



Synthesis and Characterization of Superabsorbent Polymer (SAP) based on Starch and Acrylic Acid

Trias Ayu Laksanawati, Adhitiyan Basuki, Hilman Maulana Ma'ruf, Prida Novarita
Trisanti, Sumarno*

Chemical Engineering Department, Faculty of Industrial Technology, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

*E-mail: onramus@chem-eng.its.ac.id

Abstract

Superabsorbent polymer (SAP) is hydrophilic polymer networks that can absorb high amount of water and eco-friendly. SAP was synthesized by graft copolymerization of acrylic acid on to the backbone of starch using N,N-methylenebisacrylamide (MBA) as a crosslinker and potassium persulfate (KPS) as a free radical initiator. This material was synthesized in nitrogen atmosphere at 70°C for two hours using of acylic acid (after 40% neutralization with NaOH). The influence of amount crosslinker agent to water absorbency was investigated. The polymer product was characterized by Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR). Based on the result show that superabsorbent polymer had an optimum crosslinker value of 1,5% wt acrylic acid with water absorbency obtained were 241.11 g/g dan 279 ml/ml.

Keywords: superabsorbent polymer, grafting, crosslink, water absorbency

Pendahuluan

Superabsorben polimer atau yang biasa disebut hidrogel merupakan jaringan polimer tiga dimensi dengan ikatan silang yang bersifat hidrofilik sehingga dapat menyerap air dalam jumlah yang besar dengan kapasitas penyerapan mulai 10 hingga 1000 kali dari bobot awalnya dan dapat mempertahankan air yang telah diserapnya (Pourjavadi dkk, 2007). Dengan kemampuan menyerap dan menyimpan air tersebut, superabsorben polimer dapat dimanfaatkan secara luas antara lain dalam bidang pertanian, farmasi, biomedis, *drug release* dan *diapers*. Superabsorben polimer dapat dibuat dari polimer sintetik yang memiliki gugus hidrofilik seperti asam akrilat, *acrylamide*, *hydrolyzed polyacrylamide* (HPAM), dengan menggunakan *crosslinker*. Polimer sintetik dapat meningkatkan kekuatan superabsorben polimer namun tergantung pada bahan baku terbarukan dan tidak ramah lingkungan. Pati merupakan polimer alami yang dapat digunakan untuk membuat superabsorben polimer karena mempunyai gugus hidrofilik, tersedia melimpah, harganya murah serta ramah lingkungan. Oleh karena itu perlu dilakukan pencangkokan polimer sintetis pada polimer alami (pati) untuk mendapatkan superabsorben polimer yang memiliki kapasitas penyerapan air tinggi serta ramah lingkungan. Sintesa superabsorben polimer dapat dilakukan dengan teknik polimerisasi larutan menggunakan metode kopolimerisasi *grafting*.

Kulkarni dkk (2014) melaporkan bahwa kapasitas penyerapan superabsorben polimer terhadap air meningkat seiring meningkatnya konsentrasi monomer. Hal ini disebabkan *grafting* dan berat molekul dari rantai poliasam akrilat tercangkok meningkat seiring meningkatnya kandungan asam akrilat. Pengaruh *crosslinker* menunjukkan dimana kenaikan konsentrasi *crosslinker* menyebabkan menurunnya kapasitas penyerapan air. Ren dkk (2012) melaporkan bahwa konsentrasi *crosslinker* juga berpengaruh terhadap kapasitas penyerapan air. Apabila konsentrasi *crosslinker* rendah kapasitas penyerapan air akan rendah karena produk akan larut dalam air dan jika terlalu tinggi juga akan menurunkan kapasitas penyerapannya.

Oleh karena dilakukan penelitian lebih lanjut untuk membuat superabsorben polimer yang ramah lingkungan serta mempelajari hubungan antara konsentrasi *crosslinker* yang optimum sehingga dapat memperoleh kapasitas penyerapan air yang maksimum, serta melakukan karakterisasi produk yang dihasilkan dengan uji *Fourier Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR).

