yang sama tetapi menggunakan jenis pelarut yang berbeda (asam asetat, asam formiat, asam laktat, dan asam propionate) pada kisaran 1% hingga 7,5%, menunjukkan perolehan nilai TS antara 12-32 MPa dan %E pada kisaran 14-70%, dengan pengecualian pada film kitosan yang dibuat dengan pelarut 7,5% asam laktat memiliki nilai TS terendah yaitu 6,85 MPa dan %E tertinggi 51%. Peneliti tersebut juga menyimpulkan bahwa dengan peningkatan jumlah bahan pemlastis (*plasticizer*) akan menurunkan nilai TS dan menaikkan %E.

Kajian Sifat-sifat Antimikrobia Kitosan dan Film Kitosan

Pertumbuhan mikroba pada permukaan makanan adalah penyebab utama pembusukan dan kerusakan bahan pangan. Beberapa peneliti seperti (Jung et al. 1991, Ray 1992), telah melaporkan bahwa penambahan langsung bahan antimikroba pada bahan makanan melalui penyemprotan, injeksi, atau pelumuran terbukti kurang efektif karena dapat hilang karena pencucian, aktifitas enzimatis, dan bereaksi dengan komponen dalam makanan. Oleh karena itu pelapisan (*coating*) dengan pembungkus *edible* antimikroba, untuk menghambat pertumbuhan bakteri-bakteri patogen adalah cara yang paling ideal.

Kitosan mempunyai kemampuan menghambat pertumbuhan berbagai jenis bakteri (Sudarshan et al., 1992), Kitosan dalam bentuk larutan lebih efektif untuk menghambat bakteri, dibandingkan dengan dalam bentuk oligomernya (Jeon et al., 2001). Sifat antimikroba kitosan dipengaruhi oleh berat molekulnya, derajat asetilasi (DD), konsentrasi, jenis pelarut, dan pH mediumnya (Lim dan Hudson, 2003).

No et al. (2002) melaporkan kitosan yang dilarutkan dengan asam organik berbeda, menunjukkan efek penghambatan yang bervariasi terhadap pertumbuhan bakteri. Pelarut asam organik seperti asam asetat, asam formiat, dan asam laktat adalah lebih efektif menghambat pertumbuhan bakteri dibandingkan dengan asam askorbat dan asam propionate.

Kitosan memiliki sifat-sifat yang berguna untuk sistem pangan. Film kitosan mempunyai kemampuan menahan gas (*gas-barriers*). Sifat ini dapat menghalang perubahan rasa dan aroma dari bahan pangan yang dilapisi, sehingga sifat inilah yang memungkinkan film kitosan dapat digunakan sebagai pembungkus untuk meningkatkan daya simpan (*storability*) pangan.

2. METODE PENELITIAN

a. Bahan baku

Bahan baku limbah cangkang udang Windu (*Penaeus Monodon*) akan diambil dari sisa pengolahan udang beku ekspor pada PT. Bogatama Marinusa (BOMAR) yang berdomisili di Jalan Kima Raya Kav N-4B1 Kawasan Industri Makassar (KIMA).

b. Persiapan Bahan dan Alat

- Persiapan bahan baku cangkang udang. Persiapan bahan baku limbah cangkang udang basah dibersihkan dari kotoran-kotoran organik dengan air hangat yang mengalir, selanjutnya di jemur hingga cukup kering dengan sinar matahari selama 2 – 3 hari.

- **Pretreatment bahan baku**

Cangkang udang kering dihaluskan dalam alat crusher, dan dilanjutkan dengan pegayakan (*sieving*) hingga diperoleh bahan baku cangkang udang halus (ukuran mesh 200). Sisa cangkang udang yang tidak lewat mesh 200 dilakukan penghalusan kembali hingga diperoleh bubuk cangkang udang yang seragam.

- Penyiapan dan pembuatan larutan kimia Pelarut untuk ekstraksi (larutan NaOH 3,5% dan 50S, HCl 1N NaOCl 0,32%) disiapkan untuk keperluan proses ekstraksi, deproteinasi, demineralisasi, dekolorisasi, dan deasetilasi.

c. Prosedur Kerja Pembuatan Kitosan

- **DP (Deproteinasi)**

Cangkang udang (kepala dan ekor) yang telah halus atau cangkang udang yang telah didemineralisasi, akan dilakukan penghilangan protein dengan larutan NaOH 3,5 % (b/b) selama 2 jam pada suhu 65 °C dan dilakukan pengadukan. Ratio padatan dan pelarut yang digunakan adalah 1:10 (b/v) (No et al., 2000). Kemudian sampel disaring dan dicuci dengan aquadest dan dikeringkan di oven.

