

MATERIAL KEMASAN PENYERAP GELOMBANG MIKRO DARI KOMPOSIT POLIMER KITOSAN-POLIVINIL ALKOHOL

Microwave Absorbent Packaging Material from Composites Chitosan-Polyvinyl Alcohol Polymer

Bambang Riyanto^{1*}, Akhiruddin Maddu², Esa Ghanim Fadhallah¹

¹Departemen Teknologi Hasil Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan,

²Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis, Bogor 16680 Jawa Barat

Telepon (0251) 8622909-8622906, Faks. (0251) 8622915

*Korespondensi: bambangriyanto.ipb@gmail.com

Diterima 23 April 2014/Disetujui 1 Agustus 2014

Abstrak

Material kemasan penyerap gelombang mikro saat ini mengarah pada komponen alami. Kitosan merupakan biomaterial dengan sifat polikationik yang digolongkan sebagai material dielektrik. Penelitian bertujuan mengetahui karakteristik material kemasan penyerap gelombang mikro dari komposit polimer kitosan-polivinil alkohol (PVA). Kemampuan material kemasan dalam menyerap gelombang mikro diukur dengan analisis *reflection loss*. Material kemasan yang dibuat berupa lembaran *film* tipis transparan berwarna kekuningan, memiliki ketebalan (0,11-0,22) mm dan kekuatan tarik (106,33±2,82-143,00±2,59) kPa. Analisis SEM memperlihatkan struktur morfologi yang homogen, yang ditunjukkan juga dengan interaksi yang baik antara kitosan dengan PVA oleh FTIR spektrofotometer. Besar daya serap gelombang mikro ditunjukkan dengan makin besarnya nilai *reflection loss*, nilai optimum diperoleh pada penggunaan konsentrasi kitosan 1% dengan nilai rata-rata (-31,9289±4,0094) dB.

Kata kunci: gelombang mikro, kitosan, material kemasan, *reflection loss*

Abstract

Microwave absorbent packaging materials currently tend to biomaterial. Chitosan is a dielectric biomaterial with polycationic properties. The aim of this study was to analyze characteristics of microwave absorbing packaging material made from composite chitosan-polyvinyl alcohol (PVA) polymer. The ability of the packaging material to absorb microwave was determined by reflection loss measurement. Formed packaging prototype resembles as a thin transparent yellowish plastic with thickness (0.11-0.22 mm) and the tensile strength (106.33±2.82-143.00±2.59 kPa). SEM analysis showed homogenous structure characterized by interaction between chitosan and PVA. Optimum absorption value was obtained from chitosan concentration of 1%, with average value of reflection loss was (-31.9289±4.0094) dB.

Keywords: chitosan, material packaging, microwave, reflection loss

PENDAHULUAN

Microwave oven merupakan teknologi pengolahan pangan yang berkembang sangat pesat dan memiliki aplikasi yang luas, misalnya pengeringan (Duan *et al.* 2011), pasteurisasi-sterilisasi (Brody 2012), *thawing* (Rattanadecho 2004), *baking* (Icoz 2004), dan berbagai teknologi preservasi pangan lainnya (Chandrasekaran *et al.* 2013). *Microwave*

oven menjadi populer karena kemampuannya dalam pemasakan dengan penggunaan suhu yang tinggi dan waktu yang singkat (Campanone dan Zaritzky 2005), memiliki tingkat keseragaman panas yang merata (Knoerzer *et al.* 2008), memiliki tingkat pengamanan yang baik, kemudahan dalam penggunaan serta tingkat pemeliharaan yang rendah (Lakshmi *et al.* 2007). Dibandingkan

dengan pengolahan konvensional, produk pangan yang dihasilkan memiliki cita rasa dan kualitas gizi yang lebih baik (Stephen *et al.* 2010).

Kajian *microwave oven* mengarah pada tingkat efektivitas untuk menghasilkan produk pangan yang lebih baik (Chandrasekaran *et al.* 2013). Vadivambal dan Jayas (2010) melaporkan bahwa distribusi ketidakseragaman suhu pada mutu produk sangat dipengaruhi oleh bentuk, ukuran, dan posisi dari bahan makanan. Pusat makanan merupakan tempat paling panas. Das dan Rajkumar (2013) melaporkan bahwa kadar air dan lemak bahan makanan sangat mempengaruhi proses pemasakan ini. Teknologi *microwave pasteurization* telah dikembangkan untuk menginaktivasi bakteri patogen atau enzim secara efektif, bahkan *microwave oven* mulai dikombinasikan dengan teknik lain untuk menghasilkan karakteristik produk akhir pangan yang lebih baik dibandingkan dengan hanya satu teknik atau dengan *microwave oven* saja (Duan 2011).

Permintaan besar akan makanan siap saji (*ready to eat*) dengan teknologi *microwave oven* menuntut pula bentuk kemasan (Lorence dan Pesheck 2009). Peraturan kemasan pangan biasanya mengarah pada produk akhir, namun FDA mengeluarkan peraturan kemasan untuk *microwave oven* dalam ketentuan bahan tambahan pangan (BTP) sekunder (FDA 21 CFR Part 173 tahun 2008), yaitu bahan tambahan pangan sekunder adalah bahan yang tidak digunakan sebagai bahan dalam makanan tetapi kemungkinan menjadi bagian produk akhir pangan selama proses dan kemasan (Risch 2009). López-Cervantes *et al.* (2003) melaporkan bahwa migrasi bahan kimia kemasan pada *microwave oven* berbeda dengan teknik konvensional lainnya. Guillard *et al.* (2010) melaporkan bahwa interaksi bahan pangan dan struktur kemasan dipengaruhi oleh teknik *microwave oven* yang digunakan. Helmroth *et al.* (2002) juga melaporkan bahwa untuk kemasan polimer, struktur multi lapis polimer memainkan peran penting dalam koefisien difusi migrasi dan

menentukan besarnya penambahan komponen kimia pada bahan pangan.

