



Pengaruh Konsentrasi Metilenbisakrilamida dalam Sintesis Komposit Poli(Asam Akrilat)-Kaolin dan Pengujiannya sebagai Superabsorben

Indri Rakhmawati[✉], Cepi Kurniawan, dan Harjono

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang
Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

Info Artikel

Diterima Mei 2019

Disetujui Juni 2019

Dipublikasikan Agustus
2019

Keywords:

kaolin
metilenbisakrilamida
poliakrilat
superabsorben

Abstrak

Superabsorben komposit poli(asam akrilat)-kaolin telah dibuat dengan menggabungkan polimer dari monomer asam akrilat dengan kaolin melalui polimerisasi radikal bebas oleh inisiator amonium persulfat (APS) dan polimerisasi ikat silang oleh agen pengikat silang N,N'-metilenbisakrilamida (MBA). Pengaruh jumlah MBA dipelajari berdasarkan kapasitas absorpsi dan rasio *swelling* superabsorben. Hasil penelitian menunjukkan bahwa superabsorben yang dihasilkan memiliki nilai optimum pada 1% MBA terhadap Asam akrilat dengan waktu reaksi 3 jam, nilai kapasitas absorpsi air sebesar 1972,49 % (b/b) dan rasio *swelling* sebesar 19,7249 g/g. Semakin banyak MBA berpengaruh terhadap bertambahnya kapasitas absorpsi air dan rasio *swelling* dari superabsorben. Sedangkan semakin panjang waktu reaksi berpengaruh terhadap bertambahnya kapasitas absorpsi air dan rasio *swelling* superabsorben, tetapi mengalami penurunan kembali setelah tercapai titik optimum. Selain itu, pengujian *recycle* menunjukkan bahwa nilai kapasitas absorpsi air dan rasio *swelling* secara bertahap meningkat. Hasil SEM memperlihatkan adanya mikropori sebagai tempat permeasi air.

Abstract

Superabsorbent composites of poly(acrylic acid)-kaolin has been made by combining polymer from acrylic acid monomer with natural mineral in the form of kaolin through free radical polymerization by the initiator of ammonium persulfate (APS) and crosslinking polymerization by crosslinking agent of N,N'-methylenebisacrylamide (MBA). The influence of the amount of crosslinking agent MBA have been studied based on the performance properties of superabsorbent include absorption capacity and swelling ratio. The results showed that the superabsorbent produced has an optimum value at 1% MBA to acrylic acid and a reaction time of 3 hours, with the value of the water absorption capacity of 1972.49 % (b/b) and the swelling ratio of 19.7249 g/g. The more MBA influences the increase in water absorption capacity and swelling ratio of the superabsorbent. Meanwhile, the longer the reaction time affects the increase in water absorption capacity and swelling ratio of the superabsorbent, but it decreases again after the optimum point is reached. In addition, the recycle test showed that the value of water absorption capacity and swelling ratio gradually increased. The results of SEM showed micropore as a place for water permeation.

© 2019 Universitas Negeri Semarang

[✉] Alamat korespondensi:
Gedung D6 Lantai 2 Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229
E-mail: indrirakhma051296@gmail.com

Pendahuluan

Penelitian dan pengembangan superabsorben telah dilakukan secara intensif karena banyak digunakan dalam berbagai kebutuhan seperti aplikasi pada pempers (Ginting, 2015); pengemban pupuk phonska (Ramadhani *et al.*, 2016); pembenah tanah (Sjaifullah *et al.*, 2015); irigasi yang juga mampu menurunkan erosi (Adi, 2016); aplikasi biomedis sebagai penutup luka (Rudyardjo, 2014); bahan kontak lensa, adsorben dalam pengiriman obat, rekayasa jaringan organ (Calo & Khutoryanskiy, 2015); *surgical pad*, *hot and cold therapy packs*, dan pengendap limbah rumah sakit (Erizal *et al.*, 2015). Superabsorben adalah polimer silang yang mampu menyerap air dalam jumlah yang sangat banyak dalam waktu yang singkat dan menjaga air terikat di dalamnya (Abidin *et al.*, 2012). Produk yang termasuk dalam kategori superabsorben harus memiliki kemampuan menyerap air dengan nilai standar berkisar antara 10-1.000 kali berat keringnya (Heriyanto *et al.*, 2015).

Pada umumnya superabsorben terbuat dari polimer sintetik berbasis poliasam akrilat (Sunardi *et al.*, 2017). Akan tetapi penggunaan polimer jenis ini memiliki kelemahan dalam hal keterbatasan menyerap air dan *swelling* (El-Rehim, 2005) karena karakteristik fisik yang kurang kuat dan tidak stabil (Swantomo *et al.*, 2008), kelemahan tersebut membatasi penerapannya secara luas. Maka untuk memperbaiki keterbatasan ini, senyawa anorganik berupa mineral alam dapat ditambahkan, salah satunya adalah kaolin. Penggunaan mineral alam pada polimer dapat meningkatkan sifat kekuatan dan kekakuannya (Pourjavadi & Hosseinzadeh, 2007). Kelebihan mineral alam ini adalah mempunyai sifat elastisitas dan permeabilitas dengan kemampuan absorpsi berbagai jenis bahan yang dimilikinya, kestabilan sifat fisik dan kimia yang sangat baik, serta banyak ditemukan di Indonesia (Swantomo *et al.*, 2008).

