

MODIFIKASI FISIKO KIMIA MEMBRAN KOMPOSIT KITOSAN POLIVINIL ALKOHOL HASIL CASTING DENGAN TEKNIK INDUKSI IRADIASI GAMMA

Erizal¹, Dian Pribadi Perkasa¹, Zuhelmi Aziz² dan Sulistioso G. S.³

¹Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi (PATIR) - BATAN
Jl. Lebak Bulus Raya No.49, Pasar Jumat, Jakarta 12070

²Fakultas Farmasi - Universitas Pancasila
Jl. Serengseng Sawah, Jagakarsa 12640

³Pusat Teknologi Bahan Industri Nuklir (PTBIN) - BATAN
Kawasan Puspiptek, Serpong 15314, Tangerang Selatan

Diterima: 6 Juli 2012

Diperbaiki: 20 Desember 2012

Disetujui: 13 Februari 2013

ABSTRAK

MODIFIKASI FISIKO KIMIA MEMBRAN KOMPOSIT KITOSAN POLIVINIL ALKOHOL HASIL CASTING DENGAN TEKNIK INDUKSI IRADIASI GAMMA. Penelitian ini bertujuan mensintesis membran komposit PoliVinil Alkohol (PVA) kitosan untuk keperluan *Guided Tissue Regeneration (GTR)* dengan teknik *casting* dan mempelajari pengaruh iradiasi gamma pada sifat fisiko kimianya. Campuran larutan PVA 10 % dan kitosan 2 % dengan komposisi 75:25; 50:50; 25:75 v/v) dicasting pada suhu kamar dan selanjutnya diiradiasi dengan sinar gamma pada dosis 20 kGy, 30 kGy, 40 kGy dan 50 kGy. Perubahan struktur kimia membran dikarakterisasi menggunakan *Fourier Transform-Infra Red (FT-IR)*. Kemampuan menyerap air dan biodegradasinya diuji secara gravimetri. Perubahan kekuatan tarik dan perpanjangan putus diukur dengan *Universal Testing Machine*. Hasil evaluasi menunjukkan dengan meningkatnya dosis iradiasi dari 20 kGy hingga 50 kGy, daya serap air dan biodegradasi membran meningkat. Sebaliknya, kekuatan tarik dan perpanjangan putus menurun. Iradiasi gamma selanjutnya dapat dipertimbangkan sebagai *tool* untuk modifikasi polimer.

Kata kunci: Polivinil alkohol, Kitosan, Iradiasi gamma, Komposit

ABSTRACT

MODIFICATION OF PHYSICO CHEMICAL ON POLYVINYL ALCOHOL CHITOSAN COMPOSITE MEMBRANE FROM CASTING PROCESS BY GAMMA IRRADIATION TECHNIQUE. The aim of this research was to synthesize polyvinyl alcohol (PVA)-chitosan composite membranes for Guided Tissue Regeneration (GTR) by casting process and study the effect of gamma irradiation on its physico-chemical properties. The mixture of 10 % polyvinyl alcohol (PVA) and 2 % chitosan solutions with different compositions of 75/25; 50/50; 25/75 (% ,v/v) were casting at room temperature, then irradiated by gamma rays from Co-60 with the doses 20, 30, 40 and 50 kGy. The chemical changes of membranes were characterized using Fourier Transform Infra Red (FT-IR). Water absorption and biodegradation test were determined gravimetrically. Tensile strength and elongation at breaks were measured by using universal testing machine. It was found that with the increase irradiation dose from 10 kGy up to 50 kGy, the water absorption and degradation of membranes increase. In contrast, the tensile strength and elongation at breaks were decreased with increasing irradiation dose. Gamma irradiation can be considered as a tool for modification of polymers.

Keywords: Polyvinyl alcohol, Chitosan, Gamma irradiation, Composite

PENDAHULUAN

Pada saat ini *tissue engineering* (rekayasa jaringan) dianggap sebagai cara perlakuan pengobatan terhadap kerusakan jaringan dalam bidang rekayasa biomedis [1]. *Guided Tissue Regeneration (GTR)* adalah salah satu cara perlakuan rekayasa jaringan *in vitro*

rekonstruksi dengan menggunakan membran sebagai *barrier* sehingga mencegah tumbuhnya jaringan lainnya dari bagian yang rusak dibandingkan perlakuan lainnya [2,3]. Bahan utama yang dipakai dalam aplikasi *GTR* adalah polimer biodegradabel dan non biodegradabel.

