

Sintesis dan Karakterisasi Hidrogel Superabsorben Kopolimer(Kalium Akrilat)-g-Poli(Vinil Alkohol)

Erizal¹, Fajar Lukitowati¹, Dhena Ria Barleany², Zuhelmi Aziz³, dan Sudirman⁴

¹Pusat Aplikasi Isotop dan Radiasi, BATAN, Jl. Lebak Bulus Raya No. 14, Jakarta

²Fakultas Teknik Universitas Sultan Agung Tirtayasa
Jl. Jenderal Sudirman, Km 3, Banten 42435

³Fakultas Farmasi Universitas Pancasila, Serengseng Sawah, JakSel 12640

⁴Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju, BATAN
Kawasan Puspiptek, Tangerang Selatan 15314
Email: izza3053@yahoo.com

Diterima: 05-Mar-2018 Diperbaiki: 22-Apr-2018 Disetujui: 29-Mei-2018

ABSTRAK

Sintesis dan Karakterisasi Hidrogel Superabsorben Kopolimer(Kalium Akrilat)-g-Poli(Vinil Alkohol). Telah dilakukan sintesis dan karakterisasi hidrogel superabsorben (HAS) dari kopolimer(kalium akrilat)-g-poli(vinil alkohol). HAS adalah polimer hidrofilik struktur 3 dimensi yang berkemampuan menahan sejumlah besar air (± 1000 kali berat keringnya) dalam matriknya, dan merupakan bahan potensial untuk aplikasi dengan rentang relatif luas. Poli(vinil alkohol) (PVA) merupakan polimer hidrofilik yang secara komersial mudah diperoleh dan biokompatibel serta dapat digunakan sebagai bahan untuk modifikasi HAS. Satu seri HAS dibuat dari asam akrilat yang telah dinetralkan sebagian dengan KOH, lalu dicampurkan dengan larutan PVA pada variasi konsentrasi 0,25-1,75 % (w/v) dan diiradiasi menggunakan sinar gamma pada dosis 10 kGy (laju dosis 2,5 kGy/j). Terjadinya reaksi cangkok (*grafting*) PVA diukur menggunakan *Fourier transform infra red* (FTIR), dan morfologinya diobservasi menggunakan *scanning electron microscope* (SEM). Fraksi gel dan kemampuan hidrogel dalam mempertahankan air yang diserap (rasio *swelling*), serta *equilibrium degree of swelling* (EDS) hidrogel ditentukan dengan metode gravimetri. Hasil pengukuran SEM menunjukkan terjadinya cangkok PVA dalam hidrogel yang ditunjang oleh timbulnya puncak gugus COOH dari akrilat dalam PVA pada pengujian FTIR. Meningkatnya konsentrasi PVA menyebabkan menurunnya kemampuan *swelling* dari hidrogel. HAS kopolimer(kalium akrilat)-g-PVA dapat dipertimbangkan sebagai kandidat untuk aplikasi di bidang kesehatan dan farmasi.

Kata Kunci: hidrogel, superabsorben, cangkok, iradiasi, PVA

ABSTRACT

Synthesis and Characterization of Hydrogel Supebasorbent Copoly (Potassium Acrylate)-g-Poly(Vinyl Alcohol). Synthesis and characterization of hydrogel supebasorbent (HSA) from copoly(potassium acrylate)-g-poly(vinyl alcohol) has been done. HSA is a polymer with 3 dimensional structure, which can retain a large amount of water (± 1000 times of its dried weight), and as one of the potential raw materials for many applications. Poly(vinyl alcohol) (PVA) is hydrophilic polymer that is available commercially and can be used as material for modification of HSA. A series of HSA was prepared from partially neutralized acrylic acid with KOH, and then mixed with PVA solution at various concentrations (0.25-1.75 % w/v) using gamma irradiation at a single dose of 10 kGy (dose rate 2.5 kGy/h). The grafted polymer onto PVA molecules was characterized by Fourier transform infra red (FTIR), and its morphology was observed by scanning electron microscope (SEM). Gel fraction, the water retention (swelling ratio) and equilibrium degree of swelling (EDS) were determined by gravimetric method. The SEM observation showed that graft polymerization of PVA was occurred in hydrogel, supported by appearance of COOH of acrylic acid groups in PVA measured using FTIR. Increasing PVA concentration caused decreasing the ability of HSA to swell. HAS from copoly(potassium acrylate)-g-PVA can be a potential candidate for application in healthcare and pharmacy.

Keywords: hydrogel, superabsorbent, grafting, irradiation, PVA

PENDAHULUAN

Hidrogel superabsorben (HSA) merupakan salah satu jenis produk hidrogel yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan masyarakat di seluruh dunia, khususnya untuk penyerap urin, baik untuk bayi maupun orang dewasa. Kebutuhan akan HSA meningkat dengan meningkat jumlah penduduk terutama jumlah bayi yang lahir. HSA berkarakteristik mampu menyerap air dengan kapasitas yang relatif tinggi yaitu 1 g berat keringnya dapat menahan air dengan kapasitas 100 - 1000 g air dalam struktur jaringan matriknya. Sesuai dengan perkembangan zaman, aplikasi HSA tidak hanya untuk keperluan popok saja, tetapi telah banyak dikembangkan dibidang kesehatan antara lain sebagai bahan dasar wadah bedah (*surgical pad*), pengemas panas dan dingin (*hot and cold therapy packs*), pengendap limbah rumah sakit (*medical waste solidification*), kertas saniter (*sanitary napkins*) dan bidang industri sebagai penyerap air pada handuk mandi [1-5]. Lebih jauh lagi, HSA 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 bakteri pada

pembalut luka, untuk imobilisasi obat (*controlled release of drug*) dan urea serta juga digunakan pada bahan konstruksi bangunan [6-8].