Perkembangan aplikasi kemasan yang dapat dimakan (*edible*) dan ramah lingkungan dengan polimer alami (karbohidrat, protein dan lipid) menuntut kajian baru akan kemasan *microwave oven* (Siracusa *et al.* 2008). Pemberian *plasticizer* atau aditif lain dalam rangka meningkatkan sifat fisik, permeabilitas serta sifat fungsional kemasan telah mengakibatkan migrasi bahan kemasan dan menghasilkan kekhawatiran akan keamanan pangan (Munroa *et al.* 2009). Penelitian mengenai hubungan antara perubahan struktural dan migrasi *plasticizer* pada kemasan berbasis bahan alami selama pemasakan pada *microwave oven* akan menjadi kajian yang sangat penting di masa yang akan datang.

Gelombang mikro merupakan gelombang elektromagnetik dengan frekuensi 300 MHz-300 GHz. Peralatan *microwave oven* rumah tangga umumnya berkisar pada frekuensi 2,45 GHz (panjang gelombang 12,24 cm), sedangkan untuk industri pada frekuensi 2,45 GHz atau 915 MHz (Datta dan Anantheswaran 2000). Datta dan Davidson (2000) menyatakan bahwa metode pemasakan terjadi karena kemampuan (sifat dielektrik) bahan pangan untuk menyerap energi gelombang mikro dan mengubahnya menjadi panas. Molekul bahan ini terus berputar (bersilasi) akibat induksi gelombang mikro dan mencoba mensejajarkan diri kembali karena medan listrik yang dimilikinya. Pergerakan molekul inilah yang menciptakan gesekan internal sehingga mengakibatkan pemanasan. Basak (2007) menyampaikan bahwa pengetahuan sifat dielektrik sangat membantu dalam perancangan *microwave oven*.

Berdasarkan prinsip penyerapan gelombang mikro, Won-Jun *et al.* (2005) menunjukkan bahwa cara dari suatu material menyerap gelombang elektromagnetik adalah melalui konversi gelombang yang masuk menjadi energi panas oleh bahan yang memiliki sifat dielektrik yang tinggi. Material organik dengan sifat dielektrik yang tinggi dan telah dikembangkan sebagai material penyerap gelombang

mikro adalah polianilin (Phang *et al.* 2008). Karakteristik polianilin diduga karena muatan positif berupa proton dari atom nitrogen yang banyak pada gugus kimianya. Kitosan diduga memiliki struktur kemiripan yang sama dengan polianilin. Kitosan merupakan biopolimer yang bersifat polikationik atau memiliki banyak muatan positif dari gugus nitrogennya (Wang 1991). Sifat polikationik ini cenderung menggolongkan kitosan kepada bahan dielektrik (Begum *et al.* 2011). Bahan dengan sifat dielektrik yang tinggi akan mampu menyimpan gelombang yang terserap dalam jumlah besar (McMeeking dan Landis 2005). Penggunaan kitosan sebagai material kemasan penyerap gelombang mikro menjadi kajian sangat penting untuk diketahui dan dikembangkan. Penelitian bertujuan mengetahui karakteristik material penyerap gelombang mikro dari komposit polimer kitosan-polivinil alkohol (PVA).

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama yang dipergunakan adalah kitosan yang diperoleh dari PT. Biotech Surindo, Cirebon (derajat deasetilasi 87,5%; kadar air 8,6%; kadar abu 0,6%). Bahan lain adalah polivinil alkohol (PVA) 88% *hydrolyzed*, asam asetat (CH_3COOH) 1% (pro analis) dan akuades. Alat yang digunakan untuk pembuatan *film* material kemasan antara lain *laboratory hot plate magnetic stirrer* HI 190 M-2, *laboratory oven* merk Yamato DS400 (kapasitas 99 L, akurasi $\pm 10^\circ\text{C}$), dan cetakan dengan kaca berukuran 30x30x3 cm. Alat yang digunakan untuk pengujian meliputi viskometer Brookfield LV (spindle 3-5, 40-50 rpm), *Scanning Electron Microscopy* type SEM (JEOL JSM-6510LA *electron probe microanalyzer*, menggunakan percepatan tegangan 30 kV), *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) spektrofotometer model Bruker Tensor 27 dengan rentang spektrum (7500-370) cm^{-1} dan dilengkapi standar KBr *beam splitter*, mikrometer sekrup ketelitian 0,001 mm, *tensile strength and elongation tester*

Stograph-Mi Toyoseiki (*initial grip separation* 10 cm, *load cells* 5 kg, kecepatan *crosss head* 50 mm per menit) serta *Vector Network Analyzer* (VNA) model Agilent N5230C (2-port, rentang frekuensi 10MHz-40GHz).

Metode Penelitian

Komposisi *film* material kemasan adalah berupa campuran larutan kitosan dan PVA, perbandingan 1:1 (50% kitosan : 50% PVA) serta volume akhir campuran 400 mL yang mengacu Liang *et al.* (2009). Konsentrasi larutan yang dicobakan terdiri atas kitosan konsentrasi 1%; 1,5%; 2% dengan PVA konsentrasi 5% (mengacu Iushchenko *et al.* 2009). Konsentrasi larutan kitosan tersebut dibuat dengan melarutkan 2 g, 3 g, dan 4 g kitosan dalam 200 mL asam asetat 1%, sedangkan larutan PVA dibuat dengan melarutkan 10 g PVA dalam 200 mL akuades pada suhu 90°C . Larutan didiamkan hingga mencapai suhu $\pm 25^\circ\text{C}$ dan dihomogenisasi menggunakan *laboratory hot plate magnetic stirrer* HI 190 M-2 selama 10 menit (Zargarian dan Asl-Haddadi 2010). Pengujian kualitas larutan kitosan-PVA mengacu Abu-Aiad *et al.* (2005) yang meliputi uji viskositas yang diukur dengan viskometer Brookfield LV (spindle 3-5, 40-50 rpm) yang dioperasikan sesuai ASTM D789 2007.

