

SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIODEGRADABEL HIDROGEL SUPERABSORBEN POLI(KALIUM AKRILAT)-g- GLUKOMANAN DENGAN TEKNIK IRADIASI GAMMA

Erizal¹, Dian P. Perkasa¹, Sulistioso GS², Sudirman², Z. Juniarti³ dan Hariyanti³

¹Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi (PAIR) - BATAN

Jl. Lebak Bulus Raya No. 49, Jakarta 12440

²Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju (PSTBM) - BATAN

Kawasan Puspiptek, Serpong 15314, Tangerang Selatan

³Fakultas Farmasi dan Sains, Universitas Muhammadiyah Prof. Dr. HAMKA

Jl. Delima II/IV, Islamic Center, Klender, Jakarta Timur

E-mail: erizal@batan.go.id

Diterima: 8 Mei 2017

Diperbaiki: 9 Oktober 2017

Disetujui: 13 Oktober 2017

ABSTRAK

SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIODEGRADABEL HIDROGEL SUPERABSORBEN POLI(KALIUM AKRILAT)-g-GLUKOMANAN DENGAN TEKNIK IRADIASI GAMMA. Telah dilakukan sintesis satu seri hidrogel superabsorben dari campuran asam akrilat yang dinetralkan sebagian ($D_n = 0,5$) dengan KOH pada beragam konsentrasi glukomanan (0,25 % hingga 1 %) selanjutnya diiradiasi pada dosis 10 kGy (laju dosis 2,5 kGy/jam) pada suhu kamar. Pengaruh konsentrasi glukomanan terhadap kemampuan menyerap air dan fraksi gel hidrogel dipelajari. Perubahan struktur kimia hidrogel diukur menggunakan *Fourier Transform Infra Red (FT-IR)* dan morfologi permukaan hidrogel diinvestigasi menggunakan *Scanning Electron Microscope (SEM)*. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa pada kondisi optimum (0,5 % glukomanan), rasio *swelling* hidrogel mencapai nilai 800 g/g dan fraksi gel 94,45 %. Hasil analisis *FT-IR* mengkonfirmasi terjadinya pergeseran gugus fungsi rangkap dari C=C asam akrilat, pengujian *SEM* menunjukkan permukaan hidrogel berpori pori besar yang tidak teratur.

Kata kunci: Superabsorben, Asam akrilat, Glukomannan, Iradiasi, Rasio *swelling*

ABSTRACT

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF BIODEGRADABLE HYDROGEL SUPERABSORBENT POLY(POTASSIUM ACRYLATE)-g-GLUCOMANNAN BY GAMMA IRRADIATION TECHNIQUE. A series of superabsorbent hydrogels was synthesized from aqueous solution of partially neutralized acrylic acid ($D_n = 0.5$) with KOH at varied glucomannan concentrations (0.25 - 1.0 %), followed by gamma irradiation at a single dose of 10 kGy at room temperature. The effects of glucomannan concentration on the water absorption behavior and gel fraction of the obtained hydrogels were studied. Chemical structure of hydrogels were characterized using Fourier transform infrared (FT-IR), while their morphology were examined using scanning electron microscope (SEM). The results showed that glucomannan concentration of 0.5 % was the optimum condition which yielded the highest swelling ratio of ~800 g/g and gel fraction of 94.45 %. The FT-IR spectra analysis indicated that the functional group of acrylic acid C=C double bonds had shifted. SEM micrographs revealed that the surface of hydrogels containing pores with various shape and size.

Keywords: Superabsorbent, Acrylic acid, Glucomannan, Irradiation, Swelling ratio

PENDAHULUAN

Hidrogel superabsorben (HSA) merupakan salah satu jenis hidrogel berkemampuan menyerap air dalam volume yang relatif besar yaitu 1 gram berat keringnya mampu menyerap air atau cairan dengan kisaran 100 gram hingga 1000 gram. Oleh karena sebab itu, jika HSA menyerap air/cairan hingga keadaan jenuh, maka penampilan fisiknya mirip seperti air. HSA merupakan salah satu bahan yang penting untuk aplikasi di bidang kesehatan, beberapa contoh alat kesehatan berbasis HSA kualitas impor antara lain wadah bedah (*surgical pad*), pengemas panas dan dingin (*hot and cold therapy packs*), pengendap limbah rumah sakit (*medical waste solidification*), kertas saniter (*sanitary napkins*), khususnya popok bayi dengan volume kebutuhan yang meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah bayi yang lahir setiap tahun [1-6]. Lebih jauh lagi, jangkauan aplikasi HSA tidak hanya untuk keperluan tersebut diatas tetapi juga dapat digunakan sebagai kantong air untuk daerah kering/pertanian, media pertumbuhan jamur, sebagai adsorben limbah zat warna dan ion-ion logam, salju buatan, adsorpsi jamur dan bacteria pada pemalut luka, untuk imobilisasi obat (*controlled release of drug*) dan urea [7-12].