Asam akrilat adalah salah satu jenis monomer yang sangat populer dipakai sebagai basis material untuk pembuatan HSA [9,10]. Potensi asam akrilat sebagai bahan baku superabsorben disebabkan karena gugus anion karboksilat pada molekulnya yang berfungsi kuat dalam mengikat air. Jika asam akrilat tersebut dinetralkan sebagian dan selanjutnya dipolimerisasikan ikatan silang baik secara kimia maupun iradiasi gamma, maka gugus-gugus anion yang terbentuk sepanjang punggung rantai polimernya akan saling tolak menolak yang mengakibatkan pori-porinya membesar [11]. Oleh karena itu, semakin banyak air yang dapat masuk ke dalam pori, maka kapasitas *swelling* (menggembung) hidrogel meningkat secara drastis dapat mencapai 800-1000 g air yang diserap persatuan 1 g berat keringnya dalam waktu relatif singkat ± 10 menit. Namun demikian, salah satu kelemahan asam akrilat adalah bentuk polimer limbahnya yang sukar terdegradasi dan 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 baik sintetik atau alami dan ramah lingkungan merupakan subjek paling penting pada segi komersial dan kenyamanan terhadap lingkungan [12-13]. Untuk itu, perlu dilakukan modifikasi HSA berbasis asam akrilat sebagai bahan dasar superabsorben yang aman terhadap lingkungan dan kesehatan yaitu menggabungkannya dengan polimer sintetik yang mudah terdegradasi seperti poli(vinil alkohol) (PVA).

PVA merupakan salah satu jenis polimer hidrofilik yang diperoleh dari sintesis polimerisasi monomer vinil asetat [14,15]. PVA bersifat biodegradabel, biokompatibel, tidak toksik dan mudah diperoleh. Di bidang farmasi dan kesehatan, PVA banyak digunakan sebagai bahan biomaterial seperti bahan pembalut luka (*wound dressing*), *scaffold* untuk *tissue engineering* dan pelepasan obat terkendali [16]. Oleh karena itu, PVA selayaknya dapat digunakan sebagai aditif pada pembuatan HSA yang aman, ramah lingkungan dan sebagai alat kesehatan.

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan HSA berbasis asam akrilat yang dinetralkan parsial dan digabungkan/digrafting dengan PVA menggunakan iradiasi gamma. Pengaruh konsentrasi PVA terhadap rasio *swelling*, fraksi gel, *Equilibrium Degree of Swelling* (EDS) dipelajari. Morfologi dari HSA diobservasi menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan karakter kimianya dipelajari menggunakan *Fourier transform Infra red* (FTIR).

METODE PERCOBAAN

Bahan

Monomer asam akrilat (BM 72,06 g/mol), urea, NaCl, KOH adalah buatan Merck. PVA dengan derajat polimerisasi 1700 dan angka penyabunan $\pm 99\%$ buatan KURARAY. Semua bahan kimia yang dipakai kualitas proanalisis. Asam akrilat langsung dipakai tanpa perlakuan khusus.

Pembuatan HSA kopoli(kalium akrilat)-g-PVA

Disiapkan satu seri 15 mL larutan monomer asam akrilat (AA) dalam 50 mL air suling, selanjutnya masing masing larutan dinetralkan parsial dengan $\pm 5,6$ g KOH, diaduk hingga larutan homogen menggunakan pengaduk magnet. Kemudian disiapkan satu seri larutan PVA dengan variasi berat 1, 3, 5, dan 7 g dalam 100 mL air, dan diotoklaf pada suhu 121°C selama 2 jam. Selanjutnya 25 mL masing-masing larutan PVA dicampurkan dengan larutan asam akrilat yang telah dinetralkan, diaduk hingga homogen, dikemas dalam plastik polipropilen (PP) ukuran 10x15 cm², ditutup hingga kedap udara menggunakan mesin *sealer* dan selanjutnya diiradiasi sinar gamma pada dosis 10 kGy (laju dosis 2,5 kGy/jam) dalam iradiator IRPASENA, PAIR Batan.

Pengujian Rasio Swelling Hidrogel

Pengujian rasio *swelling* hidrogel dimaksudkan untuk menguji kemampuannya dalam menyerap air sebagai fungsi waktu berdasarkan metode yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti [17]. Laju *swelling* hidrogel ditetapkan secara gravimetri. Hidrogel kering (W_0) dengan berat ± 10 mg dimasukkan ke dalam 100 mL air suling (larutan jenis lainnya), lalu diaduk dengan kecepatan 400 rpm pada suhu kamar. Pada 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 (± 1 jam). Volume air yang tertampung dalam beaker ditimbang/diukur (W_1). Rasio *swelling* hidrogel dihitung dengan persamaan berikut.

$$\text{Rasio swelling} = (W_t)/W_0 \quad (1)$$

dimana W_0 adalah berat hidrogel kering awal, dan W_t adalah berat hidrogel dalam keadaan *swelling* pada 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.

Penentuan Fraksi Gel

Penentuan fraksi gel dilakukan dengan mengukur jumlah berat awal sampel yang diubah setelah proses perlakuan baik secara kimia maupun iradiasi menjadi produk akhir dan dihitung dalam nilai persentase. Nilai fraksi gel secara tidak langsung juga mencerminkan kerapatan silang hidrogel [18]. Penentuan fraksi gel dilakukan secara gravimetri. 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 inkubator 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 inkubator dan dikeringkan kembali dalam oven pada suhu 60 °C hingga berat konstan, hidrogel kering ditimbang kembali (w_1). Fraksi gel dihitung dengan persamaan berikut :

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

dimana W_0 adalah berat hidrogel kering awal (g), dan W_1 adalah berat hidrogel kering hasil proses ekstraksi (g).

Pengukuran FTIR

Pengukuran FTIR dimaksudkan untuk mempelajari perubahan yang terjadi pada gugus fungsional senyawa akibat suatu perlakuan menggunakan alat FTIR Merck Shimadzu IRPrestige-21. Daerah kerja FTIR yang dipakai yaitu pada rentang bilangan gelombang 400-4000 cm^{-1} dan laju scan 20.

