

SINTESIS HIDROGEL SUPERABSORBEN BERBASIS AKRILAMIDA DAN ASAM AKRILAT PADA KONDISI ATMOSFER

Oleh:
Agus Salim, dan Suwardi
Staf Pengajar FMIPA UNY

Abstract

The aim of this research is to synthesis poly(acrylic-acrylamide) at atmosphere condition and know absorbency or swelling degree of polymer that produced in water or urine. The synthesis was done through the mixing of 2 mL acrylic acid with potassium hidroxide solution so that potasium acrylic salt formed, then this salt solution was mixed with a mixtures of methylene bis-acrylamide (MBA), potassium persulphate and sodium metabisulphite (SMBS) solutions. The gels were formed and then dried at 70 °C during 18 hours for obtaining constant weight. The result of synthesis was white hydrogel analysed using FTIR spectrometry method and measured its absorbency or swelling degree in water or urine. Based on the result of its water absorbency was found that the synthesed polymer using 0.02 g MBA and 0.014 g SMBS might absorbed 184.76 g water per gram polymer

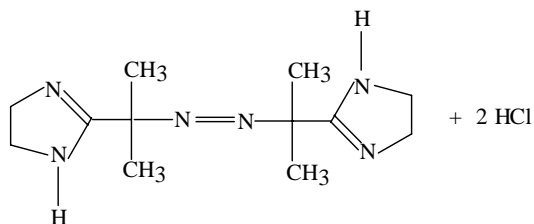
Keywords : synthesis, poly(acrylic-acrylamide), superabsorbent, gel

PENDAHULUAN

Hidrogel superabsorben merupakan jaringan hidrofilik dengan kapasitas penyerapan terhadap air yang tinggi. Superabsorben mendapatkan perhatian dalam dekade terakhir ini oleh karena aplikasinya yang luas dalam berbagai bidang. Hidrogel digunakan dalam produk higienis, perkebunan, sistem pelepasan obat, segel, pelepasan air dari batubara, dan salju artifisial. Pada

awalnya absorben air untuk perkebunan didasarkan pada biopolymer melalui grafting dari monomer hidrofilik pada pati dan polisakarida lain. Superabsorben natural lambat laun digantikan oleh superabsorben sintetik yang memiliki masa pakai lama, kapasitas absorpsi terhadap air dan kekuatan gel yang tinggi. Hanya beberapa studi telah dilakukan pada polimerisasi larutan berkonsentrasi tinggi dari monomer akrilik yang umumnya telah terpatenkan (Doane, SW., 2008: 1-10).

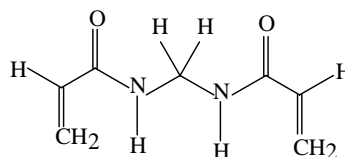
Asam akrilat dipolimerisasi melalui mekanisme radikal dan memerlukan pemicu radikal yang dapat larut-air. Suatu pemicu sering sangat peka terhadap keberadaan oksigen dan memerlukan pengasingan dengan gas argon atau nitrogen. Oksigen mengganggu polimerisasi karena bereaksi dengan tapak radikal ($R \cdot + O_2$ menghasilkan radikal sedikit reaktif $ROO \cdot$). Contoh pemicu termal yang mudah, dan dapat larut-air dan berfungsi pada temperatur rendah adalah VA-044.



Gambar 1. Struktur VA-044

Bila pemicu ini dipanaskan sekitar 40 - 45°C, akan mengurai untuk menghasilkan gas nitrogen dan dua radikal dihasilkan, yang kemudian menginisiasi polimerisasi. Dengan VA-044, polimerisasi lebih toleran dengan udara, mungkin karena radikal dibangkitkan lambat pada waktu yang lama (waktu dekomposisi pada 44°C adalah 10 jam), lebih efisien mengkonsumsi oksigen yang ada. Dalam hal lain, konsentrasi inisiator yang sangat rendah (0,04 mol % relatif terhadap asam akrilat) digunakan untuk mempromosikan pembentukan rantai-rantai panjang.