- **DM (Demineralisasi)**

Tergantung pada urutan proses, cangkang udang halus atau cangkang udang yang telah dideproteinasi, akan didemineralisasi dengan larutan HCl 1 N selama 30 menit pada suhu kamar, dengan ratio padatan dan larutan 1:15 (b/v) (No et al., 2000). Selanjutnya disaring, dicuci dengan aquadest sampai netral dan dikeringkan di oven.

- **DK (Dekolorisasi)**

Sampel ditambahkan aseton selama 10 menit dan dikeringkan selama 2 jam pada suhu ruang, dilanjutkan dengan pemucatan dengan menambahkan natriumhipoklorida (NaOCl) 0,32 % selama 5 menit pada suhu ruang. Rasio padatan dan solven yang ditambahkan 1:10 (b/v) atas dasar berat kering padatan/cangkang (No, et al., 2000). Sampel selanjutnya dicuci dengan aquadest dan dikeringkan secara vakum selama 2-3 jam hingga terbentuk bubuk halus/tepung.

- **DA (deasetilasi)**

Proses deasetilasi dilakukan dalam otoklaf pada tekanan 15 psi, suhu 121 °C selama 30 menit. Deasetilasi dilakukan dengan menambahkan larutan NaOH 50 %, dengan perbandingan padatan dan larutan 1:10 (b/v) menurut metode No HK., et al. (2000). Sampel (kitosan) dicuci untuk dinetralkan dengan air bersih mengalir. Kemudian air diuapkan dan dikeringkan pada suhu 60 °C selama 24 jam di oven.

d. Prosedur Pembuatan Edible film

Kitosan 1% (b/v) dibuat dengan cara melarutkan bubuk kitosan dalam larutan 1% asam asetat. Campuran diaduk kuat selama 30 menit, kemudian direndam dalam air mendidih selama 10 menit, didinginkan pada suhu kamar, dan selanjutnya disaring dengan glass-wool filter untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak larut. Campuran selanjutnya dibagi dalam beberapa wadah beaker glass 500 mL. Setiap wadah masing-masing ditambahkan gliserol sebagai bahan pemlastis dengan rasio (gliserol : larutan kitosan) 0,2 : 1 (b/b). Larutan film plastis yang terbentuk kemudian dicetak dan dibiarkan kering pada suhu kamar selama 48 jam. Selanjutnya film yang telah kering dipindahkan dan ditempatkan dalam desikator, untuk dilakukan analisis fisiokimia (ketebalan, dan densitas); karakteristik mekanikal (kuat tarik,); dan thermal (DSC)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Kitosan

Proses isolasi kitin dari cangkang udang dilakukan dengan empat perlakuan yaitu deproteinasi, demineralisasi, dekolorisasi dan deasetilasi. Tahap deproteinasi merupakan proses pemisahan atau pelepasan ikatan – ikatan antara protein dan kitin. Pada tahap ini menghasilkan residu bebas protein sebesar 74,70% dari bobot cangkang udang kering. Residu yang diperoleh lebih besar dari yang dilaporkan oleh Widyastuti (2009) yaitu 45% dengan menggunakan udang windu dan Prisiska (2012) memperoleh 74% menggunakan udang kelong. Perbedaan residu bebas protein ini disebabkan jenis udang yang digunakan. Jenis udang yang berbeda memiliki kandungan protein yang juga berbeda.

Tahap kedua yaitu, demineralisasi merupakan proses penghilangan mineral – mineral yang terdapat dalam cangkang udang menggunakan asam klorida yang akan bereaksi dengan senyawa kalsium klorida yang dapat larut dalam air. Pada tahap ini didapatkan kitin kasar sebesar 35,45%, penelitian sebelumnya

memperoleh kitin sebesar 47% (Prisiska, 2012). Perbedaan ini disebabkan jumlah HCl, temperatur, serta lama pemanasan yang digunakan. Penelitian ini telah memenuhi persyaratan yaitu kandungan kitin dalam *curtaceae* berkisar antara 20 – 60% tergantung dari spesiesnya (Muzzarelli, 2000).