PolyTetraFluoroEthylene (PTFE) merupakan salah satu jenis membran yang menunjukkan hasil uji klinis yang sangat memuaskan. Namun demikian, kelemahan masih diperlukan prosedur bedah tambahan untuk mengeluarkannya setelah tumbuh tulang baru, menyebabkan risiko pembedahan dan biaya yang mahal untuk pasien. Untuk menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan sifat non biodegradabel dari polimer tersebut, pasien cenderung menggunakan biodegradabel membran seperti asam poli laktat (*PLA*), asam poli glikolat (*PLG*), kopolimer *PLGA* dan kolagen membran. Namun demikian, asam yang dihasilkan sebagai produk samping dari proses degradasi dan resorpsi *PLA* dan *PLG*. Akumulasi produk asam tersebut secara signifikan menurunkan nilai pH, yang akan menyebabkan terjadinya pembengkakan [4,5]. Sedangkan, membran kolagen bersifat mekanik yang rendah dan sukar dimanipulasi. Selain itu, laju resorpsinya sukar disesuaikan dengan proses penyembuhan jaringan secara normal. Oleh karena itu, membran dengan kualitas biokompatibilitas yang tinggi, sifat mekanik yang layak, dan laju degradasi yang sesuai dibutuhkan untuk diproduksi.

Tujuan penelitian ini adalah memperoleh biomaterial yang dibuat dari kitosan (KS) dan *PolyVinyl Alcohol (PVA)* membran untuk aplikasi teknologi *GTR*. Kitosan [poli(1,4),- β -D-glukopiranosamin] merupakan fungsional polimer alam jenis polisakarida, berantai linier merupakan turunan dari khitin, berasal dari ekstraskeliton antropoda. Kitosan berderajat kereaktifan yang tinggi disebabkan oleh adanya gugus amino bebas sebagai gugus fungsional. Sebagai biopolimer, kitosan bersifat unggul antara lain bioaktif, *biodegradable*, anti bakteri, biokompatibel dan berkapasitas membentuk film [6-8]. Oleh karena itu berdasarkan sifat-sifat tersebut, kitosan banyak digunakan di bidang biomedis pada bidang rekayasa jaringan [9,10], *drug delivery* [11,12] dan pembalut luka [13]. Namun demikian kelemahan kitosan adalah rapuh sehingga tidak praktis pada aplikasinya di bidang biomedis [14]. Berdasarkan hal tersebut, agar kitosan dapat digunakan dengan baik, maka perlu dipilih suatu aditif yang bersifat kompatibel dan sifat mekanik yang tinggi. Salah satu metode yang efektif untuk hal tersebut adalah menggabungkan kitosan dengan polimer sintetik dalam bentuk membran.

PVA merupakan salah satu polimer sintetik dengan keunggulan seperti hidrofilitas dan kompatibilitas tidak toksis, kandungan air yang tinggi, sifat mekanik yang kuat, stabilitas kimia yang baik di banding polimer sintetik lainnya dan biodegradabel. Oleh karena itu, *PVA* secara luas banyak digunakan di bidang biomedis [15]. Kombinasi sifat unggul *PVA* dan kitosan dalam bentuk *PVA-KS* membran telah banyak dikembangkan menggunakan proses *casting* untuk pengemas makanan [15] dan sebagai membran dehidrasi [16-19] selain sebagai *GTR*. Maka, dalam kerangka mempelajari kemungkinan pembuatan *PVA-KS* untuk

tujuan aplikasi *GTR* dalam penelitian ini dilakukan uji sifat fisiko-kimia yang sesuai sebagai bahan biomaterial. Pada penelitian ini dilakukan sintesis membran *PVA-KS* menggunakan teknik *casting* dan diiradiasi menggunakan sinar gamma pada rentang dosis 20 kGy hingga 50 kGy untuk proses sterilisasi dan meningkatkan degradasi membran. Perubahan kimia membran dikarakterisasi menggunakan *Fourier Transform-Infra Red (FT-IR)*. Tegangan putus dan kekuatan tarik diukur menggunakan *Universal Testing Machine*. Daya serap air dan biodegradabilitas membran ditentukan secara gravimetri.

METODE PERCOBAAN

Bahan

PolyVinyl Alcohol (PVA) yang digunakan adalah buatan Kuraray, Jepang. Kitosan buatan PT. Biotech Surindo, Cirebon dengan derajat deasetilasi 93,61 %. Asam asetat buatan *Merck* kualitas pro analisis. Pereaksi lainnya yang dipakai adalah kualitas pro analisis.

Alat

Fourier Transform-Infra Red (FT-IR) yang digunakan untuk mengukur perubahan struktur kimia dari komposit adalah *FT-IR-Shimadzu Prestige-21* buatan Jepang dengan *scan* 20 nm. Perubahan sifat mekanik dari komposit diukur menggunakan *Universal Testing Machine, Toyoseki*, buatan jepang.