Asam akrilat adalah salah satu jenis monomer yang sangat populer dipakai sebagai basis material untuk pembuatan hidrogel superabsorben [13,14]. Potensi asam akrilat sebagai bahan baku superabsorben disebabkan oleh karena gugus anion karboksilat pada molekulnya yang berfungsi dalam mengikat air. Jika asam akrilat tersebut dipolimerisasikan ikatan silang baik secara kimia maupun iradiasi gamma, maka gugus-gugus anion tersebut pada punggung rantai polimernya akan saling tolak menolak yang mengakibatkan pori-porinya membesar. Oleh karena itu, semakin banyak air yang dapat masuk ke dalam pori, maka kapasitas *swelling* (menggembung) hidrogel meningkat secara drastis.

Namun demikian salah satu kelemahan asam akrilat adalah bentuk polimernya sukar terdegradasi yang akan memicu polusi pada lingkungan, selain sisa asam akrilatnya sendiri. Oleh karena itu, pengembangan HSA dengan bahan dasar pembentuknya bersifat multi komponen khususnya pemakaian polimer alami ramah lingkungan merupakan subjek penting pada segi komersialisasi dan kenyamanan terhadap lingkungan. Materi seperti hal tersebut dianugerahi sebagai bahan abad ke 21 [15]. Oleh karena itu, perlu dilakukan modifikasi hidrogel berbasis asam akrilat sebagai bahan dasar superabsorben yang aman terhadap lingkungan yaitu menggabungkannya dengan polimer alami yang mudah terdegradasi dan salah satunya adalah glukomanan.

Glukomanan merupakan heteropolisakarida larut air bersifat hidrokolloid kuat, dapat membentuk gel, dan berviskositas tinggi. Keunggulan dari glukomanan adalah banyak tersedia di alam, terutama di Indonesia.

Kandungan glukomanan terdapat dalam umbi porang sebesar 15-60 %. Selain itu, glukomanan memiliki kapasitas penyerapan air seratus kali beratnya sendiri, memiliki viskositas tinggi pada konsentrasi rendah, dapat membentuk struktur gel dan dapat dijadikan hidrogel [16].

Namun demikian hidrogel glukomanan yang terbentuk mempunyai sifat fisik yang rapuh dan tidak stabil dan terbentuk melalui ikatan hidrogen. Oleh karena itu, untuk membuat hidrogel yang stabil berbasis glukomanan dan, perlu dilakukan modifikasi struktur molekulnya menggabungkannya dengan polimer atau monomer lain melalui reaksi *grafting* atau *crosslinking* [17]. Polimer/monomer yang berpotensi dapat digabungkan dengan glukomanan untuk mendapatkan suatu produk baru yang biodegradabel salah satunya adalah polimer/monomer berbasis akrilat yang sangat reaktif pada pengaruh iradiasi gamma atau berkas elektron. Metode iradiasi berkeunggulan dalam pengerjaannya yang relatif cepat, tidak beresidu, dapat dilakukan pada suhu yang relatif rendah dan proses dapat dikontrol.

Berdasarkan deskripsi hal-hal tersebut diatas, maka pada penelitian ini dilakukan sintesis hidrogel superabsorben poli(kalium akrilat)-g-glukomanan menggunakan teknik iradiasi gamma dengan harapan diperoleh HSA berkemampuan *swelling* yang relatif besar. Perubahan struktur kimia HSA diukur menggunakan *Fourier Transform Infra Red (FT-IR)*. Struktur morfologi hidrogel dikarakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscope (SEM)* dan pengaruh konsentrasi glukomanan terhadap rasio *swelling* dan fraksi gel diukur secara gravimetri.

METODE PERCOBAAN

Bahan dan Alat

Bahan terdiri dari: Asam akrilat (*Merck*), Glukomanan, KOH (*Merck*), NaCl (*Merck*), urea (*Merck*). Semua bahan kimia yang dipakai adalah proanalisis.

Sedangkan alat terdiri dari: Timbangan analitik NW 300, oven (*Hereaus Instrumen Vacuterm*), iradiator Co⁶⁰ (iradiator Irpasena), Spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (Shimadzu Prestige-21), *Scanning Electron Microscope (SEM) JSM (Jeol, Jepang)*, *Magnetic stirrer* (Heidolph), *Shaker Incubator* (Kottermann Labortechnik, D-3162 type 3047) dan blender.