Teknik pembuatan *film* material kemasan mengacu El-Hefian *et al.* (2010), dimana larutan yang telah homogen dicetak pada wadah pencetak (cawan petri diameter 65 mm). Pengeringan dilakukan dengan *laboratory oven* merk Yamato DS400 pada suhu 60°C selama 15 jam, setelah itu disimpan pada suhu $\pm 25^\circ\text{C}$ selama 1 hari, untuk selanjutnya dilepaskan dari wadah pencetak. Karakterisasi *film* material kemasan yang dilakukan meliputi ketebalan/*thickness* (Δx), kuat tarik (*tensile strength*) (El-Hefian *et al.* 2011), struktur morfologi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) (Tripathi *et al.* 2009), dan gugus fungsi menggunakan *Fourier Transform Infrared*-FTIR spektrofotometer (Costa-Junior *et al.* 2009).

Ketebalan/*thickness* (Δx) diukur dengan mikrometer sekrup (ketelitian 0,001 mm), yang dioperasikan sesuai ASTM D882 2012. Nilai ketebalan direpresentasikan untuk sampel berukuran 1,5 cm² yang diukur pada 5 titik berbeda. Rataan nilai dilakukan 2 kali ulangan dengan 3 kali pengukuran (triplo).

Kuat tarik (*tensile strength*) diukur menggunakan *tensile strength* and elongation tester Stograph-Mi Toyoseiki yang dioperasikan sesuai ASTM D882 2012, dimana sampel *film* dengan lebar 250 mm dan panjang ≥ 4 inci dikondisikan terlebih dahulu dalam ruangan bersuhu 20°C, RH 50% (menggunakan larutan jenuh NaBr) selama 24 jam. Alat di set pada initial grip separation 10 cm (± 4 inci), kecepatan *cross head* 50 mm/menit. Pengukuran dilakukan minimal 5 kali pengulangan. Hasil ditampilkan dalam output kurva pada komputer menggunakan *software* TestXpert Tensile Tester. Kuat tarik (*tensile strength*-TS) dihitung dalam satuan Pascal.

Karakteristik struktur morfologi dilakukan dengan menggunakan *Scanning electron microscopy* (SEM) (JEOL JXA-840A *Electron Probe Microanalyzer*, percepatan tegangan 30 kV) yang terlebih dahulu sampel dilapisi dengan emas untuk membuat sampel konduktif elektron. Pengukuran dilakukan dengan perbesaran 1.000 x (Tripathi *et al.* 2009).

Penentuan gugus fungsi dilakukan dengan menggunakan spektrum penyerapan inframerah (IR)-Fourier Transform Infrared-FTIR spektrofotometer (Costa-Junior *et al.* 2009). Sampel dicampur seragam dengan potasium bromida (KBr) perbandingan 1:05, yang sebelumnya dikompresi pada tekanan 5 ton selama 5 menit menggunakan press hidrolis. Selanjutnya spektrum diukur pada rentang panjang gelombang 4000-400 cm⁻¹.

Preparasi *film* material kemasan dilakukan dengan perluasan paparan permukaan *film* material kemasan dengan pencetakan menggunakan plat kaca ukuran 30 x 30 x 3 cm (ketinggian larutan yang dituangkan 3 mm).

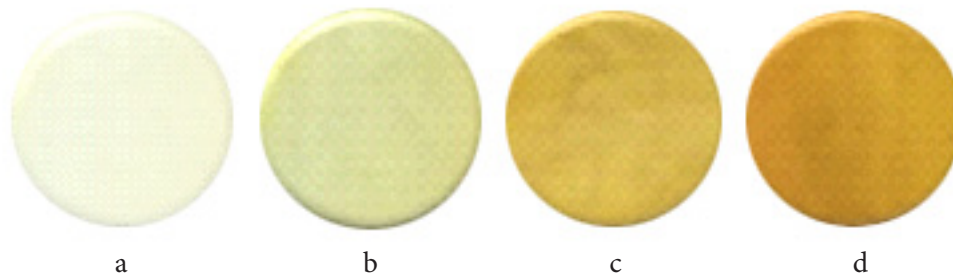
Pengeringan menggunakan laboratory oven Yamato DS400 (kapasitas 99 L, akurasi $\pm 10^\circ\text{C}$) suhu 50°C selama 15 jam, untuk selanjutnya dilepaskan dari wadah cetakan (mengacu Podlaseck *et al.* 1996). Wang *et al.* (2011) melaporkan bahwa perluasan permukaan bertujuan untuk meningkatkan daya penyerapan gelombang mikro.

Karakterisasi kualitas *film* material kemasan penyerap gelombang mikro yang dilakukan adalah pengujian *reflection loss* (Inui *et al.* 1992), dimana *film* material kemasan dengan ukuran 30 x 30 x 3 cm ditempatkan pada ruang anti-gema (*anechoic chamber*) dan diletakkan diatas substrat aluminium (Liu *et al.* 2007). *Reflection loss* merupakan nilai daya serap gelombang dengan menggunakan *Vector Network Analyzer* merk Agilent-N5230C pada rentang frekuensi 5-10 GHz.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Viskositas Larutan Kitosan-PVA

Viskositas campuran larutan kitosan-PVA berkisar (50,00 \pm 0,00) - (124,00 \pm 0,00) cP. Semakin tinggi konsentrasi kitosan yang digunakan, viskositas larutan makin meningkat (Tabel 1). Wang *et al.* (1991) melaporkan bahwa di dalam suatu larutan, tingginya muatan positif akan menghasilkan gaya tolak menolak, yang membuat polimer kitosan yang sebelumnya berbentuk gulungan membuka menjadi rantai lurus, sehingga mengakibatkan viskositas larutan meningkat. Kumar *et al.* (2010) melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi kitosan menimbulkan tautan silang dan terjadinya peningkatan jumlah ikatan hidrogen. Park *et al.* (2002) menambahkan bahwa selama pembentukan *film*, jumlah ikatan hidrogen pada *film* kitosan makin meningkat dan peningkatan ini sejalan dengan meningkatnya jumlah gugus amino dan gugus hidroksil akibat konsentrasi kitosan yang ditambahkan, sehingga viskositas menjadi tinggi. Bahrami *et al.* (2003) melaporkan bahwa peningkatan viskositas dapat mengakibatkan peningkatan kuat tarik (*Tensile Strength*) dari suatu *film* kitosan.