Berbagai macam metode pembentukan ikatan silang telah digunakan untuk membuat polimer superabsorben. Tetapi jenis dan kuantitas pengikat silang yang digunakan mengontrol rasio *swelling* (Salim & Suwardi, 2009). Pada penelitian Raju (2003) yang melakukan sintesis superabsorben dengan berbagai agen pengikat silang, N,N'-metilenbisakrilamida (MBA) memiliki kapasitas absorpsi paling tinggi dibandingkan dengan agen pengikat silang lain. Hal ini disebabkan oleh sifat MBA yang lebih polar. Ikatan silang dengan MBA memberi kekuatan yang lebih tinggi pada polimer superabsorben di dalam aplikasinya (Avsar *et al.*, 2017). Polimer superabsorben asam akrilat dengan variasi jumlah agen pengikat-silang MBA memberikan kenaikan dan penurunan terhadap kapasitas absorpsi dan rasio *swelling*. Bila jumlah pengikat silang yang digunakan terlalu kecil, maka akan membuat ikatan polimer mudah lepas satu sama lain dan larut dalam air (Abidin *et al.*, 2012). Tetapi, jika terlalu banyak pengikat silang yang terbentuk akan membuat terlalu sedikit area kosong pada polimer. Pengurangan area kosong tersebut akan menurunkan jumlah tempat pengikatan air di dalam jaringan polimer (Abidin *et al.*, 2012). Saat kerapatan ikatan silang dalam superabsorben meningkat, maka menyebabkan struktur kaku jaringan polimer yang berikatan silang juga meningkat (Liu *et al.*, 2011). Akibatnya kapasitas absorpsi air oleh jaringan superabsorben berkurang (Utami *et al.*, 2014) dan memberikan kecenderungan penurunan kembali rasio *swelling* (Sunardi *et al.*, 2017). Pada penelitian ini telah dipelajari pengaruh agen pengikat silang MBA dalam proses sintesis superabsorben komposit poli(asam akrilat) termodifikasi kaolin terhadap sifat absorpsi air dan *swelling*-nya.

Metode

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah serangkaian alat polimerisasi dan analisis, alat instrumentasi *Scanning Electron Microscope (Phenom Pro X Desktop SEM with EDX)*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah metilenbisakrilamida (*for synthesis, Merck*; Mr=154,17 g/mol), asam akrilat (*teknis, PT. EBCI*), amonium persulfat (*teknis, PT. EBCI*), Kaolin (*teknis, Bangka Belitung*), akuades, etanol 95%.

Sintesis polimer dilakukan dalam labu leher tiga volume 250 mL yang dilengkapi dengan *hotplate* dan *stirrer*, termometer, dan kondensor. Sintesis dilakukan dengan 0,8 g kaolin dimasukkan ke dalam labu, kemudian dilarutkan dengan akuades sebanyak 70 mL dan diaduk (kecepatan pengadukan tetap pada 300 rpm) hingga homogen pada suhu kamar. Saat temperatur suspensi telah mencapai suhu 65°C, ditambahkan inisiator ammonium persulfat sebanyak 0,16 g (dalam 5 mL akuades). Setelah suhu mencapai 70°C, ditambahkan 16 g asam akrilat sebagai monomer dan metilenbisakrilamida sebagai agen pengikat silang dengan jumlah yang bervariasi sesuai dengan formula yang diinginkan (0; 1; 1,75; dan 2,5% (b/b) terhadap asam akrilat). Reaksi dijaga pada suhu sekitar 70°C dengan waktu reaksi selama 3 jam. Setelah waktu selesai, pemanasan dihentikan. Produk hasil sintesis berupa gel dipotong kecil-kecil, kemudian sebanyak 100 mL etanol 95% ditambahkan ke produk gel dan diaduk, proses *dewatering* dibiarkan selama 15 menit. Produk disaring kemudian digerus dan dikeringkan dengan oven pada suhu 70°C sampai berat konstan. Produk digerus sehingga dihasilkan serbuk polimer superabsorben komposit berukuran 50 *mesh*.

Analisis kuantitatif dilakukan secara gravimetrik dan volumetrik, yaitu serbuk kering (superabsorben) (m_0) dengan massa $\pm 0,1$ g dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambahkan 6 mL akuades pada suhu kamar (volume *swelling* diamati setiap 1, 30, dan 60 menit, serta 24 jam atau sampai hidrasi sempurna). Kemudian air yang tidak terserap dikeluarkan dari tabung reaksi dan didiamkan dengan posisi tabung terbalik hingga tidak ada lagi air yang menetes, hidrogel ditimbang sebagai massa setelah *swelling* (m_1). Hidrogel dikeringkan kembali dan diuji ulang (*recycle*) untuk mengetahui batas kemampuan kinerjanya. Nilai kapasitas absorpsi dinyatakan dalam bentuk persentase dengan Persamaan 1. dan besarnya rasio *swelling* dalam bentuk Persamaan 2.

$$\text{Kapasitas absorpsi \% (b/b)} = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \times 100 \quad \dots 1. \text{ (Bai et al., 2015)}$$

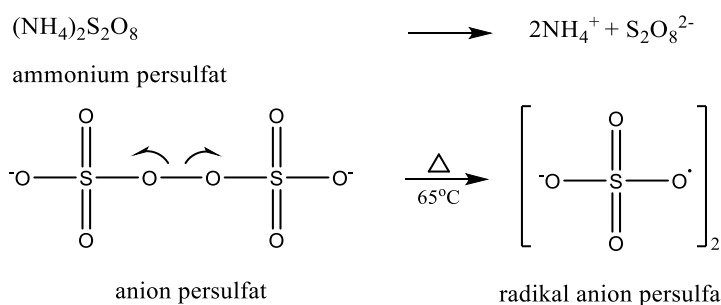
$$\text{Rasio swelling g/g} = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \quad \dots 2. \text{ (Salim \& Suwardi, 2009)}$$

dengan m_1 adalah massa setelah *swelling* (gram) dan m_0 adalah massa awal saat kering (gram). Pengujian sampel dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk menganalisis morfologi produk. Sampel berupa serbuk superabsorben kering dilapisi dengan lapisan tipis/film sebagai *coating*. Serbuk yang sudah terlapisi tersebut dianalisis dengan SEM yang dioperasikan pada 10 kV. Kemudian hasilnya dicitrakan dengan *output* instrumen SEM.

Hasil dan Pembahasan

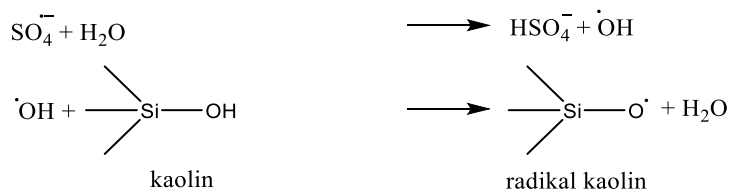
Mekanisme sintesis dan reaksi pada penelitian ini merupakan reaksi polimerisasi radikal bebas monomer dengan adanya mineral alam dan polimerisasi ikat silang yang terdiri dari reaksi inisiasi, propagasi, dan terminasi sesuai dengan perkiraan reaksi berdasarkan penelitian Liu *et al.* (2011), Purwaningsih *et al.* (2012), Wivanus & Budianto (2015), dan Klinpituksa & Kosaiyakanon (2017).

