

Sintesis Kopolimer Ikatan Silang Gelatin Sisik Ikan-Kitosan Menggunakan Iradiasi Gamma

Synthesis of Fish Scales Gelatin-Chitosan Crosslinked Films by Gamma Irradiation Techniques

Erizal¹, Dian Peribadi Perkasa¹, Basril Abbas¹ dan Sulistioso G.S.²

¹ Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, BATAN
Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta Selatan 12440

² Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir, BATAN
Kawasan Puspiptek Serpong, Gedung 43, Tangerang
Email : izza3035@yahoo.com

Diterima 13 September 2013; Disetujui 01 November 2013

ABSTRAK

Sintesis Kopolimer Ikatan Silang Gelatin Sisik Ikan-Kitosan Menggunakan Iradiasi Gamma. Gelatin merupakan salah satu komponen yang penting dari limbah sisik ikan. Pada saat ini perhatian terhadap manfaat dan cara pengolahan gelatin sisik ikan meningkat. Penelitian ini dilakukan guna meningkatkan sifat fisik gelatin hasil olah sisik ikan yang selanjutnya diharapkan dapat meningkatkan pemanfaatannya. Gelatin (G) mudah terdegradasi atau larut dalam air pada suhu kamar, sehingga untuk memperpanjang umurnya perlu dimodifikasi, misalnya dengan kitosan. Kitosan (Ks) bersifat *biodegradabel* dan anti bakteri. Oleh karena itu, dalam penelitian ini larutan gelatin dicampurkan dengan larutan kitosan pada variasi perbandingan (100/0, 75/25, 50/50, 25/75, 0/100), dan dicetak pada suhu kamar menjadi film komposit, kemudian diuji efektifitas radiasi gamma pada dosis 10-40 kGy untuk pengikatan silang kedua polimer tersebut. Perubahan kimia film G-Ks diukur menggunakan *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*, fraksi gel ditentukan secara gravimetri, dan sifat mekanik tegangan putus dan perpanjangan putus diukur menggunakan *Universal Testing Machine*. Pada kondisi optimum (dosis 30 kGy dan konsentrasi kitosan 75%), fraksi gel, tegangan putus dan perpanjangan putus meningkat sehingga menyebabkan film komposit lebih kuat dibandingkan film gelatin. Tetapi, sifat fisik tersebut menurun pada dosis 40 kGy. Spektrum FTIR menunjukkan terjadinya ikatan silang pada film G-Ks. Disimpulkan bahwa film G-Ks yang dibuat menggunakan iradiasi gamma dapat meningkatkan sifat mekaniknya dibandingkan film gelatin.

Kata kunci : Gelatin, kitosan, film, radiasi, ikatan silang.

ABSTRACT

Synthesis of Fish Scales Gelatin-Chitosan Crosslinked Films by Gamma Irradiation Techniques. Gelatin is an important component of fish scales. Nowadays, attention has increased concerning the application of gelatin. The aim of this research was to improve the mechanical properties of gelatin produced from fish scales, which concurrently could increase the usefulness of fish scales. Gelatin (G) is prone to degrade or dissolve in water at room temperature, therefore to enhance its lifetime, it has to be modified with other compound such as chitosan. Chitosan (Cs) is a biodegradable polymer, which has biocompatibility and antibacterial properties. In this study, gelatin solution was mixed with chitosan solution in various ratios (G/Cs: 100/0, 75/25, 50/50, 25/75, 0/100), casted at room temperature to make composite films, then tested for the effectiveness of various gamma irradiation doses (10-40 kGy) for crosslinking of the two polymers. Chemical changes of the films were measured by FT-IR, gel fractions were determined by gravimetry, and mechanical properties were determined by tensile strength and elongation at break using universal testing machine. At optimum conditions (30 kGy and 75 % Cs), the gel fraction, tensile strength, and elongation at break were higher leading to a stronger composite films as compared to the

gelatin film. FTIR spectral analysis showed that gelatin and chitosan formed a crosslinked network. It was concluded that G-Cs films prepared by gamma irradiation have improved their mechanical properties than the gelatin itself.

Key words : gelatin, chitosan, film, gamma irradiation, crosslinked

PENDAHULUAN

Gelatin berasal dari sisik ikan pada saat ini merupakan salah satu bahan alternatif potensial pengganti gelatin tulang babi dan tulang sapi yang pada umumnya dipakai di industri. Hal ini dikarenakan beberapa alasan antara lain adanya virus yang mengkontaminasi bahan baku tersebut dan unsur keagamaan di beberapa negara yang melarang penggunaan bahan yang berasal dari babi dan sapi. Sisik ikan merupakan salah satu bagian terbesar produk yang belum dimanfaatkan secara maksimal sebagai hasil samping usaha industri perikanan laut yang menyebabkan limbah dan polusi pada lingkungan. Padahal, sisik ikan pada dasarnya mengandung kolagen/gelatin yang bernilai ekonomis [1,2,3]. Gelatin merupakan derivat protein terdiri dari asam-asam amino pada umumnya digunakan sebagai *hard and soft* kapsul. Selain itu, gelatin dapat digunakan sebagai bahan *biodegradable*. Namun demikian, kelemahan gelatin adalah sangat mudah dikontaminasi oleh bakteri atau jamur [4,5].

