

# PENGARUH DOSIS RADIASI DAN KONSENTRASI FOAMING AGENT TERHADAP SINTESIS DAN KARAKTERISTIK HIDROGEL SUPERABSORBEN KOPOLIMER POLIAKRILAMIDA-SODIUM KARBOKSIL METIL SELULOSA

Tita Puspitasari<sup>1</sup>, Dewi Sekar Pangerteni<sup>1</sup>, Diah Tantri<sup>2</sup> dan Sofina Sofyan<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi (PATIR) - BATAN

Jl. Lebak Bulus Raya No 49, Jakarta Selatan 12440

<sup>2</sup>Fakultas Farmasi, Universitas Pancasila

Jl. Srengseng Sawah Jagakarsa, Jakarta 12640

## ABSTRAK

**PENGARUH DOSIS RADIASI DAN KONSENTRASI FOAMING AGENT TERHADAP SINTESIS DAN KARAKTERISTIK HIDROGEL SUPERABSORBEN KOPOLIMER POLIAKRILAMIDA-SODIUM KARBOKSIL METIL SELULOSA.** Telah dilakukan studi pengaruh dosis radiasi dan konsentrasi *foaming agent* terhadap sintesis dan karakteristik hidrogel superabsorben berbasis kopolimer poliakrilamida-sodium karboksimetil selulosa (PAAm-ko-CMCNa). Untuk meningkatkan kemampuan rasio *swelling* hidrogel PAAm-ko-CMCNa ditambahkan senyawa natrium bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>) yang berfungsi sebagai *foaming agent* karena mampu membentuk pori dalam matriks polimer. Konsentrasi akrilamida (AAm) dan sodium karboksimetil selulosa (CMCNa) yang digunakan masing-masing adalah 7,5 % dan 3 %, sedangkan konsentrasi NaHCO<sub>3</sub> yang digunakan adalah 1%, 2% dan 3%. Sampel diiradiasi pada dosis radiasi 15 kGy, 20 kGy, 25 kGy dan 30 kGy dengan laju dosis 10 kGy/jam. Hidrogel PAAm-ko-CMCNa yang dihasilkan diuji penampilan fisik, fraksi gel, pengaruh waktu dan suhu perendaman terhadap rasio *swelling* dan nilai *Equilibrium Degree Swelling (EDS)*. Karakterisasi gugus fungsi dilakukan dengan spektrofotometer infra merah (FT-IR). Dari analisis spektrum FT-IR, PAAm-ko-CMCNa menunjukkan puncak baru yaitu gugus N-H dari NH<sub>2</sub> berada pada bilangan gelombang 3643 cm<sup>-1</sup> dan gugus C=O pada 1782 cm<sup>-1</sup>. Sedangkan gugus C=C pada 1606 cm<sup>-1</sup> mengalami penurunan intensitas serapan, disebabkan ikatan C=C pada AAm membentuk ikatan silang dengan CMCNa. Hasil karakterisasi hidrogel menunjukkan bahwa dosis iradiasi optimal adalah 30 kGy dengan konsentrasi NaHCO<sub>3</sub> sebesar 3 %. Nilai EDS diperoleh pada menit ke 240. Hidrogel PAAm-ko-CMCNa yang dihasilkan memiliki rasio *swelling* yang tinggi seiring dengan meningkatnya suhu dari 27 °C hingga 50 °C.