Pembuatan Membran PVA-KS dan Iradiasi Sinar Gamma

Disiapkan larutan kitosan 2% dalam asam asetat dan larutan *PVA* 10 % hasil otoklaf. Kemudian kedua larutan tersebut dibuat campuran dengan komposisi sebesar 75 : 25; 50 : 50 dan 25 : 75 (% v/v). Selanjutnya campuran larutan dihomogenkan menggunakan pengaduk magnet dengan kecepatan 200 rpm dan selanjutnya larutan dituangkan ke dalam wadah cetakan (*casting*) plastik dengan ukuran (20 x 10) cm². Campuran larutan tersebut, dikeringkan pada suhu kamar (30 °C) selang waktu 72 jam. Komposit membran *PVA-KS* kering, selanjutnya dikemas dalam kantong plastik dan diiradiasi menggunakan sinar gamma dari *Cobalt-60* pada dosis iradiasi 20 kGy, 30 kGy, 40 kGy dan 50 kGy.

Penentuan Daya Serap Air Membran

Komposit membran dipotong dengan ukuran (1x 1) cm², lalu dikeringkan dalam *oven* vakum pada suhu 60 °C selama 24 jam hingga bobot konstan (*Wo*) dan selanjutnya ditimbang. Kemudian komposit direndam dalam air suling pada rentang waktu 1 jam hingga 24 jam pada suhu kamar. Setelah selang waktu 1 jam, komposit dikeluarkan dari bejana pengujian, permukaan komposit

di bersihkan dengan kertas *tissue* dan ditimbang kembali (W_1). Selanjutnya komposit direndam kembali dalam air suling dan dilakukan penentuan daya serap air yang diulang sama seperti perlakuan sebelumnya. Daya serap air komposit dihitung dengan Persamaan (1).

$$\text{Air terserap} = \frac{(W_1 - W_0)}{W_0} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (1)$$

Dimana :

- W_0 = Bobot komposit kering (g)
- W_1 = Bobot komposit basah (g)

Pengujian Biodegradasi Membran

Komposit membran dipotong dengan ukuran (1x 1) cm², lalu dikeringkan dalam oven vakum pada suhu 60 °C selama 24 jam hingga bobot konstan (W_0) dan selanjutnya ditimbang. Kemudian membran direndam dalam larutan dapar fosfat (*PBS*) dan digoyang menggunakan *shaker* inkubator dengan kecepatan goyangan 40 rpm pada rentang waktu 1 hari hingga 28 hari pada suhu kamar. Setelah selang waktu 3 hari, membran dikeluarkan dari bejana pengujian, lalu komposit dikeringkan dalam oven vakum pada suhu 60 °C selama 1 jam. dan ditimbang kembali (W_2). Selanjutnya membran direndam kembali dalam larutan pBS dan dilakukan penentuan biodegradasi yang diulang sama seperti perlakuan sebelumnya. Biodegradasi membran dihitung dengan Persamaan (2).

$$\text{Biodegradasi} (\%) = \frac{(W_2 - W_0)}{W_0} \times 100 \quad \dots\dots\dots (2)$$

Dimana :

- W_0 = Bobot awal komposit (g)
- W_2 = Bobot membran setelah perendaman (g)

Pengukuran Fourier Transform-Infra Red Komposit

Spektrum *FT-IR Polyvinyl Alcohol (PVA)*, kitosan dan membran *PVA-KS* diukur menggunakan *FT-IR Shimadzu Prestige-21*. Cuplikan sampel diletakkan pada permukaan serbuk halus kalium bromida dalam cawan (*flat cup*) khusus. Kemudian spektrum *FT-IR* direkam menggunakan *FT-IR Prestige 21*, buatan *Shimadzu*, Jepang pada daerah panjang gelombang 750 cm⁻¹ hingga 4000 cm⁻¹ dengan teknik *Attenuated Transmittance Resolution (ATR)*.

Pengujian Kekuatan Tarik dan Perpanjangan Putus Membran

Kekuatan tarik dan perpanjangan putus mewakili tegangan tarik maksimum selama proses perpanjangan uji putus dan prosentase pertambahan panjang (elastisitas) sampel uji akibat tegangan tarik. Pengukuran

ke dua parameter tersebut dilakukan berdasarkan metode standar *American Standard Testing Mechanical (ASTM)* menggunakan *Universal Testing Machine*. Membran berbentuk *dumbbell* ukuran standar, ke dua ujungnya dijepit pada posisi atas-bawah pada mesin. Kemudian salah satu ujung membran ditarik ke atas dengan mesin. Setelah bagian tengah dari membran putus, jarak awal (L_0) hingga putusnya (L_1) membran diukur dengan penggaris. Pengujian dilakukan 5 kali ulangan dengan kecepatan penarikan 30 mm/menit pada suhu kamar. Data hasil pengujian tegangan putus dicatat. Perpanjangan putus dihitung dengan Persamaan (3)

$$\text{Perpanjangan putus} = \frac{(L_1 - L_0)}{L_0} \times 100 \% \quad \dots\dots (3)$$