Kitosan adalah salah satu biopolimer derivat karbohidrat diperoleh dari deasetilasi khitin. Jika kitosan dibandingkan dengan karbohidrat lainnya, kitosan berkeunggulan antara lain biokompatibel, *biodegradable*, tidak toksis, dan bersifat fungsional bakterostatik dan fungisida [6,7]. Kitosan dimanfaatkan di bidang farmasi walaupun bukan merupakan hal baru yaitu antara lain dalam formulasi *drug delivery systems*, *muco-adhesive forms*, *rapid release forms*, *colonic drug delivery systems*, *gene delivery* dan dapat dipakai sebagai *edible film* atau untuk *coating* (pelapis) karena sifat uniknya yang viskositasnya meningkat jika dilakukan penguapan [8-12]. Oleh karena itu,

berdasarkan sifat bioaktif, mekanik yang tinggi, maka kombinasi gelatin sisik ikan dan kitosan yang *diblend* (dipadukan) diharapkan dapat menghasilkan biokomposit gelatin-kitosan untuk dapat dipakai sebagai bahan biomaterial.

Biokomposit gelatin-kitosan merupakan bahan potensial sebagai pengemas *biodegradable, edible film*, biomaterial di bidang kesehatan, dan rekayasa jaringan [13,14,15]. Pada umumnya biokomposit tersebut memiliki sifat mekanik yang relatif rendah dan untuk meningkatkan sifatnya tersebut dilakukan ikatan silang menggunakan *crosslinker* genipin dan proanthosianidin [16,17]. Namun demikian belum diperoleh informasi mengenai sintesis film gelatin-kitosan berikatan silang dengan teknik iradiasi.

Radiasi gamma dan berkas elektron merupakan *tool (alat)* yang paling populer dimanfaatkan untuk sterilisasi di bidang kesehatan, pengawetan makanan [18-22]. Selain itu, kedua alat tersebut dapat dimanfaatkan untuk *surface coating* dan pembuatan *heat shrinkable cable* [23,24]. Kedua jenis sumber energi tersebut pada saat ini telah dimanfaatkan lebih jauh untuk proses ikatan silang dan degradasi monomer/polimer. Keunggulan radiasi gamma dan berkas elektron antara lain adalah prosesnya relatif cepat, tidak ada residu yang tersisa, dan dosis iradiasi dapat diatur sesuai keperluan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dimanfaatkan radiasi gamma untuk modifikasi film gelatin-kitosan guna meningkatkan karakteristik fisik dan mekaniknya sekaligus sterilisasi.

Berdasarkan deskripsi hal-hal tersebut diatas, maka penelitian ini ditujukan untuk sintesis ikatan silang film gelatin-kitosan dengan teknik iradiasi dan mempelajari sifat

fisiko-kimianya. Film hasil iradiasi dikarakterisasi perubahan kimianya menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infra Red*). Perubahan perpanjangan putus dan tegangan putus diuji menggunakan *universal testing machine* serta fraksi gel ditentukan secara gravimetri.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Sisik ikan kakap putih diperoleh dari Balai Besar Riset Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, Slipi, Kitosan dibeli dari PT Surindo, Cirebon dengan derajat deasetilasi 80-90 %. Asam asetat buatan Merck. Pereaksi lainnya kualitas p.a.

Alat

Alat yang dipakai dalam penelitian ini adalah Spektrofotometer FT-IR Prestige 21 model 8400 S, Shimadzu, Jepang digunakan untuk menganalisis perubahan struktur kimia film. Pengujian tegangan putus (*tensile strength*) dan perpanjangan putus (*elongation at break*) film digunakan *Universal Testing Machine*, Instron, Toyoseki, buatan Jepang yang yang dikalibrasi menggunakan pemberat standar ukuran 1 kg. Iradiasi bahan digunakan sumber iradiasi gamma dan dikalibrasi dengan dosimeter Fricke.

Ekstraksi gelatin sisik ikan kakap putih

Sisik ikan yang diperoleh hasil samping industri perikanan, dicuci permukaannya dengan air mengalir hingga bersih. Kemudian sisik ikan direndam dalam larutan surfaktan selama 24 jam untuk menghilangkan lemak dan kotoran lainnya. Selanjutnya sisik ikan dalam larutan surfaktan dibersihkan kembali dengan menggoyangkannya menggunakan *shaker* horizontal dengan kecepatan 200 rpm selang waktu 1 jam. Perlakuan tersebut dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Kemudian sisik ikan dicuci dengan air suling untuk menghilangkan surfaktan dan kemudian

direndam dalam air suling. Sisik ikan dalam air suling dipanaskan dalam otoklaf pada suhu 121 °C selama 1,5 jam. Gelatin yang diperoleh dari hasil otoklaf, disaring menggunakan pompa vakum. Akhirnya larutan gelatin dikeringkan pada suhu kamar (± 27 °C) selama 48 jam untuk mendapatkan film gelatin.

Pembuatan Film G-Ks

Pembuatan film gelatin-kitosan dibuat dengan teknik *casting* [16]. Disiapkan larutan gelatin (G) 10 % dalam air yaitu dengan melarutkan 10 g gelatin dalam 100 mL air suling menggunakan pengaduk magnet dengan kecepatan pengadukan 100 rpm dalam selang waktu 30 menit. Disiapkan larutan kitosan 2% (Ks) dengan melarutkan 2 g kitosan dalam 100 mL asam asetat 2% dengan pengadukan menggunakan magnet stirrer dengan kecepatan 200 rpm selang waktu 24 jam pada suhu kamar, selanjutnya disaring vakum. Kemudian kedua larutan tersebut dicampurkan dengan rasio perbandingan persen volume (mL/mL) gelatin (G) terhadap kitosan (Ks) yaitu 100 : 0, 75:25, 50:50, 25:75 dan 0 : 100. Selanjutnya 30 mL campuran larutan tersebut dituangkan ke dalam wadah cetak dan dikeringkan udara pada suhu kamar (28°C) selama 48 jam. Film yang diperoleh hasil pengeringan, kemudian dikemas dalam plastik PP (polipropilen) dan diiradiasi menggunakan sinar gamma dari sumber iradiasi kobalt-60 pada dosis iradiasi 10,20,30, dan 40 kGy (laju dosis 7,5 kGy/j).