**Kata kunci:** Superabsorben, *Foaming agent*, Kopolimer poliakrilamida-sodium karboksi metil selulosa

## ABSTRACT

**EFFECT OF RADIATION DOSE AND FOAMING AGENT CONCENTRATION ONTO SYNTHESIS AND CHARACTERISTIC OF SUPERABSORBENT POLYACRYLAMIDE-SODIUM CARBOXY METHYL CELLULOSE COPOLYMER HYDROGEL.** Effect of radiation dose and foaming agent concentration onto synthesis and characteristic of superabsorbent hydrogel based on copolymer of polyacrylamide and sodium carboxyl methyl Cellulose (PAAm-co-CMCNa) was studied. In order to improve the swelling ratio of PAAm-co-CMCNa hydrogel sodium bicarbonate (NaHCO<sub>3</sub>) was added, due to its capability to form pores in the polymer matrix. The concentration of acrylamide (AAm) and sodium carboxyl methyl cellulose (CMCNa) used were 7.5 % and 3 % respectively while the concentration of NaHCO<sub>3</sub> used was 1, 2 and 3 %. Samples were irradiated at irradiation dose of 15, 20, 25 and 30 kGy with a dose rate of 10 kGy/hours. Hydrogel PAAm-co-CMCNa was examined for several items such as physical appearance, gel fraction, effects of immersion time and temperature on the swelling ratio, as well as the equilibrium degree swelling (EDS). The functional groups were characterized by using infrared spectrophotometer (FT-IR). FT-IR analysis of PAAm-co-CMCNa showed an appearance of new peaks appeared at wave numbers of 3643 and 1782 cm<sup>-1</sup> which belong to N-H group of NH<sub>2</sub> and C=O group respectively. Whereas the intensity of wave number 1606 cm<sup>-1</sup> which belong to C=C group decreased, due to the occurrence of crosslinking between C=C group of AAm with CMCNa. The hydrogel characterization results also showed that the optimum irradiation dosage was 30 kGy with a concentration of NaHCO<sub>3</sub> was 3 %. The EDS value was obtained at 240<sup>th</sup> minutes. The PAAm-co-CMCNa hydrogel had a high swelling ratio with increasing temperature from 27 °C to 50 °C.

**Key words:** Superabsorbent, *Foaming agent*, Polyacrilamide-sodium Carboxy Methyl Cellulose copolymer

## PENDAHULUAN

Akhir-akhir ini, penelitian dan pengembangan bahan biomaterial dalam bidang kesehatan, kedokteran, farmasi, dan pertanian sedang dilakukan secara intensif. Salah satu bahan biomaterial yang potensial untuk dikembangkan adalah hidrogel. Hidrogel adalah polimer hidrofilik yang mempunyai kemampuan mengembang (*swelling*) dalam air, tetapi tidak larut dalam air, serta mempunyai kemampuan mempertahankan bentuk asalnya.

Hidrogel Superabsorben (HSA) adalah jenis hidrogel yang memiliki kapasitas mengabsorpsi air (*swelling*) yang mencapai 100 hingga 1000 kali bobot keringnya melalui ikatan hidrogen. Karena daya serapnya yang relatif tinggi, HSA dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang, misalnya di bidang kimia untuk pemekatan larutan, di bidang kesehatan untuk *drug delivery system* dan bedah kosmetik serta penyerap urin dalam *disposable diaper* (popok bayi). Aplikasi lainnya yang menarik adalah di bidang pertanian sebagai *soil conditioner* yang dapat berfungsi sebagai kantong air pada daerah kering dan irigasi. [1-4]

Sintesis HSA dapat dilakukan dengan proses fisika, kimia, atau iradiasi. Sintesis HSA dengan menggunakan teknologi iradiasi mempunyai keunggulan dibanding reaksi kimia, antara lain: reaksi dapat dikontrol, tidak dibutuhkan inisiator dan *crosslinker* (pemicu dan pembentuk ikatan silang), tidak terdapat residu, sterilisasi dapat dilakukan serentak dengan *packing* produknya. [4]

Polimer yang populer digunakan sebagai bahan dasar HSA adalah poliakrilamida (PAAm) [5]. PAAm memiliki sifat yang sulit untuk terdegradasi, sehingga agar sifatnya menjadi lebih *biodegradable* harus digabung dengan bahan alam. Sodium karboksil metil selulosa (CMCNa) adalah bahan alam yang biasa digunakan sebagai *coating agent*, *stabilizing agent*, *suspending agent*, *disintegrant* pada tablet dan kapsul serta sebagai peningkat viskositas. Sebagai turunan selulosa, CMCNa merupakan polimer yang bersifat *biodegradable*. [6,7]