Cara Kerja

Sintesis HSA poli(kalium akrilat)-glukomanan ini dilakukan berdasarkan metode yang dilakukan beberapa peneliti sebelumnya, yang menggunakan asam akrilat dan karbohidrat sebagai komponen utamanya [7,13,15]. Disiapkan satu seri 15 mL larutan monomer asam akrilat (AA) dalam 50 mL air suling, selanjutnya masing-masing

larutan dinetralkan dengan ± 5,6 g KOH untuk mendapatkan Dn=0,5, diaduk hingga larutan homogen menggunakan pengaduk magnit. Kemudian ke dalam masing-masing larutan dimasukkan glukomanan dengan variasi berat 0,25g, 0,5g, 0,75 g dan 1 g, lalu diaduk menggunakan magnit stirrer pada suhu 60 °C hingga homogen dan ditambahkan air suling hingga total volume campuran 100 mL. Selanjutnya masing-masing campuran larutan dikemas dalam kantong plastik polipropilen ukuran (10x15) cm², ditutup hingga kedap udara menggunakan mesin *sealer*, dan selanjutnya diiradiasi menggunakan sinar gamma dalam iradiator IRPASENA, PAIR-BATAN pada dosis 10 kGy /jam dengan laju 2,5 kGy/j.

Laju *swelling* hidrogel ditetapkan secara gravimetri. Hidrogel kering (W_0) dengan berat ± 10 mg dimasukkan ke dalam 100 mL air suling, lalu diaduk dengan kecepatan 400 rpm selang waktu detik atau menit pada suhu kamar. Selang waktu tertentu, hidrogel yang telah *swelling* disaring menggunakan saringan teh (± 200 mesh). Kemudian air saringan yang keluar dari saringan ditampung dalam beaker hingga tidak ada lagi air yang menetes (± 1jam). Volume air yang tertampung dalam beaker ditimbang/diukur (W_1). Rasio *swelling* hidrogel dihitung dengan Persamaan (1).

$$\text{Rasio swelling} = (W_1 - W_0) / W_0 \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

- W_0 = Berat hidrogel kering awal,
- W_1 = Berat hidrogel dalam keadaan *swelling* dalam waktu tertentu.

Keadaan hidrogel dalam kesetimbangan *swelling* selang waktu 24 jam (*EDS, equilibrium degree of swelling*) ditetapkan dengan Persamaan (1). Semua pengerjaan dilakukan secara triplo.

Tiga buah cuplikan hidrogel hasil iradiasi dikeringkan pada suhu 60 °C hingga berat konstan, lalu ditimbang (W_0). Kemudian hidrogel dibungkus dalam kawat kasa ukuran 300 mesh yang telah ditara, lalu direndam dalam air suling hingga terendam sempurna dan selanjutnya dikocok dalam *shaker incubator* pada kecepatan 100 rpm selama 24 jam pada suhu kamar untuk mengekstrak senyawa-senyawa yang tidak bereaksi akibat perlakuan iradiasi dalam hidrogel. Selanjutnya hidrogel dikeluarkan dari *shaker incubator* dan dikeringkan kembali dalam *oven* pada suhu 60 °C hingga berat konstan, hidrogel kering ditimbang kembali (w_1). Fraksi gel dihitung dengan Persamaan (2).

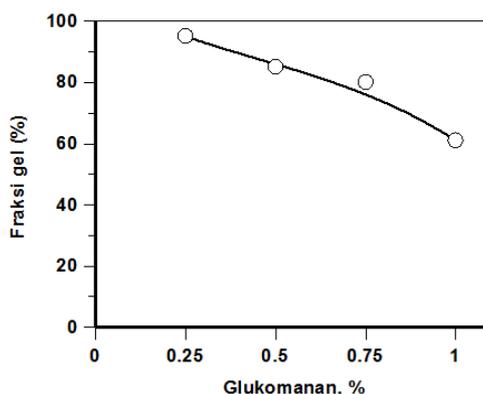
$$\text{Fraksi gel} = W_1 / W_0 \times 100 \% \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

- W_0 = Berat hidrogel kering awal (g)
- W_1 = Berat hidrogel kering hasil proses ekstraksi (g)

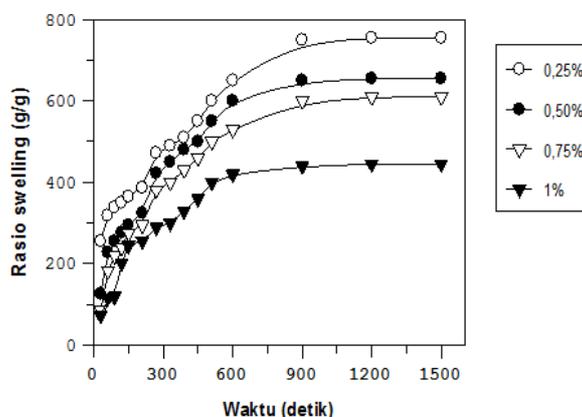
HASIL DAN PEMBAHASAN

Fraksi gel merupakan salah satu parameter yang umum digunakan pada pengujian sifat fisik hidrogel hasil sintesis. Parameter ini digunakan untuk mempelajari kuantitas bahan awal yang diubah menjadi hidrogel pada proses sintesis, atau dapat juga digunakan untuk mengukur kerapatan ikatan silang yang terbentuk dalam hidrogel [1]. Rata-rata hasil penetapan fraksi gel dari HSA poli(kalium akrilat)-g-glukomanan dengan variasi konsentrasi glukomanan hasil radiasi 10 kGy disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Hubungan konsentrasi glukomanan terhadap fraksi gel.