Pengukuran SEM

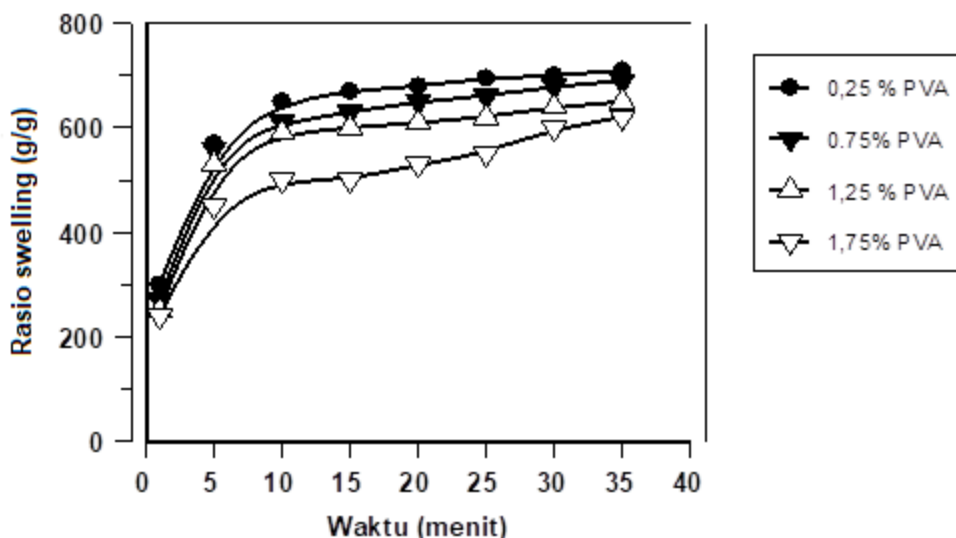
Morfologi permukaan dari hidrogel diukur menggunakan alat SEM, Merck JSM 6510 (JEOL, Jepang) yang beroperasi pada voltase 30 kV. Sampel hidrogel dibuat *swelling* maksimum dalam air. Lalu dibekukan dalam freezer dan selanjutnya diliofilisasi dan sampel keringnya diukur permukaannya menggunakan SEM.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kinetika Rasio Swelling Hidrogel

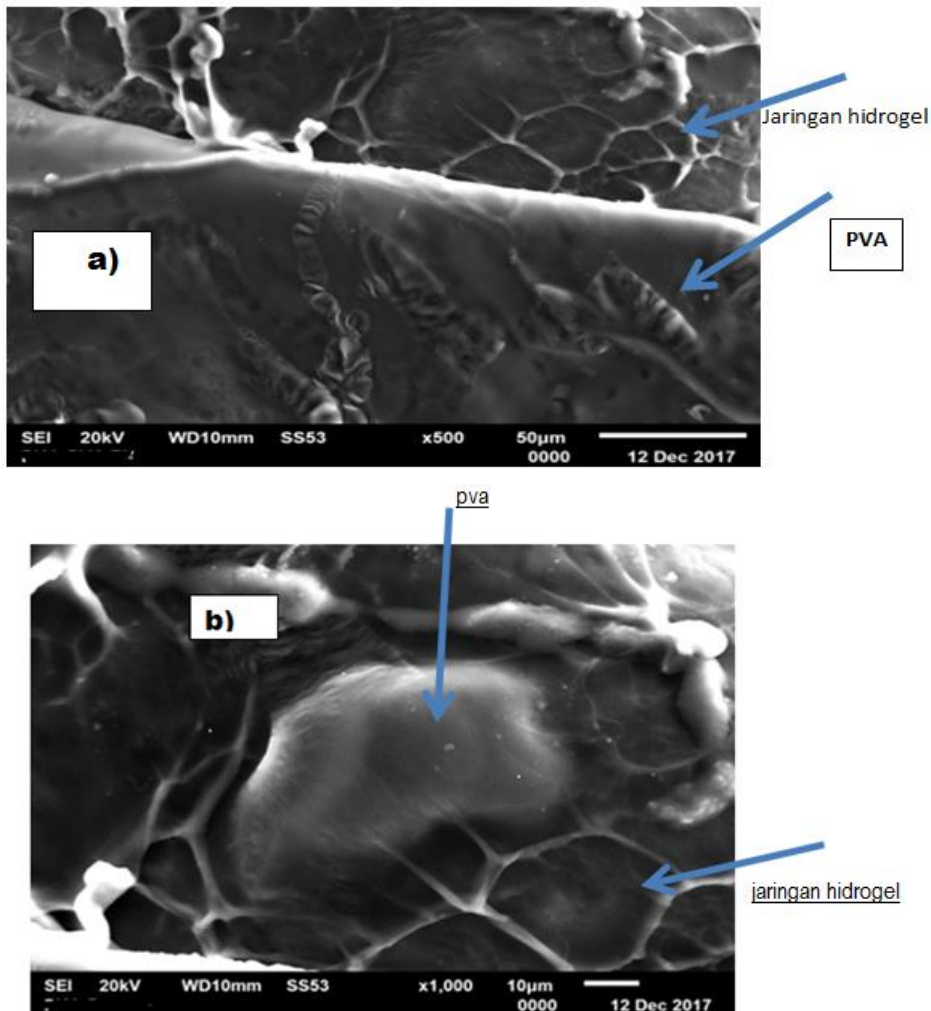
Pengaruh konsentrasi PVA terhadap kemampuan *swelling* HAS kopolimer (kalium akrilat)-g-PVA sebagai fungsi waktu perendaman disajikan pada Gambar 1. Terlihat bahwa pada waktu perendaman awal 5 menit pertama,

semua hidrogel menunjukkan kapasitas absorpsi air yang relatif besar dengan kisaran 250-600 g/g. Meningkatnya waktu perendaman hingga 35 menit disertai dengan meningkatnya konsentrasi PVA hingga 1,75%, rasio *swelling* hidrogel meningkat secara perlahan-lahan (*gradually*) dan selanjutnya mengalami kondisi yang relatif konstan pada kisaran 600-700 g/g. Namun demikian, rasio *swelling* PVA 0,25 % lebih besar dibandingkan rasio *swelling* 1,75 %, yang secara berturut-turut dengan urutan rasio *swelling* 0,25% > 0,75% > 1,25% > 1,75%. Meningkatnya rasio *swelling* dengan meningkatnya waktu perendaman disebabkan adanya gugus fungsi OH, COOH yang berasal dari PVA dan polimer akrilat yang berikatan dengan molekul air melalui ikatan hidrogen, disertai membesar ukuran pori dalam hidrogel pada waktu *swelling* sebagai fungsi waktu. Sedangkan menurunnya rasio *swelling* hidrogel dengan meningkatnya konsentrasi PVA. Hal ini disebabkan gugus OH dari molekul PVA bereaksi dengan gugus COOH dari akrilat sebagai sumber radikal pada proses iradiasi bereaksi satu dengan lainnya membentuk grafting, sehingga gugus aktif OH dan COOH yang dapat berikatan dengan air semakin berkurang. Selain itu, meningkatnya konsentrasi PVA menyebabkan struktur matrik hidrogel semakin menjadi padat dan pori hidrogel menjadi rapat, sehingga kemampuan air untuk berdifusi melalui pori semakin kecil. Hal ini menambah rasio *swelling* hidrogel menurun.