Reaksi pembentukan radikal anion merupakan proses awal reaksi polimerisasi radikal bebas pada sintesis. Inisiator APS ditambahkan saat temperatur suspensi kaolin dan air telah mencapai suhu 65°C , karena menurut Purwaningsih *et al.* (2012) radikal inisiator akan terbentuk dalam media larutan pada suhu $60-65^\circ\text{C}$, media larutan tersebut dalam reaksi ini adalah campuran kaolin dan air. Pada saat APS ditambahkan, suspensi mengalami penurunan suhu disekitar 60°C . Campuran air dan kaolin setelah ditambahkan APS berwujud cair berwarna putih pucat.



Gambar 1. Reaksi pembentukan radikal anion persulfat pada tahap inisiasi

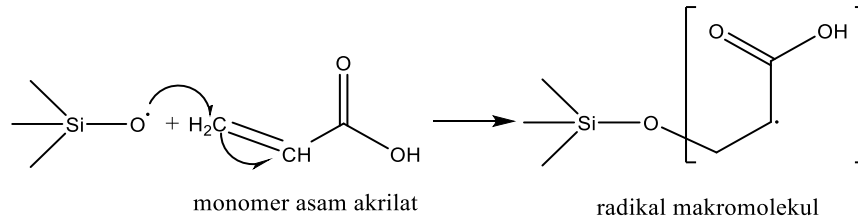
Penambahan inisiator APS pada tahap inisiasi polimerisasi digunakan untuk menghasilkan radikal bebas pada gugus fungsional, khususnya dari material anorganik yang digunakan dan membentuk radikal yang sangat reaktif sehingga monomer dapat bergabung menjadi polimer. Dugaan reaksi yang terjadi pada tahap ini adalah pada Gambar 1., yaitu ketika APS dipanaskan bersama dengan campuran air dan kaolin maka ikatan tunggal O–O yang tidak stabil pada anion persulfat mengalami pemutusan ikatan secara homolitik dan menghasilkan dua radikal anion persulfat yang masing-masing memiliki satu elektron yang belum berpasangan seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 2. Reaksi pembentukan radikal mineral alam pada tahap inisiasi

Suspensi pada tahap ini berbentuk cair berwarna putih pucat. Sedangkan dugaan reaksi pada tahap ini adalah radikal yang dihasilkan oleh anion sulfat mampu menginisiasi gugus hidroksil (–OH) pada

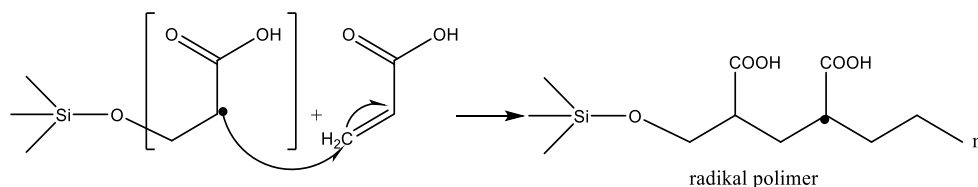
struktur kaolin yang ditambahkan, sehingga terbentuk radikal pada mineral alam kaolin seperti ditunjukkan oleh reaksi pada **Gambar 2**.



Gambar 3. Reaksi pembentukan radikal makromolekul pada tahap inisiasi

Asam akrilat merupakan monomer yang ditambahkan pada tahap ini karena mempunyai daya afinitas yang baik. Setelah penambahan asam akrilat, suspensi yang berbentuk cair berwarna putih pucat tetap berbentuk cair tetapi warna menjadi lebih putih. Dugaan reaksi yang terjadi pada tahap ini ditunjukkan pada Gambar 3. Pada reaksi tersebut kaolin radikal mengadisi gugus karbonil asam akrilat, sehingga membentuk radikal makromolekul.

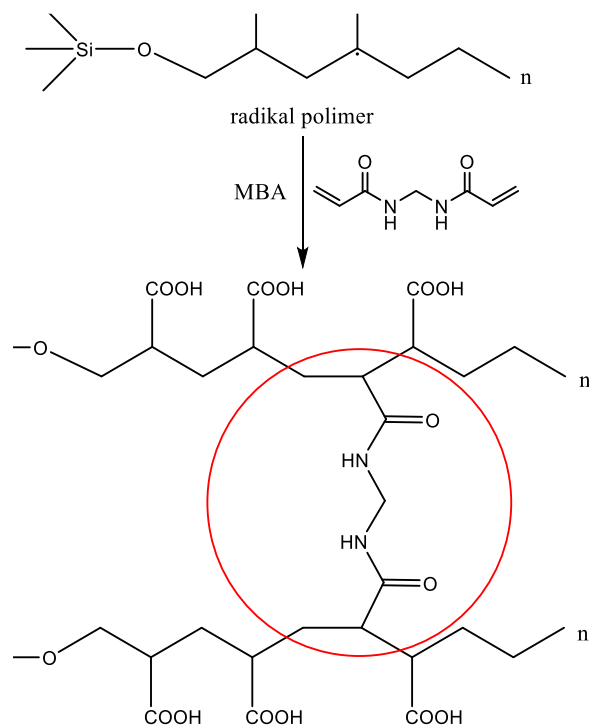
Pada penelitian Pourjavadi *et al.* (2007), Xie (2011), dan Sadeghi *et al.* (2012), kaolin dalam reaksi dapat bertindak melalui dua cara, yaitu (i) gugus karboksilat rantai poli(asam akrilat) bereaksi dengan kaolin membentuk ester yang dapat dibuktikan dengan spektrum FT-IR dan (ii) partikel kaolin mencegah rantai polimer tumbuh melalui mekanisme transfer rantai. Tetapi berdasarkan tahap polimerisasi yang terjadi pada penelitian ini, tidak terbentuk ester dalam reaksi yang dapat dibuktikan dengan spektrum FT-IR superabsorben, sehingga dapat dikatakan bahwa kaolin pada penelitian ini bertindak sebagai matriks pendukung penguat komposit untuk mencegah rantai polimer tumbuh. Hal ini disebabkan oleh polimerisasi yang berlangsung secara tidak simultan karena kerangka utama mineral alam kaolin berinteraksi terlebih dahulu dengan radikal inisiator APS. Metode tidak simultan ini digunakan untuk meminimalkan reaksi antarmonomer asam akrilat membentuk homopolimernya terlebih dahulu, sehingga interaksi gugus reaktif Si-OH pada kaolin dengan gugus karbonil asam akrilat menghasilkan material komposit.