Tujuan penelitian ini adalah melakukan sintesis HSA berbasis kopolimer dari bahan akrilamida (AAm) dan CMCNa dengan penambahan natrium bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>). Natrium bikarbonat ditambahkan sebagai *foaming agent* yang diharapkan dapat meningkatkan rasio *swelling* karena dapat membentuk pori di dalam matriks polimer [8]. Sintesis dilakukan dengan menggunakan sumber iradiasi sinar gamma dari Co-60 dengan laju dosis 10 kGy/jam. Selanjutnya dilakukan uji karakteristik meliputi penampilan fisik, fraksi gel, pengaruh suhu dan waktu perendaman terhadap rasio *swelling*, *Equilibrium Degree Swelling (EDS)* dan karakterisasi gugus fungsi dengan FT-IR.

## METODE PERCOBAAN

### Bahan

Bahan yang digunakan terdiri atas akrilamida kualitas *proanalysis*, Sodium karboksimetil selulosa (CMCNa) kualitas *food grade*, dan Natrium bikarbonat (NaHCO<sub>3</sub>) kualitas *proanalysis*.

### Peralatan

Peralatan sintesis dan karakterisasi yang digunakan adalah timbangan analitik, alat-alat gelas, *stirrer*, pengepres plastik, wadah cetakan hidrogel, oven vakum, *shaker incubator*, *stopwatch*, spektrofotometer *Fourier Transform-Infrared (FT-IR)* dan iradiator sinar gamma.

### Cara Kerja

#### Pembuatan Hidrogel Superabsorben

Sejumlah 3 g CMCNa didispersikan ke dalam sejumlah air dalam gelas piala berukuran 250 mL, kemudian sebanyak 7,5 g AAm dimasukkan sedikit demi sedikit ke dalam larutan tersebut, kemudian diencerkan dengan air destilasi hingga 100 g, diaduk dengan bantuan *stirrer* sampai homogen. Campuran CMCNa dan AAm tersebut dibuat 3 buah, yang masing-masing ditambah dengan 1g NaHCO<sub>3</sub>, 2 g NaHCO<sub>3</sub> dan 3 g NaHCO<sub>3</sub>. Sejumlah campuran dituang ke dalam wadah plastik dan diiradiasi dengan sinar gamma dari sumber Co-60 dengan laju dosis 10 kGy/jam dengan variasi dosis 15 kGy, 20 kGy, 25 kGy dan 30 kGy. Selanjutnya, masing-masing hidrogel superabsorben hasil iradiasi dipotong berbentuk kubus (1 x 1) cm<sup>2</sup>, diletakkan dalam cawan petri dan dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 24 jam. Hasil akhir berupa polimer yang sudah kering dan digunakan sebagai sampel uji.

#### Karakterisasi Hidrogel Superabsorben

Karakterisasi hidrogel meliputi: penampilan fisik (bentuk dan warnanya), fraksi gel serta perubahan rasio *swelling* sebagai fungsi perubahan suhu dan waktu perendaman.

Fraksi gel dihitung dengan Persamaan (1) sebagai berikut:

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

Dimana:

W<sub>1</sub> = Bobot hidrogel kering setelah pencucian (g)

W<sub>0</sub> = Bobot hidrogel awal sebelum pencucian (g)

Sedangkan rasio *swelling* hidrogel dihitung dengan menggunakan Persamaan (2) berikut:

$$\text{Rasio Swelling} = \frac{W_s}{W_k} \dots\dots\dots (2)$$

Dimana:

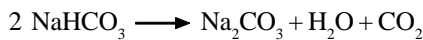
$W_s$  = Bobot hidrogel dalam keadaan *swelling* (g)

$W_k$  = Bobot kering hidrogel sebelum perendaman (g)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Penampilan Fisik