Gambar 1. Kinetika swelling hidrogel kopoli (kalium akrilat)-g-PVA dipreparasi dengan konsentrasi variasi PVA (0,25-1,75%) hasil iradiasi gamma

SEM HAS

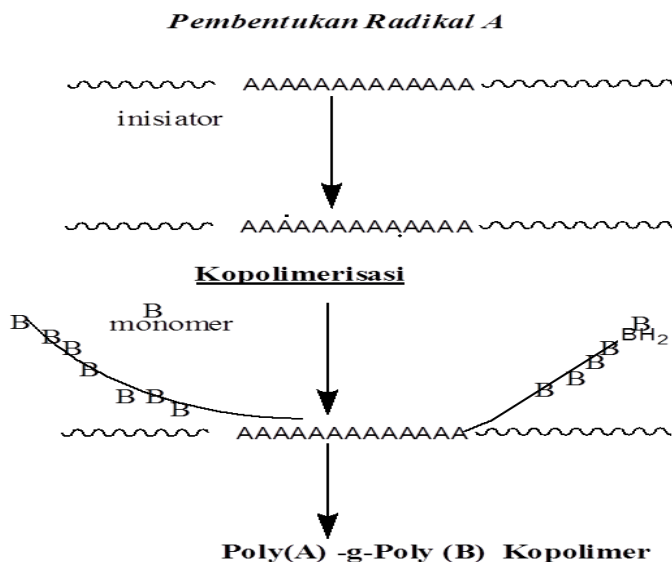


Gambar 2. Foto SEM hidrogel kopoli (kaliumakrilat)-g-PVA hasil iradiasi 10 kGy pada perbesaran a) 500 dan b) 1000 kali

Untuk memperkuat asumsi bahwa PVA dengan berat molekul yang relatif besar (170.000) mencangkok polimer akrilat pada proses iradiasi dilakukan pengamatan struktur morfologinya menggunakan alat SEM. Foto SEM hidrogel pada umumnya memberikan informasi mengenai geometri pori-pori dan ukurannya pada lokasi yang spesifik, yang berkaitan dengan homogenitas dan heterogenitas jaringan hidrogel. Pada Gambar 2 disajikan fotomikrograf hasil pengamatan SEM HSA kopoli(kalium akrilat)-g-PVA pada konsentrasi PVA 1,75 % hasil iradiasi gamma dengan perbesaran berturut-turut 500 dan 1000 kali. Terlihat bahwa permukaan hidrogel pada perbesaran 500 dan 1000 kali terdiri atas 2 bagian

besar yang sangat jelas yaitu adanya jaringan ikatan silang polimer berbentuk mikropori dan padatan molekul PVA yang menutupi sebagian jaringan ikatan silang hidrogel yang saling terdispersi satu dengan lainnya. Hal ini terjadi disebabkan oleh deposisi polimer secara perlahan-lahan membentuk lapisan jaringan polimer pada permukaan PVA [9]. Hal ini menyebabkan rasio *swelling* hidrogel menurun dengan meningkatnya konsentrasi PVA.

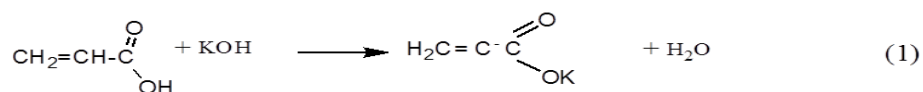
Menurut Kumar dkk [19] proses pencangkakan punggung polimer polisakarida oleh monomer digambarkan berdasarkan skema persamaan seperti pada Gambar 3.



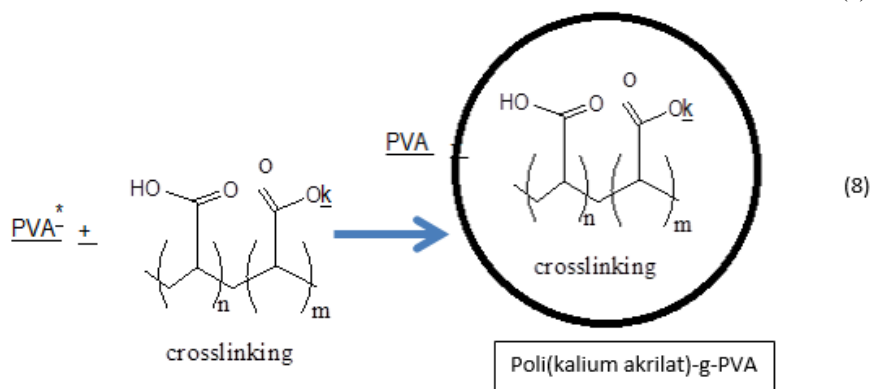
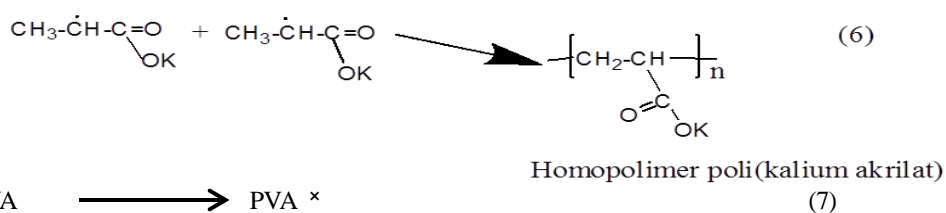
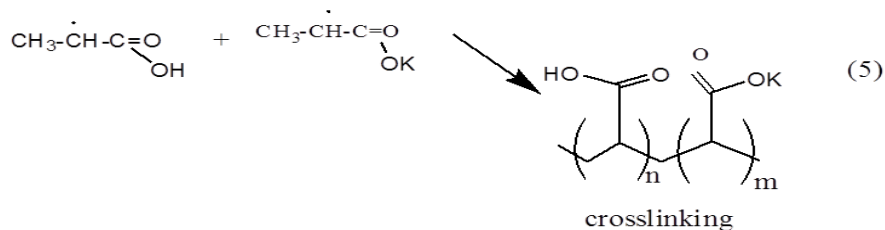
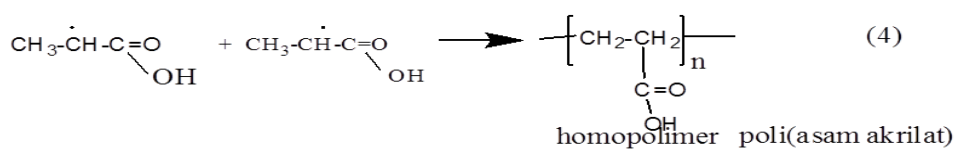
Gambar 3. Skema reaksi cangkok monomer vinil pada polisakarida [19]