Tahap ketiga yaitu, dekolorisasi merupakan penghilangan pigmen atau zat warna yang terdapat pada kitin dengan menggunakan aseton dan natrium hipoklorida. Pigmen pada kitin tidak terikat pada mineral dan protein, sehingga setelah proses deproteinasi dan deasetilasi kitin masih berwarna kuning kecoklatan. Tahap ini diperoleh kitin bebas warna sebesar 33,78%.

Tahap akhir yaitu, deasetilasi merupakan penentuan kualitas kitosan yang ditentukan dengan berdasarkan derajat deasetilasi. Metode yang umum digunakan untuk deasetilasi kitin adalah dengan menggunakan larutan alkali panas seperti NaOH dalam waktu yang lama, dimana basa kuat berfungsi untuk memutuskan ikatan antara gugus asetil dan gugus nitrogen. Pada tahap ini diperoleh kitosan sebesar 21,45%, penelitian sebelumnya memperoleh kitosan sebesar 18,72% dari bobot kering kulit udang (Prisiska, 2012).

Tabel 1. % yield Hasil Pembuatan Kitosan

No	Tahapan proses	Berat (gram)	% Yield
1.	Bahan baku	300	-
2.	Deproteinasi	224,12	74,70
3.	Demineralisasi	106,35	35,45
4.	Dekolorisasi	101,36	33,78
5.	Deasetilasi	64,37	21,45

Analisa Karakteristik Kitosan

Viskositas

Viskositas menggambarkan tahanan yang dimiliki suatu cairan maupun semi padat untuk dapat mengalir. Makin tinggi nilai viskositas maka akan makin besar tahanan yang dimiliki suatu cairan. Hasil pengukuran viskositas kitosan yang dibuat memiliki viskositas 192 cP dengan jenis spindle 62 kecepatan 20 rpm selama 5 menit. Kitosan ini tergolong dalam kitosan dengan viskositas rendah sedangkan pada kitosan pembanding (komersial) digolongkan dalam kitosan dengan viskositas medium dengan nilai viskositas 309,9 cP. Menurunnya viskositas dipengaruhi pada proses demineralisasi, semakin tinggi konsentrasi asam klorida yang digunakan akan menurunkan viskositas karena terjadi depolimerisasi yang disebabkan penggunaan asam kuat (Swastati dkk, 2008).

Derajat Deasetilasi (DD)

Kitosan dapat dihasilkan dari kitin dengan menghilangkan gugus acetyl ($\text{CH}_3\text{-CO}$) sehingga molekul dapat larut dalam larutan basa, proses ini disebut sebagai deasetilasi yaitu melepaskan gugus asetil agar kitosan memiliki karakteristik sebagai kation. Tiga dari empat gugus asetil dalam senyawa kitin dapat dihilangkan dengan menggunakan larutan Natrium Hidroksida yang pekat dan panas sehingga menghasilkan deasetilasi yang sempurna, tetapi produknya juga mengalami degradasi.

Analisa derajat deasetilasi dilakukan dengan metode titrasi asam-basa, kitosan yang dibuat memiliki derajat deasetilasi lebih tinggi dari kitosan pembanding yaitu 90,1% dan 88,0%. Semua hasil Derajat deasetilasi yang diperoleh telah memenuhi syarat kitosan yang memiliki Derajat Deasetilasi > 70% (Firdaus, dkk., 2006). Perbedaan dari nilai derajat deasetilasi dipengaruhi oleh waktu dan suhu proses deasetilasi. Menurut, Khan dkk (2002) nilai derajat deasetilasi tidak hanya bergantung pada sumber kitosan dan kemurniannya, tetapi juga pada cara penyiapan sampel, tipe instrument yang digunakan serta faktor – faktor lainnya juga mungkin mempengaruhi analisis dari derajat deasetilasi.

Analisa Fisikokimia, Mekanikal dan Termal

Ketebalan

Ketebalan adalah tebalnya *film* yang dihasilkan setelah pengeringan. Ketebalan diukur menggunakan jangka sorong. Nilai ketebalan *edible film* adalah rata-rata hasil pengukuran pada empat tempat yang berbeda. Tabel 6 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi kitosan, maka semakin besar ketebalan yang dihasilkan.