Dimana :

- L_0 = Ukuran panjang awal bahan (cm)
- L_1 = Ukuran panjang bahan yang ditarik hingga saat putus

$$\text{Tegangan putus} = \frac{F}{A} \quad \dots\dots\dots (4)$$

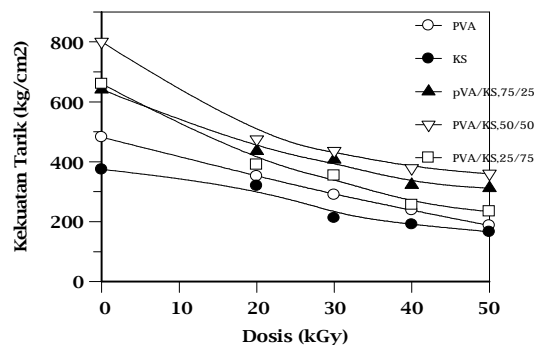
Dimana :

- F = Beban pada alat hingga saat bahan putus (kg)
- A = Luas penampang bahan (cm²)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Dosis Iradiasi Pada Kekuatan Tarik Membran

Keberhasilan suatu usaha memadukan (*blending*) dua komponen polimer adalah tergantung pada interaksi intermolekuler yang akan menghasilkan perbaikan (*improving*) kualitas sifat mekanik dari paduan tersebut. Kekuatan tarik dan perpanjangan putus mengindikasikan kekuatan dan elastisitas dari membran yang merupakan parameter fisik penting dalam menunjang pada aplikasinya. Selain itu, penggunaan iradiasi gamma tidak hanya bertujuan untuk modifikasi sifat fisik membran, tetapi iradiasi simultan juga bertujuan sekaligus mensterilkan produk.



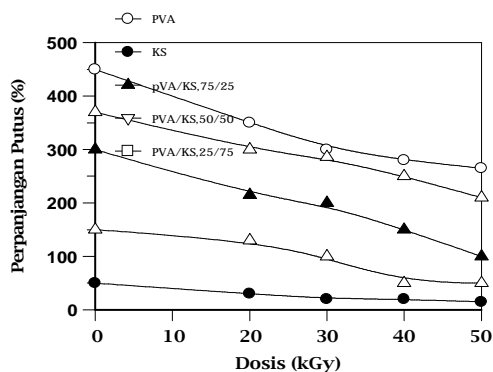
Gambar 1. Hubungan dosis iradiasi terhadap kekuatan tarik membran *PVA-KS* dengan komposisi 75 : 25; 50 : 50; 25 : 75 (v/v), (*PVA*) = 10 % dan (*kitosan*) = 2%

Pada Gambar 1 disajikan pengaruh dosis iradiasi gamma dari 20 kGy hingga 50 kGy terhadap kekuatan tarik membran PVA-Kitosan (KS) dengan komposisi sebesar 75 : 25; 50 : 50; 25 : 75 (v/v) dari PVA dengan konsentrasi 10 % dan kitosan 2 %. Pada kondisi awal (0 kGy), terlihat bahwa kekuatan tarik PVA-KS membran dengan komposisi 50 : 50 adalah 800,93 kg/cm² yang relatif lebih besar dibandingkan terhadap PVA/KS membran komposisi 25 : 75 (660,50 kg/cm²), 75/25 (641,61 kg/cm²), PVA membran (482,53 kg/cm²) dan kitosan membran (374 kg/cm²). Hal ini mengindikasikan bahwa PVA sebagai polimer sintetik dapat dipadukan dengan kitosan (polimer alam) yang secara sinergis dapat menghasilkan paduan PVA-KS berkekuatan tarik yang relative lebih besar dibandingkan komponen pembentuknya. Meningkatnya kekuatan tarik pada kondisi awal (tanpa perlakuan iradiasi) campuran PVA-KS (50 : 50) dapat disebabkan kompaknya struktur membran oleh karena pemaduan yang sangat baik (*good blending*) dari basis polimernya. Terjadinya peningkatan (*improving*) sifat mekanik pada paduan PVA-KS disebabkan interaksi antara gugus-OH dan NH₂ pada ke dua polimer [20].

Pada Gambar 1 terlihat pula bahwa dengan meningkatnya dosis iradiasi dari 20 kGy hingga 50 kGy, secara umum kekuatan tarik membran PVA-KS dan kontrol (PVA maupun kitosan membran) menurun. Hal ini diduga kuat yang menyebabkan kekuatan tarik menurun dari membran adalah karena terjadinya degradasi pada membran sebagai akibat pengaruh iradiasi yang meningkat dengan meningkatnya dosis iradiasi.