A merupakan monomer dan B adalah polimer polisakarida. Terjadinya reaksi pencangkakan seperti yang diilustrasikan pada Gambar 3 yaitu polisakarida (berat molekul yang relatif besar) mengalami reaksi pembentukan radikal oleh sebab adanya inisiator. Selanjutnya monomer juga mengalami reaksi pembentukan radikal dan mengalami reaksi polimerisasi dan kemudian bereaksi dengan polimer radikal pada punggungnya (cangkok). Berdasarkan persamaan reaksi tersebut di atas dapatlah diduga terjadinya reaksi-reaksi yang mungkin terjadi dalam campuran asam akrilat -PVA yang diiradiasi dengan sinar gamma sehingga terbentuk morfologi SEM yang diamati pada Gambar 2, dengan reaksi-reaksi yang disajikan pada Gambar 4.

Sintesis dan Karakterisasi Hidrogel Superabsorben Kopoli(Kalium Akrilat)-g-Poli(Vinil Alkohol) (Erizal)



asam akrilat Kalium akrilat

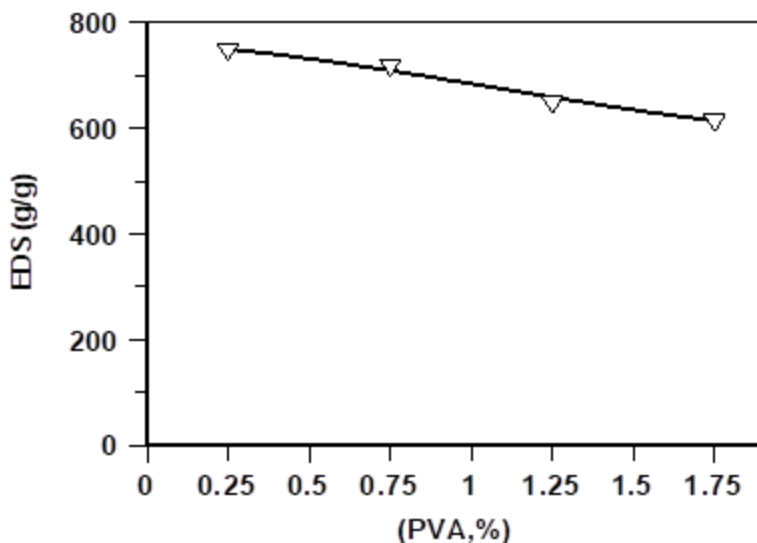


Gambar 4. Asumsi mekanisme reaksi cangkok kopoli (kalium akrilat)-PVA pada proses iradiasi gamma

Pada awalnya sebagai umumnya efek iradiasi pada campuran kalium akrilat-PVA yaitu terjadinya reaksi radiolisis air membentuk H dan OH radikal (reaksi 2). Selanjutnya H atau OH radikal bereaksi dengan asam akrilat yang tersisa membentuk radikal asam akrilat (reaksi 3) dan selanjutnya mengalami reaksi polimerisasi membentuk homopolimer (reaksi 4) yang larut dalam air. Selain itu, radikal asam akrilat bereaksi secara ikatan silang dengan radikal kalium akrilat membentuk kopolimernya yang stabil (reaksi 5). Pada saat yang bersamaan PVA juga mengalami proses pembentukan radikal (reaksi 7) akibat iradiasi gamma. Pada reaksi terminasi, radikal ikatan silang kopolimer asam akrilat tercangkok (*grafting*) pada punggung molekul PVA radikal membentuk HSA melalui reaksi ikatan silang. Hal ini terlihat jelas pada fotomikrograf SEM yang disajikan pada Gambar 2. Pada konsentrasi PVA 1,75 %, kemungkinan sebagian PVA ikut serta dalam reaksi kopolimerisasi yang mengakibatkan pori kopolimer menjadi besar.

Equilibrium Degree of Swelling (EDS)