Penetapan fraksi gel

Tiga cuplikan film G-Ks hasil iradiasi dan kontrol dikeringkan pada suhu 60 °C hingga berat konstan, lalu ditimbang (W_0). Film selanjutnya dibungkus dalam kantong teh kering yang telah ditara, kemudian direndam dalam air suling sampai terendam sempurna, dan dikocok dalam *shaker incubator* pada kecepatan 100 rpm selama 24 jam pada suhu kamar untuk menghilangkan senyawa-senyawa yang tidak bereaksi. Film selanjutnya dikeluarkan dari *shaker*

incubator dan dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C hingga berat konstan, kemudian ditimbang kembali (w_1), fraksi gel dihitung dengan persamaan berikut :

$$\text{Fraksi Gel} = (W_1/W_0) \times 100 \% \quad (1)$$

W_1 = berat film G-Ks kering setelah proses pencucian (g)

W_0 = berat film G-Ks kering awal (g)

Data yang diperoleh dari hasil perhitungan tiga sampel ini, dihitung nilai rata-rata dan standar deviasinya.

Pengukuran spektrum FTIR film G-Ks

Spektrum FTIR gelatin, kitosan, dan film G-Ks hasil iradiasi diukur menggunakan FTIR Shimadzu Prestige-21 dengan teknik ATR (*Attenuated Total Reflectance*) pada bilangan gelombang 750 cm^{-1} -4000 cm^{-1} . Cuplikan sampel dalam bentuk film diletakkan pada permukaan kristal ATR. Kemudian spektrum FTIR diukur menggunakan FTIR -prestige 21, buatan Shimadzu, Jepang pada daya resolusi 2 cm^{-1} dan kecepatan scanning 20 scan/detik.

Penentuan tegangan putus dan perpanjangan putus film G-Ks

Tegangan putus dan perpanjangan putus merupakan parameter yang penting dari film kitosan, mewakili tegangan putus maksimum selama proses perpanjangan uji putus dan persentase pertambahan panjang (elastistas) sampel uji yang dialami akibat tegangan putus diukur berdasarkan metode standar ASTM (*American Standard Testing Mechanical*) menggunakan niversal testing machine, instron. Film G-Ks berbentuk *dumbbell* ukuran standar, kedua ujungnya dijepit pada mesin instron dengan salah satunya bergerak dan ujung lainnya dalam keadaan tidak bergerak. Kecepatan gerak penjepit 30 mm/menit pada suhu kamar. Data hasil pengukuran direcord. Prosedur dilakukan dengan 5 kali ulangan. Perpanjangan putus dihitung dengan persamaan

$$\text{Perpanjangan putus} = (L_1 - L_0) / L_0 \times 100 \% \quad (2)$$

L_0 ukuran panjang sampel mula-mula; and
 L_1 ukuran panjang sampel akhir

dan, tegangan putus dihitung dengan persamaan

$$\text{Tegangan putus} = F/A \quad (3)$$

F = Beban dari alat hingga bahan putus (kg)

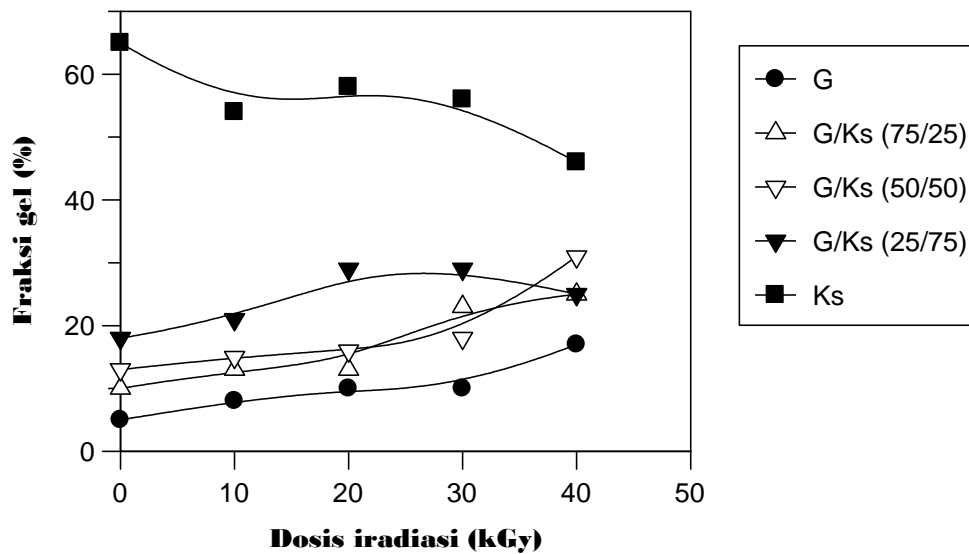
A = Luas penampang bahan (cm^2)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh dosis iradiasi terhadap fraksi gel

Fraksi gel merupakan salah satu parameter penting pada proses sintesis monomer/polimer untuk menghasilkan suatu produk dalam penentuan terjadinya ikatan silang atau degradasi. Variasi fraksi gel pada pengaruh iradiasi gamma dalam rentang dosis 10-40 kGy dan kontrol film G-Ks disajikan pada Gambar 1. Terlihat bahwa fraksi film G-Ks dengan komposisi 50/50, 25/75 pada kondisi 0 kGy (kontrol) secara berturut-turut adalah 13%, dan 14% yang relatif lebih kecil dibandingkan film kitosan (64%) dan lebih besar dibandingkan film gelatin (10 %) dan komposisi film G-Ks 75/25 (4%). Hal ini menunjukkan bahwa campuran gelatin -kitosan tanpa iradiasi dapat mengalami reaksi ikatan silang secara fisik.