Pengaruh Dosis Iradiasi Pada Perpanjangan Putus Membran

Perpanjangan putus merupakan parameter fisik yang mewakili kelenturan membran yang juga penting dalam penentuan sifat mekanik membran dalam menunjang pada aplikasinya. Pada Gambar 2 disajikan pengaruh dosis iradiasi gamma dari 20 kGy hingga 50 kGy terhadap perpanjangan putus membran

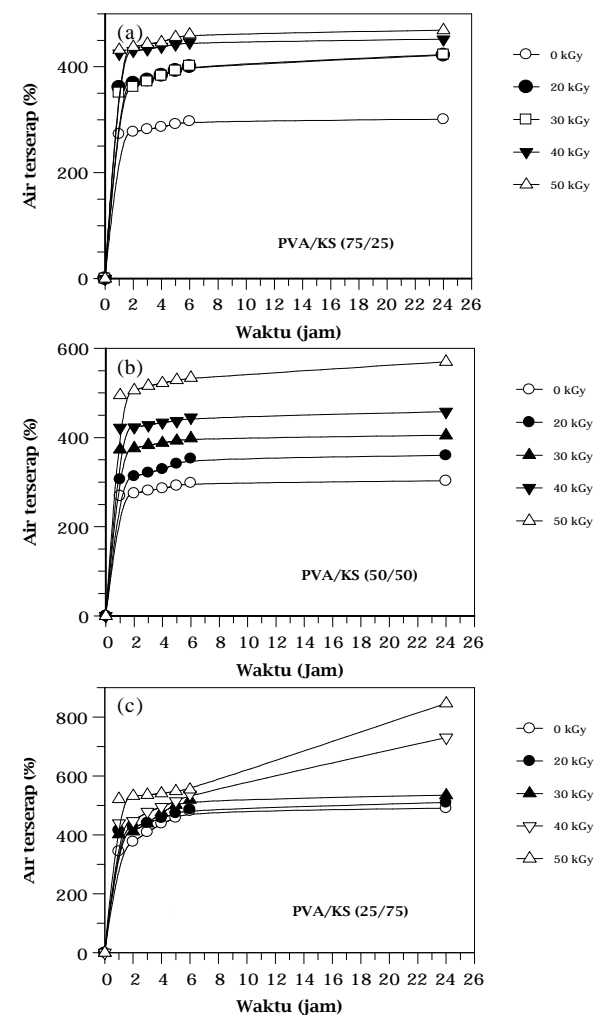


Gambar 2. Hubungan dosis iradiasi terhadap perpanjangan putus membran PVA-KS dengan komposisi 75 : 25; 50 : 50; 25 : 75 (v/v). (PVA) =10 % dan (kitosan) = 2%

PVA-KS dengan komposisi sebesar 75 : 25; 50 : 50 dan 25 : 75 (v/v) dari PVA dengan konsentrasi 10 % dan kitosan 2 %. Pada kondisi awal (0 kGy), terlihat bahwa kekuatan tarik PVA membran adalah 450 % yang tertinggi dan kitosan membran dengan kekuatan tarik terendah (50 %) dibandingkan kekuatan tarik membran PVA-KS 75 : 25 (370 %), PVA-KS 50 : 50 (300 %) dan PVA-KS 25 : 75 (150 %) secara berturut-turut. Hal ini mengindikasikan bahwa PVA dengan kelenturan yang tinggi dapat diturunkan sifatnya dengan *blending* menggunakan kitosan atau sebaliknya kelenturan membran kitosan dapat ditingkatkan dengan *blending* menggunakan PVA. Meningkatnya dosis iradiasi hingga 50 kGy, perpanjangan putus membran menurun. Hal ini disebabkan terjadinya degradasi pada membran.

Pengaruh Dosis iradiasi pada Kemampuan Daya Serap Air Membran

Kemampuan menyerap air membran bergantung pada struktur dan komposisi membran. Pengaruh waktu perendaman terhadap daya serap air membran



Gambar 3. Hubungan waktu perendaman terhadap air yang terserap membran PVA-KS dengan komposisi (a). 75/25, (b). 50/50 dan (c). 25/75 (v/v) yang diiradiasi pada dosis 20 kGy,30 kGy,40 kGy dan 50 kGy.