Gambar 1 Visual *film* material kemasan komposit polimer kitosan-PVA dengan perbedaan konsentrasi kitosan a) 0% (kontrol); b) 1%; c) 1,5% ; d) 2%

Visualisasi Film Material Kemasan Komposit Polimer Kitosan-PVA

Bentuk *film* material kemasan berupa lembaran plastik tipis dan transparan dengan warna sedikit kekuningan (Gambar 1). Secara visual memperlihatkan campuran yang homogen antara kitosan dengan PVA. Warna *film* material kemasan yang kekuningan diduga karena pengaruh konsentrasi dari kitosan digunakan. Semakin tinggi konsentrasi kitosan yang digunakan menyebabkan warna larutan menjadi semakin kuning, sehingga dihasilkan warna *film* material kemasan menjadi kuning gelap. Dallon *et al.* (2007) melaporkan bahwa peningkatan konsentrasi kitosan dalam larutan akan membuat warna larutan semakin keruh yang akan mempengaruhi warna *film* kitosan yang dihasilkan. Mangala *et al.* (2003) melaporkan bahwa semakin keruh larutan kitosan yang dihasilkan maka *film* yang terbentuk akan makin berwarna kuning gelap.

Ketebalan Film Material Kemasan Komposit Polimer Kitosan-PVA

Film material kemasan komposit polimer kitosan-PVA yang dihasilkan memiliki ketebalan $(0,14 \pm 0,03)$ - $(0,18 \pm 0,04)$ mm. Nilai ketebalan *film* material kemasan yang

dihasilkan cenderung tidak berbeda namun peningkatan konsentrasi kitosan terlihat makin meningkatkan ketebalan *film* material kemasan yang ada (Tabel 1). Portes *et al.* (2009) melaporkan bahwa peningkatan ketebalan diduga oleh banyaknya ikatan hidrogen yang terbentuk akibat interaksi antara gugus hidroksil dan amino dari kitosan dengan gugus hidroksil PVA, sehingga menyebabkan kedua bahan tersebut terikat kuat dan membentuk suatu padatan saat berubah menjadi *film*. Raymond *et al.* (2003) menambahkan gugus hidroksil dan gugus amina yang berinteraksi dalam ikatan hidrogen menjadikan larutan menjadi lebih sulit menguap dari senyawa lain. Gontard *et al.* (1993) melaporkan bahwa ketebalan *film* dipengaruhi oleh jumlah padatan yang terdapat pada larutan. Semakin banyak jumlah padatan maka *film* yang terbentuk semakin tebal. Park dan Chinnan (1995) melaporkan hal lain yang dapat mempengaruhi ketebalan *film* diantaranya luas cetakan, volume larutan, dan jumlah padatan dalam larutan.

Kuat Tarik (*Tensile Strength*) Film Material Kemasan Komposit Polimer Kitosan-PVA

Kuat tarik *film* material kemasan adalah $(106,33 \pm 2,82)$ - $(143,50 \pm 2,59)$ kPa. Semakin

Tabel 1 Viskositas larutan, ketebalan dan kuat tarik film material kemasan komposit polimer kitosan-PVA dengan perbedaan konsentrasi kitosan

Konsentrasi kitosan (%)	Viskositas larutan (cP)	Ketebalan (mm)	Kuat tarik (kPa)
0	$50 \pm 0,0$	$0,14 \pm 0,03$	$106,33 \pm 2,82$
1	$50 \pm 0,0$	$0,16 \pm 0,04$	$127,83 \pm 2,59$
1,5	$83 \pm 0,0$	$0,17 \pm 0,04$	$138,83 \pm 2,12$
2	$124 \pm 0,0$	$0,18 \pm 0,04$	$143,50 \pm 2,59$

tinggi konsentrasi kitosan yang diberikan dapat meningkatkan kekuatan tarik *film* material kemasan yang dihasilkan (Tabel 1). Peningkatan nilai kuat tarik diduga disebabkan interaksi antara gugus OH dan NH_2 dari kitosan dengan gugus OH dari PVA yang membentuk ikatan hidrogen yang kuat (Leceta *et al.* 2012). El-Hefian *et al.* (2011) melaporkan bahwa semakin tinggi konsentrasi kitosan maka jumlah ikatan hidrogen yang terbentuk akan semakin banyak sehingga kuat tarik akan semakin besar. Rinaudo (2006) melaporkan juga bahwa kuat tarik dapat dipengaruhi oleh derajat deasetilasi kitosan, derajat deasetilasi yang tinggi maka jumlah gugus NH_2 akan semakin banyak sehingga ikatan hidrogen yang terbentuk akan semakin banyak sehingga meningkatkan kuat tarik.