Meningkatnya dosis iradiasi hingga 40 kGy, fraksi gel film G-Ks meningkat secara gradual (perlahan-lahan). Film G-Ks dengan komposisi persen gelatin yang relatif besar (75/25) dan sama dengan kitosan (50/50) pola kenaikan fraksi gel sesuai dengan kenaikan fraksi gel film gelatin (100G). Fraksi gel yang dicapai hingga dosis 40 kGy adalah 25 % (75/25) dan 28 % (50/50). Begitu pula halnya dengan film G-Ks dengan komposisi kitosan yang relatif besar (25/75) dibandingkan gelatin dengan pola yang sama dengan film kitosan, fraksi gelnya meningkat hingga dosis 30 kGy dan



Gambar 1. Hubungan dosis iradiasi vs. fraksi gel film G-Ks pada komposisi 75/25;50/50;25/75 serta film gelatin dan kitosan sebagai kontrol hasil iradiasi 10-40 kGy.

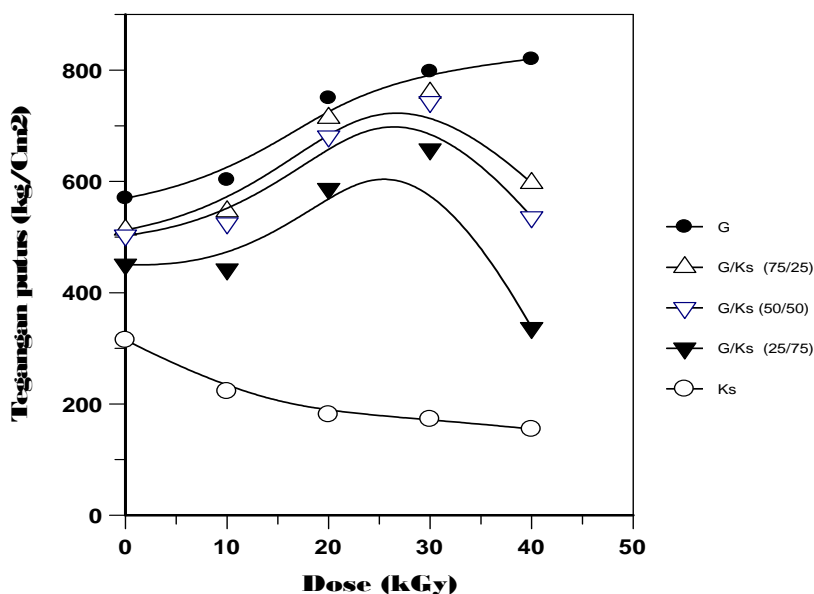
selanjutnya menurun pada dosis 40 kGy. Nilai fraksi gel yang dicapai hingga 30 kGy dari film G-Ks 25/75 adalah 28 % dan menurun menjadi 24 %.

Meningkatnya fraksi gel pada film yang dominan mengandung gelatin disebabkan dengan meningkatnya dosis iradiasi terjadi ikatan silang, dan menurunnya fraksi gel pada film G-Ks yang dominan kitosan disebabkan terjadinya degradasi kitosan. Hal ini mengindikasikan bahwa campuran protein (gelatin) dan karbohidrat (kitosan) pada rasio tertentu dan diiradiasi dengan sinar gamma pada dosis > 20 kGy dapat membentuk gelatin-kitosan berikatan silang.

Pengaruh dosis iradiasi terhadap tegangan putus film G-Ks

Keberhasilan suatu usaha memadukan (*blending*) dua komponen polimer tergantung pada interaksi intermolekulernya dengan hasil terjadinya perbaikan (*improving*) kualitas sifat mekanik dari paduan tersebut. Tegangan putus dan perpanjangan putus mengindikasikan kekuatan dan elastisitas film merupakan parameter fisik yang penting dalam menunjang pada aplikasinya.

Selain itu, penggunaan iradiasi gamma tidak hanya bertujuan untuk modifikasi sifat fisik film dan iradiasi simultan juga bertujuan sekaligus mensterilkan produk. Pada Gambar 2 disajikan pengaruh dosis iradiasi gamma dari 10 kGy hingga 40 kGy terhadap tegangan putus film G-Ks dengan komposisi 75/25;50/50;25/75 (v/v). Pada kondisi awal (0 kGy), terlihat bahwa tegangan putus film dengan komposisi 75/25 adalah 513,84 kg/cm² yang secara berurutan relatif lebih besar dibandingkan film G-Ks pada komposisi 50/50 (503,8 kg/cm²), 25/75 (451,25 kg/cm²), dan kitosan film (314,94 kg/cm²). Hal ini mengindikasikan bahwa gelatin sebagai protein dapat dipadukan dengan kitosan (polisakarida) yang secara sinergis dapat menghasilkan film G-Ks dengan meningkatnya tegangan putusnya dibandingkan film kitosan. Meningkatnya tegangan putus pada kondisi awal (tanpa perlakuan iradiasi) campuran G-Ks (75/25) dapat disebabkan kompaknya struktur membran oleh karena pemaduan yang sangat baik (*good blending*) dari basis polimernya. Serta terjadinya peningkatan (*improving*) sifat mekanik pada paduan G-Ks disebabkan interaksi antara gugus-OH dan



