

**ISSN 1410 – 9565**  
Akreditasi No. 399/AU2/P2MI-LIPI/04/2012  
SK Kepala LIPI Nomor : 395/D/2012  
Tanggal : 24 April 2012

# **JURNAL TEKNOLOGI PENGELOLAAN LIMBAH**

---

---

**Volume 16 Edisi Suplemen 2013**



**Pusat Teknologi Limbah Radioaktif  
Badan Tenaga Nuklir Nasional**

J. Tek. Peng. Lim.	Vol. 16	No. 3	Hal. 1-265	Jakarta November 2013	ISSN 1410-9565
--------------------	---------	-------	------------	--------------------------	----------------

Akreditasi No. 399/AU2/P2MI-LIPI/04/2012  
SK Kepala LIPI Nomor : 395/D/2012, Tanggal : 24 April 2012

## JURNAL TEKNOLOGI PENGELOLAAN LIMBAH Volume 16 Edisi Suplemen 2013

Jurnal enam bulanan  
Pertama terbit Juni 1998

Penanggung Jawab / Pengarah

Drs. R. Heru Umbara  
(Ka. PTLR BATAN)

Pemimpin Redaksi

Hendra Adhi Pratama, S.Si., M.Si. (PTLR BATAN)

Editor

Dr. Heny Suseno, M.Si. (PTLR BATAN)  
Dr. Budi Setiawan, M.Eng. (PTLR BATAN)  
Dr. Asep Nugraha Ardiwinata (KEMENTAN)  
Dr. rer. nat. Budiawan (Dept. Kimia, Universitas Indonesia)  
Drs. Gunandjar SU. (PTLR BATAN)

Mitra Bestari

Prof. Drs. Erwansyah Lubis, M.Si. (PTLR BATAN)  
Dr. Sahat M. Panggabean (Kementerian Negara Riset dan Teknologi)  
Dr. Muhammad Nurdin (Universitas Haluoleo)  
Dr. Muslim (Fak. Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro)

Tim Redaksi

Chevy Cahyana, S.Si., M.Si.  
Pungky Ayu Artiani, S.T.  
Ratih Kusuma Putri, S.ST.

Penerbit

Pusat Teknologi Limbah Radioaktif  
Badan Tenaga Nuklir Nasional  
Kawasan Puspiptek Serpong, Tangerang 15310, Indonesia  
Tel. +62 21 7563142, Fax. +62 21 7560927  
e-mail : [ptlr@batan.go.id](mailto:ptlr@batan.go.id)

Akreditasi No. 399/AU2/P2MI-LIPI/04/2012  
SK Kepala LIPI Nomor : 395/D/2012, Tanggal : 24 April 2012

## JURNAL TEKNOLOGI PENGELOLAAN LIMBAH Volume 16 Edisi Suplemen 2013

### **Pengantar Redaksi**

Puji syukur ke hadirat Allah Yang Maha Esa atas terbitnya Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah, Volume 16 Edisi Suplemen 2013. Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah Edisi Suplemen memuat karya tulis ilmiah dari kegiatan penelitian dan pengembangan di bidang pengelolaan limbah yang meliputi aspek-aspek pengolahan limbah, penyimpanan limbah, dekontaminasi-dekomisioning, keselamatan lingkungan dan radioekologi kelautan.

Pada penerbitan kali ini kami menyajikan makalah-makalah hasil penelitian dan pengembangan yang dipilih dari makalah-makalah yang telah dipresentasikan pada Seminar Teknologi Pengelolaan Limbah XI yang dilaksanakan pada tanggal 22 Oktober 2013.

Semoga penerbitan jurnal ini dapat memberikan informasi yang bermanfaat untuk dijadikan acuan dalam pelaksanaan kegiatan penelitian dan pengembangan pengelolaan limbah di masa yang akan datang.

Jakarta, November 2013

## JURNAL TEKNOLOGI PENGELOLAAN LIMBAH Volume 16 Edisi Suplemen 2013

### Daftar Isi

**Wahyu Prihatini:** Ekobiologi Kerang Bulu *Anadara antiquata* di Perairan Tercemar Logam Berat (1-10)

**Anis Rohanda, Amir Hamzah, Rokhmedi:** Analisis Kandungan Radionuklida pada Inventori Bahan Bakar Bekas Reaktor PWR 1000 Mwe dengan Menggunakan Origen-ARP (11-16)

**Iis Subariyah, Ahmad Zakaria, Yustinus Purwamargapratala:** Karakterisasi Zeolit Alam Lampung Teraktivasi Asam Klorida dan Termodifikasi Asam Fosfat (17-24)

**Ahmad Zakaria, Agus Taufiq, Yustinus Purwamargapratala:** Kapasitas Adsorpsi Arang Bambu Teraktivasi Basa dalam Menyerap Ion  $Cr^{6+}$  (25-34)

**Heny Suseno:** Studi  $^{137}Cs$  dalam Air Laut di Sekitar Perairan Bangka Selatan dan Sumatera Selatan (35-42)

**Tito Latif Indra:** Pemetaan Wilayah Dampak Lingkungan Terkena Limbah Industri pada DAS Citarum Hulu (43-48)

**Rudi Hartono, Abi Prana Listiadi, I Made Bayupramana P.:** Intensifikasi Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Metode Interesterifikasi dan Pemurnian *Dry Washing* (49-56)

**Chevy Cahyana:** Penentuan Nilai Koefisien Distribusi ( $K_d$ ) Cesium-137 pada Sedimen Laut (57-62)

**Dhena Ria Barleany, Sofiyati, Unayah, Erizal:** Aplikasi Hidrogel Superabsorben Kopolimer (Asam Akrilat-Hidroksil Etil Akrilat) – Kitosan Hasil Iradiasi Gamma untuk Adsorpsi Ion Logam  $Cu^{2+}$  dalam Larutan (63-72)

**Cahyadi, Asrul Sahri Siregar, Nuning Vita H.:** Potensi Zeolit Alam Sebagai Media Penyerapan Logam Berat Kromium (Cr) yang Terkandung dalam Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit (73-80)

**Deni Rahayu Yuniarto, Achmad Iqbal:** Pengaruh Limbah Cair Industri Batik Terhadap Kualitas Air Sungai Serayu di Kecamatan Banyumas Kabupaten Banyumas (81-86)

## JURNAL TEKNOLOGI PENGELOLAAN LIMBAH Volume 16 Edisi Suplemen 2013

### Daftar Isi (Lanjutan)

**Nila Komariah, Achmad Iqbal, Rawuh Edy Priyono:** Kualitas Air Sumur di Sekitar Industri Pengolahan Minyak Bumi Cilacap dan Persepsi Masyarakat Tentang Pencemaran di Kelurahan Donan Cilacap (87-94)