Gambar 4. Reaksi tahap propagasi

Setelah dipanaskan suspensi yang sebelumnya berbentuk cair berwarna putih berubah menjadi berbentuk kental berwarna putih. Dugaan reaksi yang terjadi pada tahap propagasi ditunjukkan pada Gambar 4., reaksi menunjukkan bahwa radikal makro monomer mengadisi monomer lainnya sehingga terbentuk radikal oligomer atau polimer. Kemudian terjadi adisi berantai radikal oligomer atau polimer ke monomer yang masih tersedia.

Tahap terminasi merupakan tahap akhir reaksi polimerisasi pada sintesis. Setelah MBA ditambahkan dan reaksi berlangsung beberapa saat, viskositas dan temperatur meningkat dengan cepat hingga sekitar 90°C yang menandakan terjadinya proses untuk mencapai titik gelasi. Reaksi ikat silang oleh MBA mengakibatkan penguapan pelarut, sehingga wujud suspensi yang berbentuk kental berwarna putih berubah menjadi berbentuk gel berwarna putih.



Gambar 5. Reaksi tahap terminasi

Dugaan reaksi yang terjadi pada Gambar 5. adalah rantai polimer akan bereaksi dengan rantai polimer lainnya, dan dengan adanya agen pengikat silang MBA dapat membentuk jaringan superabsorben. Hal ini sesuai dengan penelitian Salim & Suwardi (2009) yang menyatakan bahwa MBA mengandung dua ikatan rangkap yang reaktif, sehingga dapat tergabung ke dalam dua rantai yang berbeda selagi polimerisasi berlangsung yang menghasilkan ikatan sambung-silang polimer superabsorben.



Gambar 6. Superabsorben komposit poli(asam akrilat)-kaolin 50 *mesh*

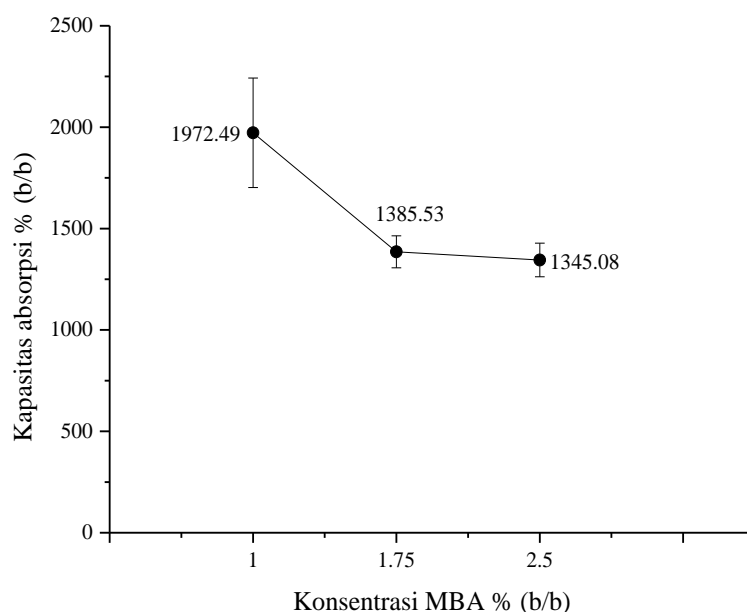
Polimer superabsorben pada Gambar 6. yang dihasilkan pada penelitian ini dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis. Berdasarkan morfologinya diklasifikasikan menjadi polimer superabsorben serbuk dengan ukuran 50 *mesh*. Berdasarkan proses pembuatannya diklasifikasikan dalam polimer ikatan silang. Berdasarkan jenis bahan penyusunnya diklasifikasikan dalam polimer sintesis.



Gambar 7. Perbedaan wujud polimer berdasarkan penambahan MBA

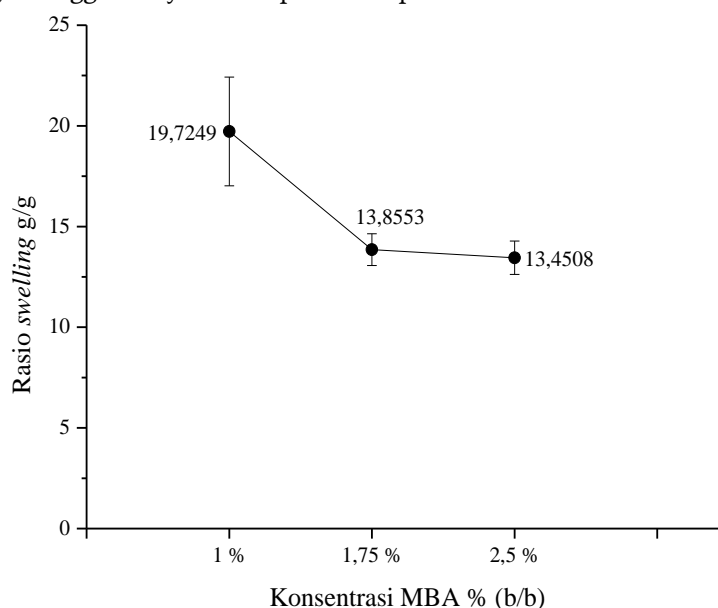
Polimer superabsorben asam akrilat dengan variasi jumlah agen pengikat silang MBA memberikan kenaikan dan penurunan terhadap kinerjanya meliputi kapasitas absorpsi dan rasio *swelling*. Perbedaan wujud polimer tanpa dan dengan penambahan MBA dapat dibandingkan pada Gambar 7. Sintesis tanpa penambahan MBA tidak menghasilkan material superabsorben yang diharapkan, polimer tidak mengalami kenaikan viskositas atau tidak mengalami gelasi dan penguapan pelarut, pun dengan waktu sintesis 1, 3, dan 5 jam. Jadi, polimer tetap berbentuk cairan kental berwarna putih (a). Sedangkan polimer dengan penambahan MBA berubah menjadi gel (b). Hal ini disebabkan oleh jaringan ikat silang yang terbentuk

pada saat polimerisasi. Semakin sedikit/tanpa MBA maka jaringan polimer ikat silang yang terbentuk dalam superabsorben menjadi kurang rapat.