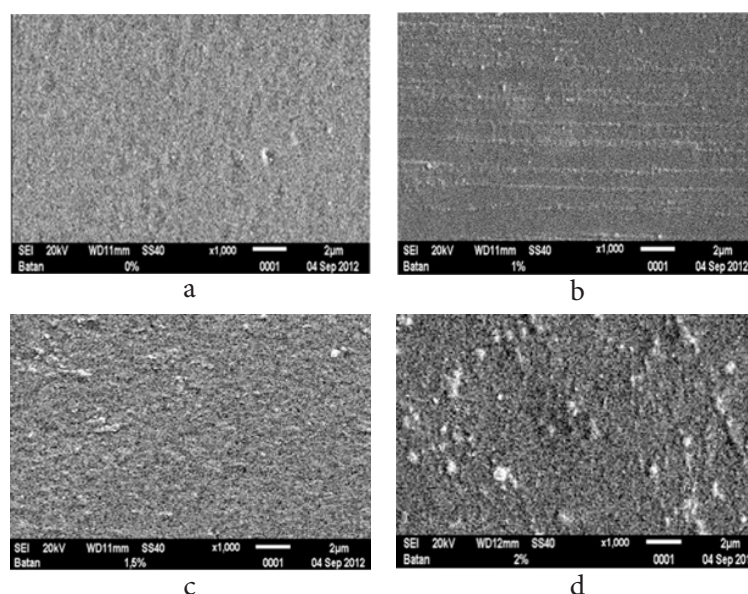
Analisis *Scanning Electron Microscopy* (SEM) Film Material Kemasan Komposit Polimer Kitosan-PVA

Film material kemasan komposit polimer kitosan-PVA secara umum tampak halus dan homogen serta terdapat butir-butir halus yang seragam yang terdapat pada permukaan (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa kitosan dan PVA tercampur dengan baik atau kemungkinan terjadi interaksi antara

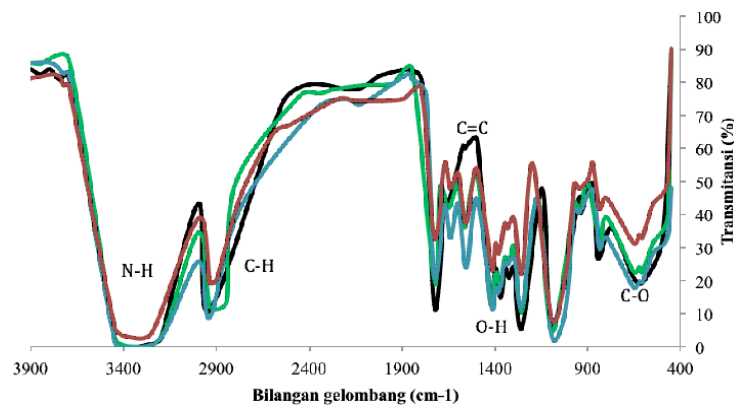
kitosan dengan PVA. El-Hefian *et al.* (2010) melaporkan bahwa pembentukan campuran yang homogen dari kitosan dan PVA sebagian besar disebabkan oleh interaksi antara kitosan dengan PVA. Koyano *et al.* (2000) melaporkan bahwa interaksi kitosan dengan PVA adalah berupa pembentukan ikatan hidrogen antara gugus amina (NH_2) pada kitosan yang bermuatan positif dengan gugus hidroksil (OH) pada PVA yang bermuatan negatif. Muzzarelli dan Rocchetti (1985) melaporkan bahwa ikatan hidrogen membuat kedua bahan bercampur dengan baik dan menghasilkan homogenitas pada permukaan *film*.

Fourier Transform Infrared (FTIR) Film Material Kemasan Komposit Polimer Kitosan-PVA

Analisis FTIR digunakan untuk penentuan keberadaan gugus fungsi yang berada pada *film* material kemasan komposit polimer kitosan-PVA. Spektra gugus yang terlihat pada *film* material kemasan kitosan 0% menunjukkan bilangan gelombang pada $3435,31 \text{ cm}^{-1}$ dan $1732,62 \text{ cm}^{-1}$ yang merupakan gugus fungsi dari hidroksil (OH) dan keton. Hasil tersebut tidak jauh berbeda dengan yang disampaikan oleh El-Hefian *et al.* (2011) yang menyatakan spektra dari gugus OH berada pada bilangan



Gambar 2 Hasil analisis SEM film material kemasan komposit polimer kitosan-PVA dengan perbedaan konsentrasi kitosan (a) 0% (kontrol); (b) 1%; (c) 1,5%; (d) 2%.



Gambar 3 Spektra film material kemasan komposit polimer kitosan-PVA dengan perbedaan konsentrasi kitosan (a) 0% —, (b) 1% —, (c) 1,5% —, (d) 2% —

gelombang 3439 cm^{-1} dan gugus keton pada 1736 cm^{-1} . Perubahan bilangan gelombang gugus OH pada setiap konsentrasi disebabkan oleh terbentuknya ikatan hidrogen antara gugus hidrogen dari kitosan dan PVA. Hal ini terlihat pada spektra dari gugus CH yang bervariasi pada bilangan gelombang $2360,62\text{ cm}^{-1}$, $2159,77\text{ cm}^{-1}$, $2142,91\text{ cm}^{-1}$, dan $2362,51\text{ cm}^{-1}$ (Gambar 3). Chen *et al.* (2007) melaporkan bahwa gugus NH pada kitosan terdapat pada bilangan gelombang 1653 cm^{-1} . Film material kemasan kitosan 1% dan 1,5% belum terlihat spektra dari gugus NH, namun pada film material kemasan kitosan 2% terlihat spektra gugus NH pada bilangan gelombang $1632,91\text{ cm}^{-1}$. Hasil tersebut diduga pada film material kemasan kitosan 1% dan 1,5% konsentrasi kitosan masih rendah sehingga belum terlihat gugus NH, tetapi spektra dari gugus keton ($1723,80\text{ cm}^{-1}$ dan $1750,77\text{ cm}^{-1}$) masih terlihat,

namun pada konsentrasi 2% gugus NH mulai terlihat. Hasil ini didukung El-Hefian *et al.* (2010) yang melaporkan bahwa dengan peningkatan konsentrasi PVA dapat menghilangkan spektra dari gugus NH dan terjadi meningkatkan intensitas gugus CH. Zhang *et al.* (2007) melaporkan juga bahwa perubahan bilangan gelombang dapat terjadi akibat interaksi antara gugus-gugus dari kitosan dengan PVA.