Hasil pengukuran ketebalan *edible film* yang paling besar yaitu sampel A3 (2% Kitosan tanpa penambahan vitamin E dan lesitin) dan B3 (2% Kitosan dengan penambahan vitamin E dan Lesitin secara terpisah) sebesar 0,51 mm. Namun, penambahan vitamin E dan lesitin serta metode fortifikasi yang

digunakan tidak mempengaruhi ketebalan edible film yang dihasilkan. Hal ini terjadi karena jumlah kitosan semakin besar sehingga akan meningkatkan total padatan pada *edible film*.

Ketebalan *film* dari kitosan cangkang kepiting (perbandingan) yang dihasilkan tidak seragam, pengukuran ketebalan terkecil terdapat pada sampel A1 (1% Kitosan tanpa penambahan vitamin E dan lesitin) dan A3 (2% kitosan tanpa penambahan vitamin E dan lesitin) sebesar 0,33 mm dan ketebalan paling tinggi pada sampel C2 (1,5% Kitosan dengan penambahan vitamin E dan lesitin secara bersamaan) sebesar 0,47 mm. Hal ini terjadi karena viskositas kitosan yang digunakan sangat tinggi sehingga mempengaruhi proses penyaringan akibatnya volume larutan kitosan hasil penyaringan sedikit dikarenakan tertinggal pada kapas penyaringan. Ketebalan film dipengaruhi oleh banyaknya total padatan dalam larutan, luas cetakan, dan tinggi (volume) larutan saat pencetakan.

Tabel 2. Hasil pengukuran ketebalan *film*

Jenis Sampel	Ketebalan (mm)	
	Kitosan Cangkang Udang	Kitosan Komersial ^{*)}
A. Kontrol		
1. 1% Kitosan	0,40	0,33
2. 1,5% Kitosan	0,40	0,44
3. 2% Kitosan	0,51	0,33
B. Metode I		
1. 1% Kitosan	0,43	0,42
2. 1,5% Kitosan	0,47	0,47
3. 2% Kitosan	0,51	0,41
C. Metode II		
1. 1% Kitosan	0,43	0,42
2. 1,5% Kitosan	0,42	0,45
3. 2% Kitosan	0,45	0,38

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 (Nurminah 2009 dalam Artini 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. Tabel 7 menunjukkan bahwa *edible film* dari kitosan cangkang udang tanpa penambahan vitamin E dan lesitin memiliki densitas yang lebih besar yaitu pada sampel A3 (2% kitosan tanpa penambahan vitamin E dan lesitin) sebesar 0,0208 g/mm³, sedangkan *edible film* dengan penambahan vitamin E dan lesitin memiliki densitas yang lebih tinggi yaitu pada sampel C2 (1,5% kitosan dengan penambahan vitamin E dan lesitin secara bersamaan) sebesar 0,0174 g/mm³.

Hal ini menunjukkan bahwa densitas *edible film* pada 2% kitosan tanpa penambahan vitamin E dan lesitin lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi 1% dan 1,5%. Semakin tinggi konsentrasi kitosan semakin besar densitas yang dihasilkan. Namun, hal tersebut tidak terjadi pada *edible film* yang diperkaya vitamin E. Densitas dari *edible film* yang diperkaya vitamin E tertinggi yaitu terdapat pada sampel C2 dan *edible film* dari kitosan cangkang kepiting memiliki densitas paling tinggi pada sampel A1 (1% kitosan tanpa penambahan vitamin E dan lesitin) sebesar 0,0210 g/mm³. Hal ini menunjukkan bahwa dengan penambahan vitamin E dan lesitin dapat menurunkan densitas *edible film*. Naik turunnya densitas film disebabkan karena volume larutan film saat penyaringan.

Tabel 3. Hasil pengukuran densitas film kitosan

Jenis Sampel	Densitas (g/mm ³)	
	Kitosan Cangkang Udang	Kitosan Komersial ^{*)}
A. Kontrol		
1. 1% Kitosan	0,009	0,0210
2. 1,5% Kitosan	0,0148	0,0142
3. 2% Kitosan	0,0208	0,0118
B. Metode I		

1. 1% Kitosan	0,0112	0,0122
2. 1,5% Kitosan	0,0075	0,0070
3. 2% Kitosan	0,0077	0,0161
C. Metode II		
1. 1% Kitosan	0,0075	0,0177
2. 1,5% Kitosan	0,0174	0,0173
3. 2% Kitosan	0,0077	0,0157

Kelarutan

Uji kelarutan bertujuan agar dapat mengetahui seberapa besar komponen-komponen *edible film* yang terlarut. Semakin besar nilai kelarutan maka semakin kecil daya ketahanan airnya (Artini, 2014). Hasil kelarutan *edible film* kitosan dengan konsentrasi yang berbeda dapat dilihat pada grafik dibawah ini.