Terlihat bahwa dengan meningkatnya konsentrasi glukomanan dari 0,25 g hingga 1 gram, hidrogel poli(kalium akrilat)-g-glukomanan hasil iradiasi 10 kGy mengakibatkan menurunnya nilai fraksi gel dari 94,45% menjadi 60,79%. Tidak terbentuknya hidrogel dengan fraksi gel hingga 100 %, pada umumnya disebabkan karena dalam reaksi polimerisasi radiasi pembentukan hidrogel poli(kalium akrilat)-g-glukomanan tidak hanya terjadi reaksi ikatan silang, *grafting* disamping itu terjadi pula reaksi degradasi dari glukomanan yang menghasilkan produk degradasi yang larut air.

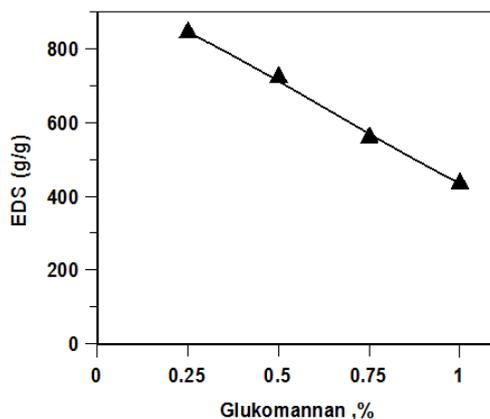


Gambar 2. Kinetika *swelling* hidrogel poli(kalium akrilat)-g-glukomanan dalam air suling dengan beragam konsentrasi glukomanan hasil iradiasi 10 kGy diukur pada suhu kamar.

Kinetika *swelling* hidrogel poli (kalium akrilat)-g-glukomanan dalam air suling pada beragam konsentrasi glukomannan hasil iradiasi 10 kGy disajikan pada Gambar 2. Terlihat bahwa pada awal pengujian (0 - 300 detik), rasio *swelling* hidrogel dengan kandungan glukomanan pada rentang 0,25% hingga 1 % dapat mencapai rasio *swelling* dengan kisaran ~300g/g hingga 500 g/g. Meningkatnya lama waktu perendaman hingga 1500 detik (25 menit), *rasio swelling* hidrogel mencapai kisaran optimum ~400 g/g hingga 800 g/g. Sebaliknya, meningkatnya konsentrasi glukomanan, *rasio swelling* hidrogel menurun.

Hal ini mengindikasikan bahwa walaupun glukomanan bersifat hidrofilik, ternyata dengan meningkatnya konsentrasi glukomanan tidak dapat meningkatkan *swelling* rasio hidrogel. Hal ini mungkin disebabkan glukomanan dengan berat molekul yang besar menyebabkan matriks hidrogel menjadi padat, sehingga daya difusi air akan berkurang dengan meningkatnya konsentrasi glukomanan atau gugus hidrofilik dari poli(kalium akrilat) bereaksi dengan gugus fungsi dari glukomanan membentuk *Interpenetrating Polymer Network (IPN)* [17] yang mengakibatkan kemampuan *swelling* hidrogel menurun dengan meningkatnya konsentrasi glukomanan.

Jika HSA direndam dalam air, maka pada awalnya akan terjadi interaksi gugus-gugus hidrofilik dengan air melalui ikatan hidrogen pada permukaan sepanjang punggung rantai polimer hidrogel. Pada kondisi ini, hidrogel kering menjadi basah dan mulai terjadi proses *swelling* (pengembangan) dan proses ini terjadi dalam hitungan detik. Jika hidrogel sangat peka terhadap air, maka hidrogel dengan cepat mengalami absorpsi air yang tinggi dalam hitungan detik. Proses penyerapan air ini berjalan secara kontinyu yang disertai pembukaan pori-pori hidrogel. Selain air yang terserap melalui ikatan hidrogen, adanya pori mengakibatkan air juga masuk kedalam hidrogel melalui pori secara difusi yang secara perlahan-lahan air akan berdifusi kedalam jaringan hidrogel melalui pori hidrogel. Hidrogel akan mengalami