Gambar 8. Kapasitas absorpsi terhadap konsentrasi MBA

Gambar 8. menunjukkan titik optimum kapasitas absorpsi polimer superabsorben hasil sintesis yaitu sebesar 1972,49 % (b/b), titik optimum dicapai pada formula dengan MBA sebanyak 1% terhadap asam akrilat yang digunakan. Grafik menunjukkan bahwa semakin banyak MBA yang digunakan maka kapasitas absorpsinya semakin kecil. Hal tersebut disebabkan oleh jaringan polimer ikat silang yang terbentuk pada superabsorben, yaitu ketika semakin banyak MBA yang digunakan maka jaringan polimer ikat silang yang terbentuk dalam superabsorben menjadi lebih banyak, hal ini menyebabkan pori-pori yang terbentuk pun menjadi lebih kecil, sehingga menyebabkan polimer superabsorben semakin sulit untuk mengabsorpsi air.

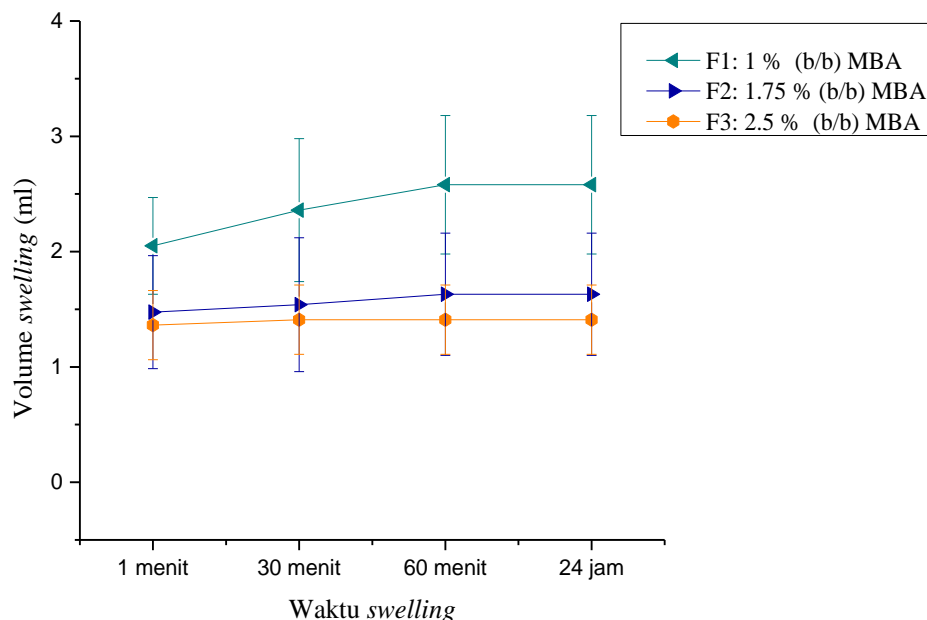


Gambar 9. Rasio *swelling* terhadap konsentrasi MBA

Menurut Heriyanto *et al.* (2015), produk superabsorben yang dihasilkan termasuk dalam kategori superabsorben dengan nilai standar berkisar antara 10-1.000 kali berat keringnya, sehingga material yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dikategorikan menjadi polimer superabsorben karena memiliki rasio *swelling* di atas 10 kali berat keringnya. Gambar 9. menunjukkan titik optimum rasio *swelling* superabsorben hasil sintesis yaitu sebesar 19,7249 g/g, titik optimum dicapai pada formula dengan MBA sebanyak 1%

terhadap asam akrilat yang digunakan. Grafik menunjukkan bahwa semakin banyak MBA yang digunakan maka rasio *swelling*-nya semakin kecil. Hal tersebut disebabkan oleh jaringan polimer ikat silang yang terbentuk di dalam superabsorben, yaitu ketika semakin banyak MBA yang digunakan maka kerapatan ikatan silang dalam superabsorben meningkat, hal ini menyebabkan struktur jaringan polimer yang berikatan silang menjadi lebih kaku, sehingga kemampuan superabsorben untuk menahan lebih banyak air menjadi semakin berkurang.

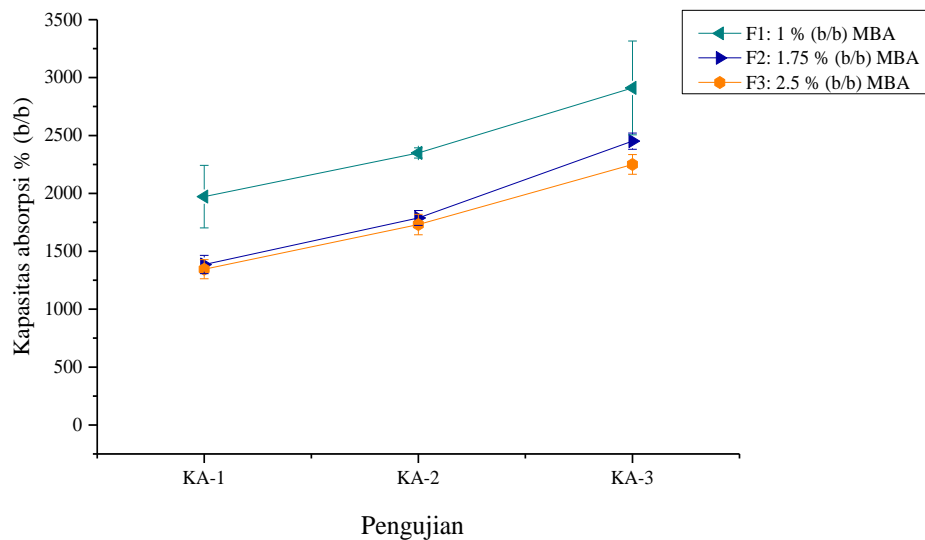
Fenomena bertambahnya nilai kapasitas absorpsi dan rasio *swelling* di atas terjadi akibat dari bertambahnya titik-titik ikatan silang selama polimerisasi. Hal tersebut menyebabkan pembentukan jaringan polimer ikat silang juga bertambah, sehingga mempengaruhi banyaknya ruangan/pori di dalam jaringan polimer superabsorben sebagai tempat permeasi air.