Penampilan fisik Hidrogel Superabsorben (HSA) diamati secara visual. Keadaan fisik yang diamati meliputi bentuk gel, gelembung udara, kekerasan dan warna dari hidrogel superabsorben yang dihasilkan. Pengamatan ini dilakukan untuk melihat perbedaan secara visual bentuk fisik hidrogel superabsorben yang terbentuk. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa dengan meningkatnya dosis iradiasi, semakin kenyal bentuk HSA yang dihasilkan. Selain itu, dengan semakin tingginya konsentrasi  $\text{NaHCO}_3$  yang digunakan, semakin banyak gelembung udara dan semakin pucat warna hidrogel keringnya. Adanya gelembung udara dalam matriks HSA kemungkinan dikarenakan adanya gas  $\text{CO}_2$  yang terjebak. Gas  $\text{CO}_2$  yang dihasilkan kemungkinan berasal dari dekomposisi  $\text{NaHCO}_3$  selama proses radiasi.  $\text{NaHCO}_3$  akan terdekomposisi menjadi natrium karbonat, air dan karbon dioksida dengan reaksi sebagai berikut:

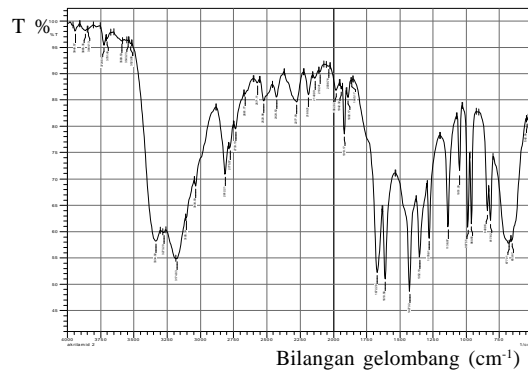


Dosis iradiasi yang dipilih pada penelitian ini adalah 15 kGy, 20 kGy, 25 kGy dan 30 kGy. Hal ini berdasarkan hasil penelitian pendahuluan di mana iradiasi dengan dosis dibawah 15 kGy menghasilkan hidrogel yang masih terlalu lunak sedangkan dosis iradiasi di atas 30 kGy menghasilkan hidrogel yang cenderung getas.

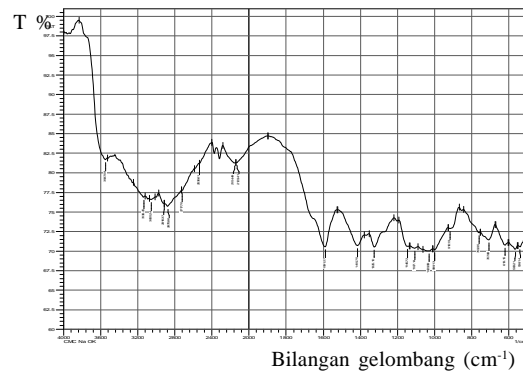
### Analisis Gugus Fungsi

Pengukuran spektrum *FT-IR* terhadap HSA dimaksudkan untuk mengetahui gugus fungsi dari HSA hasil iradiasi *AAM*, *CMCNa* dan  $\text{NaHCO}_3$ . Hasil pengukuran spektrum IR disajikan pada Gambar 1, Gambar 2, Gambar 3 dan Gambar 4.

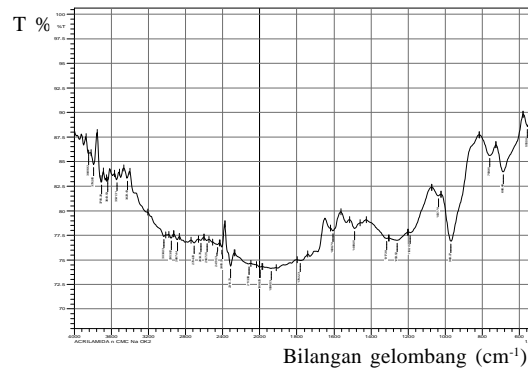
Dari spektrum *FT-IR*, *AAM* diatas menunjukkan adanya serapan pada bilangan gelombang  $3174 \text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan vibrasi ulur N-H dan serapan pada bilangan gelombang  $1672 \text{ cm}^{-1}$  yang merupakan ikatan C=O serta serapan pada bilangan gelombang  $1610 \text{ cm}^{-1}$  yang merupakan ikatan C=C dari akrilamida (Gambar 1). Sedangkan pada spektrum *CMCNa* terjadi serapan pada bilangan gelombang  $3547 \text{ cm}^{-1}$  yang merupakan gugus OH dan  $2875 \text{ cm}^{-1}$  serta  $1145 \text{ cm}^{-1}$  yang merupakan gugus CH dan C-O (Gambar 2). Pada spektrum *PAAm-ko-CMCNa*, muncul puncak baru yaitu gugus N-H dari  $\text{NH}_2$  yang berada pada bilangan gelombang