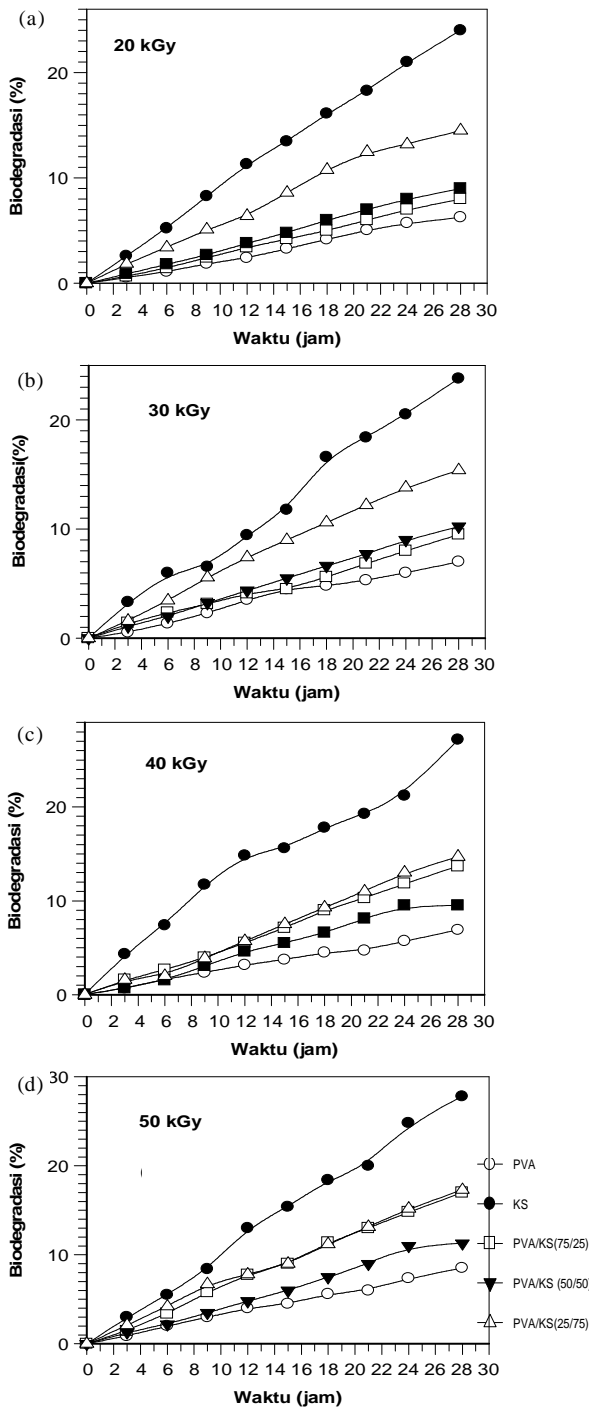
PVA-KS dengan komposisi sebesar 75 : 25; 50 : 50 dan 25 : 75 (v/v) yang diiradiasi dari dosis 20 kGy hingga 50 kGy disajikan pada Gambar 3. Secara umum, terlihat bahwa dengan meningkatnya dosis iradiasi dari 20 kGy hingga 50 kGy, kemampuan membran PVA-KS dalam menyerap air meningkat. Selain itu, membran dengan komposisi PVA-KS dengan kandungan kitosan yang relatif lebih besar dibandingkan PVA (25 : 75), menunjukkan kemampuan menyerap air yang relatif besar

dibandingkan membran PVA-KS dengan komposisi sebesar 75 : 25 dan 50 : 50. Hal ini menunjukkan bahwa membran dengan komposisi PVA-KS 25 : 75 berstruktur yang lebih fleksibel, dan memungkinkan terjadinya pengaliran air yang tinggi dalam membran (*higher total flux*) [18].

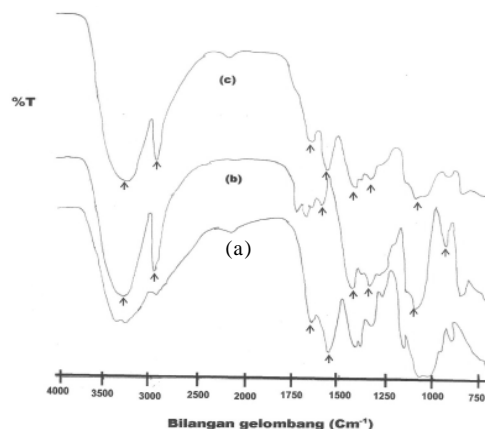
Penelitian yang berkaitan sintesis PVA-KS membran pada secara intensif difokuskan untuk dehidrasi campuran senyawa organik-air dengan karakter permeabilitas dan selektifitas yang tinggi [16-19]. Berdasarkan karakter dehidrasi yang tinggi ini dan sifat kitosan yang antibakteri, maka PVA-KS membran dapat juga berprospek sebagai bahan biomaterial. Selain itu, campuran PVA-KS pada hakikatnya bersifat biodegradabe. Pada Gambar 4 disajikan pengaruh waktu perendaman membran PVA-KS hasil iradiasi dosis 20 kGy hingga 50 kGy terhadap prosentase biodegradasi dalam larutan PBS. Terlihat bahwa secara umum, kitosan membran mengalami biodegradasi yang paling tinggi dan PVA membran mengalami biodegradasi yang terendah. PVA-KS membran mengalami biodegradasi lebih rendah dari kitosan, tetapi lebih tinggi dari PVA membran. Meningkatnya dosis iradiasi hingga 50 kGy, prosentase biodegradasi semua membran relatif meningkat. Hal ini mengindikasikan bahwa iradiasi dapat meningkatkan degradasi dari membran PVA-KS.