Untuk mengubah keadaan polimer sehingga tak dapat larut dalam air, rantai-rantai harus tersambung-silang. Akan tetapi, kemampuan polimer untuk mengembang (*swelling*) turun selagi derajat sambung-silang meningkat. Untuk itu, yang diharapkan bahwa setiap rantai sepanjang mungkin dan tersambung-silang hanya di beberapa tempat. Salah satu contoh penyambung-silang yang diperlukan sangat sedikit (sekitar 0,08 mol % relatif terhadap asam akrilat) adalah N,N'-metilenbisakrilamida atau MBA. Zat ini mengandung dua ikatan rangkap yang reaktif, sehingga dapat bergabung ke dalam dua rantai yang berbeda selagi polimerisasi berlangsung, sehingga menghasilkan ikatan sambung-silang. Meskipun MBA memiliki gugus fungsional amina, nampaknya sangat tahan terhadap hidrolisis (Garner, C.M., et al., 1997 : 95 – 99).



Gambar 2. Struktur MBA

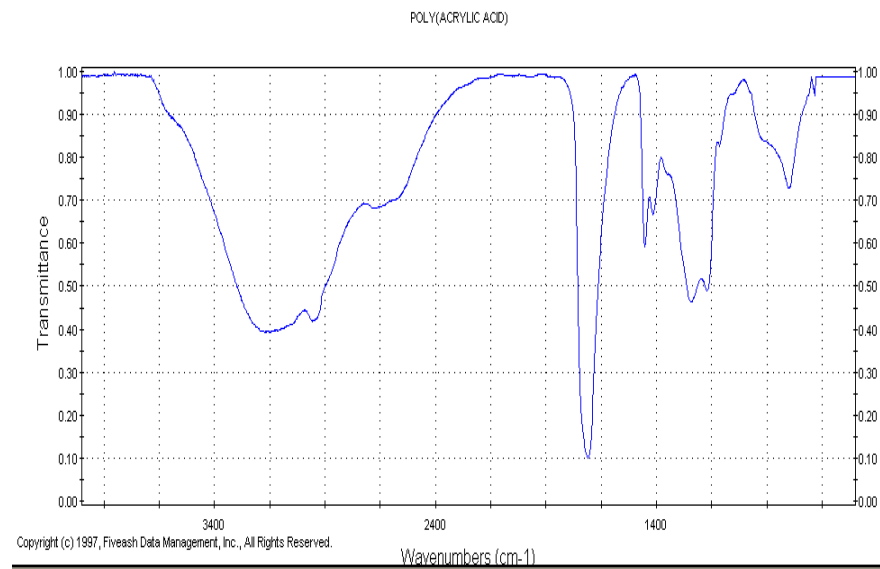
Penelitian ini berkaitan dengan sintesis hidrogel dari akrilamida (AM), asam akrilat (AA) dan kalium akrilat melalui polimerisasi larutan pada konsentrasi monomer yang tinggi. Kalium persulfat (KPS) dan natrium metabisulfit (SMBS) digunakan sebagai pemicu pasangan redoks. Tujuan penelitian adalah untuk mensintesis hidrogel pada kondisi polimerisasi atmosferik dan mengetahui derajat pengembangan hidrogel terhadap air ataupun urine.

Polimer *superabsorbent* terutama digunakan sebagai absorben bagi air dan larutan berair untuk popok, produk terek orang dewasa, produk higienis perempuan, dan aplikasi sejenis. Jelas, dalam aplikasi ini, bahan *superabsorbent* akan menggantikan bahan absorben tradisional seperti kain, katun, kertas perban, dan serat selulosa (Moritz, J., 2005 : 2 – 10).