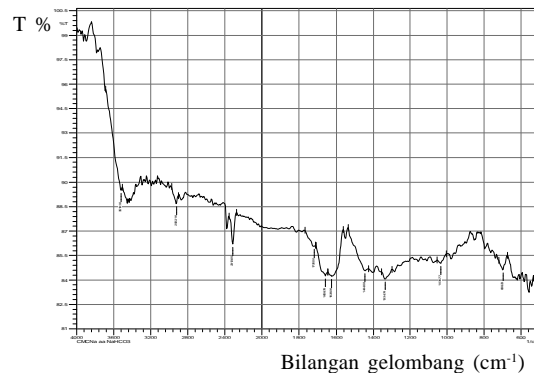
Gambar 1. Spektrum *FT-IR* *AAM*



Gambar 2. Spektrum *FT-IR* *CMCNa*



Gambar 3. Spektrum *FT-IR* HSA *PAAm-ko-CMCNa*



Gambar 4. Spektrum *FT-IR* *PAAm-ko-CMCNa* yang ditambah  $\text{NaHCO}_3$

3643  $\text{cm}^{-1}$  dan gugus C=O yang berada pada bilangan gelombang 1782  $\text{cm}^{-1}$ . Gugus C=C pada bilangan gelombang 1606  $\text{cm}^{-1}$  mengalami penurunan intensitas serapan, hal ini kemungkinan disebabkan ikatan C=C pada akrilamida membentuk ikatan silang dengan CMCNa membentuk hidrogel PAAm-ko-CMCNa (Gambar 3). Penambahan  $\text{NaHCO}_3$  tidak mempengaruhi terbentuknya ikatan silang AAm dan CMCNa ditandai dengan penurunan puncak C=C pada bilangan gelombang 1624  $\text{cm}^{-1}$  (Gambar 4).

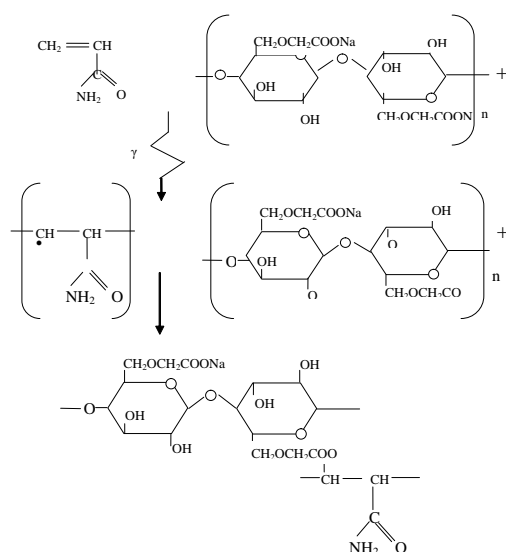
## Mekanisme Pembentukan Hidrogel Superabsorben

Berdasarkan spektrum FT-IR, mekanisme pembentukan HSA sebagai akibat reaksi iradiasi campuran AAm, CMCNa dan  $\text{NaHCO}_3$  dapat diperkirakan, seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Adanya ikatan rangkap pada AAm menyebabkan AAm lebih peka terhadap radiasi dibandingkan dengan CMCNa dan  $\text{NaHCO}_3$ . Pada tahap inisiasi AAm akan membentuk radikal bebas, kemudian bereaksi satu dengan lainnya membentuk dimer, selanjutnya dimer akan mengalami reaksi lebih lanjut berpropagasi membentuk PAAm dan akhirnya pada tahap terminasi polimer membentuk ikatan silang satu dengan lainnya.