**Mohamad Nur Yahya, Wahyu Retno Prihatiningsih:** Distribusi Tritium di Perairan Indonesia Sebagai Jalur Arlindo: Pengukuran Menggunakan LSC (95-100)

**Mahrunnisa Istiqamah, A. Haris Budi Widodo, Endang Widyastuti:** Kualitas Air Sumur Gali dan Perilaku Pemanfaatannya oleh Masyarakat di Sekitar Tempat Pemrosesan Akhir Sampah Jeruklegi Cilacap (101-112)

**Edy Syafril Hayat, Sri Andayani, Rita Hayati, Naiyun Untung Utama:** Pengelolaan Limbah Ternak dan Potensi Sumber Daya Alam Guna Mendukung Ketahanan Pangan dan Energi (113-118)

**Risdiyanto, Agus Irianto, Moh. Husein Sastranegara:** Biodegradasi Petroleum Menggunakan Bakteri *Indigenous* dari Perairan Muara Sungai Donan Cilacap (119-130)

**Zainus Salimin, Endang Nuraeni:** Fenomena Biosorpsi Khromium pada *Extracellular Polymeric Substance* Terimobilisasi dalam Matriks Polimer Epoksi (131-138)

**Arief Yandra, Heny Suseno, Safni:** Bioakumulasi  $^{137}\text{Cs}$  oleh Keong Mas (*Pomacea Canaliculata*) dengan Metode Kompartemen Tunggal (139-152)

**Ramli Thahir, Alwathan, Mustafa:** Spesifikasi dan Analisa Kualitas Bahan Bakar Hasil Pirolisis Sampah Plastik Jenis Polypropylene (153-158)

**Nurokhim:** Unjuk Kerja LSC Tricarb 2910TR pada Pengukuran Radioaktivitas Tritium dalam Sampel Air Laut (159-166)

**Elfira Maya Sari, Budi Setiawan, Safni:** Interaksi Radiocesium dengan Bentonit dan Kaolin Berasal dari Belitung dan Sumatra Barat (167-174)

**Herlan Martono, Wati:** Perbandingan Pemanfaatan Gelas, Keramik dan Polimer untuk Imobilisasi Limbah Trans-Uranium (175-182)

## JURNAL TEKNOLOGI PENGELOLAAN LIMBAH Volume 16 Edisi Suplemen 2013

### Daftar Isi (Lanjutan)

**Eka Putri, Heny Suseno, Safni:** Bioakumulasi  $^{137}\text{Cs}$  oleh Keong Sawah (*P. Ampullacea*) dengan Metoda Kompartemen Tunggal (183-194)

**Arif Yuniarto, Untara, Budi Hari H.:** Evaluasi Data Meteorologi Kawasan Nuklir Serpong (195-204)

**Shely Meidhika, Budi Setiawan, Zilfa:** Karakterisasi Sorpsi Radiocesium oleh Pasir Kuarsa dan *Shell* Beton (205-212)

**Sri Widayati, Elfida, Yanni Andriani:** Pengukuran Dosis Latar Radiasi di Bangka Selatan (213-220)

**Ifah Munifah:** Produksi dan Karakterisasi Enzim Selulase dari Limbah Pengolahan Rumput Laut (221-228)

**Dadang Suganda:** Pengkajian Unjuk Kerja Komponen *Near Surface Disposal: Lining* pada *Demoplant* Disposal (229-238)

**Sanda:** Perancangan Sistem Pengkabut Air untuk Pengkondisian Proses Pengolahan Gas Buang  $\text{SO}_2$  dan  $\text{NO}_x$  dengan Mesin Berkas Elektron (239-248)

**Gunandjar, Titik Sundari:** Pengembangan Teknologi Pengolahan Limbah Radioaktif Cair Industri: Imobilisasi Limbah Radioaktif Uranium Menggunakan Bahan Matriks Synroc Supercalcine Fosfat (249-260)

**Okviyoandra Akhyar:** Preparasi dan Analisis Plutonium Trace Level pada Air Laut Menggunakan  $\alpha$ -Spektrometer (261-265)

## APLIKASI HIDROGEL SUPERABSORBEN KOPOLI (ASAM AKRILAT-HIDROKSI ETIL AKRILAT)-KITOSAN HASIL IRADIASI GAMMA UNTUK ADSORPSI ION LOGAM $\text{Cu}^{2+}$ DALAM LARUTAN

Dhena Ria Barleany<sup>1</sup>, Sofiyati<sup>1</sup>, Unayah<sup>1</sup>, Erizal<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik-Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon

<sup>2</sup>Pusat Aplikasi Teknologi Isotop dan Radiasi, Batan, Jl. Lebak bulus Raya no.49.

### ABSTRAK

**APLIKASI HIDROGEL SUPERABSORBEN KOPOLI (ASAM AKRILAT-HIDROKSI ETIL AKRILAT)-KITOSAN HASIL IRADIASI GAMMA UNTUK ADSORPSI ION LOGAM  $\text{Cu}^{2+}$  DALAM LARUTAN.** Permasalahan pencemaran air oleh ion logam berat menimbulkan pengaruh yang sangat buruk terhadap lingkungan, karena sifatnya yang non-biodegradable. Adsorpsi merupakan salah satu metode yang paling efisien dan murah untuk menghilangkan polutan ion logam berat dari air limbah. Dalam penelitian ini, dilakukan studi proses adsorpsi ion logam  $\text{Cu}^{2+}$  menggunakan hidrogel superabsorben (HSA) kopolimer (asam akrilat-hidroksi etil akrilat)-kitosan. Satu seri campuran larutan asam akrilat-kitosan (15/1, %v/v) dengan variasi konsentrasi monomer hidroksi etil akrilat (HEA) pada rentang 0-0,5% diiradiasi pada dosis 20 kGy yang digunakan untuk adsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  dari larutan. Pengujian adsorpsi dilakukan dengan memvariasikan dosis adsorben (10-50 mg), konsentrasi larutan  $\text{Cu}^{2+}$  (300-900 ppm), waktu kontak (10-50 menit). Pengaruh konsentrasi HEA terhadap kapasitas adsorpsi HSA pada ion logam  $\text{Cu}^{2+}$  diinvestigasi. Perubahan kimia HSA dikarakterisasi menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Hasil evaluasi menunjukkan bahwa dengan meningkatnya konsentrasi HEA, menyebabkan kapasitas adsorpsi HSA terhadap ion  $\text{Cu}(\text{II})$  meningkat. Selain itu, HSA yang mengandung HEA menunjukkan kapasitas adsorpsi optimum pada konsentrasi larutan ion  $\text{Cu}^{2+}$  sebesar 300 ppm pada pH sekitar 7. Data-data adsorpsi dapat dinyatakan dengan baik sebagai Langmuir Isotermis model ( $r=0,9908$ ). Spektrum FTIR menunjukkan terjadinya ikatan silang dalam HSA.