Gambar 10. Laju proses hidrasi uji kinerja

Selain menggunakan metode gravimetrik, uji kinerja superabsorben pada penelitian ini juga dilakukan secara volumetrik untuk mengetahui laju *swelling* superabsorben ketika mengabsorpsi air. Gambar 10. menunjukkan bahwa semakin konstan perubahan volume *swelling* menandakan proses hidrasi semakin sempurna. Hal ini berkaitan dengan pengujian kinerja secara gravimetrik, yaitu ketika polimer superabsorben dimasukkan dalam air akan terjadi interaksi antara polimer dengan molekul air. Interaksi inilah yang disebut sebagai proses hidrasi.

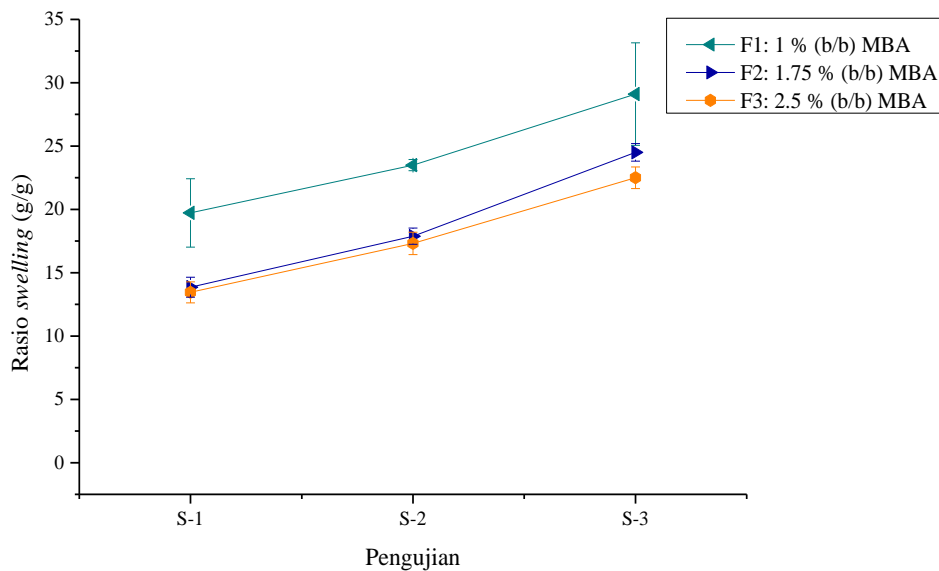
Pada penelitian ini superabsorben yang terbentuk dari kombinasi dua material pembentuknya yaitu asam akrilat dan kaolin dengan sifat mekanik dari masing-masing material berbeda menghasilkan polimer superabsorben komposit yang diinginkan. Seperti pada penelitian Pourjavadi & Hosseinzadeh (2007) bahwa penggunaan senyawa anorganik pada polimer dapat meningkatkan sifat kekuatan dan kekakuannya. Sehingga dilakukan pengujian kinerja *recycle* untuk mengetahui sifat tersebut dari superabsorben yang dihasilkan pada sintesis.



KA-1: uji kapasitas absorpsi pertama
 KA-2: uji kapasitas absorpsi kedua
 KA-3: uji kapasitas absorpsi ketiga

Gambar 11. Uji *recycle* kapasitas absorpsi superabsorben

Gambar 11. menunjukkan bahwa superabsorben yang dihasilkan masih dapat menyerap air kembali dengan baik. Grafik pengujian menunjukkan bahwa kapasitas absorpsi air dari superabsorben komposit poli(asam akrilat)-kaolin secara bertahap meningkat dengan jumlah pengujian *recycle*. Pada pengujian kedua dan ketiga, sampel memiliki kemampuan menyerap air lebih tinggi bila dibandingkan dengan pengujian awal.

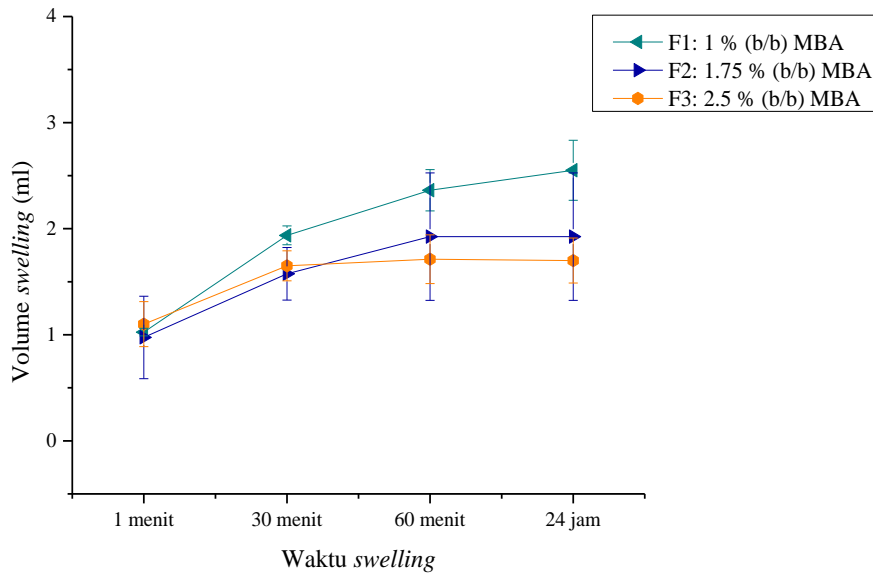


S-1: uji rasio *swelling* pertama
 S-2: uji rasio *swelling* kedua
 S-3: uji rasio *swelling* ketiga