Selama proses pembentukan jaringan PAAm dan CMCNa, diperkirakan  $\text{NaHCO}_3$  tidak bereaksi dengan jaringan tersebut.  $\text{NaHCO}_3$  hanya menghasilkan gas (pori-pori) yang meningkatkan rasion *swelling* dari hidrogel superabsorben tersebut.

## Fraksi Gel

Fraksi gel merupakan salah satu parameter yang umum digunakan dalam sintesis hidrogel, mencerminkan fraksi jumlah bahan awal monomer/polimer yang berubah



Gambar 5. Struktur hidrogel superabsorben

Table 1. Fraksi Gel HSA sebagai fungsi rasio foaming agent ( $\text{NaHCO}_3$ ) dan dosis iradiasi

Rasio komponen hidrogel			Dosis iradiasi			
AAm (%)	CMCNa (%)	$\text{NaHCO}_3$ (%)	15 (kGy)	20 (kGy)	25 (kGy)	30 (kGy)
7,5	3	1	49,1%	56,5%	58,5%	59,7%
7,5	3	2	45,4%	51,1%	52,8%	57,9%
7,5	3	3	42,5%	46,7%	49,7%	56,0%

menjadi hidrogel dari proses sintesis. Fraksi gel yang diperoleh dari berbagai konsentrasi AAm : CMCNa :  $\text{NaHCO}_3$  dan berbagai dosis iradiasi gamma yang digunakan ditunjukkan dalam Tabel 1.

Dari Tabel 1 diatas diketahui bahwa fraksi gel terendah adalah sebesar 42,5% pada HSA dengan rasio %berat AAm : CMCNa :  $\text{NaHCO}_3$  sebesar 7,5 : 3 : 3 yang diiradiasi dengan dosis 15 kGy sedangkan fraksi gel tertinggi terdapat pada HSA dengan rasio %berat AAm : CMCNa :  $\text{NaHCO}_3$  sebesar 7,5 : 3 : 1 dengan dosis iradiasi 30 kGy yaitu sebesar 59,7%. Dari Tabel 1 juga terlihat dengan meningkatnya dosis iradiasi fraksi gel yang dihasilkan akan semakin besar dimungkinkan karena pembentukan ikatan silang semakin tinggi.

## Pengaruh Waktu Terhadap Perubahan Rasio Swelling HSA

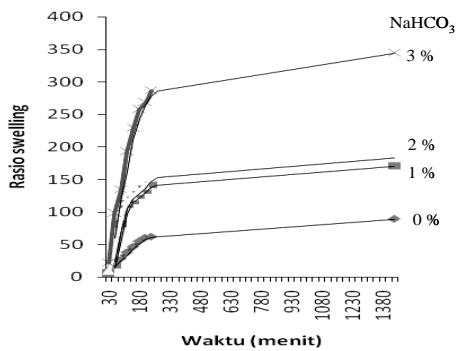
Pada penelitian ini konsentrasi CMCNa yang digunakan adalah 3% karena berdasarkan hasil di atas, HSA yang mengandung CMCNa 3% memiliki rasio *swelling* yang lebih tinggi dibandingkan yang mengandung CMCNa 1% dan 2% yaitu sebesar 80,3%. Penggunaan konsentrasi CMCNa yang lebih tinggi lagi dikhawatirkan akan semakin mengurangi fraksi gel yang dihasilkan, karena CMCNa adalah turunan selulosa yang memiliki kecenderungan untuk lebih terdegradasi daripada berikatan silang jika diradiasi.

Daya serap terhadap air merupakan salah satu parameter utama dari HSA. Uji pengaruh waktu perendaman terhadap rasio *swelling* HSA dilakukan unrtuk mengetahui kemampuannya dalam mengabsorpsi air berdasarkan fungsi waktu. Fungsi lama waktu perendaman dalam air terhadap rasio *swelling* HSA hasil iradiasi dosis 30 kGy dengan variasi konsentrasi  $\text{NaHCO}_3$  disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 6.