**Kata kunci:** Superabsorben, kopolimerisasi, iradiasi gamma, adsorpsi.

### ABSTRACT

**THE APPLICATION OF SUPERABSORBEN HYDROGEL OF COPOLY(ACRYLIC ACID-HYDROXY ETHYL ACRYLIC)-CHITOSAN PREPARED BY GAMMA IRRADIATION FOR ADSORPTION  $\text{Cu}^{2+}$  METAL IONS IN SOLUTION.** The water pollution problems by heavy metal ions have been very influence for environment because non-biodegradable. Adsorption is the most efficient and inexpensive method for recovery of heavy metal ions pollutant from wastewater. In this research, the batch adsorption experiment of metal  $\text{Cu}^{2+}$  ions from aqueous solution was carried out using superabsorbent hydrogels (HSA) of copoly (acrylic acid-hydroxy ethyl acrylic) -chitosan. A series of the mixture acrylic acid-chitosan (15/1, v/v, %) with varying hydroxy ethylacrylic (HEA) concentration (0-0,5 %) were irradiated by gamma rays from cobalt-60 at a dose of 20 kGy. The adsorption processes were conducted with varying adsorben doses (10-50 mg), initial  $\text{Cu}^{2+}$  ions concentration (300-900 ppm), and contact times (10-50 min). The effect of HEA concentration on the adsorption capacity of hydrogel for  $\text{Cu}^{2+}$  ions were investigated. The chemical changes of hydrogels were measured using *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). The results indicated that the addition of HEA up to 0.05 % into hydrogel copoly (acrylic acid)-chitosan could improve the initial adsorption rate and final adsorption capacity for  $\text{Cu}^{2+}$  ions. In addition, HSA exhibited optimum adsorption at  $\text{Cu}^{2+}$  ions concentration of 300 ppm with pH approximately 7. The adsorption data could be well described as Langmuir isotherm model ( $r=0.9908$ ). Spectra FTIR of HSA revealed crosslinking occur as the effect of gamma irradiation

**Keywords:** superabsorbent, copolymerization, gamma irradiation, adsorption.

## PENDAHULUAN

Hidrogel superabsorben (HSA) adalah suatu istilah mencakup jenis polimer yang berbasis kemampuan mengabsorpsi sejumlah kuantitas air. Setiap jenis polimer ini mempunyai cara yang berbeda dalam mencapai fenomena *superabsorbent* dan laju absorpsi. Namun demikian, HSA sangat efektif mengabsorpsi air. HSA pada hakikatnya adalah polimer berikatan silang yang mempunyai kemampuan mengabsorpsi air ratusan kali dari berat keringnya, tidak larut dalam air karena adanya struktur 3 dimensi pada jaringan polimernya. HSA merupakan materi yang sangat menarik karena sifat kelarutannya dan daya angkut air yang unik. Bentuknya yang mirip air disebabkan polimer ini hampir seluruh bagian bentuknya terdiri dari air. Karena sifat yang unik tersebut, hidrogel ini mempunyai jangkauan aplikasi yang luas mulai dari sebagai bahan penyerap urin dalam popok bayi/wanita dengan kebutuhan yang cukup besar per tahunnya di seluruh dunia [1]. Selanjutnya HSA dapat digunakan pula untuk wadah penyimpanan air untuk daerah kering/pertanian [2], salju buatan [3], sumber air cadangan pada tanaman hortikultura [4], penyerap zat warna [5], pemekatan senyawa menguap [6], eliminasi air tubuh [7], absorpsi bakteri dan jamur pada pembalut luka [8], dan imobilisasi urea [9].

Asam akrilat (AA) adalah monomer hidrofilik yang dalam bentuk ioniknya ( $-\text{C}-\text{OO}^-$ ) mempunyai afinitas yang besar terhadap air, dan paling populer dipakai sebagai bahan dasar pembuatan superabsorben. Namun demikian, sintesis AA menjadi poli (asam akrilat) (PAA) dapat dilakukan baik secara reaksi kimia maupun radiasi. Namun demikian, superabsorben PAA hasil sintesis ini merupakan homopolimer mempunyai kelemahan yaitu sukar mempertahankan kandungan air dalam kondisi tekanan sedang dikarenakan hanya sebagian struktur jaringan polimer yang membentuk ikatan silang dan bagian ini larut dalam air. Untuk mengatasi masalah ini pada umumnya untuk memanfaatkan asam akrilat dapat dilakukan kopolimerisasi dengan polimer lainnya atau polimerisasi asam akrilat dalam bentuk garamnya [10-12].

Untuk hal tersebut di atas dalam penelitian ini dilakukan kopolimerisasi AA dengan monomer hidroksi etil akrilat (HEA) yang berfungsi sebagai *crosslinker* (pengikat silang) yang ditambahkan kitosan dengan metode radiasi. Penggabungan 2 jenis monomer AA dan HEA disertai penambahan kitosan. AA dan HEA dengan gugus fungsi masing-masing  $-\text{C}-\text{O}-\text{O}-\text{H}$  dan kitosan dengan gugus fungsi  $-\text{O}-\text{NH}_2$  berafinitas yang tinggi terhadap air dan bersifat sebagai ligan terhadap ion logam. Oleh karena itu, hidrogel hasil sintesis campuran AA-HEA-kitosan ini diharapkan dapat bersifat sebagai superabsorben dengan kemampuan daya serap air yang tinggi dan dapat mengadsorpsi ion-ion logam dalam larutan.

Tujuan penelitian ini adalah mensintesis HSA kopolimer (AA-HEA)-kitosan dengan konsentrasi AA 15 % (yang dinetralkan dengan KOH), kitosan 1% dan HEA yang bervariasi 0-0,5% diiradiasi dengan sinar gamma pada dosis 20 kGy. Sifat fisiko-kimia dari hidrogel dipelajari yang meliputi fraksi gel, air terserap dan uji kemampuan adsorpsi hidrogel terhadap ion logam ion  $\text{Cu}(\text{II})$  sebagai model ion logam.