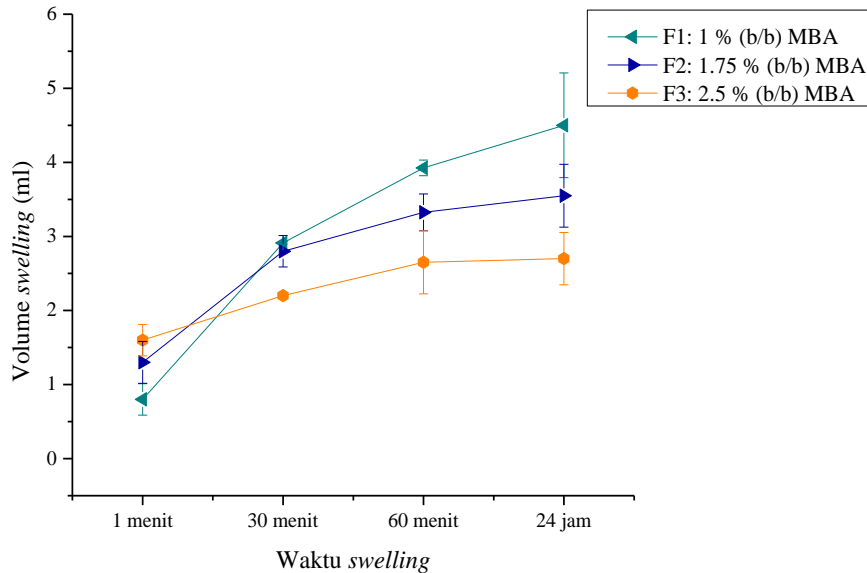
Gambar 12. Uji *recycle* rasio *swelling* superabsorben

Gambar 12. menunjukkan bahwa superabsorben yang dihasilkan tidak mudah hancur dan larut dalam air, karena dengan pengujian kinerja *recycle* ini superabsorben masih dapat menyerap air kembali. Grafik pengujian menunjukkan bahwa rasio *swelling* dari superabsorben komposit poli(asam akrilat)-kaolin secara bertahap meningkat dengan jumlah pengujian *recycle*. Pada pengujian kedua dan ketiga, sampel memiliki kemampuan menyerap air dan *swelling* lebih tinggi bila dibandingkan dengan pengujian awal.

Sesuai pada penelitian Patra & Sarat (2011), kenaikan nilai kapasitas absorpsi dan rasio *swelling* pada uji *recycle* ini disebabkan oleh peningkatan ukuran pori setelah setiap *swelling* dan *deswelling*, yang pada penelitiannya telah dibuktikan dengan pengujian SEM. Sehingga, material yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dianggap berguna sebagai bahan superabsorben yang dapat didaur ulang.

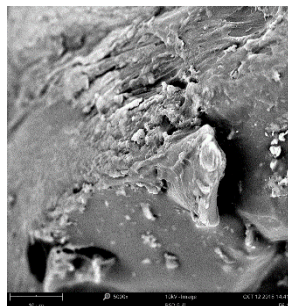


Gambar 13. Laju proses hidrasi uji kinerja II (*Recycle I*)



Gambar 14. Laju proses hidrasi uji kinerja III (*Recycle II*)

Gambar 13. dan 14. menunjukkan bahwa semakin konstan perubahan volume *swelling* menandakan proses hidrasi semakin sempurna. Hal ini berkaitan dengan pengujian kinerja secara gravimetrik, yaitu ketika polimer superabsorben dimasukkan dalam air atau pelarut akan terjadi interaksi antara polimer dengan molekul air, interaksi inilah yang disebut sebagai proses hidrasi.



Gambar 15. Mikrograf SEM superabsorben komposit poli(asam akrilat)-kaolin sebelum menyerap air

Dugaan pada penelitian Pourjavadi & Hosseinzadeh (2010) bahwa pori-pori pada Gambar 15. adalah daerah peresapan air dan interaksi gugus hidrofilik polimer superabsorben komposit. Sementara menurut Klinpituksa & Kosaiyakanon (2017), struktur berbentuk granular terlihat karena polimer terikat silang. Bagian dari permukaan polimer superabsorben komposit menunjukkan bahwa dengan polimerisasi ikat silang tidak memberikan bentuk tetap (permukaannya menunjukkan retakan yang jelas, kerutan yang tidak merata, serta struktur berlapis dengan jarak antar lapisan yang tidak teratur). Seperti pada penelitian Shen *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa kondisi struktur tersebut yang memungkinkan komposit polimer superabsorben mampu menyerap air.

Simpulan

Komposisi optimum sintesis superabsorben komposit poli(asam akrilat)-kaolin dengan 0,8 g kaolin; 70 ml air; 0,16 g ammonium persulfat; dan 16 g asam akrilat pada sintesis superabsorben komposit poli(asam akrilat)-kaolin adalah pada jumlah agen pengikat silang metilenbisakrilamida sebanyak 1% dari jumlah asam akrilat yang digunakan dan waktu reaksi selama 3 jam, dengan kinerja meliputi kapasitas absorpsi air sebesar 1972,49 % (b/b) dan rasio *swelling* sebesar 19,7249 g/g. Semakin banyak agen pengikat silang metilenbisakrilamida berpengaruh terhadap bertambahnya kapasitas absorpsi air dan rasio *swelling* dari superabsorben. Hal tersebut disebabkan oleh banyaknya polimer berikatan silang di dalam jaringan superabsorben. Selain itu, pengujian *recycle* menunjukkan bahwa kapasitas absorpsi air dan rasio *swelling* secara bertahap meningkat dengan dua kali *recycle*. Superabsorben yang dihasilkan masih dapat menyerap air kembali dengan baik karena tidak mudah hancur dan larut dalam air. Karakteristik gugus fungsi dianalisis menggunakan FT-IR menunjukkan terjadinya reaksi penggabungan polimer dari monomer asam akrilat dengan mineral alam berupa kaolin melalui polimerisasi radikal bebas oleh inisiator amonium persulfat dan polimerisasi ikat silang oleh agen pengikat silang N,N'-metilenbisakrilamida (MBA), sehingga menghasilkan polimer superabsorben komposit. Sedangkan analisis morfologi menggunakan SEM menunjukkan adanya mikropori sebagai tempat permeasi air dari superabsorben komposit poli(asam akrilat)-kaolin.