Dari Tabel 2 dan Gambar 6 dapat diketahui bahwa dengan semakin tinggi konsentrasi  $\text{NaHCO}_3$  yang digunakan maka pola rasio *swelling*nya juga semakin tinggi. Hidrogel yang mengandung  $\text{NaHCO}_3$  memiliki rasio *swelling* yang lebih besar dibandingkan dengan blanko (tanpa  $\text{NaHCO}_3$ ), hal ini kemungkinan disebabkan  $\text{NaHCO}_3$  mampu membentuk pori yang lebih besar yang menyebabkan permukaan hidrogel semakin luas. Dengan semakin luasnya permukaan HSA, lebih banyak air yang berikatan hidrogen yang dapat masuk hingga meningkatkan kemampuan hidrogel untuk menyerap air.

**Tabel 2.** Rasio Swelling HSA sebagai fungsi waktu perendaman dan konsentrasi NaHCO<sub>3</sub>

Dosis Radiasi (kGy)	Konsentrasi NaHCO <sub>3</sub> dalam HSA (%)	Waktu (menit)								
		30	60	90	120	150	180	210	240	1440
30	0 (blanko)	10,9	20,8	28,7	38,2	46,8	55,0	60,4	62,0	89,2
	1	6,9	19,6	82,6	112,6	117,7	125,9	133,9	142,0	170,8
	2	9,2	36,9	92,8	116,2	123,6	131,9	140,0	152,7	182,6
	3	22,1	98,5	134,2	192,7	229,4	258,1	268,7	286,5	344,3



**Gambar 6.** Pengaruh waktu perendaman terhadap rasio swelling HSA

Semakin lamanya waktu perendaman, rasio *swelling* dari hidrogel akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan dengan semakin lamanya waktu perendaman, maka semakin banyak air yang terikat hingga mencapai titik kesetimbangannya. Pada penelitian ini, titik kesetimbangan dicapai pada menit ke 240.

### Pengaruh Konsentrasi NaHCO<sub>3</sub> Terhadap Equilibrium Degree Swelling Hidrogel Superabsorben

Pengkajian terhadap pengaruh konsentrasi NaHCO<sub>3</sub> terhadap *Equilibrium Degree Swelling (EDS)* Hidrogel Superabsorben (HSA) dilakukan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap kesetimbangan HSA yang dihasilkan. Hubungan pengaruh konsentrasi NaHCO<sub>3</sub> terhadap *EDS* HSA pada dosis 30 kGy disajikan pada Tabel 3

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa dengan meningkatnya konsentrasi NaHCO<sub>3</sub> pada HSA maka makin rasio *swelling* semakin meningkat pula. Hal ini mungkin disebabkan pori-pori yang dihasilkan oleh hidrogel semakin banyak dengan meningkatnya konsentrasi NaHCO<sub>3</sub> sehingga semakin banyak pula air

**Tabel 3.** Hasil uji pengaruh konsentrasi NaHCO<sub>3</sub> terhadap *EDS* HSA

Dosis iradiasi (kGy)	Konsentrasi NaHCO <sub>3</sub> dalam hidrogel (%)	Rasio <i>swelling</i> selama 240 menit
30	0	62,0
	1	142,0
	2	152,7
	3	286,5

**Tabel 4.** Rasio *swelling* HSA pada kondisi kesetimbangan

Dosis Radiasi (kGy)	Hidrogel	Suhu (°C)		
		27	40	50
30	AAm 7,5%:CMCNa 3% : NaHCO <sub>3</sub> 0% (Blanko)	62,0	119,8	131,5
	AAm 7,5%:CMCNa 3% : NaHCO <sub>3</sub> 3%	286,5	408,1	419,6

yang terdifusi masuk ke dalam struktur hidrogel. Dalam penelitian ini dapat disimpulkan bahwa konsentrasi optimum NaHCO<sub>3</sub> adalah 3%.