Tabel 8 menunjukkan bahwa persentase kelarutan *edible film* yang diperkaya vitamin E paling tinggi pada sampel C3 (2% kitosan dengan penambahan vitamin E dan leshitin secara bersamaan) yaitu 82%. Sedangkan *edible film* tanpa penambahan vitamin E (kontrol) memiliki nilai kelarutan lebih tinggi yaitu 85% pada konsentrasi 1,5% kitosan. Hal ini menunjukkan bahwa kelarutan *edible film* yang diperkaya vitamin E relatif baik. Jika dibandingkan dengan kitosan cangkang kepiting (pembanding), nilai kelarutannya lebih tinggi yaitu pada sampel C2 (1,5% kitosan dengan penambahan vitamin E dan leshitin secara bersamaan) dan B2 (1,5% kitosan dengan penambahan vitamin E dan leshitin secara terpisah) masing – masing memiliki 95,3% dan 95,3%. Hal ini menunjukkan bahwa metode kedua memiliki nilai kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan metode pertama.

Tabel 4. Hasil pengujian kelarutan film kitosan.

Jenis Sampel	Kelarutan (%)	
	Kitosan Cangkang Udang	Kitosan Komersial [*]
A. Kontrol		
1. 1% Kitosan	30	43,6
2. 1,5% Kitosan	85	44
3. 2% Kitosan	16,5	51,9
B. Metode I		
1. 1% Kitosan	35,4	55,4
2. 1,5% Kitosan	42	93,1
3. 2% Kitosan	47	54,5
C. Metode II		
1. 1% Kitosan	47,8	27,8
2. 1,5% Kitosan	78	95,3
3. 2% Kitosan	82	20,2

Kuat Tarik

Analisa kuat tarik diuji menggunakan alat *Unit Testing Machine* (UTM). Kuat tarik (*tensile strength*) merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai *film* tetap bertahan sebelum putus. Standar yang harus dimiliki oleh *edible film* agar dapat mengemas bahan pangan dengan baik adalah memiliki besaran kuat tarik antara 10 hingga 100 MPa (Krochta., 1992). Tabel 9 menunjukkan nilai kuat tarik pada sampel A1, A2, dan A3 (1%,1,5%, dan 2% kitosan tanpa penambahan vitamin E dan leshitin) masing-masing memiliki nilai 5,82 MPa, 8,37 MPa, dan 6,22 MPa, ini menunjukkan bahwa persen kitosan yang digunakan dapat mempengaruhi kuat tarik *edible film*. Nilai kuat tarik sampel B1, B2, dan B3 (1%,1,5%, dan 2% kitosan dengan penambahan vitamin E dan leshitin secara terpisah) masing-masing memiliki nilai 4,33 MPa, 4,40 MPa, dan 3,81 MPa. Sedangkan nilai kuat tarik sampel C1, C2 dan C3 (1%,1,5%, dan 2% kitosan dengan penambahan vitamin E dan leshitin secara bersamaan) masing-masing memiliki nilai 3,47 MPa, 7,54 MPa, dan 5,16 Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan vitamin E dan leshitin kedalam edible film dapat menurunkan kuat tarik.

Srinivasa, Ramesh, dan Tharanathan (2007) melaporkan bahwa penggabungan asam lemak jenuh dalam film kitosan menurunkan kuat tarik dan % elongasi. Pada tabel 9 dapat dilihat nilai kuat tarik paling tinggi yaitu pada A2 (1,5% kitosan tanpa penambahan vitamin E dan leshitin) dan diikuti oleh sampel C2 (1,5% kitosan dengan penambahan vitamin E dan leshitin secara bersamaan). Hal ini menunjukkan bahwa metode pencampuran vitamin E dan leshitin lebih baik dibandingkan penambahan secara terpisah. Kuat tarik

pada kitosan cangkang (pemanding) memiliki hal yang sama yaitu penambahan vitamin E dan lesitin dapat mempengaruhi kuat tarik edible film. Minyak untuk *film* polisakarida menurunkan kuat tarik dan % elongasi, minyak tidak mampu membentuk matriks terus menerus (Peroval, Debeaufort, despre & Voilley; 2002).