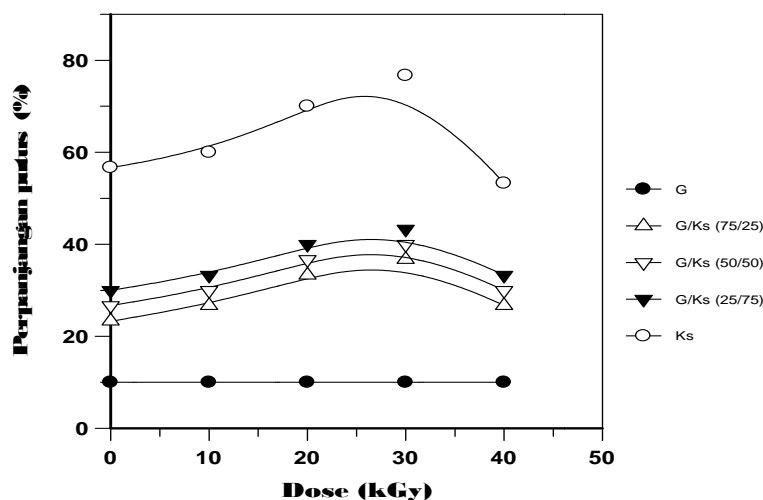
Gambar 2. Hubungan dosis iradiasi vs. tegangan putus film G-Ks pada komposisi 75/25;50/50;25/75 serta film gelatin dan kitosan sebagai kontrol hasil iradiasi 10-40 kGy.

NH₂ pada ke dua polimer tersebut [22]. Sifat mekanik film yang sama seperti hasil penelitian ini yang menggunakan gelatin kulit ikan tuna dilaporkan oleh Gomez-Estaca dkk.[25]. Sedangkan, sifat mekanik film G-Ks relatif lebih rendah dibandingkan film kitosan menggunakan gelatin sapi dilaporkan oleh Pereda dkk.[26].

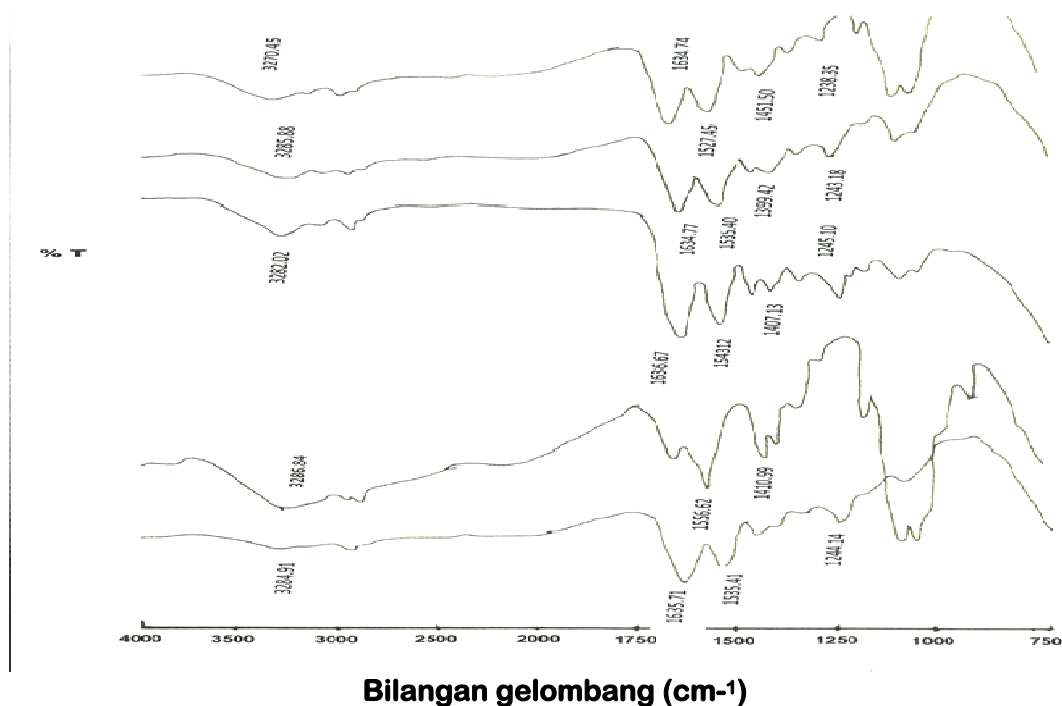
Pada Gambar 2 terlihat bahwa dengan meningkatnya dosis iradiasi hingga 30 kGy, tegangan putus film pada semua komposisi mencapai nilai maksimum dan selanjutnya menurun pada dosis >30 kGy. Tetapi tegangan putus pada film kitosan dengan meningkatnya dosis iradiasi hingga 40 kGy mengalami penurunan dan sebaliknya film gelatin meningkat. Hal ini mengindikasikan bahwa kitosan berperan serta pada terjadinya penurunan nilai tegangan putus film G-Ks dengan meningkatnya dosis iradiasi hingga 40 kGy. Selain itu, keuntungan lain yang dapat diperoleh dari peningkatan dosis iradiasi pada kisaran 10-30 kGy (dosis sterilisasi) adalah produk steril disamping terjadinya peningkatan tegangan putus film.

Pengaruh dosis iradiasi terhadap perpanjangan putus film G-Ks

Perpanjangan putus merupakan parameter fisik yang mewakili kelenturan film yang juga penting dalam penentuan sifat mekanik film dalam menunjang pada aplikasinya. Pada Gambar 3 disajikan pengaruh dosis iradiasi gamma dari 10 kGy hingga 40 kGy terhadap perpanjangan putus film G-Ks dengan komposisi 75/25;50/50;25/75 (v/v) dari gelatin dengan konsentrasi 10 % dan kitosan 2%. Pada kondisi awal (0 kGy), terlihat bahwa perpanjangan putus film gelatin adalah 10 % yang terendah dan film kitosan dengan perpanjangan putus tertinggi (56,67 %) dibandingkan perpanjangan putus film G-Ks 75/25 (23,33 %), 50/50 (26,67 %) dan 25/75 (30 %) secara berturut-turut. Hal ini mengindikasikan bahwa film kitosan dengan kelenturan yang tinggi dapat diturunkan sifatnya dengan *meblendnya* menggunakan gelatin atau sebaliknya kelenturan film gelatin dapat ditingkatkan dengan *meblendnya* menggunakan kitosan. Meningkatnya dosis iradiasi dari 10 kGy hingga 30 kGy, perpanjangan putus film G-



Gambar 3. Hubungan dosis iradiasi vs. perpanjangan putus film G-Ks pada komposisi 75/25;50/50;25/75 serta film gelatin dan kitosan sebagai kontrol hasil iradiasi 10-40 kGy.