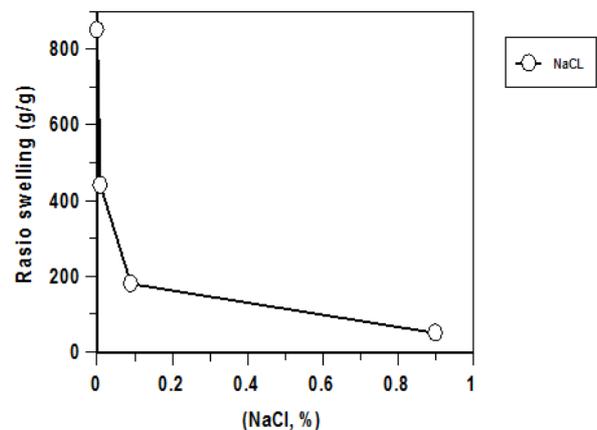
Gambar 3. Pengaruh konsentrasi glukomanan terhadap EDS HSA poli(kalium akrilat)-glukomanan yang diukur selama 24 jam.

swelling hingga jaringan hidrogel terisi penuh oleh molekul air. Kecenderungan peningkatan rasio *swelling* hidrogel dengan meningkatnya waktu perendaman, maka pengujian rasio *swelling* dilanjutkan dalam waktu 24 jam untuk mengetahui keadaan kesetimbangan EDS. Kemudian kecepatan absorpsi air akan konstan atau dalam keadaan kesetimbangan. Pengaruh konsentrasi glukomanan terhadap EDS disajikan pada Gambar 3.

Pengaruh konsentrasi glukomanan terhadap EDS disajikan pada Gambar 3. Terlihat bahwa dengan meningkatnya persen berat glukomanan dari 0,25 gram hingga 1 gram dalam waktu perendaman selama 24 jam, EDS HSA mengalami penurunan dari 846 g/g menjadi 436 g/g. Dengan demikian, EDS tertinggi terlihat pada konsentrasi glukomanan 0,25 g yaitu sekitar 846 g/g. Hal ini mengindikasikan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi glukomanaan dari 0,25 g hingga 1 gram, kemampuan *swelling* (EDS) hidrogel menurun. Hal ini mungkin disebabkan dengan meningkat konsentrasi glukomanan hingga 1 gram, porositas hidrogel menurun disebabkan *grafting* glukomanan meningkat dan menutupi pori hidrogel. Sehingga kemampuan *swelling* hidrogel menurun.

Dalam berbagai aplikasi, diperlukan pengujian HSA dengan menggunakan larutan fisiologis. Larutan NaCl merupakan salah satu jenis larutan garam yang umumnya dipakai untuk pengujian kemampuan daya serap hidrogel khususnya untuk bahan popok bayi atau wanita. Oleh karena itu, pada penelitian ini digunakan larutan NaCl dengan variasi konsentrasi 0,009%, 0,09%, dan 0,9%.

Pengaruh konsentrasi larutan NaCl terhadap rasio *swelling* hidrogel poli(kalium akrilat)-g-glukomanan pada konsentrasi glukomanan 0,25 g dengan variasi konsentrasi NaCl (0,009%, 0,09%, dan 0,9%) pada waktu perendaman selama 60 menit dapat dilihat pada Gambar 4.

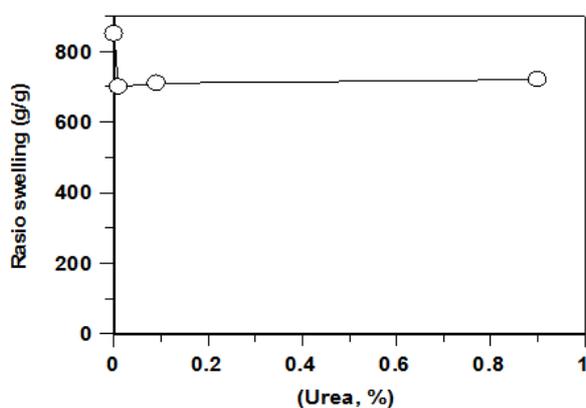


Gambar 4. Pengaruh konsentrasi NaCl terhadap rasio *swelling* HSA (glukomanan 0,25 gram) hasil iradiasi 10

Pengaruh konsentrasi NaCl terhadap rasio *swelling* HSA hasil iradiasi yang disajikan pada Gambar 4. Terlihat bahwa rasio *swelling* HSA dalam

larutan NaCl menurun dari 469 g/g pada konsentrasi 0,009% menjadi 70 g/g pada konsentrasi NaCl 0,9 %. Menurunnya rasio *swelling* dalam larutan NaCl disebabkan karena adanya gaya penolakan ion K^+ bebas dalam matriks hidrogel terhadap ion Na^+ bebas dalam larutan. Dengan demikian, rasio *swelling* dalam larutan garam NaCl lebih rendah dibandingkan *swelling* dalam air. Fenomena ini terjadi atas dasar tekanan osmotik yang terdistribusi tidak merata dari ion dalam medium dan jaringan polimer. Jika hidrogel di masukan dalam air terjadi tekanan osmosa maksimal menyebabkan *swelling* maksimum. Jika hidrogel direndam dalam larutan NaCl akan mengalami tekanan osmosa yang sangat rendah karena adanya ion Na^+ dan Cl^- .