Tabel 5. Hasil pengukuran kuat tarik film kitosan.

Jenis Sampel	Kuat Tarik (MPa)	
	Cangkang Udang	Cangkang Kepiting
A. Kontrol		
1. 1% Kitosan	5,82	3,45
2. 1,5% Kitosan	8,37	6,21
3. 2% Kitosan	6,22	6,29
B. Metode I		
1. 1% Kitosan	4,33	4,36
2. 1,5% Kitosan	4,40	4,75
3. 2% Kitosan	3,81	3,92
C. Metode II		
1. 1% Kitosan	3,47	3,97
2. 1,5% Kitosan	7,54	3,39
3. 2% Kitosan	5,16	4,15

WVTR (Water Vapour Transmission Rate)

Analisis WVTR dilakukan dalam ruangan dengan suhu yang terkontrol, sehingga perubahan yang terjadi relatif stabil. Pengukuran dilakukan dengan menutup cawan petridis berisi *silica gel* menggunakan *film*, lalu cawan disimpan dalam deksikator berisi larutan NaCl 40% selama 5 hari dengan penimbangan setiap 24 jam. Analisis WVTR dilakukan untuk mengetahui banyaknya uap air yang melewati *film* persatuan waktu dibagi dengan luas area *film*. *Edible film* yang difortifikasi dengan vitamin E di tunjukkan pada tabel 10 memberikan pengaruh terhadap nilai WVTR *edible film* yang dihasilkan. Nilai WVTR dari *edible film* yang diperkaya dengan vitamin E mempunyai nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol yaitu masing-masing 10,32 g/hari.m² dan 10,09 g/hari.m². Hal ini menunjukkan bahwa polisakarida yang ditambahkan dengan lipid antioksidan dapat meningkatkan transmisi uap air film (WVTR) *edible film*. Hal tersebut terjadi pula pada kitosan cangkang kepiting (pemanding). Secara umum kandungan lipid pada film dapat menurunkan mutu film yang terbuat dari polisakarida.

Analisis Karakteristik Thermal DSC (Differential Scanning Calorimetry)

Analisa termal seperti *differential scanning calorimetry* (DSC) adalah alat yang dapat digunakan untuk menentukan sifat termal sampel. DSC meneliti perubahan fase bahan dengan menunjukkan aliran panas dengan suhu (Hohne.,et al. 2003). Analisa termal diuji menggunakan alat DSC 600 plus. Tabel 10 menunjukkan bahwa *edible film* dengan penambahan vitamin E dan lesitin memiliki endhotermic titik leleh film dengan titik leleh paling tinggi pada sampel C1 (1% kitosan dengan penambahan vitamin E dan lesitin secara bersamaan) pada suhu 108 °C. Sedangkan yang paling rendah pada sampel A3 (2% kitosan tanpa penambahan kitosan). Hal ini menunjukkan bahwa secara umum *edible film* dengan penambahan vitamin E dan lesitin meleleh pada suhu ± 100 °C ini terjadi pada *edible film* kitosan udang windu sedangkan pada *edible film* kitosan kepiting (pemanding) titik leleh paling tinggi pada sampel B3 (2% kitosan dengan penambahan vitamin E dan lesitin secara terpisah) pada suhu 118,02 °C dan paling rendah pada sampel B1 (1% kitosan dengan penambahan vitamin E dan lesitin secara terpisah) yaitu meleleh pada suhu 81,08 °C. Tabel menunjukkan bahwa kitosan 1,5% memiliki karakteristik termal lebih tinggi dan *edible film* dengan penambahan vitamin E dan lesitin lebih tahan terhadap panas dibandingkan dengan kontrol. Namun, tidak mempengaruhi metode penambahan vitamin E dan lesitin yang digunakan.

Tabel 6. Hasil pengukuran titik leleh film dengan DSC.