Gambar 4. Spektrum FTIR film G-Ks dengan beragam Komposisi, film kitosan serta film gelatin sebagai kontrol.

Ks serta film kitosan mencapai nilai maksimum. Selanjutnya dengan meningkatnya dosis iradiasi pada 40 kGy, perpanjangan putus film G-Ks dan film

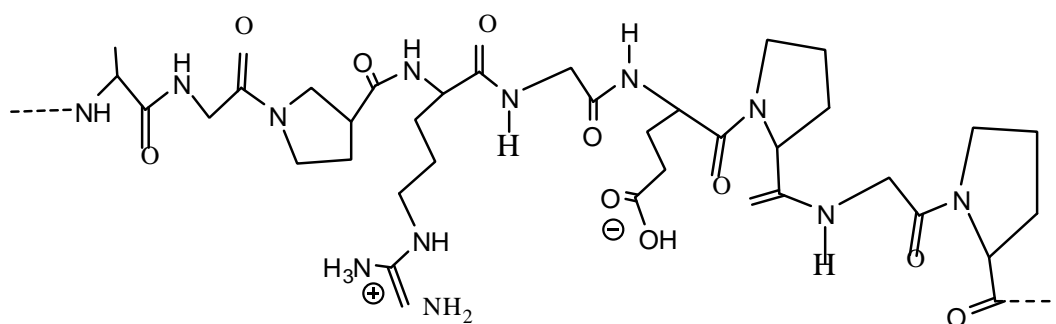
kitosan menurun. Sedangkan meningkatnya dosis iradiasi hingga 40 kGy, tidak menyebabkan perubahan yang signifikan pada perpanjangan putus film gelatin.

Spektrum FTIR film G-Ks

Pengukuran spektrum FTIR ditujukan untuk mempelajari perubahan struktur kimia akibat pengaruh dosis iradiasi pada film G-Ks. Pada Gambar 4 disajikan spektrum film G-Ks dengan komposisi 75/25, 50/50, 25/75 serta film gelatin dan film kitosan sebagai kontrol. Karakteristik gugus fungsi gelatin (struktur molekul pada Gambar 5) dicirikan dengan puncak spektrum gugus NH amida A, amida-I, amida-II dan amida-III yang masing-masing

pada bilangan gelombang 1636 cm^{-1} , 1556 cm^{-1} , dan 1411 cm^{-1} yang secara berturut-turut merupakan gugus fungsi amida I, amida II, dan OH-tekuk [29]. Penentuan gugus fungsi film kitosan tersebut sesuai dengan bentuk spektrum film kitosan seperti yang dilaporkan oleh Abugoch dkk. [28].

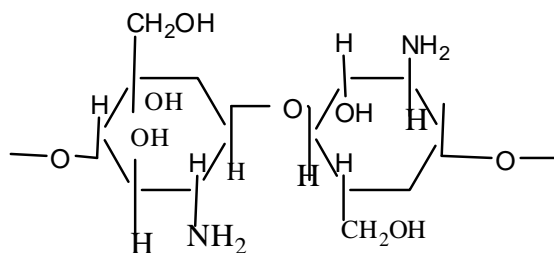
Pada Gambar 4 spektra film gelatin-kitosan, terlihat bahwa puncak gugus amida-I (1635 cm^{-1}), amida-II (1535 cm^{-1}), dan amida -III (1244 cm^{-1}) dari gelatin mengalami pergeseran ke bilangan



Gambar 5. Struktur molekul gelatin

terletak pada sekitar bilangan gelombang 3284 cm^{-1} , 1635 cm^{-1} , 1535 cm^{-1} dan 1243 cm^{-1} . [27]. Amida-A mewakili gugus NH ulur yang berpasangan membentuk ikatan hidrogen, amida-I mewakili gugus C=O ulur yang berpasangan dengan gugus COO membentuk ikatan hidrogen, amida-II terjadi karena vibrasi tekuk gugus NH dan vibrasi ulur gugus C-N, amida -III berkaitan dengan vibrasi bidang gugus C-N dan NH dari glisin [27,29]. Sedangkan spektra FTIR kitosan yang struktur molekulnya disajikan pada Gambar 6, cirikhas utamanya adalah

gelombang secara berturut-turut adalah 1636 cm^{-1} , 1527 cm^{-1} , 1238 cm^{-1} dengan meningkatnya kandungan gelatin dalam campuran. Selain itu, terjadi pelebaran puncak gelombang gugus NH dan OH pada bilangan gelombang sekitar 3284 cm^{-1} dengan meningkatnya konsentrasi gelatin dalam campuran dan puncaknya bilangan gelombangnya bergeser ke bilangan gelombang sekitar 3270 cm^{-1} . Bergesernya bilangan gelombang dan melebarnya puncak gugus OH dan NH, menunjukkan terjadinya interaksi ikatan hidrogen antara molekul