## TATA KERJA

### Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kitosan medical grade dari PT. Surindo, asam akrilat (Merck), kalium hidroksida (Merck), Hidroksil etil akrilat (Shin Nakamura Chemical Co.Ltd, Japan),  $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$  (Merck). Bahan kimia lainnya kualitas p.a.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah, *shaker incubator* Kottermann Labortechnik, iradiator Co-60, oven Heraeus Instrumen Vacuterm, *homogenizer dan stirrer* Heidolph dan Ika C-mag HS7, pengepres plastik Polystar 401 HM, timbangan analitik Shimadzu AUW 320, Spektrofotometer UV-Vis genesys 2 dan Spektrofotometer *Fourier Transform Infrared* (FTIR, Shimadzu Prestige-21

### Pembuatan Hidrogel

Aquades sebanyak 73,4 mL, asam akrilat sebanyak 15%, kalium hidroksida sebanyak 11,67 gram dan kitosan sebanyak 1 gram dimasukkan kedalam botol 250 mL. Selanjutnya diaduk sehingga homogen dan ditambahkan HEA dengan variasi volume 0,1 mL hingga 0,5 mL. Larutan kemudian dihomogenkan dan dimasukkan kedalam plastik khusus dan diiradiasi pada dosis 20 kGy. Produk hasil radiasi berbentuk membran, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu  $60^\circ\text{C}$  dalam oven vakum dan dihaluskan menggunakan blender sehingga menjadi serbuk ukuran sekitar 60-120 mesh..



### Pengujian adsorpsi Ion Cu<sup>2+</sup> dalam larutan

Hidrogel terlebih dahulu dicuci menggunakan aquades. Hidrogel dan 50 ml larutan ion Cu<sup>2+</sup> dimasukkan kedalam botol, kemudian dikocok menggunakan shaker inkubator pada temperatur ruang. Sampel kemudian dianalisa menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

### Penetapan Fraksi Gel

Serbuk hidrogel dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C dan ditimbang sampai bobot konstan (W<sub>0</sub>), kemudian dimasukkan kedalam kertas saring teh. Selanjutnya direndam dalam aquades dan dikocok menggunakan *shaker incubator* dengan kecepatan 100 rpm selama 1 hari untuk menghilangkan zat-zat yang tidak bereaksi. Hidrogel kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C selama 2 hari dan ditimbang kembali sampai bobot konstan (W<sub>1</sub>). Fraksi gel dihitung dengan persamaan:

$$\text{Fraksi Gel (\%)} = \frac{w_1}{w_0} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan :

W<sub>1</sub>= bobot hidrogel kering setelah dioven (g)

W<sub>0</sub>= bobot hidrogel kering awal (g)

### Rasio Swelling

Serbuk hidrogel dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C hingga bobot konstan, lalu ditimbang (W<sub>0</sub>). Kemudian hidrogel kering dicampurkan dengan 50 mL aquades dan diaduk menggunakan homogenizer selama waktu tertentu. Hidrogel kemudian disaring selama 30 menit. Banyaknya air yang terserap (W<sub>s</sub>) selama pengadukan dihitung. Rasio *swelling* dihitung dengan persamaan:

$$\text{Rasio swelling (g/g)} = \frac{W_s}{W_0} \quad (2)$$

Keterangan :

W<sub>s</sub> = Banyaknya air yang diserap (g)

W<sub>0</sub> = Berat hidrogel kering (g)

### Pengujian Ion Cu<sup>2+</sup> yang Terserap

Serbuk hidrogel dicuci dengan menggunakan aquades selama 10 menit untuk menghilangkan zat-zat yang tidak bereaksi. Hidrogel kemudian digunakan untuk mengadsorpsi 50 mL ion Cu<sup>2+</sup> dengan berbagai konsentrasi awal Cu<sup>2+</sup> dan waktu tertentu. Setelah itu dipipet 5 mL larutan (dilakukan triplo) dan ukur serapannya dengan menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 810 nm. Konsentrasi ion Cu<sup>2+</sup> yang diadsorpsi oleh hidrogel dihitung dari selisih persentase ion awal dengan persentase ion yang tersisa dalam larutan. Ion Cu<sup>2+</sup> yang terserap dihitung dengan persamaan :

$$\text{Ion Cu}^{2+} \text{ yang terserap} = \frac{K_0 - K_i}{K_0} \times 100 \% \quad (3)$$

Keterangan :

K<sub>0</sub> = Konsentrasi awal ion Cu<sup>2+</sup>(ppm)

K<sub>i</sub> = Konsentrasi setelah adsorpsi ion Cu<sup>2+</sup>(ppm)

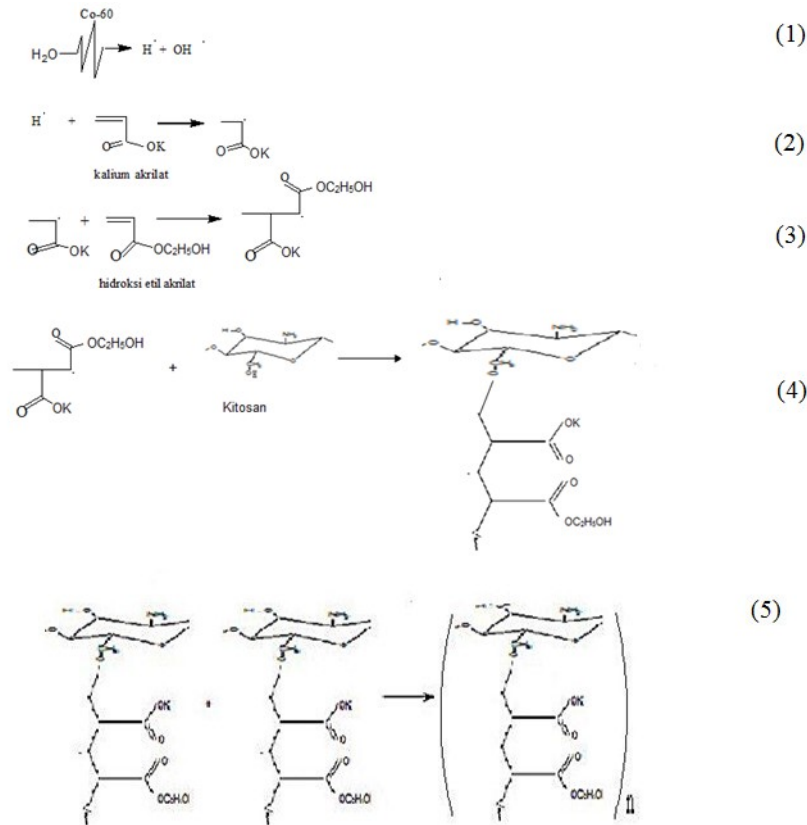
### Uji gugus fungsi dengan spektrofotometer FTIR

Hidrogel hasil iradiasi dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C. Kemudian hidrogel digerus halus. Sejumlah serbuk digerus dengan serbuk halus kalium bromida kering dengan perbandingan (1:200). Kemudian dibuat spektrum serapan cahaya inframerah pada bilangan gelombang 4000 cm<sup>-1</sup>–500 cm<sup>-1</sup>.