### Pengaruh Suhu Terhadap Rasio Swelling Hidrogel Superabsorben

Pengujian pengaruh suhu terhadap rasio *swelling* hidrogel dilakukan untuk mengetahui apakah hidrogel yang dihasilkan memiliki sifat peka suhu atau tidak. Suhu yang digunakan dalam percobaan ini adalah suhu 27 °C, 40 °C dan 50 °C. Hasil uji pengaruh suhu 27 °C, 40 °C dan 50 °C terhadap rasio *swelling* hidrogel yang diperoleh dari konsentrasi NaHCO<sub>3</sub> 3 % pada dosis 30 kGy pada kondisi kesetimbangan dapat dilihat dalam Tabel 4.

Tabel 4 menunjukkan bahwa suhu dapat mempengaruhi proses kesetimbangan penyerapan air. Dari Tabel 4 dapat diketahui bahwa rasio *swelling* HSA meningkat seiring meningkatnya suhu. Di atas suhu 40 °C, baik HSA yang mengandung NaHCO<sub>3</sub> maupun tanpa NaHCO<sub>3</sub> mulai mencapai titik kesetimbangannya. Rasio *swelling* HSA yang mengandung NaHCO<sub>3</sub> tetap lebih tinggi daripada hidrogel tanpa NaHCO<sub>3</sub>, hal ini disebabkan kenaikan suhu juga mempercepat proses membuka dan menutupnya pori-pori hidrogel. Hidrogel yang mengandung NaHCO<sub>3</sub> membentuk semakin banyak pori dan jumlah pori-pori hidrogel yang terbuka akan semakin banyak dengan naiknya suhu, sehingga air yang berdifusi kedalam hidrogel juga semakin banyak.

### KESIMPULAN

HSA PAAm-ko-CMCNa dapat disintesis dari AAm, CMCNa dan NaHCO<sub>3</sub> dengan menggunakan teknik iradiasi gamma. Hasil analisis FT-IR pada campuran AAm : CMCNa, muncul puncak baru yaitu gugus N-H dari NH<sub>2</sub> yang berada pada bilangan gelombang

3643  $\text{cm}^{-1}$  dan gugus C=O yang berada pada bilangan gelombang 1782  $\text{cm}^{-1}$ . Gugus C=C pada bilangan gelombang 1606  $\text{cm}^{-1}$  mengalami penurunan intensitas serapan, hal ini kemungkinan disebabkan ikatan C=C pada AAm membentuk ikatan silang dengan CMCNa membentuk hidrogel PAAm-ko-CMCNa. PAAm-ko-CMCNa mencapai nilai yang optimum pada dosis iradiasi 30 kGy dengan konsentrasi  $\text{NaHCO}_3$  3% dengan karakteristik sebagai berikut: nilai *rasio* swelling mencapai 286,5 ; fraksi gel sebesar 56 % ; EDS diperoleh pada menit ke 240 dan HSA bersifat peka terhadap suhu, karena Hidrogel PAAm-ko-CMCNa yang dihasilkan memiliki *rasio swelling* yang cenderung meningkat dengan meningkatnya suhu.

#### DAFTAR ACUAN

- [1]. H.A. ABD EL-REHIM, *Radiation Physics and Chemistry*, **74** (2005) 111-117
- [2]. R.E. KIRK and D.F. OTHMER, *Encyclopedia of Polymer Science and Engineering*. John Willey and Sons, **7** (1987) 783-801
- [3]. M. HAJI-SAEID, M.H. SAMPA, N. RAMAMOORTHY, O.GUVEN, A.G. CHEMIELEWESKY, *Nuclear Instrument and Methods in Physics Research B*, **265** (2007) 51-57
- [4]. S. FRANCIS, D. MITRA, B.R. DHANAWADE, L. VARSNEY, SUNIL SABHARWAL, *Radiation Physics and Chemistry*, **78** (2009) 951-953
- [5]. A. WADE and PAUL J. WELLER, *Handbook of Pharmaceutical Excipients*, 2<sup>nd</sup> Edition (1994) 78-80
- [6]. P. LIU, M. ZHAI, J. LI, J. PENG, J. WU, *Radiation Physics and Chemistry*, **63** (2002) 525-528
- [7]. K. PARK and H. PARK, *United States Patent*, US005750585A (1998)