Pengaruh waktu perendaman dalam urea terhadap rasio *swelling* dengan variasi konsentrasi urea 0,9%, 0,09% dan 0,009% perendaman selama 60 menit dapat dilihat pada Gambar 5.



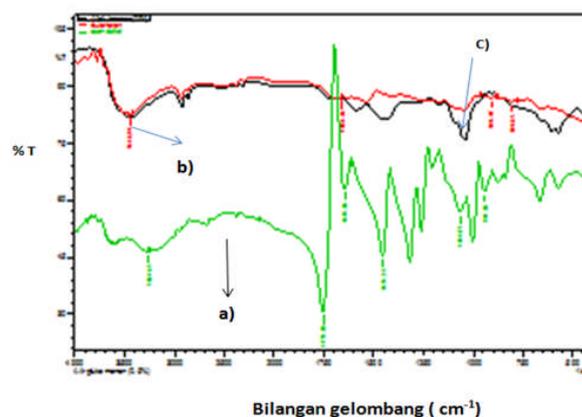
Gambar 5. Pengaruh konsentrasi urea terhadap rasio swelling HSA (glukomanan 0,25 gram) pada dosis 10 kGy.

Pengaruh konsentrasi urea terhadap rasio *swelling* HSA (glukomanan 0,25 g) yang disajikan pada Gambar 5. Terlihat bahwa pada konsentrasi 0 % merupakan rasio *swelling* dalam air. Rasio *swelling* HSA dalam larutan urea pada konsentrasi 0,009% adalah 715 g/g, kemudian dengan meningkatnya konsentrasi terjadi peningkatan rasio *swelling* pada konsentrasi 0,09% adalah 733 g/g dan konsentrasi 0,9% adalah 747. Pengaruh variasi konsentrasi urea tidak terjadi perubahan yang signifikan pada proses mengembang dari variasi konsentrasi urea. Hal ini dapat disebabkan karena molekul urea bersifat netral, sehingga tidak mempengaruhi gaya tolak menolak elektrostatis COO- pada rantai polimer. Selain itu molekul urea memiliki gugus hidrofilik seperti NH_2 . Ketika HSA poli kalium akrilat mengembang dalam larutan air-urea dengan konsentrasi yang lebih tinggi, sehingga molekul urea akan lebih masuk ke dalam jaringan polimer. Semakin banyak ikatan antara hidrogel-urea dalam larutan urea menyebabkan rasio *swelling* hidrogel meningkat.

Pada umumnya aplikasi hidrogel superabsorben ditunjukkan sebagai popok bayi (*diaper*) yang pengujiannya dilakukan dengan urin. Pada penelitian ini

dilakukan uji daya serap dari hidrogel terhadap larutan NaCl dan Urea sebagai pengganti urin. Menurut ISO 17190-5-2001[16], daya serap popok bayi adalah minimal 70 kali dari bobot awal. Maka hidrogel ini dapat digunakan sebagai popok bayi.

Karakterisasi gugus fungsi menggunakan *FT-IR* dilakukan untuk mempelajari perubahan gugus fungsi dari bahan baku (glukomanan dan asam akrilat) dan HSA hasil iradiasi poli (kalium akrilat)-g-glukomanan. (0,25%) disajikan pada Gambar 6. Terlihat bahwa ciri khas spectrum *FT-IR* glukomanan diwakili pita absorpsi pada daerah bilangan gelombang 3442 cm^{-1} mewakili gugus $-OH$ dan daerah bilangan gelombang secara berturut turut 806 dan 908 cm^{-1} mewakili gugus unit manosa dan glucosa. Wijanarko dkk [17] melaporkan gugus-gugus tersebut tampak pada daerah daerah bilangan gelombang 808 dan 875 cm^{-1} , sedangkan Xu dkk. [18] melaporkan gugus-gugus glukosa tersebut tampak pada daerah bilangan gelombang 808 dan 871 cm^{-1} . Pita absorpsi dari asam akrilat (Gambar 6a) diwakili secara berturut-turut oleh gugus $-OH$, $-C=O$, $-C=C-$ serta $-CH_2-$ tampak pada daerah bilangan gelombang $3261, 1763, 1645$ dan 1454 cm^{-1} .