## PEMBAHASAN

### Sintesis HSA kopoli (asam akrilat-HEA)-kitosan

Sintesis HSA kopoli (asam akrilat-HEA)-kitosan dilakukan dengan teknik radiasi polimerisasi menggunakan iradiasi gamma. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rizal dkk. [11] tentang mekanisme reaksi sintesis HSA (akrilamida-KO-kalium akrilat) dengan teknik radiasi, maka reaksi pembentukan kopoli (asam akrilat-HEA)-kitosan diperkirakan mengikuti reaksi polimerisasi adisi dengan tahapan reaksi yang disajikan pada Gambar 1.

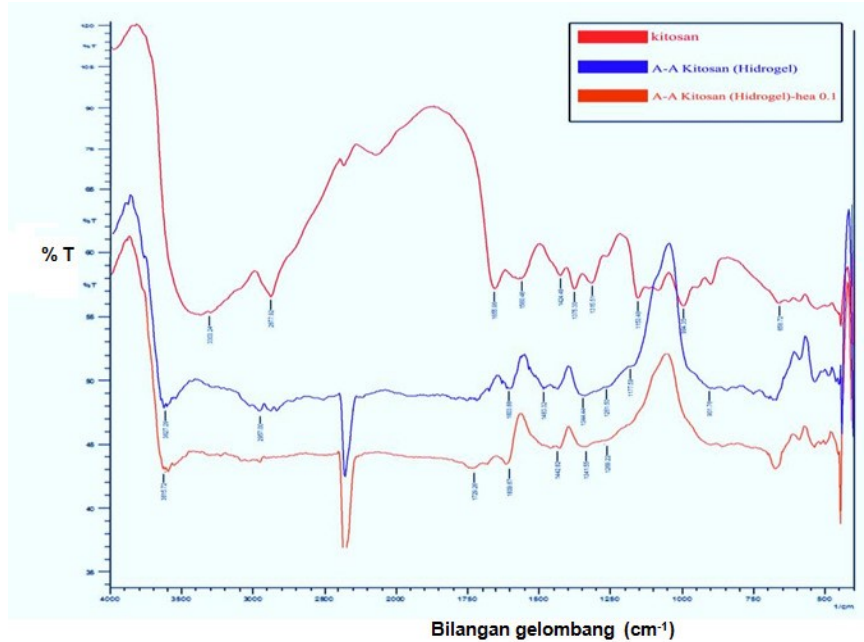


**Gambar 1.** Mekanisme reaksi sintesis HSA kopoli (asam akrilat-HEA)-kitosan

Mekanisme reaksi sintesis kopoli (asam akrilat-HEA)-kitosan yang tertera pada Gambar 1 merupakan reaksi radikal yang diinduksi oleh sinar gamma. Mula-mula air (reaksi 1) mengalami reaksi hidrolisis membentuk radikal  $H^{\cdot}$  dan  $OH^{\cdot}$  (reaksi inisiasi). Radikal  $H^{\cdot}$  bereaksi dengan kalium akrilat (reaksi 2) membentuk radikal kalium akrilat dengan reaksi adisi radikal  $H^{\cdot}$  pada ikatan rangkap dari kalium akrilat. Selanjutnya, radikal kalium akrilat bereaksi dengan hidroksi etil akrilat dengan cara reaksi adisi pada ikatan rangkapnya membentuk dimer radikal (reaksi 3). Reaksi 3 berlangsung secara sinambung (reaksi propagasi). Kemudian senyawa tersebut direaksikan dengan kitosan sehingga terbentuk senyawa kopoli (asam akrilat-HEA)-kitosan (reaksi 4). Reaksi akan berakhir (reaksi terminasi) dengan bereaksinya dua radikal membentuk senyawa kopoli (asam akrilat-HEA)-kitosan yang stabil (reaksi 5).

### Uji Gugus Fungsi dengan Spektrofotometer FT-IR

Hasil analisa spektrum menunjukkan bahwa ada perubahan intensitas spektrum IR dari bahan awal berupa kitosan, asam akrilat-kitosan, dan asam akrilat-HEA-kitosan. Perubahan ini terjadi akibat adanya beberapa gugus fungsi yang sebelum radiasi ada atau memiliki % transmittan yang tinggi tetapi setelah radiasi mengalami perubahan dan mengakibatkan gugus fungsi memiliki % transmittan yang menurun. Menurunnya % transmittan suatu gugus fungsi disebabkan oleh adanya pembentukan ikatan asam akrilat-HEA-kitosan. Perubahan gugus fungsi kitosan, asam akrilat-kitosan, dan asam akrilat-HEA-kitosan dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Spektrum FTIR HSA kopoli (asam akrilat-HEA)-kitosan

Hasil spektrum FTIR diperoleh pada asam akrilat-HEA-kitosan yang memiliki kemiripan dengan spektrum asam akrilat-kitosan tetapi % transmittannya lebih rendah asam akrilat-HEA-kitosan, hal ini diduga kuat adanya penambahan gugus fungsi HEA. Bilangan gelombang untuk asam akrilat-HEA-kitosan lebih tinggi dibandingkan dengan bilangan gelombang kitosan. Hal ini menunjukkan bahwa adanya penambahan asam akrilat-HEA memberikan pengaruh terhadap bilangan gelombang untuk gugus ikatan NH/OH, CH, CO dan CN. Serapan karakteristik kitosan terdapat pada bilangan gelombang  $3303,24 \text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya ikatan -NH yang tumpang tindih dengan rentangan -OH. Sedangkan pada asam akrilat-HEA-Kitosan gugus -NH terlihat pada bilangan gelombang  $3515,72 \text{ cm}^{-1}$ . Hal ini dapat disimpulkan bahwa asam akrilat, HEA dan kitosan membentuk ikatan silang. Perbandingan bilangan gelombang kitosan dan asam akrilat-HEA-kitosan dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Spektrum infra merah hidrogel

Gugus fungsi	Bilangan gelombang ( $\text{cm}^{-1}$ )	Bilangan gelombang kitosan ( $\text{cm}^{-1}$ )	Bilangan gelombang asam akrilat- HEA- kitosan ( $\text{cm}^{-1}$ )
NH/OH	3000-3700	3303,24	3615,72
CH	2800-3000	2877,92	2950
CO	1640-1820	1655,96	1729,56
CN	900-1300	1153,48	1269,22

### Proses Adsorpsi $\text{Cu}^{2+}$ oleh Hidrogel Superabsorben

Hasil sintesis HSA kopoli (asam akrilat-HEA)-kitosan dalam kondisi kering tidak dapat mengadsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  dikarenakan adanya degradasi pada saat sintesis HSA sehingga pada saat adsorpsi senyawa yang terdegradasi akan larut dalam air dan tidak dapat dilakukan pengukuran kapasitas adsorpsinya. Jadi untuk mengatasi hal tersebut maka HSA dalam bentuk *swelling* dimana pada kondisi *swelling* akan membuka pori HSA menjadi lebar dan besar. Pada kondisi tersebut akan mempermudah ion  $\text{Cu}^{2+}$  untuk masuk kedalam pori-pori HSA dalam jumlah relatif besar dan dengan mudah bereaksi dengan gugus  $\text{NH}_2$ ,  $-\text{COO}^-$ , dan  $\text{OH}$  membentuk ion kompleks.