Reflection Loss Film Material Kemasan Komposit Polimer Kitosan-PVA

Analisis *reflection loss* dilakukan untuk mengetahui besarnya daya serap gelombang elektromagnetik oleh material yang telah dibuat. Film material kemasan dengan konsentrasi kitosan 1% menghasilkan nilai *reflection loss* paling tinggi pada setiap frekuensi cupliknya yaitu dengan kisaran angka ($-28,3127 - 38,8229$) dB dan nilai rata-rata ($-31,9289 \pm 4,0094$) dB.

Tabel 2 *Reflection loss film* material kemasan komposit polimer kitosan-PVA penyerap gelombang mikro dengan perbedaan konsentrasi kitosan

Frekuensi cuplik	<i>Reflection loss</i> (-dB) pada konsentrasi kitosan			
	0%	1%	1,5%	2%
5 GHz	27,3986	28,3127	28,1721	27,8372
6 GHz	27,7089	28,8366	28,6897	28,3084
7 GHz	29,0035	29,9801	29,8330	29,5362
8 GHz	30,5171	31,2517	31,1049	30,8908
9 GHz	33,9246	34,3695	34,2043	34,2142
10 GHz	38,5156	38,8229	38,6587	38,7125
Rata-rata	$31,1780 \pm 4,3097$	$31,9289 \pm 4,0094$	$31,7771 \pm 4,0001$	$31,5832 \pm 4,1755$

Hasil pengukuran nilai *reflection loss* pada *film* material kemasan penyerap gelombang mikro disajikan pada Tabel 2.

Penambahan konsentrasi kitosan terlihat meningkatkan daya serap dibandingkan dengan tanpa kitosan, namun seiring peningkatan konsentrasi kitosan terlihat penurunan daya serap gelombang, hal ini diduga peningkatan konsentrasi kitosan dapat menurunkan nilai permitivitas dielektrik yang berkaitan dengan kemampuan dalam penyimpanan energi (Mc Meeking dan Landis 2005). Lima *et al.* (2006) menambahkan bahwa peningkatan konsentrasi kitosan dalam *film* kitosan-kolagen dapat menurunkan nilai permitivitas dielektrik dari 2,41 menjadi 2,05, sehingga diduga peningkatan konsentrasi kitosan dalam *film* menyebabkan jumlah energi dari gelombang elektromagnetik yang terserap menjadi semakin sedikit karena terdapat penurunan nilai permitivitas dielektrik, sehingga pada *film* material kemasan dengan konsentrasi kitosan 1% mampu menyerap gelombang lebih banyak.

Won-Jun *et al.* (2005) melaporkan bahwa suatu material dapat menyerap gelombang elektromagnetik melalui dua cara, yaitu dengan mengubah gelombang yang masuk menjadi energi panas oleh bahan dielektrik dan dengan menyerap medan magnetik oleh material magnetik. Kitosan yang merupakan bahan dielektrik mampu mengubah gelombang elektromagnetik menjadi energi panas dikarenakan pengaruh gelombang elektromagnetik yang menyebabkan mobilitas ion-ion pada material saling bertumbukan dan pada akhirnya menimbulkan panas. Qadariah *et al.* (2009) melaporkan bahwa

timbulnya panas berasal dari medan listrik gelombang elektromagnetik yang memaksa ion-ion pada bahan dielektrik untuk berputar dan pindah dari respon lambat mengikuti medan listrik yang cepat.

Film material kemasan yang telah dibuat, gugus amina pada kitosan dan gugus hidroksil pada PVA yang merupakan gugus aktif yang berotasi dan bergetar untuk menyerap energi dari gelombang elektromagnetik yang dipancarkan. Wu *et al.* (2003) menyatakan bahwa rotasi dan getaran molekul disebabkan oleh kesamaan frekuensi gelombang yang dipancarkan dengan frekuensi getar dari molekul pada suatu bahan.

Film material kemasan yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai material penyerap gelombang mikro. Nilai *reflection loss* yang dihasilkan memiliki nilai rata-rata -31,9289 dB. Perbandingan nilai *reflection loss* dari *film* material kemasan hasil penelitian dengan material lain disajikan dalam Tabel 3.

Nilai *reflection loss* (RL) dari hasil penelitian memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian lain yang menggunakan material dengan bahan dasar kolagen berbasis serat, karbon dan besi karbonil. Faktor yang mempengaruhi daya serap gelombang elektromagnetik adalah jenis bahan yang digunakan dan ketebalan bahan. Renata *et al.* (2011) melaporkan bahwa ketebalan dari material yang digunakan mempengaruhi besar kecilnya daya serap gelombang. Material yang digunakan berupa barium heksaferit dengan ketebalan 2 mm, 4 mm, dan 6 mm. Semakin tebal bahan yang digunakan maka kapasitas untuk melakukan penyerapan

Tabel 3 Perbandingan nilai *reflection loss film* material kemasan komposit polimer kitosan-PVA dengan sumber lain

Jenis bahan	Nilai <i>reflection loss</i> (dB)
Kitosan-PVA ¹	-31,928
Serat berbasis kolagen ²	-4,730
Serat karbon ³	-25,000
Besi karbonil ⁴	-23,060

gelombang akan semakin banyak. Peningkatan daya serap gelombang elektromagnetik seiring bertambahnya ketebalan material yang terbentuk, yaitu berkisar dari (-13 - 10) dB.

KESIMPULAN

Material kemasan komposit penyerap gelombang mikro dapat dibuat dengan bahan dasar polimer kitosan dan polivinil alkohol (PVA). Daya serap gelombang mikro paling tinggi dengan kisaran nilai *reflection loss* (-28,3127 - 38,8229) dB dihasilkan dari material kemasan komposit dengan konsentrasi kitosan 1%.