Spektrum *Fourier Transform-Infra Red*

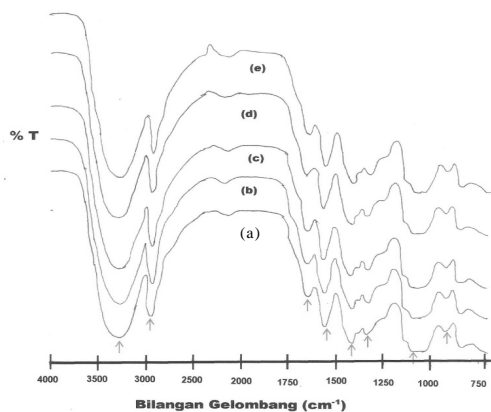
Pengukuran spektrum *Fourier Transform-Infra Red* (*FT-IR*) ditujukan untuk mempelajari perubahan struktur kimia dari campuran PVA dan kitosan serta efek iradiasi gamma pada membran PVA-KS. Pada Gambar 5 disajikan spektrum *FT-IR* PVA, kitosan dan PVA-KS membran dan Spektrum *FT-IR* PVA-KS dengan komposisi 50/50 hasil iradiasi gamma disajikan pada Gambar 6. Karakteristik Spektrum *FT-IR* gugus-gugus gungsi PVA dicirikan dengan puncak pita gugus OH yang melebar pada daerah bilangan gelombang 3.100 cm^{-1} hingga 3.600 cm^{-1} yang disebabkan jenis ikatan hidrogen intramolekular dan intermolekular. Gugus CH_2 tekuk pada



Gambar 4. Pengaruh waktu perendaman dalam larutan PBS terhadap persen biodegradasi membran PVA-KS pada komposisi 75 : 25; 50 : 50; 25 : 75 (v/v) hasil iradiasi dosis : (a). 20 kGy, (b). 30 kGy, (c). 40 kGy, (d). 50 kGy



Gambar 5. Spektrum *FT-IR* (a). kitosan, (b). PVA dan (c). PVA-KS membran



Gambar 6. Spektrum FT-IR PVA-KS membran dengan komposisi 50 : 50 (v/v) hasil iradiasi gamma pada dosis (a). 0 kGy, (b). 20 kGy, (c). 30 kGy, (d). 40 kGy dan (e). 50 kGy.

daerah bilangan gelombang 2.937 cm^{-1} . Gugus C=O pada daerah bilangan gelombang 1645 cm^{-1} dari gugus asetat PVA yang terhidrolisis sebagian. Sedangkan FT-IR spektrum kitosan dicirikan dengan puncak pada daerah gelombang 898 cm^{-1} dan 1151 cm^{-1} sebagai struktur sakarin. Gugus amino terletak pada bilangan gelombang 1255 cm^{-1} dan puncak pada bilangan gelombang sebagai mode simetris dari gugus CH_3 dan absorpsi pada puncak 3441 cm^{-1} adalah gugus OH dan vibrasi ulur gugus NH. Jika spektrum kitosan dibandingkan terhadap spektrum FT-IR PVA-KS, terlihat bahwa gugus fungsi pada bilangan gelombang 1255 cm^{-1} tidak tampak lagi (menghilang). Hal ini menunjukkan terjadinya ikatan hidrogen antara kitosan dan PVA dalam membran PVA-KS.

Spektrum FT-IR dari PVA-KS membran hasil pengaruh iradiasi dari 20 kGy hingga 50 kGy disajikan pada Gambar 6. Terlihat bahwa tidak terjadi perubahan puncak-puncak gugus fungsi yang mewakili membran PVA-KS akibat iradiasi 20 kGy, 30 kGy, 40 kGy dan 50 kGy dibandingkan membran yang tidak diiradiasi (0 kGy). Hal ini mengindikasikan bahwa tidak berarti iradiasi hingga 50 kGy tidak menyebabkan membran tidak mengalami reaksi degradasi

KESIMPULAN

Meningkatnya dosis iradiasi hingga 50 kGy, sifat mekanik membran menurun dan kemampuan membran PVA-KS dalam menyerap air meningkat. Membran PVA-KS dengan kandungan kitosan yang relatif lebih besar (75%) berkemampuan menyerap air yang relatif besar dibandingkan membran PVA/KS dengan komposisi 75 : 25 dan 50 : 50. Selain itu, kitosan membran mengalami biodegradasi yang paling tinggi dan PVA membran mengalami biodegradasi yang terendah. Sedangkan PVA-KS membran mengalami biodegradasi lebih rendah dari kitosan, tetapi lebih tinggi dari PVA membran. Meningkatnya dosis iradiasi hingga 50 kGy, persen biodegradasi semua membran relatif meningkat.