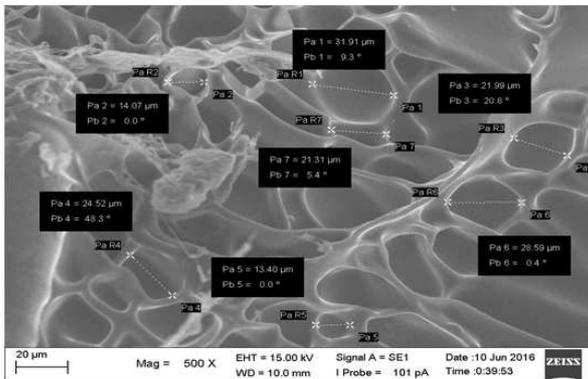


Gambar 6. Spektrum *FT-IR* (a) asam akrilat (b) glukomanan dan (c) hidrogel poli(kalium akrilat)-g-glukomanan.

Jika spectrum *FT-IR* poli(kalium akrilat)-g-glukomanan (Gambar 6(c)) dibandingkan dengan spectrum *FT-IR* hanya glukomanan saja (Gambar 6(b)), terlihat bentuk spektrum *FT-IR* kedua senyawa tersebut relatif sama. Tetapi jika dibandingkan dengan spectrum asam akrilat (Gambar 6(a)) terlihat bahwa gugus $-OH$ dari asam akrilat dari 3261 cm^{-1} bergeser ke daerah bilangan gelombang 3442 cm^{-1} . Selain itu, pita absorpsi gugus $-C=O$ dan $-C=C$ gugus asam akrilat relatif mengecil. Hal ini mungkin terjadi interaksi asam akrilat yang berubah menjadi poli (kalium akrilat) dan bereaksi dengan glukomanan melali gugus $-OH$ dan $C=O$ membentuk struktur *Interpenetrating Polymer Network (IPN)* atau sebab lain yang perlu diteliti lebih lanjut [19].

Analisis menggunakan *SEM* bermanfaat untuk mengetahui morfologi, bentuk, ukuran, serta porositas

hidrogel. Serta memberikan informasi yang relevan mengenai homogenitas dan heterogenitas jaringan



Gambar 7. Mikrograf SEM HSA poli kalium akrilat-glukomanan ($D_n=0,5$) dengan konsentrasi glukomanan 0,25 gram pada dosis radiasi 10 kGy (500 X).

hidrogel. Mikrograf HSA polikalium akrilat-glukomanan disajikan pada Gambar 7.

Gambar 7 merupakan mikrograf HSA poli kalium akrilat-glukomanan pada perbesaran 500x tampak morfologi permukaan hidrogel dengan struktur berpori dan jaringan saling berhubungan, terlihat porositas hidrogel memiliki diameter dengan ukuran yang tidak teratur dimulai 13,4µm hingga 31,91 µm. Adanya pori-pori pada hidrogel mengakibatkan penetrasi air ke dalam jaringan hidrogel yang mengakitkannya *swelling*. Hal ini menunjukkan adanya ikatan silang dalam struktur HSA poli (kalium akrilat)-g-glukomanan.

KESIMPULAN

Superabsorben poli(kalium akrilat)-g-glukomanan dapat disintesis melalui teknik iradiasi gamma. Meningkatnya konsentrasi glukomanan hingga 1 % pada dosis iradiasi 10 kGy menyebabkan rasio *swelling* dan fraksi gel HSA relatif menurun. Terjadinya struktur *Interpenetrating Polymer Network (IPN)* yang menyebabkan gugus-gugus fungsi HSA yang berfungsi menyebabkan HSA *swelling* terganggu oleh gugus fungsi glukomanan, sehingga *swelling* dan fraksi HSA menurun. Pada pengujian SEM, HSA berpori yang banyak dan besar menyebabkan HSA poli(kalium akrilat)-g-glukomanan dapat menyerap air. HSA poli (kalium akrilat)-g-glukomanan dapat dipertimbangkan sebagai bahan biomaterial khususnya untuk sebagai popok bayi

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bpk. Bonang serta rekan-rekan di IRPASENA PAIR-BATAN yang telah membantu iradiasi sampel, sehingga penelitian dapat dilakukan hingga selesai