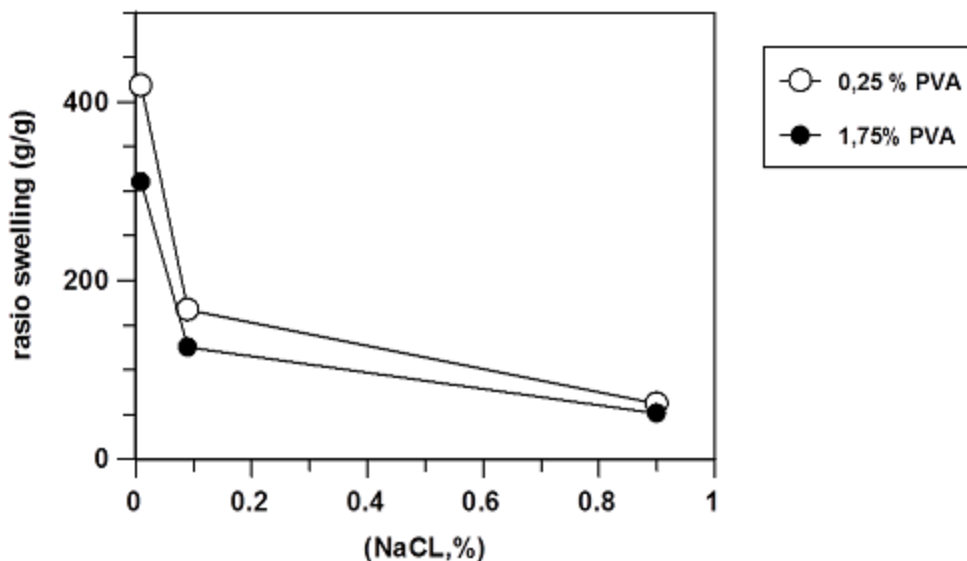
Pengaruh waktu perendaman selama 24 jam terhadap kesetimbangan air yang keluar-masuk (*equilibrium degree of swelling/EDS*) hidrogel disajikan pada Gambar 5. Terlihat bahwa dengan meningkatnya konsentrasi PVA dari 0,25 hingga 1,75 %, EDS hidrogel menurun dari EDS 750 g/g menjadi 600 g/g. EDS hidrogel adalah salah satu parameter yang juga penting untuk mempelajari kondisi air yang terserap dalam hidrogel dicapai selama proses air keluar-masuk hidrogel melalui pori-pori hingga kondisi setimbang. Terjadinya absorpsi air pada hidrogel ditinjau secara kimia, salah satunya adalah sumbangan gugus hidrofilik (asam akrilat dan PVA) yang menyebabkan absorpsi air pada hidrogel yaitu gugus OH (hidroksi) atau asam (COOH) yang terikat pada PVA serta gugus karboksilat (COOH). Jika hidrogel direndam dalam air, air masuk ke dalam hidrogel melalui tekanan osmosis dan atom hidrogen bereaksi dan menghasilkan ion positif. Hal ini menyisakan ion negatif sepanjang rantai polimer. Ion-ion negatif tersebut saling tolak menolak dan menyebabkan rantai menjadi terbuka lebar dan menarik molekul air dan mengikatnya melalui ikatan hidrogen [19]. Proses ini berlangsung hingga mencapai keadaan kesetimbangan. Meningkatnya konsentrasi PVA, menyebabkan rasio *swelling* hidrogel relatif menurun. Hal ini disebabkan karena polimer (kalium akrilat) yang tercangkok pada PVA (telah dibahas pada Gambar 3), mengakibatkan viskositas larutan meningkat dan interaksi gugus-gugus fungsi antara PVA-polimer (kalium akrilat) semakin meningkat sehingga kemampuan interaksi dengan air menjadi menurun [21]. Hosseinzadeh [21] melaporkan kapasitas maksimum absorpsi HSA adalah pada konsentrasi 2,4 % (% berat).



Gambar 5. Hubungan konsentrasi PVA vs. EDS dari hidrogel kopoli(kalium akrilat)-g-PVA hasil iradiasi gamma

Swelling Hidrogel dalam Larutan NaCl

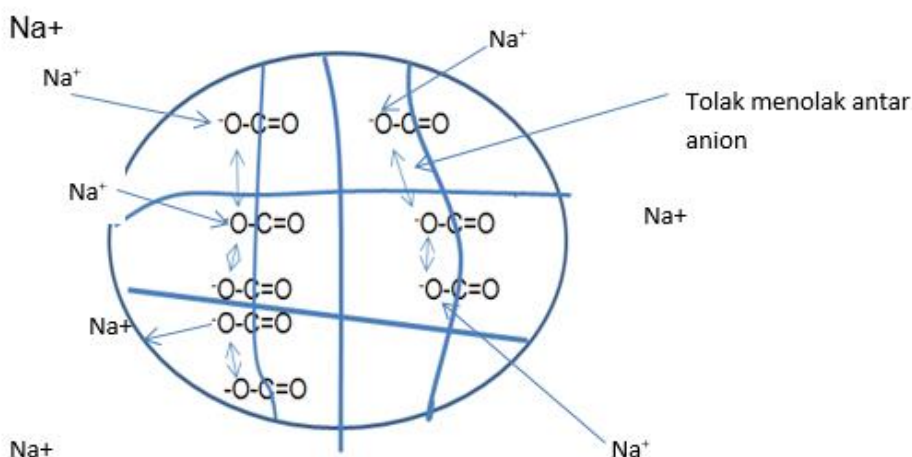
Salah satu aplikasi dari HSA berbasis asam akrilat yang paling penting adalah untuk penyerap urin bayi dan orang dewasa. Dalam urin umum cairannya bersifat sebagai larutan garam, salah satunya adalah larutan garam NaCl. Rentang konsentrasi larutan NaCl dari bayi hingga orang dewasa berkisar 0,009 hingga 0,9%.



Gambar 6. Pengaruh konsentrasi NaCl terhadap rasio swelling HSA kopoli (kalium akrilat)-g-PVA hasil iradiasi gamma 10 kGy

Pengaruh konsentrasi larutan NaCl (0,009; 0,09; dan 0,9%) terhadap rasio *swelling* hidrogel poli(kalium akrilat)-g-PVA dengan variasi konsentrasi PVA 0,25 % dan 1,75 % dalam waktu perendaman 60 menit dapat dilihat pada Gambar 6. Terlihat bahwa dengan meningkatnya konsentrasi NaCl dari 0,009 % hingga 0,9%, rasio *swelling* hidrogel menurun dengan sangat tajam. Untuk hidrogel dengan konsentrasi PVA 0,25 %, rasio *swelling*nya menurun dari 418 menjadi 65 g/g, sedangkan untuk hidrogel yang mengandung PVA 1,75 % menurunnya *swelling* dari 310 menjadi 51 g/g.

Menurunnya rasio *swelling* HAS dalam larutan garam pada dasarnya dipengaruhi oleh konsentrasi garam dan jenis garam [20]. Seperti umumnya diketahui bahwa superabsorben berbasis asam akrilat berkemampuan dalam menyerap air (*swelling*) yang sangat besar disebabkan gaya tolak menolak antara anion-anion dalam struktur jaringannya dan yang dikenal sebagai anionik superabsorben (Gambar 7).