Meningkatnya kekuatan tarik pada kondisi awal (tanpa perlakuan iradiasi) campuran PVA-KS (50 : 50) dapat disebabkan kompaknya struktur membran oleh karena *good blending* dari basis polimernya. PVA dengan kelenturan yang tinggi dapat diturunkan sifatnya dengan *blending* dengan kitosan atau sebaliknya kelenturan membran kitosan dapat ditingkatkan dengan *blending* menggunakan PVA. Iradiasi secara umum dapat mendegradasi membran PVA-KS, hal ini berguna untuk meningkatkan laju biodegradasinya pada aplikasi *Guided Tissue Regeneration (GTR)*.

DAFTAR ACUAN

- [1]. KIKUCHI M., KOYAMA Y., YAMADA T., IMAMURA Y., OKADA T., SHIRAHAMA N., AKITA K., TAKAKUDA K., TANAKA J., *Biomaterials*, **25** (2004) 5979-5986
- [2]. CHEN, F.M., ZHANG, J., ZHANG M., ANY, CHEN F., WU F., *Biomaterials*, **31** (2010) 7892-7927
- [3]. HONG, WEI, J., LIU C.S., *Compos. Part B, Eng.*, **38** (2007) 311-316
- [4]. ISHAUG S.I., CRANE G.M., MILLER M.J., YASKO A.W., YASZEMKI M.J., MIKOS A.G., *J. Biomed. Mater. Res.*, **36** (1997) 17-28
- [5]. OCHI K., CHEN G.P., USHIDA T., GOJO S., SEGAWA H., TAI H., UENO K., OHKAWA H., MORI T., YAMAGUCHI A., TOYAMA Y., HATA J. I., UMEZAWA A., *J. Cell. Physiol.*, **194** (2003) 45-53
- [6]. LEE E.J., SHIN D.S., KIM H.E., KIM H.W., KOH Y.H., JANG J.H., *Biomaterials*, **30** (2009) 743-750
- [7]. HANG A., TAE B., PARK J.S., *Carbohydr. Polym.*, **82** (2010) 472-479
- [8]. WAN A., TAI B., SCHUMACHER K.M., SCHUMACHER A., CHIN S.Y., YING J.Y., *Langmuir*, **24** (2008) 2611-2617
- [9]. ZHANG Y.F., WANG Y.N., SHI B., CHENG X.R., *Biomaterials*, **28** (2007) 1515-1522
- [10]. SARASAMA A., MADHALLY S.V., *Biomaterials*, **26** (2005) 5500-5508
- [11]. NAM Y.S., PARK T.G., *J. Biomed. Mater. Res.*, **47** (1999) 8-17
- [12]. PARK J.H., SARAVANA KUMAR G., KIM K., KWON I.C., *Adv. Drug. Deliv. Rev.*, **62** (2010) 28-41
- [13]. LU L.C., PETER S. J., LYMAN M. D., LAI H. I., LEITE S. M., TAMADA J. A., VACANTI J. P., LANGER R., MIKOS A.G., *Biomaterials*, **21** (2000) 1595-1605
- [14]. CHEN C. H., WANG F. Y., MAO C. F., YANG C. H., *Appl. Polym. Sci.*, **105** (2007) 1086-1092
- [15]. JAYA SEKARA R., HARDING I., BOWATER I., CHRISTIE G., LONERGAN G.T., *Polym. Test.*, **23** (2004) 17-27
- [16]. TRIPATHI S., MEHROTRA G. K., DUTTA P. K., *Int. J. Biol. Macromol.*, **45** (2009) 372-376

- [17]. YANG J. M., SUA W. Y., LEUB T. L., YANG M. C.,
Journal of Membrane Science, **236** 39-51
- [18]. ARIYASKULA. S., HUANG R. Y. M., DOUGLAS P.
L., PAL R., FENG X., CHEN P., LIU L., *J. Membr.*
Sci., **280** (2006) 815
- [19]. LUI., FENG F., JIANG Z., WANG J., *J. Appl. Polym.*
Sci., **101** (2006) 167
- [20]. KIM, J. H., KIM J. Y., LEE Y. M., KIM K. Y., *J. Appl.*
Polym. Sci., **45** (1992) 1711