Pada penelitian ini bentuk fisik dari HSA mengalami perubahan yang drastis dari bentuk *swelling* awal oleh air dan setelah dimasukkan kedalam larutan ion logam secara perlahan menciut (mengecil) ukurannya disertai dengan ion logam yang teradsorpsi (ditandai dengan perubahan warna HSA dari bening menjadi biru yang merupakan warna dari ion  $\text{Cu}^{2+}$ ). Proses adsorpsi oleh HSA kopoli (asam akrilat-HEA)-kitosan dapat dilihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Proses adsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh HSA kopoli (asam akrilat-HEA)-kitosan.

### Isoterm Adsorpsi

Isoterm adsorpsi merupakan suatu model yang pada umumnya dipakai untuk menggambarkan hubungan jumlah zat yang teradsorpsi pada sejumlah berat adsorben. HSA asam akrilat-HEA-kitosan yang digunakan dalam penelitian ini berfungsi sebagai adsorben untuk menyerap ion logam tembaga.

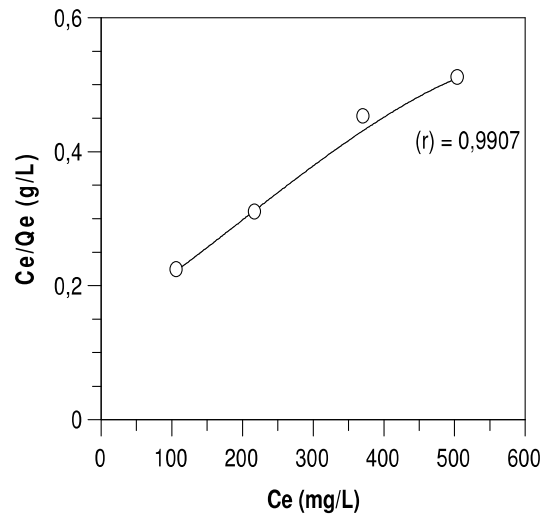
Hasil perhitungan menunjukkan bahwa nilai koefisien korelasi ( $r$ ) untuk persamaan Langmuir adalah 0,9907. Nilai ini lebih tinggi (mendekati 1) dibandingkan dengan hasil pengujian menggunakan persamaan Freundlich, dimana nilai koefisien korelasi ( $r$ ) untuk persamaan Freundlich adalah 0,9834. Model kesetimbangan Langmuir lebih sesuai untuk pendekatan sistem adsorpsi ion logam  $\text{Cu}^{2+}$  dengan persamaan yang didapat  $y = 0,1493 + 0,0007x$ . Pada penelitian ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi HSA terhadap ion logam  $\text{Cu}^{2+}$  didasarkan atas beberapa asumsi, yaitu adsorpsi hanya terjadi pada lapisan tunggal (monolayer) dan semua situs dan permukaannya bersifat homogen (Oscik J 1994).

Dari hasil plot  $C_e$  dan  $C_e/Q_e$  pada Gambar 4 dengan menggunakan persamaan isoterm adsorpsi Langmuir yaitu  $C_e/Q_e = 1/Q_{\max} b + C/Q_{\max}$  memberikan harga koefisien korelasi yang tinggi.

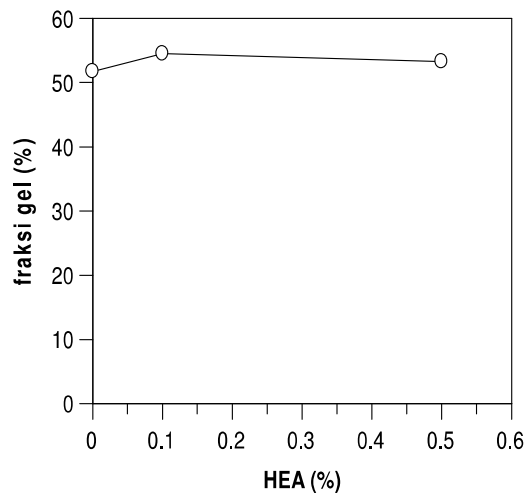
### Pengaruh Penambahan HEA terhadap fraksi gel

Kitosan merupakan salah satu polisakarida alami yang terdegradasi pada rantai utamanya jika dipapari radiasi [13]. Namun dalam sistem larutan air, asam akrilat dan HEA merupakan komponen utama yang mengalami reaksi kopolimerisasi dan ikatan silang (*crosslinking*) jika campuran ini disinari iradiasi gamma (Jing dalam Erizal dkk, 2010).

Pengaruh variasi konsentrasi HEA terhadap fraksi gel kopoli (asam akrilat-HEA)-kitosan disajikan pada Gambar 5. Iradiasi pada dosis 20 kGy dengan konsentrasi HEA 0 menghasilkan fraksi gel yang relatif rendah yaitu 51,73%, dan meningkatnya konsentrasi HEA menjadi 0,1% dan 0,5% menyebabkan kenaikan fraksi gel mencapai 54,51% dan 53,29%. Tidak tercapainya fraksi gel yang tinggi hingga 100% mungkin disebabkan adanya degradasi kitosan atau asam akrilat selama proses iradiasi berlangsung.