DAFTAR PUSTAKA

- Abu-Aiad THM, Abd-El-Noura KN, Hakima IK, Elsabeeb MZ. 2005. Dielectric and interaction behavior of chitosan/polyvinyl alcohol and chitosan/polyvinyl pyrrolidone blends with some antimicrobial activities. *Polymer* 47(1): 379-389.
- Basak T. 2007. Role of metallic, ceramic and composite plates on microwave processing of composite dielectric materials. *Materials Science and Engineering A* 457(1-2): 261-274.
- Bahrami SB, Kordestani SS, Mirzadeh H, Mansoori P. 2003. Poly(vinyl alcohol)-chitosan blends: preparation, mechanical and physical properties. *Iranian Polymer Journal* 12(2):39-146.
- Begum AA, Radhakrishnan R, Nazeer KP. 2011. Study of structure-property relationship on sulfuric acid crosslinked chitosan membranes. *Malaysian Polymer Journal* 6(1):27-38.
- Brody AL. 2012. The coming wave of microwave sterilization and pasteurization. *Food Technology Magazine* 66(3):78-80.
- Campanone LA, Zaritzky NE. 2005. Mathematical analysis of microwave heating process. *Journal of Food Engineering* 69(3):359-368.
- Chandrasekaran S, S Ramanathan, T Basak. 2013. Microwave food processing-A review. *Food Research International* 52(1):243-261.
- Costa-Junior ES, Barbosa-stancioli EF, Mansur AAP, Vasconcelos WL. 2009. Preparation and characterization of chitosan/poly (vinyl alcohol) chemically crosslinked blends for biomedical applications. *Journal of Carbohydrate Polymers* 76(3):472-481.
- Dallan PRM, Moreira PL, Petinari L, Malmonge SM, Beppu MM, Genari SC, Moraes AM. 2007. Effects of chitosan solution concentration and incorporation of chitin and glycerol on dense chitosan membrane properties. *Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials* 80(2):394-405.
- Das AK, Rajkumar V. 2013. Effect of different fat level on microwave cooking properties of goat meat patties. *Journal of Food Science and Technology* 50 (6):1206-1211
- Datta AK, Anantheswaran RC. 2000. *Handbook of microwave technology for food applications*. New York: Marcel Dekker Inc.
- Datta AK, Davidson PM. 2000. Microwave and radio frequency processing. *Journal of Food Science* 65(8): 32-41.
- Duan ZH, Jiang LN, Wang JL, Yu XY, Wang T. 2011. Drying and quality characteristics of tilapia fish fillets dried with hot air-microwave heating. *Food and Bioproducts Processing* 89(4): 472-476.
- El-Hefian EA, Nasef MM, Yahaya AH. 2010. The preparation and characterization of chitosan/poly (vinyl alcohol) blended films. *Electronic Journal of Chemistry* 7(4): 1212-1219.
- El-Hefian EA, Nasef MM, Yahaya AH. 2011. Preparation and characterization of chitosan/poly (vinyl alcohol) blended films: mechanical, thermal and surface investigations. *Electronic Journal of Chemistry* 8(1): 91-96.
- Gontard N, Guilbert S, Cuq JL. 1993. Water and glycerol as plasticizer affect mechanical and water vapor barrier properties of an wheat gluten film. *Journal of Food Science* 58(1): 206-211.
- Guillard V, Mauricio-Iglesias M, Gontard N. 2010. Effect of novel food processing methods on packaging: structure, composition, and migration properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 50(10):969-988.
- Helmroth E, Rijk R, Dekker M, Jongen W. 2002. Predictive modelling of migration from packaging materials into food products for

- regulatory purposes. *Trends in Food Science & Technology* 13(3):102-109.
- Icoz D, Sumnu G, Sahin S. 2004. Color and texture development during microwave and conventional baking of breads. *International Journal of Food Properties* 7(2):201-213.
- Inui T, Hatakeyama K, Yoshiuchi S, Harada T, Kizaki T. 1992. Electromagnetic wave absorber. United States Patent, US005081455A.
- Iushchenko YP, Kablov VF, Zaikov GE. 2009. Preparation and study of chitosan polymer complexes with proteins and hydroxylic polymers. Di dalam: Vasile C, Gennady E, editor. *Environmentally Degradable Materials Based on Multicomponent Polymeric Systems*. Leiden: Koninklijke Brill NV.
- Knoerzer K, Regier M, Schubert H. 2008. A computational model for calculating temperature distributions in microwave food applications. *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 9(3):374-384.
- Koyano T, Koshizaki N, Umehara H, Nagura M, Minoura N. 2000. Surface states of PVA/chitosan blended hydrogels. *Polymer* 41(12):4461-4465.
- Krochta JM, Mulder-Johnstone DC. 1997. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. *Food Technology* 51(2): 61-64.
- Kumar HMPN, Prabhakar MN, Prasad CV, Rao KM, Reddy TVAK, Rao KC, Subha MCS. 2010. Compatibility studies of chitosan/PVA blend in 2% aqueous acetic acid solution at 30°C. *Carbohydrate Polymers* 82:251-255.
- Lakshmi S, Chakkaravarthi A, Subramanian R, Singh V. 2007. Energy consumption in microwave cooking of rice and its comparison with other domestic appliances. *Journal of Food Engineering* 78(2):715-722.
- Leceta I, Guerrero P, de la Caba K. 2012. Functional properties of chitosan-based films. *Journal of Carbohydrate Polymers* 93(1):339-346.
- Liang S, Liu L, Huang Q, Kit LY. 2009. Preparation of single or double-network chitosan/poly(vinyl alcohol) gel films through selectively cross-linking method. *Carbohydrate Polymers* 77(4):718-724.
- Lima CGA, de Oliveira RS, Figueiro SD, Wehmann CE, Goes JC, Sombra ASB. 2006. DC conductivity and dielectric permittivity of collagen-chitosan films. *Journal of Materials Chemistry and Physics* 99(2-3): 284-288.
- López-Cervantes J, Sánchez-Machado DI, Simal-Lozano J, Paseiro-Losada P. 2003. Migration of ethylene terephthalate oligomers from roasting bags into olive oil. *Chromatographia* 58(5-6):321-326.
- Lorence MW, PS Pesheck. 2009. Development of packaging and products for use in microwave ovens. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- Mangala E, Kumar TS, Baskar S, Rao KP. 2003. Development of chitosan/poly (vinyl alcohol) blend membranes as burn dressings. *Journal of Trends Biomaterial Artificial Organs* 17(1): 34-40.
- McMeeking RM, Landis CM. 2005. Electrostatic forces and stored energy for deformable dielectric materials. *Journal of Applied Mechanics* 72(4):581-590.
- Munro IC, Haightona LA, Lyncha BS. 2009. Technological challenges of addressing new and more complex migrating products from novel food packaging materials. *Food Additives and Contaminants: Part A* 26(12): 1534-1546.
- Muzzarelli RAA, Rocchetti R. 1985. The determination of the degree of acetylation of chitosan by first derivative ultraviolet spectrophotometry. *Journal of Carbohydrate Polymers* 5(6):461-472.
- Park HJ, Chinnan MS. 1995. Gas and water vapour barrier properties of edible films from protein and cellulose materials. *Journal of Food Engineering* 25(4):497-507.
- Park SY, Marsh KS, Rhim JW. 2002. Characteristics of different molecular weight chitosan films affected by the type of organic solvents. *Journal of Food Science* 67(1):194-197.
- Phang SW, Tadokoro M, Watanabe J, Kuramoto N. 2008. Synthesis, characterization and microwave absorption property of doped polyaniline nanocomposites containing TiO₂ nanoparticles and carbon nanotubes.