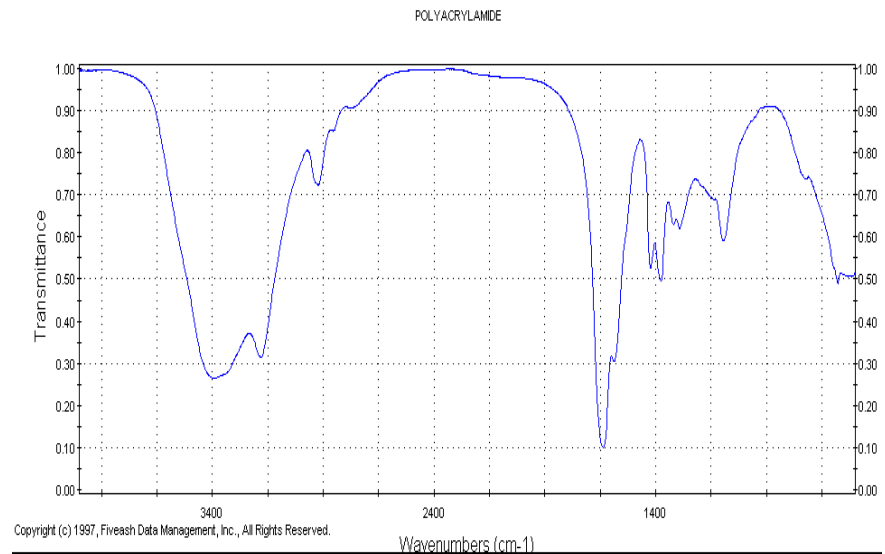
Polimer *superabsorbent* dibuat dari asam akrilat dan suatu *cross-linker* melalui polimerisasi larutan atau suspensi. Jenis dan kuantitas crosslinker mengontrol kapasitas pengembangan dan modulus gel. Sintesis dan pemanfaatan *superabsorbent* poliakrilat tersambung-silang telah menjadi topik populer dalam literatur

polimer. Akan tetapi, sangat sedikit informasi tentang proses pembuatan yang diberikan karena isi yang telah dipatenkan (Moritz, J., 2005 : 2 – 10).

Spektra IR yang diambil dari *FDM electronics* untuk poli(asam akrilat) dan poliakrilamida masing-masing ditunjukkan pada Gambar berikut,



Gambar 3 Spektra IR Poli (asam akrilat)



Gambar 4 Spektra IR Poliakrilamida

METODE PENELITIAN

1. Sintesis Hidrogel

Asam akrilat sebanyak 2 mL dicampurkan dengan larutan KOH (dibuat dengan melarutkan 2 g KOH ke dalam 2 mL air) dalam keadaan dingin es. Larutan ini disebut larutan A. Larutan B dibuat dengan mencampurkan larutan akrilamida (dibuat dengan melarutkan 0,2 g akrilamida ke dalam 2 mL air) ke dalam larutan MBA (dibuat dengan melarutkan 0,02 g MBA ke dalam 1 mL air). Selanjutnya larutan A dan B dicampurkan di dalam gelas kimia 600 mL yang dilengkapi dengan pengaduk magnet dan termometer untuk memonitor perubahan temperatur selama reaksi eksotermis.

Larutan kalium persulfat (dibuat dengan melarutkan 0,4 g kalium persulfat ke dalam 1 mL air) dan larutan SMBS (dibuat dengan melarutkan 0,014 g SMBS ke dalam 1 mL air) dimasukkan ke dalam campuran larutan A dan B tadi. Temperatur dan viskositas meningkat dalam waktu 40 detik untuk mencapai titik gelasi. Pada titik ini temperatur meningkat dengan cepat dan mengakibatkan penguapan pelarut. Produk seperti gel transparan yang elastis kemudian dipotong-potong dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C selama 18 jam untuk mencapai berat konstan.

2. Penentuan derajat pengembangan hidrogel

Absorbansi polimer superabsorben diukur melalui metoda *swelling* bebas dan diungkapkan sebagai derajat pengembangan (S) yang dihitung dalam gram air per gram polimer kering. Dengan demikian, jumlah hidrogel yang ditimbang secara akurat 1 g dicelupkan dalam 100 mL air terdistilasi pada temperatur kamar selama 30 menit dan dibiarkan sampai hidrasi sempurna hidrogel dicapai. Hidrogel yang telah mengalami *swelling* kemudian dipisah dari air yang tak terserap dengan cara menyaring melalui saringan. Hidrogel dibiarkan kering pada ayakan selama 10 menit dan ayakan lalu ditimbang untuk menentukan berat air yang menyebabkan *swelling* dari hidrogel. Absorbansi atau karakteristik *swelling* dihitung sebagai g/g menggunakan persamaan berikut : S