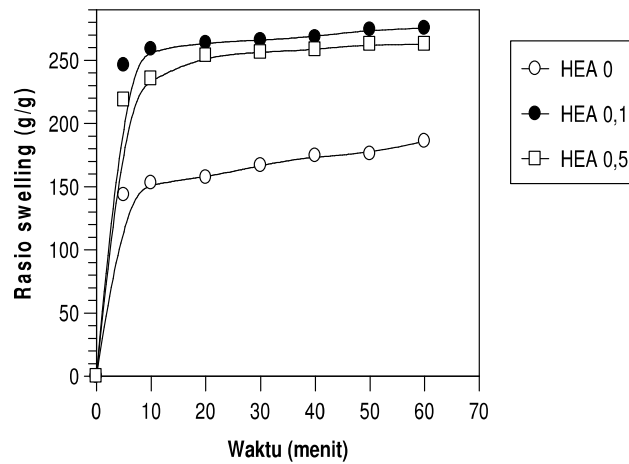
**Gambar 4.** Kurva isoterm adsorpsi pada HSA kopoli (asam akrilat-HEA)-kitosan



**Gambar 5.** Hubungan konsentrasi HEA terhadap fraksi gel

**Pengaruh penambahan HEA terhadap rasio *swelling***

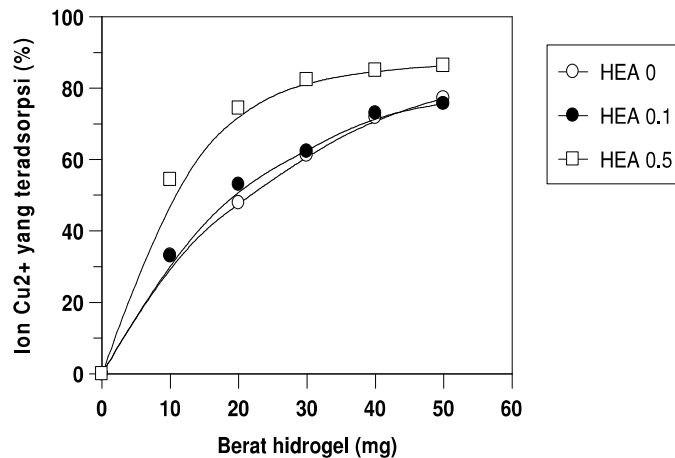
Pengaruh konsentrasi HEA terhadap rasio *swelling* HSA hasil iradiasi pada dosis 20 kGy sebagai fungsi waktu disajikan pada Gambar 6. Terlihat bahwa dengan meningkatnya lama waktu perendaman maka rasio *swelling* yang didapat semakin besar. Pada Gambar 6 diperoleh nilai rasio *swelling* terbesar pada konsentrasi HEA 0,1%, dimana dengan adanya penambahan HEA maka kemampuan HSA untuk menyerap air lebih baik. Namun, pada penambahan konsentrasi HEA 0,5% didapatkan rasio *swelling* yang lebih kecil dibandingkan penambahan HEA 0,1%. Hal ini disebabkan dengan meningkatnya konsentrasi HEA mengakibatkan jumlah gugus hidrofilik meningkat, tetapi kerapatan jarak baik intra molekul maupun intermolekul dalam matrik HSA juga meningkat. Akibatnya air sukar melakukan penetrasi ke dalam kerangka jaringan matriks sehingga menyebabkan rasio *swelling* mengalami penurunan.



Gambar 6. Hubungan konsentrasi HEA terhadap rasio swelling

#### Pengaruh variasi berat hidrogel terhadap persentasi adsorpsi ion $\text{Cu}^{2+}$

Uji kemampuan adsorpsi ion logam  $\text{Cu}^{2+}$  oleh HSA kopoli (asam akrilat-HEA)-kitosan pada berbagai variasi berat hidrogel disajikan pada Gambar 7. Terlihat bahwa pada konsentrasi HEA 0,5% pada berat 10 mg didapatkan nilai kapasitas adsorpsi sebesar 52,92%, dan dengan bertambahnya berat hidrogel sampai 50 mg didapatkan kapasitas adsorpsi sebesar 86,23% yang merupakan kapasitas adsorpsi maksimal. Jadi, semakin meningkatnya berat hidrogel mengakibatkan kapasitas adsorpsinya semakin meningkat. Pada HSA dengan konsentrasi 0% dan konsentrasi 0,1% juga didapatkan nilai kapasitas adsorpsi yang semakin meningkat dengan pertambahan berat hidrogel. Hal ini menunjukkan bahwa adanya HEA dalam HSA dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi terhadap ion logam  $\text{Cu}^{2+}$

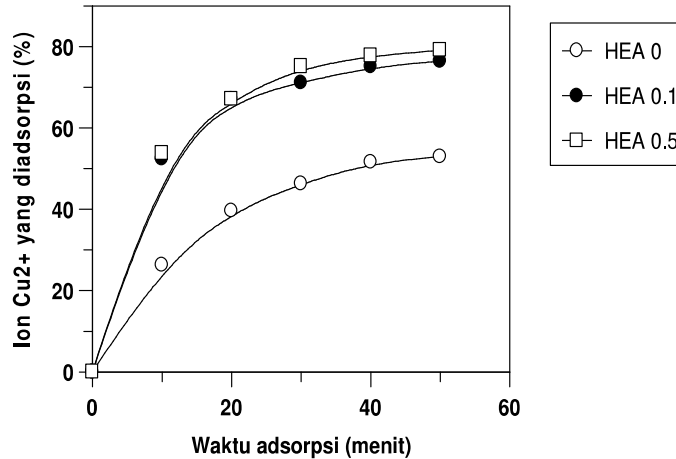


Gambar 7. Pengaruh berat hidrogel terhadap adsorpsi ion logam  $\text{Cu}^{2+}$

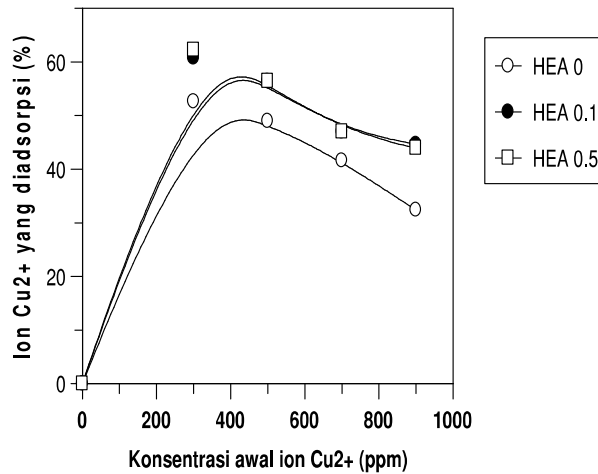
#### Pengaruh variasi waktu hidrogel terhadap persentasi adsorpsi ion $\text{Cu}^{2+}$

Uji yang menunjukkan hubungan kemampuan adsorpsi ion logam  $\text{Cu}^{2+}$  oleh HSA kopoli (asam akrilat-HEA)-kitosan dengan waktu kontak disajikan pada Gambar 8. Berdasarkan grafik

dapat dilihat pada HSA dengan konsentrasi HEA 0% bahwa pada waktu 10 menit didapatkan kapasitas adsorpsi sebesar 26,25% dan dengan bertambahnya waktu pengontakan sampai 50 menit didapatkan kapasitas adsorpsi sebesar 52,92%, dimana semakin lama waktu pengontakan maka kapasitas adsorpsi yang didapat semakin besar. Seperti terlihat pada HSA dengan konsentrasi HEA 0,1% dan konsentrasi 0,5%, kemampuan adsorpsi semakin besar pula seiring meningkatnya waktu kontak. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan adsorpsi hidrogel dipengaruhi oleh lamanya waktu kontak dikarenakan proses adsorpsi merupakan kondisi kesetimbangan antara zat yang teradsorpsi dengan situs aktif pada permukaan hidrogel yang merupakan fungsi waktu.