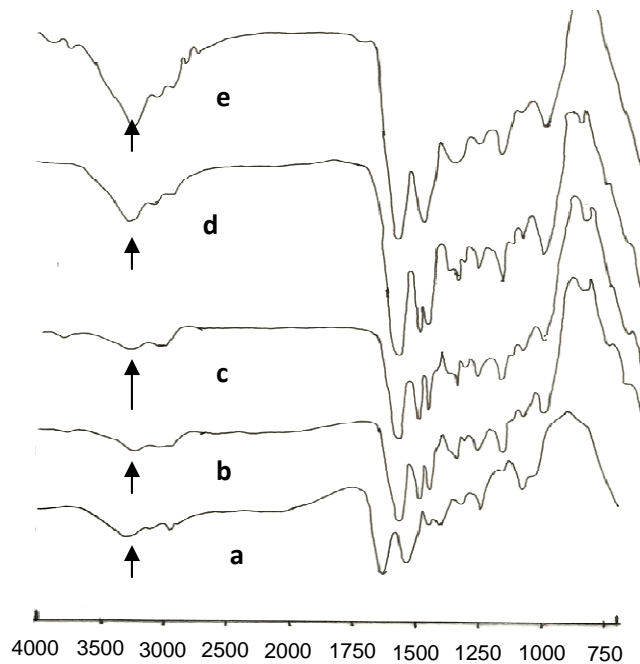


Gambar 6. Struktur molekul kitosan

polimer dalam film [30]. Hal ini mengindikasikan terjadinya ikatan hidrogen antara gelatin dengan kitosan.

Pada Gambar 7 disajikan spektrum FTIR film G-Ks dengan komposisi 50 G/50 Ks hasil iradiasi pada dosis 10 kGy, 20 kGy, 30 kGy dan 40 kGy. Terlihat bahwa

(IRKA) bidang Fasilitas radiasi, PATIR-BATAN yang telah membantu iradiasi sampel. Ucapan yang sama disampaikan kepada Ibu Dewi S.P. BSc yang telah membantu pengujian sifat mekanik film dalam penelitian ini dan Bpk Prof.(ris) Ir.Sugiarto yang telah memberikan saran



Gambar 7. Spektrum FTIR film G-Ks (50/50) hasil iradiasi gamma pada dosis : a) kontrol, b) 10 kGy, c) 20 kGy, d) 30 kGy, e) 40 kGy.

dengan meningkatnya dosis iradiasi hingga 40 kGy, puncak-puncak utama dari film G-Ks tidak mengalami perubahan secara signifikan kecuali gugus OH pada bilangan gelombang 3286 cm^{-1} . Meningkatnya dosis iradiasi hingga 40 kGy, menyebabkan melebarnya puncak gugus OH. Hal ini menunjukkan bahwa dengan meningkatnya dosis iradiasi terjadi ikatan silang pada film gelatin-kitosan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan pada rekan-rekan di fasilitas Iradiator Karet

dan koreksinya untuk perbaikan makalah ini.

KESIMPULAN

Film G-Ks berikatan silang pada komposisi 75/25, 50/50, dan 25/75 dapat disintesis dengan teknik iradiasi gamma. Gelatin sisik ikan secara total dapat kompatibel terhadap kitosan dalam membentuk larutan dan film. Meningkatnya dosis iradiasi hingga 40 kGy dapat meningkatkan sifat film yang dibuat dari gelatin sisik ikan yaitu dengan meningkatkan kualitas sifat mekaniknya dan

meningkatnya fraksi gel yang disebabkan terjadinya ikatan silang antara gelatin terhadap kitosan. Oleh karena itu, gelatin sisik ikan dapat dipertimbangkan sebagai pengganti gelatin hewani dan sebagai bahan baku biomaterial.

DAFTAR PUSTAKA

1. IKOMA, T., KOBAYASHI, H., TANAKA, J., WAISH, D., MANN, S., Physical properties of type I collagen extracted from fish scales of *Pagrus major* and *Oreochromis niloticus*, *International Journal of Biological Macromolecules*, 32, 199-204 (2003).
2. HIDEKI, M, YURIE, T., KOUSKE, S., KAZUNORI, Z., SATORU, T., TOMOAKI, I., HIDESHI, I., MASAYUKI, H., Studies on fish scale collagen of Pacific saury (*Cololabiss aira*) *Materials Science and Engineering Materials Science and Engineering: C*, 33, 174-181 (2013).
3. SANKAR, S., SEKAR, S., MOHAN, R., SUNITA, R., SUNDARASEELAN, J., SASTRY, T.P., Preparation and partial characterization of collagen sheet from fish (*Lates calcarifer*) scales, *International Journal of Biological Macromolecules*, 42, 6-9(2008).
4. CATALDO, F., On the action of ozone on gelatin, *International Journal of Biological Macromolecules*, 41, 2, 210-216 (2007).
5. ABRUSCI, C., MARQUINA, D., SANTOS, A, DEL AMO, A., CORRALES, T., CATALINA, F., A chemiluminescence study on degradation of gelatine: Biodegradation by bacteria and fungi isolated from cinematographic films *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry*, 185, 2-3, 188-197 (2007).
6. DUTTA, P.K., TRIPARTHI, S., MEHROTRA, G.K., and DUTTA, J., Perspective for chitosan based antimicrobial films in food application, *Food Chemistry*, 114, 1173-1182 (2009).
7. SHAIDI, F., ARACHI, J.K.V., and JHON, V.J., Food application of chitin and chitosans, *Trends in Food Science and Technology*, 10, 37-51 (1999).
8. JEON, Y.I., KAMIL, J.V.V.A, and SHAIDI, F., Chitosan as an edible films for quality preservation of herring and Atlantic cod, 2002, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 20, 5167-5178, (2002).
9. HOSSEINI, S.F., REZAEI, M., ZANDI, M., GHAZI, F.F., Preparation and functional properties of fish gelatin-chitosan blend edible films, *Food Chemistry*, 136, 1490-1495 (2013).
10. PARK, J.H., SARAVANA, KUMAR, G., KIM, K., KWON, I.C., Targeted delivery of low molecular drug using chitosan and its derivatives, *Adv. Drug. Deliv. Rev.*, 62, 28-41 (2010).
11. ZHANG, Y.F., WANG, Y.N., SHI, B., CHENG, X.R, A platelet -derived growth factor releasing chitosan/coral composite scaffold for periodontal tissue engineering, *Biomaterials*, 28, 1515-1522 (2007).
12. SARASAM, A., MAADIHALLY, S.V., Characterization of chitosan - polycaprolactone blends for tissue engineering applications, *Biomaterials*, 26, 5500-5508 (2005).