- Synthetic Metals* 158(6):251-258.
- Podlaseck S, Shumaker GP, Rimer PD. 1996. Electromagnetic-attenuating coating materials. United States Patent, US005545474A.
- Portes E, Gardrat C, Castellan A, Coma V. 2009. Environmentally friendly films based on chitosan and tetrahydrocurcuminoid derivatives exhibiting antibacterial and antioxidative properties. *Journal of Carbohydrate Polymers* 76(4):578-584.
- Qadariyah L, Mahfud, Novita D, Cempaka DS. 2009. Konversi gliserol dengan gelombang mikro secara batch. *Jurnal Teknik Kimia* 4(1): 281-286.
- Rattanadecho P. 2004. Theoretical and experimental investigation of microwave thawing of frozen layer using a microwave oven (effects of layered configurations and layer thickness). *International Journal of Heat and Mass Transfer* 47(5):937-945.
- Raymond EA, Tarbuck TL, Brown MG, Richmond GL. 2003. Hydrogen-bonding interactions at the vapor/water interface investigated by vibrational sum-frequency spectroscopy of HOD/H₂O/D₂O mixtures and molecular dynamics simulations. *Journal of Physics Chemistry B* 107(2):546-556.
- Renata A, Widyastuti, Purwaningsih H. 2011. Pengaruh presentasi berat barium heksaferrite (BAFe₁₂O₁₉) dan ketebalan lapisan terhadap reflection loss pada komposit radar absorbent material (RAM). *Jurnal Teknik Material dan Metalurgi*, Institut Teknologi Sepuluh Nopember:1-7.
- Rinaudo M. 2006. Chitin and chitosan: properties and applications. *Journal of Progress in Polymer Science* 31(7):603-632.
- Risch S. 2009. Regulatory issues in microwave packaging in Lorence MW, PS Pesheck. 2009. Development of packaging and products for use in microwave ovens. Woodhead Publishing Limited and CRC Press LLC.
- Siracusa V, Rocculi P, Romani S, Rosa MD. 2008. Biodegradable polymers for food packaging: a review. *Trends in Food Science and Technology* 19(12):634-643.
- Stephen NM, Shakila JR, Jeyasekaran G, Sukumar D. 2010. Effect of different types of heat processing on chemical changes of tuna. *Journal of Food Science and Technology* 47: 174-181.
- Tripathi S, Mehrotra GK, Dutta PK. 2009. Physicochemical and bioactivity of cross-linked chitosan film for food packaging applications. *International Journal of Biological Macromolecules* 45(4):372-376.
- Vadivambal R, Jayas DS. 2010. Non-uniform temperature distribution during microwave heating of food materials-A review. *Food and Bioprocess Technology* 3(2):161-171.
- Wang W, Bo S, Li S, Qin W. 1991. Determination of the Mark-Houwink equation for chitosans with different degrees of deacetylation. *International Journal of Biology Macromolecular* 13(5):281-285.
- Wang Y, Li T, Zhao L, Hu Z, Gu Y. 2011. Research progress on nanostructured radar absorbing materials. *Energy and Power Engineering* 3(4): 580-584.
- Won-Jun L, Sang-Eui L, Chun-Gon K. 2005. Tensile & electrical properties of polypyrrole/epoxy composites for radar absorbing materials. *The Proceedings of the 5th Korea-Japan Joint Symposium on Composite Materials* 5:25-26.
- Wu DY, Hayashi M, Shiu YJ. 2003. Theoretical calculations on vibrational frequencies and absorption spectra of S1 and S2 states of pyridine. *Journal of the Chinese Chemical Society* 50(3B):735-744.
- Zargarian SS, Asl-Haddadi V. 2010. A nanofibrous composite scaffold of PCL/hydroxyapatite-chitosan/PVA prepared by electrospinning. *Iranian Polymer Journal* 19(6):457-468.