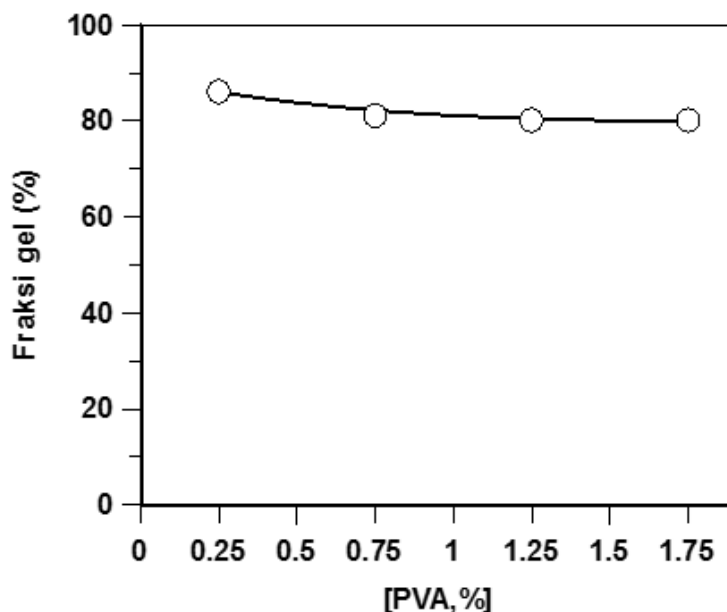


Gambar 7. Anionik superabsorbent

Misalnya kemampuan anionik hidrogel pada umumnya menurun dibandingkan kemampuan *swelling*nya dalam air suling. Hal ini dikenal sebagai ketidakinginan hilangnya *swelling* yang seringkali berasal “a charge screening effect” dari kation tambahan menyebabkan tidak sempurna tolak menolak elektrostatis antar anion-anion dalam gel. Oleh karena itu, tekanan osmotik sebagai akibat ion yang bergerak terjadi karena perbedaan konsentrasi dalam gel dan dalam fasa larutan menurun dan sebagai konsekuensinya jumlah air yang diserap berkurang. Pada kation dengan valensi yang tinggi, terjadi ikatan silang pada permukaan hidrogel dan menyebabkan rasio *swelling* hidrogel menurun.

Fraksi Gel HSA

Jika suatu campuran yang mengandung monomer yang peka terhadap iradiasi gamma (asam akrilat) untuk berikatan silang dengan polimer sintetik (PVA), maka umumnya terdapat 2 jenis produk hasil reaksi yang mungkin terjadi yaitu terbentuk hidrogel atau tidak terbentuk hidrogel (berbentuk larutan). Hidrogel terbentuk jika konsentrasi asam akrilat lebih besar dibandingkan PVA atau sebaliknya tidak terbentuk hidrogel. Pada umumnya untuk menentukan efisiensi bahan awal baik berupa campuran atau bahan tunggal yang dirubah menjadi produk hidrogel hasil iradiasi gamma digunakan parameter fraksi gel [18]. Pengaruh konsentrasi PVA dari 0,25 hingga 1,75% terhadap fraksi gel hidrogel poli(kalium akrilat-g-PVA) disajikan pada Gambar 8. Terlihat bahwa dengan meningkatnya konsentrasi PVA hingga 1,75 %, fraksi gel hidrogel relatif berkurang dari 92 % hingga 82%. Hal ini mungkin disebabkan dengan meningkatnya konsentrasi PVA hingga 1,75 %, terjadi kejenuhan pada proses pencangkakan antara polimer (kalium akrilat) pada punggung PVA atau sebab lain yang perlu diteliti lebih lanjut.

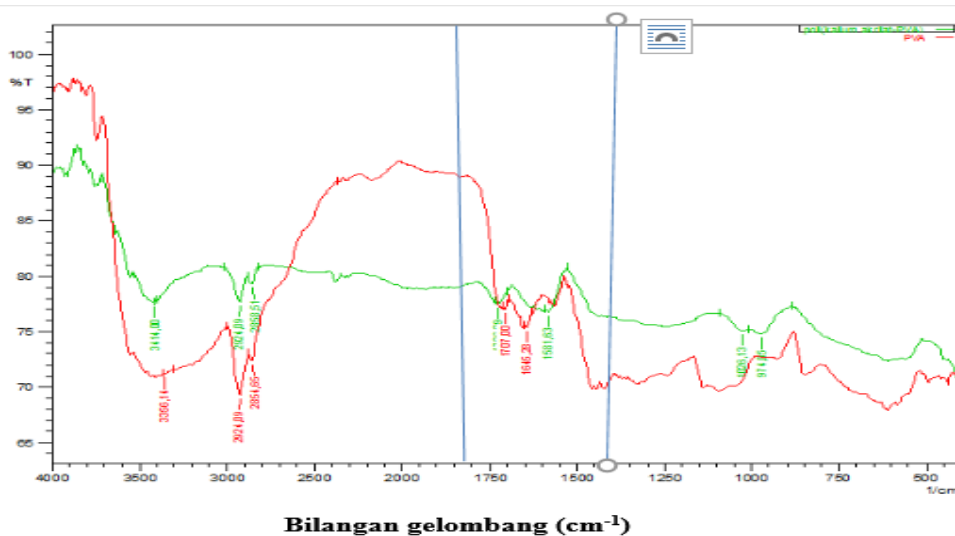


Gambar 8. Hubungan konsentrasi PVA vs. fraksi gel hidrogel kopolimer(kalium akrilat)- g-PVA hasil iradiasi 10 kGy

Spektrum FTIR

Spektrum FTIR PVA dan hidrogel kopolimer(kalium akrilat-g-PVA) hasil iradiasi gamma disajikan pada Gambar 9. Terlihat bahwa gugus fungsi OH teroksidasi dari PVA terletak pada daerah bilangan gelombang 3200 -3500 cm^{-1} .

Gugus fungsi C-H ulur tampak timbul pada bilangan gelombang 3100-2800 cm^{-1} , gugus fungsi C=O ulur dan gugus C-O dari sisa vinil asetat tersisa tampak pada bilangan gelombang 1730 cm^{-1} dan 1680 cm^{-1} . Sedangkan pada kopoli(kalium akrilat)-g-PVA terlihat adanya pergeseran bilangan gelombang gugus C=O dan C-O ke daerah bilangan gelombang 1561 cm^{-1} dan 1728 cm^{-1} . Kedua gugus (C=O dan C-O) ini yang berasal dari akrilat yang mungkin menyebabkan terjadinya pencangkakan poli(kalium akrilat) pada polimer PVA.