13. GOMEZ-ESTACA, J., LOPEZ, A., MONTERO, P., Fernandez-Martin, F., Aleman, A., Gomez-Gullen, M.C., Biodegradable gelatin-chitosan films incorporated with essential oils as antimicrobial agents for fish preservation, *Food Microbiology*, 27, 889-896 (2010).
14. LI, Y., MATSUDA, N., BAO, X.X., TERAMOTO, A., ABE, K., The development of gelatin/chitosan hybrid scaffold for mouse embryonic stem cell line ATDC 5, *Advanced Materials Research*, 123, 395-398 (2010).
15. GOMEZ-ESTACA, J., MONTERO, P., GIMENEZ, B., GOMEZGUILLEN, M., Effect of functional edible films and high pressure processing on microbial and oxidative spoilage in cold-smoked Sardine (*Sardina pilchordus*), *Food Chemistry*, 105, 511-520 (2007).
16. CHIONO, V., PULIERI, E., VOZZI, G., Genipin crosslinked chitosan/gelatin blends for biomedical applications, *J Mater Sci Med*, 19, 889-98 (2008).
17. SUNGWOON, K., MARCEL, E. N., YANG, Z., HAN, B., Chitosan/gelatin-based films crosslinked by proanthocyanidin, *Journal Of Biomedical research part B, Applied Biomaterials*, 442-450 (2005).
18. SIDDHURAJU, P., MAKKAR, H.P.S., BECKER, K., The effect of ionising radiation on antinutritional factors and the nutritional value of plant materials with reference to human and animal food, *Food Chemistry*, 78, 187-205 (2002).
19. LACROIX, M., OUATTARA, B., Combined industrial processes with irradiation to assure innocuity and preservation of food products — a review, *Food Research International*, 33, 719-724 (2000).
20. BOTELHO, M.L., CABO VERDE, S., ALVES, L., BELCHIOR, A., REYMAO, J., TRABULO, S., GASPAS, M.M., CRUZ, M.E.M., SIMOES, S., Radiation sterilization of antibiotic liposome formulations: A case study, *Radiation Physics and Chemistry*, 76, 1542-1546 (2007).
21. SOLIMAN, Y.S., BESHIR, W.B., ABDEL-FATTAH, A.A., ABDEL-REHIM, F. Dosimetric studies for gamma radiation validation of medical devices, *Applied Radiation and Isotopes*, 71, (1), 21-28 (2013).
22. DELLA, S. B., SAEKI, K., JOAN, F., HILTON, GRAYSON, W. M., SALLY, J. M., Effect of sterilization by gamma radiation on nano-mechanical properties of teeth *Dental Materials*, 24, (8), 1137-1140 (2008).
23. ZENKER, R., SACHER, G., BUCHWALDER, A., LIEBICH, J., REITER, A., HABLER, R. Hybrid technology hard coating - Electron beam surface hardening, *Surface and Coatings Technology*, 202, 804-808 (2007).
24. KUMAR, V., BHARDWAY, Y. K., SABARWAL S., Coating characteristics of electron beam cured bisphenol A diglycidyl ether diacrylate resin containing 1,6-hexanediol diacrylate on wood surface, *Progress in Organic Coatings*, 55, 316-323 (2006).
25. GOMEZ-ESTACA, G.J., MONTERO, P., FERNANDEZ-MARTIN, F., ALEMAN, A., GOMEZ-GULLEN, M.C., Physical and chemical properties of tuna -skin and bovine-

- hide gelatin films with added aqueous oregano and rosemary extracts. *Food Hydrocolloids*, 23, 1334-1341 (2009).
26. PEREDA, M., PONCE, A.G., MARCOVICH, N.E., RUSECKAITE, R.A., and MATUCCI, J.F., Chitosan-gelatin composites and bilayer films with potential antimicrobial activity, *Food Hydrocolloids*, 25, 1318-1325 (2012).
27. AEWSIRI, T., BENJAKUL, S., VISESSANGUAN, W., Functional properties of gelatin from cuttlefish (*Sepiaphraonis*) skin as affected by bleaching using hydrogen peroxide, *Food Chemistry*, 115, 243-249 (2009).
28. ABUGOUCH, L.E., TAPIA, C., VILLAMAN, M.C., YAZDANI-PEDRAM, M., DIAZ-DOSQUE, M., Characterization of quinoa protein-chitosan blend edible films, *Food Hydrocolloids*, 25, 879-886 (2011).
29. MUYONGA, J., COLE, C.G., DOUDU, K, Fourier transform infra red (FTIR) spectroscopy study of acid soluble collagen and gelatin from skin and bones of young and adult Nile (*Lates niloticus*), *Food Chemistry*, 86, 325-334 (2004).
30. XIE, Y.I., ZHOU, H.M., QIAN, H.F., Effect of addition of peach gum on physicochemical properties of gelatin -based microcapsule, *Journal of Food Biochemistry*, 30, 302-313 (2006).