**Gambar 8.** Pengaruh waktu adsorpsi terhadap adsorpsi ion logam Cu<sup>2+</sup>



**Gambar 9.** Pengaruh konsentrasi awal ion Cu<sup>2+</sup> terhadap adsorpsi ion logam Cu<sup>2+</sup>

**Pengaruh variasi konsentrasi awal ion Cu<sup>2+</sup> terhadap persentasi adsorpsi**

Kemampuan adsorpsi ion logam Cu<sup>2+</sup> oleh HSA kopoli (asam akrilat-HEA)-kitosan terhadap variasi konsentrasi ion logam Cu<sup>2+</sup> disajikan pada Gambar 9. Pada grafik tersebut terlihat bahwa kemampuan adsorpsi ion logam Cu<sup>2+</sup> oleh HSA kopoli (asam akrilat-HEA)-kitosan terus berkurang seiring meningkatnya konsentrasi ion logam Cu<sup>2+</sup>. Didapatkan kemampuan adsorpsi tertinggi pada HSA dengan konsentrasi HEA 0,5% ketika konsentrasi ion logam Cu<sup>2+</sup> terendah

yaitu 300 ppm didapatkan sebesar 63,24%, sedangkan pada konsentrasi yang semakin tinggi yaitu 900 ppm didapatkan kemampuan adsorpsi sebesar 43,60%. Kondisi ini juga berlaku pada HSA kopoli (asam akrilat-HEA)-kitosan dengan konsentrasi HEA 0% dan konsentrasi HEA 0,1%, dimana kemampuan adsorpsi saat semakin tinggi konsentrasi ion logam  $\text{Cu}^{2+}$  maka semakin berkurang. Penurunan kemampuan adsorpsi ini dikarenakan pada konsentrasi ion logam  $\text{Cu}^{2+}$  yang tinggi maka semakin banyak logam yang tidak mampu terserap karena keadaan permukaan gel yang mulai jenuh.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai adsorpsi ion logam  $\text{Cu}^{2+}$  dengan menggunakan HSA (asam akrilat-HEA)-kitosan, maka dapat disimpulkan yaitu :

- Hidrogel superabsorben dapat diperoleh dari kitosan yang dikopolimerisasi radiasi dengan asam akrilat dan hidroksi etil akrilat (HEA) dengan konsentrasi 0, 0,1 dan 0,5 %.
- Hidrogel superabsorben yang diperoleh dapat diaplikasikan untuk proses adsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$ , dimana konsentrasi ion  $\text{Cu}^{2+}$  dalam larutan semakin berkurang karena proses adsorpsi yang dilakukan oleh hidrogel. Bertambahnya konsentrasi HEA didalam hidrogel, dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi ion logam  $\text{Cu}^{2+}$ , dimana konsentrasi HEA terbaik dalam penelitian adalah 0,5 %.
- Pada adsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  dapat dikaji menggunakan model isoterms Langmuir dan Freundlich. Pada pengujian persamaan Langmuir untuk uji mekanisme adsorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  dihasilkannilai  $r = 0.9907$  dan Freundlich  $r = 0.9834$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Buchholz, F.L.: Modern Superabsorbent Polymer Technology, Wiley- VCH, New York, 151, (1998).
- [2]. Buchholz, F.L., Peppas, N.A.: Superabsorbent Polymer Science and Technology, A.C.S. Symposium Series 573, 121-124, (1994).
- [3]. Kambayashi, T., Mekata, H., Umeru, H., Matsunaga, H.: Artificial snowseed and Method for Making Artificial Snow, J.of Flourine Chemistry 87, 123-132, (1998).
- [4]. Rajiv, S.T., Indu, G., Reena, S., and Nagpal, A.K.: Synthesis of Poly(acrylamide-co-acrylic acid)-Based Superbasorbent Hydrogels by Gamma Radiation : Study of Swelling Behaviour and Network Parameters, Designed Monomers and Polymers, 49-66, (2007).
- [5]. Paulino, A.I., Guilorme, R. A., Compesse, G.M., Muniz, E.Z., Nozaki J.: Removal of Methylene Blue from an Aqueous Media Using Superabsorbent Hydrogel Supported on Modified Polysaccharide, J.Colloid interface Sci., 301,55-62,( 2006).
- [6]. Flores, G., Herraz, M., Ruiz, D.C.: Use of Superabsorbent Polymer for the Preconcentration of Volatile Ccompound from Complex Mixtures. J.Sep.Sci. 29/17, 267-277, (2006).
- [7]. Sannino, A., Esposito, A., De rosa, A., Cozzolino, A., Ambrosio, I., and Nicolas, I. : Biomedical Application of a Superabsorbent Hydrogel for Body Water Elimination in the Treatment of Edemas, J.Biomed.Mater.Res. A., 67, 1016-1024, (2003).
- [8]. Bruggisser, R.: Bacterial and Fungal Absorption Properties of Hydrogel Dressing with a Superabsorbent Polymer Core, J.wound.Core14/9, 436-442., (2005).
- [9]. Liang, R., Yuan, H., Xi, G., Zhou, Q.: Synthesis of Wheat Straw -g-poly(acrylic acid) Superabsorbent Composites and release of urea from it, Carbohydrate Polymers, 1-7, (2009).
- [10]. Karadag, E., Saraydin, D.: Swelling of Superabsorbent Acrylamide/Sodium Acrylate Hydrogels Prepared Using Multifunctional Crosslinkers, Turkey Journal of Chemistry 26, 863-975,(2002).
- [11]. Erizal: Synthesis of Poly(acrylamide-co-acrylic acid)-Starch based Superabsorbent Hydrogels By Gamma Radiation : Study Its Swelling Behavior, Indonesian Journal of Chemistry 12, 113-118, (2012).
- [12]. Erizal, Sudirman, Emil, B., Mahendra, E., udianti, R.: Radiation synthesis of Superabsorbent Poly(acrylamide-co-acrylic acid)-Sodium Alginate, Advanced Materials Research 746, 88-96 (2013).
- [13]. Erizal, Basril Abbas, Sudirman, Deswita, Emil Budianto: Pengaruh Iradiasi Gamma Pada Sifat fisik dan Mekanik Film Kitosan, Jurnal Kimia dan Kemasan 34, 192-198, (2012),