$$(g/g) = W_2 - W_1/W_1$$

W_2 dan W_1 masing-masing merupakan berat hidrogel yang digembungkan oleh air dan absorben kering dalam gram.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Hasil penelitian berupa hidrogel yang dibuat dengan variasi MBA (berat SMBS tetap yaitu 0,01 g), SMBS (berat MBA tetap yaitu 0,1 g dan 0,02 g). Hidrogel tersebut terlihat transparan yang elastis. Hasil uji daya serap atau derajat penggembungan terhadap air dan urin dengan variasi jumlah MBA dipaparkan dalam bentuk grafik dan Tabel. Tabel 1 berisi data daya serap hidrogel terhadap air dan air urin pada berbagai jumlah MBA dengan berat SMBS 0,01 g.

Tabel 1. Berat hidrogel yang menyerap air dan air urin pada berbagai jumlah MBA dengan berat SMBS 0,01 g.

No.	Berat MBA (g)	W_1 (g)	W_2 (g)	W_2' (g)	S (g/g polimer)	S' (g/g polimer)
1	0,02	1	58,109	24,322	57,109	23,322
2	0,03	1	33,062	16,961	32,062	15,961
3	0,09	1	34,545	15,82	33,545	14,82
4	0,2	1	15,931	11,108	14,931	10,108
5	0,3	1	19,229	10,074	18,229	9,074

Keterangan :

W_1 : Berat hidrogel kering dalam gram

W_2 : Berat gel yang menyerap air dalam gram

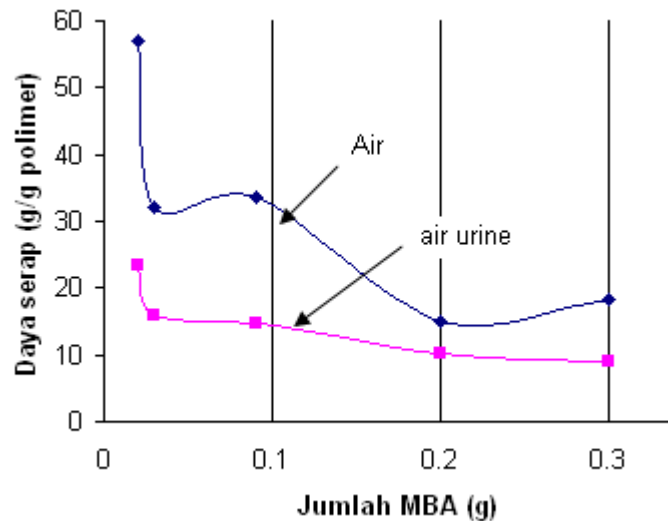
W_2' : Berat gel yang menyerap air urin dalam gram

S : derajat pengembangan hidrogel dalam air dalam (g/g polimer)

S' : derajat pengembangan hidrogel dalam air urin (g/g polimer)

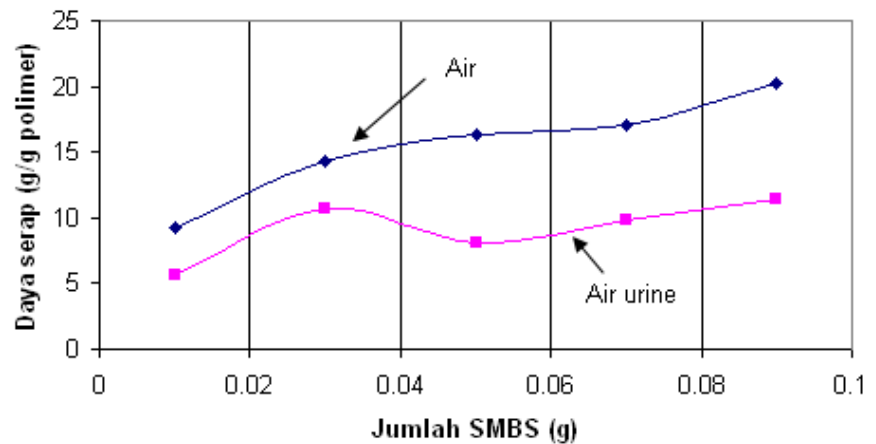
$$S = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \text{ dan } S' = \frac{W_2' - W_1}{W_1}$$

Pada Gambar 5 diperlihatkan hubungan jumlah MBA dengan daya serap hidrogel. Daya serap hidrogel cenderung makin besar seiring dengan menurunnya jumlah MBA yang digunakan dalam proses pembuatan hidrogel.