DAFTAR ACUAN

- [1]. M.Beck, F. Volker, A. Kowalski, S. Elisabeth, E.J. Bauer, H.Keller, and B. Steinmetz. "United States Patent No. 8063265B2." 2012.
- [2]. M.J. Zohuriaan, K. Kabiri. "Advances in Non Hygenic Applications of Superabsorbent Hydrogel Materials". J. Mater Sci., vol. 45, pp. 5711-5735, 2010.
- [3]. I. Azman , S.A. Mutalib, S.F.M. "Novel Dioscorea Hispida Starch-Based Hydrogels and their Beneficial Use as Disinfectants." J. Bioact. Compat. Polym., vol.31, pp 42-59. 2016.
- [4]. F.M. Francesco, A. Parente, P.Santaman, A. Sannino, F. Seno. "Biodegradable Superabsorbent Hydrogel Increases Water Retention Properties of Growing Media and Plant Growth. Agriculture and Agricultural Science." vol 4, pp 451-458, 2015.
- [5]. Y. Zhang, X.Li, Q.Dong. "Synthesis and Water Absorbency of Polyampholilic Hydrogels with Antibacterial Activity." J. Appl. Polym. Sci., vol. 120, pp. 1767-1773, 2011.
- [6]. C.Chang, B. Duan, J. Cai, L. Zhang. "Superabsorbent Hydrogel Based on Cellulose for Smart Swelling and Controllable Delivery." European Polymer Journal, vol. 46, pp. 92-100, 2010.
- [7]. Y. Bao. J. Ma, N.Li. "Synthesis and Swelling Behaviours of Sodium Carboxymethyl Cellulose-g-Poly(AA-co-AA-co-AMTS/MM-TS Super Absorbent Hydrogel." Carbohydr Polym H. vol 84, pp.76-82, 2011.
- [8]. K. Kabiri, A. Aziz, M. J. Zouriaan. "Poly(Acrylic Acid-Sodium Styrene Sulfonate) Organogels : Preparation, Characterization and Alcohol Superabsorbency." J. Appl. Polym. Sci., vol. 119, pp. 2759-2769, 2011.
- [9]. N. Moini, K.Kabiri, M.J. Zouhiraan-Mehr. "Practical Improvement of SAPHydrogel Properties Via Facile Tunable Crosslinking of the Particle Surface." Polym. Plast. Technol. Eng., vol. 55, pp. 278-290, 2016.
- [10]. Barleany D.A., Sofiyati, Unayah, Erizal. "Aplikasi Hidrogel Superabsorben Kopoli(Asam Akrilat-Hidroksi Etil Akrilat)-Kitosan Hasil Iradiasi Gamma Untuk Adsorpsi Ion Logam Cu^{2+} Dalam Larutan." Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah, vol. 16, pp. 63-72, 2013.
- [11]. G.B. Marandi, S. Hariri, G.R. Mahdavinia. "Effect of Hydrophobic Monomer on the Synthesis and Swelling Behaviour of Collagen-g-Poly(Acrylic Acid) -co-Sodium Acrylate Hydrogel." Polym. Int., vol. 58, pp. 227-235, 2009.
- [12]. Erizal, L.Marisa, R.A.K. Setyo, A.Basril. "Synthesis and Charactrization of Acrylic Acid Based Superabsorbent Hydrogel Using Gamma Irradiation." A Sci. J. for the Appl. of Isotopes and Radiation, vol. 11, pp. 27-37, 2015.

- [13]. Erizal, F. Lukitowati, I. Oktaviani, D.R. Barleany, A.Basril, Sudirman. "Synthesis and Characterization of Superabsorbent Sodium Alginate-g-Poly (Potassium Acrylate) Hyrdogels Prepared by Using Gamma Irradiation". *J. Kimia Kemasan*, vol.39, pp. 9-16, 2017.
- [14]. Faridah A. 2014. "Identifikasi Porang Glukomanan Hasil Optimasi Ekstraksi Menggunakan FT-IR, SEM Dan NMR." *J. Rekapangan*. vol. 8, no. 2. pp. 142-148, 2014.
- [15]. S. Sina, M.J. Zohuriaan, -Mehr, H. Omedian. "Antibacterial Superabsorbin Hydrogels with High Saline Swelling Properties Without Gel Blockage: Toward Ideal Superabsorbents for Hygenic Applications." *J. Bioactive and Compatible Polymers*, vol. 32, 2017.
- [16]. ISO 17190-5: 2001. *Urine-Absorbing Aids Incontinence Test Methods for Characterizing Polymer-Based Absorbent Materials-Part 5. Gravimetric Determination of Free Swelling Capacity in Saline Solution*, 2001.
- [17]. S.B Wijanarko, A.Nugroho, and Estiasih. "Functional Nteraction Components of Protein Isolated and Glucomanan in Food Barss by FT-IR and SEM Studies." *African J. Food Sci.*, pp. 12-21, 2011.
- [18]. Q. Xu, W., Huang, L. Jiang. Z. Z.Lei, X, Li, and H.Deng. "KGM and PMAA Based Ph-Sensitive Interpenetrating Polymer Network Hydrogel for Controlled Drug Release." *Carbohydr. Polym.*, pp. 565-570, 2013.
- [19]. A. Soman, F. Mathew, A.J.C., Chacko, M. Alias, G.V., Poosan. "Interpenetrating Polymer Network (IPN)-Hydrogel." *The Pharma Innovation Journal*, vol. 3, pp. 59-46, 2014.