Bilangan gelombang (cm^{-1})
Gambar 9. Spektrum FTIR PVA dan hidrogel kopoli (kaliumakrilat-g-PVA) hasil iradiasi gamma

KESIMPULAN

Dari penelitian dapatlah disimpulkan bahwa hidrogel superabsorben poli(kalium akrilat) dapat dicangkakan pada PVA dengan teknik iradiasi gamma pada dosis 10 kGy. Hasil pengujian spektrum FTIR menunjukkan bahwa terjadi pencangkakan PVA oleh polimer (polikalium akrilat) pada PVA. Pada observasi morfologi (SEM) hidrogel secara visual terlihat dua fasa terbentuknya *grafting* polimer pada PVA dan struktur pori yang memungkinkan hidrogel menyerap air. Meningkatnya konsentrasi PVA menyebabkan rasio *swelling* dan fraksi gel hidrogel menurun. Hidrogel superabsorbent kopoli (kalium akrilat)-g-PVA dapat dipertimbangkan sebagai kandidat hidrogel untuk aplikasi di bidang farmasi dan kesehatan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Bpk. M. Yasin Yunus S.Si dan Bpk. Bonang yang telah membantu iradiasi bahan penelitian hingga penelitian ini selesai dan Mas Imam yang telah membantu *Freeze dryer* sampel.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Beck M, Volker F, Kowalski A, Elisabeth S, Bauer Ej, Keller H, Steinmetz B. United States Patent No. 8063265B2; 2012.
- [2]. Zohuriaan MJ, Kabiri K. Advances in nonhygienic applications of superabsorbent hydrogel materials. *J Mater Sci* 2010;45:5711-35.
- [3]. Azman I, Mutalib SA, Yusuf SFM. Novel dioscorea hispida starch-based hydrogels and their beneficial use as disinfectants. *J Bioact Compat Polym* 2016;31:42-59.
- [4]. Francesco FM, Parente A, Santaman P, Sannino A, Seno F. Biodegradable superabsorbent hydrogel increases water retention properties of growing media and plant growth. *Agric Agric Sci* 2015;4:451-8.
- [5]. Zhang Y, Li X, Dong Q. Synthesis and water absorbency of polyamphiphilic hydrogels with antibacterial activity. *J Appl Polym Sci* 2011;120:1767-73.
- [6]. Barleany DR, Lestari RSD, Yulvianti M, Susanto TR, Shalina, Erizal. Acrylic acid neutralization for enhancing the production of grafted chitosan superabsorbent hydrogel. *Int J Adv Sci Eng Inf Technol* 2017;7(2):482-6.
- [7]. Jensen OM. Use of superabsorbent polymers in concrete. *Concr Int* 2013;48-52.
- [8]. Esteves LP. Superabsorbent polymers: on their interaction with water and pore fluid. *Cement Concr Compos* 2011;33:717-24.
- [9]. Kato S, Kishiro F, Yokohagi O, Vijayanand FS. Synthesis of novel biodegradable superabsorbent polymer using chitosan for desert land development. *J Arid Land Stud* 2017;27(2):67-74.
- [10]. Erizal, Lukitowati F, Oktaviani I, Barleany DR. Synthesis and characterization of superabsorbent sodium alginate-g-poly(potassium acrylate) hydrogels prepared by using gamma irradiation. *J Kimia dan Kemasan* 2017;39(1):9-16.
- [11]. Kalhapure A, Kumar R, Singh VP, Pandey DS. Hydrogels: A boon for increasing agricultural productivity in water –stressed environment. *Curr Sci* 2016;111(11):1773-8.

-
- [12]. Nadi F, Brave C. Environmentally friendly superabsorbent polymers for water conservation in agricultural lands. *J Soil Sci Environ Manage* 2011;2:206-11.
- [13]. Zhou HY, Zhang Y.P, Chen XG. Biocompatibility and characteristics of injectable chitosan-based thermo-sensitive hydrogel for drug delivery. *Carbohydr Polym* 2011;83:1643-51.
- [14]. Haweel CK, Ammar SH. Preparation of polyvinyl alcohol from local raw material. *Iraqi J Chem Pet Eng* 2008;9(1):15-21.
- [15]. Morgacheva AA, Artyukhov AA, Panov AV, Gordienko MG, Shtil'man MI, Mezhev Y.O. Synthesis of polyvinyl alcohol with methacrylate groups and of hydrogels based on it. *Russ J Appl Chem* 2015;88(4):617-21.
- [16]. Manama H, Dadbin S, Frounchi M, Rajabi S. Preparation of biodegradable gelatin /PVA porous for skin regeneration. *Artif Cells Nanomed Biotechnol* 2017;45:928-35.
- [17]. Erizal, Perkasa DP, Sulistioso GS, Sudirman, Juniarti, Hariyanti. Sintesis dan karakterisasi biodegradabel hidrogel superabsorbent poli(kalium akrilat)-g-glukomanan dengan teknik iradiasi gamma. *J Sains Materi Indonesia* 2017;19(1):32-8.
- [18]. Tomar RS, Gupta I, Singhai R, Nagpal AK. Synthesis of poly(acrylamide-co-Acrylic acid) based superabsorbent hydrogels by gamma radiation : study of swelling behaviour and network parameters. *Des Monomers Polym* 2007;10:49-66.
- [19]. Atiket K, Rajeew K, Singh VP, Pandey DS. Hydrogels: A boon for increasing agricultural productivity in water –stressed environment. *Curr Sci* 2016;3(11):1773-9.
- [20]. Mirdarikvande S, Sadeghi H, Godarzi A, Alahyari M, Shasavari H, Khani F. Effect of pH, and salinity onto swelling properties of hydrogels based on H-alginate-g-poly(AMPS). *Biosci Biotechnol Res Asia* 2014;11(1):205-9.
- [21]. Hosseinzadeh H. Synthesis and swelling properties of a poly(vinyl alcohol) based superabsorbing hydrogel. *Curr Chem Lett* 2013;2:153-8.