Gambar 5. Hubungan jumlah MBA dengan daya serap hidrogel terhadap air dan air urin

Pada Tabel 1 terlihat bahwa derajat pengembangan hidrogel terhadap air dan air urin tertinggi diperoleh pada penambahan MBA sebesar 0,02 gram. Pada Tabel 2 berikut ditunjukkan derajat pengembangan hidrogel terhadap air dan air urin pada berbagai jumlah SMBS dengan MBA yang dipergunakan sebesar 0,1 g. Dalam Tabel 2 terlihat bahwa hidrogel dengan derajat pengembangan tertinggi diperoleh pada penggunaan SMBS 0,09 g. Grafik hubungan jumlah SMBS dengan daya serap terhadap air dan air urin diperlihatkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan jumlah SMBS dengan daya serap hidrogel terhadap air dan air urin

Tabel 2. Berat hidrogel yang menyerap air dan air urin pada berbagai jumlah SMBS dengan berat MBA 0,1 g.

No.	Berat SMBS (g)	W ₁ (g)	W ₂ (g)	W ₂ ' (g)	S (g/g polimer)	S' (g/g polimer)
1	0,01 gr	1gr	10,203 gr	6,608 gr	9,203	5,608
2	0,03 gr	1gr	15,333 gr	11,661 gr	14,333 gr	10,661 gr
3	0,05 gr	1gr	17,274 gr	9,083 gr	16,274 gr	8,083 gr
4	0,07 gr	1gr	17,994 gr	10,799 gr	16,994 gr	9,799 gr
5	0,09 gr	1gr	21,242 gr	12,349 gr	20,242 gr	11,349 gr

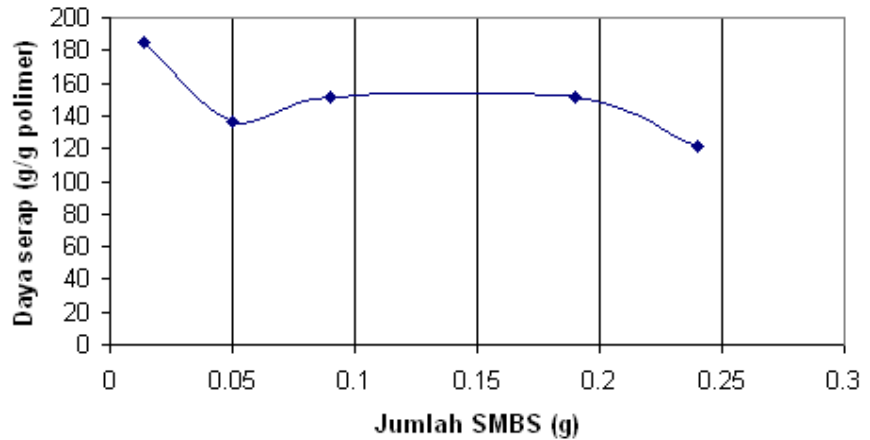
Untuk selanjutnya, pada Tabel 3 dipaparkan daya serap atau derajat pengembangan hidrogel pada variasi SMBS untuk MBA 0,02 g. Berat MBA ini digunakan karena telah diketahui dapat menghasilkan hidrogel dengan derajat pengembangan tertinggi.

Tabel 3. Berat hidrogel yang menyerap air pada berbagai jumlah SMBS dengan berat MBA 0,02 g.