Daftar Pustaka

- Abidin, A.Z., Susanto, G., & Puspasari, T. 2012. Sintesis dan Karakterisasi Polimer Superabsorben dari Akrilamida. *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 11(3): 2-11
- Adi, S.H. 2016. Teknologi Nano untuk Pertanian: Aplikasi Hidrogel untuk Efisiensi Energi. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 6(1): 1-8
- Avsar, A., Gokbulut, Y. & Serin, S. 2017. A Novel Catalyst System for the Synthesis of N,N'-Methylenebisacrylamide from Acrylamide. *Designed Monomers and Polymers*, 20(1): 434-440
- Bai, C., Zhang, S., Huang, L., Wang, H., Wang, W., & Ye, Q. 2015. Starch-Based Hydrogel Loading with Carbendazim for Controlled-Release and Water Absorption. *Carbohydrate Polymers*, 125: 376-383
- Calo, E., & Khutoryanskiy, V.V. 2015. Biomedical Applications of Hydrogels: A Review of Patents and Commercial Products. *European Polymer Journal*, 65: 252-267
- El-Rehim, H.A. 2005. *Swelling* of radiation crosslinked acrylamide-based microgels and their potential applications. *Radiation Physics and Chemistry*, 74: 111-117
- Erizal, L.M. & Basril. 2015. Sintesis dan Karakterisasi Hidrogel Superabsorben Berbasis Asam Akrilat Hasil Irradiasi Gamma. *Ilmiah Aplikasi Isotop dan Radiasi*, 11(1): 27-38

- Ginting, J. 2015. Pengaruh Perlakuan Filler Pirofilit terhadap Daya Serap Air SAPC dan Pengujian Aplikasinya. *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah*, 154-160
- Gultek, A., & Seckin, T. 2002. Poly(methacrylic) Acid and γ -methacryloxypropyltrimethoxy Silane/Clay Nanocomposites Prepared by In-Situ Polymerization. *Turk J Chem*, 26: 925-937
- Heriyanto, H., Firdaus, I., & Destiani, A.F. 2015. Pengaruh Penambahan Selulosa dari Tanaman Enceng Gondok (*Eichornia crassipes*) dalam Pembuatan Biopolimer Superabsorben. *Integrasi Proses*, 5(2): 88-93
- Klinpituksa, P., & Kosaiyakanon, P. 2017. Superabsorbent Polymer Based on Sodium Carboxymethyl Cellulose Grafted Polyacrylic Acid by Inverse Suspension Polymerization. *International Journal of Polymer Science*, 2017: 1-6
- Liu, J., Wang, W., & Wang, A. 2011. Synthesis, Characterization, and Swelling Behaviors of Chitosan-g-Poly(Acrylic Acid)/Poly(Vinyl Alcohol) semi-IPN Superabsorbent Hydrogels. *Polymer Advanced Technologies*, 22: 627-634
- Patra, S.K., & Sarat, S.K. 2011. Swelling Study of Superabsorbent PAA-co-PAM/Clay Nanohydrogel. *Journal of Applied Polymer Science*, 120: 1533-1538
- Pourjavadi, A., & Hosseinzadeh, H. 2007. Synthesis, Characterization and Swelling Behavior of Gelatin-g-poly(sodium acrylate)/Kaolin Superabsorbent Hydrogel Composites. *Journal of Composite Materials*, 41(17): 2057-2069
- Pourjavadi, A., & Hosseinzadeh, H. 2010. Synthesis and Properties of Partially Hydrolyzed Acrylonitrile-co-Acrylamide Superabsorbent Hydrogel. *Jurnal Korean Chem*, 13(11): 3163-3172
- Purwaningsih, H., Irawadi, T.T., Mas'ud, Z.A., & Fauzi, M.A. 2012. Rekayasa Biopolimer Jerami Padi dengan Teknik Kopolimerisasi Cangkok dan Taut Silang. *Jurnal Valensi*, 2(4): 489-500
- Raju, M.P., & Raju, K.M. 2003. Synthesis and Water Absorbency of Superabsorbent Copolymers. *Polymer Analysis and Character*, 8: 2445-253
- Ramadhani, D.G., Setyoko, H., & Masykuri, M. 2016. Sintesis Slow Realease Fertilizer Berbasis Polimer Superabsorben Pengembangan Pupuk Ponska. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains*: 421-427
- Rudyardjo, D.I. 2014. Pengaruh Penambahan Plasticier Gliserol Terhadap Karakteristik Hidrogel Kitosan-Glutaraldehyd untuk Aplikasi Penutup Luka. *Ilmiah Sains*, 14(1): 20-28
- Sadeghi, M., Ghasemi, N., & Kazemi, M. 2012. Synthesis and Swelling Behavior of Carrageenans-Graft-Poly(Sodium Acrylate)/Kaolin Superabsorbent Hydrogel Composites. *World Applied Sciences*, 16(1): 113-118
- Salim, A., & Suwardi. 2009. Sintesis Hidrogel Superabsorben Berbasis Akrilamida dan Asam Akrilat pada Kondisi Atmosfer. *Penelitian Saintek*, 14(1): 1-16
- Shen, S., Zhang, Y., Li, T., & Zeng, Q. 2013. Preparation and Water Absorbency of Superabsorbent Kaolin/PAA-AM Composite. *Journal Advanced in Chemical, Materials and Metallurgical Engineering*, 634-638: 1968-1976
- Sjaifullah, A., Winarso, S., & Santoso, A. B. 2015. Sintesis Hidrogel Kopolimer Pati Iles-Iles dengan Asam Akrilat, Akrilamid dan Metilenbisakrilamida sebagai Pembenh Tanah. *Sains Materi Indonesia*, 17(1): 41-46
- Sunardi, Irwan, A., Latifah, A., Istikowati, W.T., & Haris, A. 2017. Kajian Pengaruh Jumlah Agen Pengikat Silang terhadap Karakteristik Superabsorben Asam Akrilat Tercangkok Selulosa dari Alang-alang. *Sains dan Terapan*, 11(1): 15-23
- Swantomo, D., Megasari, K., & Saptajai, R. 2008. Pembuatan Komposit Polimer Superabsorben dengan Mesin Berkas Elektron. *Jurnal Forum Nuklir*, 2(2): 143-156
- Utami, U.B., Irwan, A., & Mahmudah, M. 2014. Uji Pengaruh Pengikat-Silang Metilenbisakrilamida (MBA) terhadap Karakteristik Polimer Superabsorben Kitosan Tercangkok Asam Akrilat (AA). *Sains dan Terapan Kimia*, 8(1): 37-46

- Wivanus, N., & Budianto, E. 2015. Sintesis dan Karakterisasi Hidrogel Superabsorben Kitosan Poli(N-Vinilkaprolaktam) (PnvcI) Dengan Metode Full Ipn (Interpenetrating Polymer Network). *Journal Pharm Sci Res*, 2(3): 152-168
- Xie, H. 2011. Study on the Preparation of Superabsorbent Composite of Chitosan-g-poly (Acrylic Acid)/Kaolin by In-situ Polymerization. *International Journal of Chemistry*, 3(3): 69-74