Jenis Sampel	Differential Scanning Calorimetry (°C)	
	Kitosan Cangkang Udang	Kitosan Komersial*)
A. Kontrol		
1. 1% Kitosan	78.11	81.72
2. 1,5% Kitosan	97.67	109.22
3. 2% Kitosan	66.33	103.63

B. Metode I		
1. 1% Kitosan	108.31	81.08
2. 1,5% Kitosan	80.71	118.02
3. 2% Kitosan	82.96	90.89
C. Metode II		
1. 1% Kitosan	79.25	79.40
2. 1,5% Kitosan	101.14	117.81
3. 2% Kitosan	76.76	107.29

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil analisis sifat-sifat fisikokimia, *edible film* kitosan udang windu yang difortifikasi dengan vitamin E mempengaruhi warna yang dihasilkan yaitu berwarna agak kekuningan dibandingkan warna bening tanpa penambahan vitamin E. Disamping itu densitas film yang diperoleh lebih rendah. Fortifikasi vitamin E pada pembuatan film juga mempengaruhi kelarutan film. Berdasarkan sifat mekanikal dan termal, *edible film* yang difortifikasi dengan vitamin E mempunyai nilai kuat tarik yang lebih rendah dibandingkan dengan tanpa penambahan, permeabilitas uap air yang tinggi, serta ketahanan panas yang lebih besar. Sifat mekanikal dan termal *edible film* kitosan dengan konsentrasi 1,5% memiliki nilai kuat tarik dan daya tahan panas yang lebih besar dibandingkan dengan konsentrasi lainnya. Pada penelitian selanjutnya, perlu dilakukan analisa untuk meningkatkan kemampuan fungsional *edible film* kitosan yang difortifikasi dengan vitamin E antara lain seperti analisis daya penghambatan pertumbuhan mikroorganisme pada media yang dikemas apabila *edible film* ini digunakan sebagai pembungkus primer, dan analisis laju transmisi oksigennya (O_2TR).

DAFTAR PUSTAKA

- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis of AOAC International. 15th ed. Arlington, VA:AOAC International.
- Caner C, Vergano PJ, Wiles JL. 1998. Chitosan film mechanical and permeation properties as affected by acid, plasticizer, and storage. *Journal Food Science*, Vol. 63(6):1049-1053.
- Goncalves CMB, Tome LC, Countino AP, Marrucho IM. 2011. Addition of α -tocopherol on Poly(lactic acid): thermal, mechanical, and sorption properties. *J Appl Polymer Sci*. Vol.119:2468-2475.
- Departemen Kelautan dan Perikanan Home Page (online). 2014. Statistik Produksi Udang, Indonesia Tahun 2012 . (www.ppid.kkp.go.id) (akses 20 November 2014)
- Kim D, Lee C, dan Lee Y. 2000. Physicochemical and sensory properties of whipping cream with water soluble chitosan. *Food Science Biotechnol*. Vol:9(2) p. 111-115.
- Muzzarelli, RAA. 1988. Carbohydrate. *Carbohydr. Polymers*. 8:1-21.
- Muzzarelli RAA., 1993. Biochemical significance at exogenous chitins and chitosan in animals and patients. *Biomaterials*. Vol. 20. P.7-16.
- Nadarajah K., and Prinyawiwatkul W. 2002. Filmogenic properties of crawfish chitosan [abstract]. Dalam 54th Pacific Fisheries Tehnologist Annual Meeting Book of Abstracts; 2002 February 24-27.
- No, H.K., Cho, Y.L., Meyers, S.P., (2000a), "Effective Deacetylation of Chitin under Conditions of 15 psi/121°C", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. Vol. 48(6), hal.2625-2627.
- No, H.K., Lee, S.H and Meyers, S.P., (2000b), "Correlation Between Physicochemical Characteristics and Binding Capacities of Chitosan Products", *Journal of Food Science*, 65(7), hal. 1134-1137.
- Park S-I, Zhao Y., 2004. Incorporation of high concentration of mineral or vitamin into chitosan-based films. *J Agric Food Chem*. Vol. 52; p.1933-1939
- Prasetyo, W. K., (2006), "*Pengolahan Limbah Cangkang Udang (online)*", <http://www.kompas.com/htm>, diakses 18 September 2006.
- Rossmann JM. 2009. Edible films and coating for food application. In: Huber KC. Edible films and coating for food applications. Springer Science, LLC. New York, NY. p.367-390.
- Rout, S.K. Physicochemical, Functional, and Spectroscopic analysis of crawfish chitin and chitosan as affected by process modification. *Dissertation*. 2001.
- Sudarshan, NR Hoover DG, Knorr D. 1992. Antibacterial action of chitosan. *Food Biotechnol*. Vol. 6(3). p.257-72.