No.	Berat SMBS (g)	W ₁ (g)	W ₂ (g)	S (g/g polimer)
1	0,014	1	184,76	184,76
2	0,05	1	137,48	136,48
3	0,09	1	152,52	151,52
4	0,19	1	152,32	151,32
5	0,24	1	122,32	121,32

Pada Tabel 3 terlihat derajat pengembangan hidrogel terhadap air tertinggi diperoleh pada penggunaan SMBS sebesar 0,014 g dengan berat MBA 0,02 g. Grafik hubungan jumlah SMBS dengan daya serap hidrogel pada penggunaan MBA sebesar 0,02 g ditunjukkan pada Gambar 7. Pada Gambar ini terlihat adanya

kecenderungan daya serap meningkat seiring berkurangnya jumlah SMBS yang digunakan dalam sintesis hidrogel.

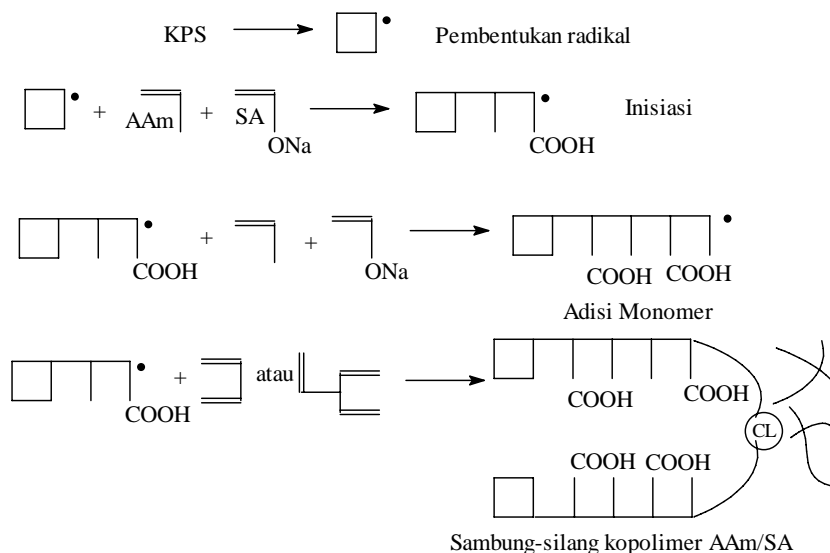


Gambar 7. Hubungan jumlah SMBS dengan daya serap hidrogel terhadap air. Jumlah SMBS pada 0,014 g menghasilkan daya serap tertinggi.

2. Spektra FTIR dan mekanisme reaksi

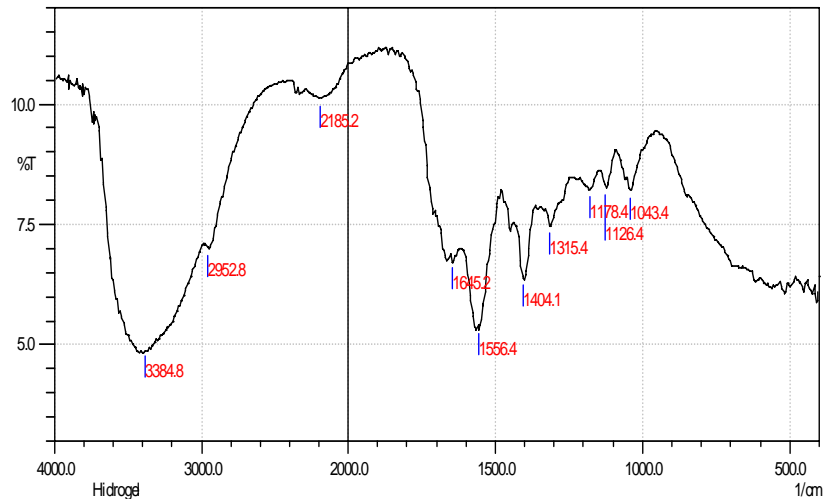
Sintesis hidrogel superabsorben melalui polimerisasi radikal bebas menggunakan bahan $\text{H}_2\text{C}=\text{CHCONH}_2$ (akrilamida), $\text{H}_2\text{C}=\text{CHCO}_2\text{Na}$ (SA), MBA ($\text{H}_2\text{C}=\text{CHCONH}$) $_2\text{CH}_2$), dan KPS (Kalium persulfat). Mekanisme kopolimerisasi dan sambung-silang hidrogel Aam/SA dapat dijelaskan sebagai berikut,

Sintesis Hidrogel Superabsorben Berbasis Akrilamida dan Asam Akrilat pada Kondisi Atmosfer (Agus Salim dan Suwardi)



Dalam polimerisasi, tahap pertama adalah pembentukan radikal SD_4^{2-} yang terbentuk pada pemanasan kalium persulfat pada 60 °C. Radikal ini dapat bergabung dengan AAm dan komonomer SA, sedemikian sehingga elektron yang tak berpasangan dipindahkan ke unit monomerik, yang berakibat monomer ini menjadi reaktif (tahap inisiasi). Monomer lain atau komonomer dapat tertarik dan teraktivasi dengan jalan yang sama (adisi monomer). Polimer (Aam) atau kopolimer (Aam/SA) dapat tumbuh dengan pusat aktif secara kontinu bergeser ke ujung rantai yang bebas (propagasi). Terminasi polimerisasi atau kopolimerisasi dapat terjadi bila polimer atau kopolimer aktif bergabung membentuk rantai tak aktif (*a dead chain*). Molekul penyambung-

silang (MBA) dapat masuk ke dalam rantai-rantai secara simultan dan membentuk ikatan yang permanen antara rantai-rantai tersebut.



Gambar 8 Spektra FTIR poliakrilat-akrilamida hasil sintesis

Spektrum FTIR hidrogel hasil sintesis dapat dilihat pada Gambar 8, yang menunjukkan puncak khas pada 3384,8 cm^{-1} (gugus $-\text{OH}$), 2952,8 cm^{-1} ($-\text{CH}_2$), 2185,2 cm^{-1} (CN), 1645,2 cm^{-1} (st $\text{C}=\text{O}$), dan 1556,4 cm^{-1} (st $\text{C}-\text{N} + \text{NH}$). Spektra FTIR ini menunjukkan puncak khas sebagaimana juga ditunjukkan spektra yang ditunjukkan pada Gambar 3 dan 4 untuk poliakrilat dan poliakrilamida.

SIMPULAN

Simpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah

1. Sintesis poliakrilat-akrilamida telah berhasil dilakukan. Hasilnya berupa serbuk berwarna putih dan memiliki daya serap terhadap air dan air urin yang beragam.
2. Polimer yang disintesis menggunakan MBA 0,02 g dan SMBS 0,014 g dapat menyerap air dalam jumlah terbesar yaitu 184,76 g air per gram polimer.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2005. *Prior Art Starch*. <http://thethirdingredient.com/piorArt4> (diakses pada tanggal 3 maret 2005)
- Garner, C.M., Nething, M., Nguyen, P. 1997. *Synthesis of a Superabsorbent Polymer*. **Journal of Chemical Education**, vol 74 No 1 : 95 - 96
- Hashem, A., Afifi, M.A., El-Alfy dan Hebeish, A. 2005. *Synhesis, caharacterization and saponification of Poli(AN)-Starch Composites and Properties of their Hydrogels*. **American Journal of Applied Sciences** 2(3), 614-621
- Karadag, E., Saraydin, D. 2002. *Swelling of Superabsorbent Acrylamide/Sodium Acrylate Hydrogels Prepared Using Multifunctional Crosslinkers*. **Turk.J Chem**, Vol 26, 863-875

Moritz, J. 2005. *Superabsorbent Polymers*.
<http://www.eng.buffalo.edu/Courses/ce435/Diapers/Diapers.html>. (diakses pada tanggal 3 maret 2005)

Steven. W.D., 2008. *Superabsorbent Polymer Product and Use in Agriculture*. **Patent NO: US 7,423106 B2**

Takaki, M., Itoh., T. 1999. *Synthesis of Colored Superabsorbent Polymer and Its Use To Demonstrate Convection Current in Water by Heating*. **Journal of Chemical Education, vol 76 No 1 : 62-63**