Metode Penelitian

Bahan Percobaan

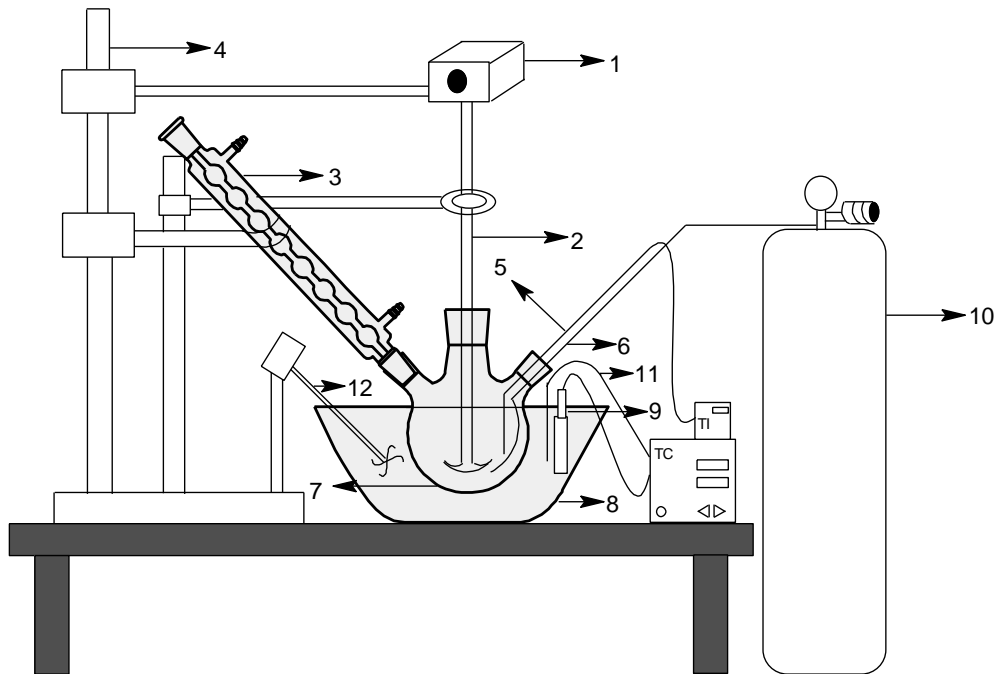
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain pati sebagai *backbone*, asam akrilat sebagai monomer, *N,N-methylenebisacrylamide* (MBA) sebagai *crosslinker* untuk membentuk jaringan tiga dimensi, kalium persulfate



(KPS) sebagai inisiator, gas nitrogen sebagai purger, akuades sebagai pelarut, NaOH (Merck) sebagai *neutralizer*, dan etanol 96% sebagai presipitan, semua bahan kimia yang digunakan tersebut berkualitas p.a.

Alat Percobaan

Pada sintesa superabsorben polimer, digunakan reaktor berupa labu leher tiga yang dilengkapi pengaduk, *thermocouple* dan N₂ inlet. Suhu polimerisasi dikontrol dengan *controller* yang dilengkapi *heater* dan diukur dengan *thermocouple*. Adanya reaktan yang menguap selama polimerisasi diimbunkan dengan menggunakan kondensor yang dilengkapi dengan air pendingin. Untuk mengusir oksigen yang dapat menghambat reaksi dilakukan dengan cara menghembuskan gas nitrogen (N₂) secara kontinyu pada tekanan atmosferik.



Gambar 1. Peralatan Sintesa Superabsorben Polimer

Keterangan :

- | | | |
|--------------------|-------------------------|---------------------------|
| 1. Motor pengaduk | 5. Temperatur indicator | 9. Heater |
| 2. Pengaduk | 6. N ₂ inlet | 10. Tabung N ₂ |
| 3. Kondensor | 7. Reaktor polimerisasi | 11. Temperatur kontroler |
| 4. Statif dan Klem | 8. Gliserin bath | 12. Pengaduk pemanas |

Sintesis Superabsorben Polimer

Sintesis superabsorben polimer dilakukan dengan teknik polimerisasi larutan, metode kopolimerisasi cangkok (*grafting*). Awalnya dilakukan dengan membuat larutan pati 10% wt/v kemudian dimasukkan kedalam reaktor labu leher tiga yang dilengkapi pengaduk, kondenser, dan pengatur suhu yang diletakkan diatas *gliserinbath* dipanaskan sampai suhu 95°C selama 30 menit sambil diaduk. Mendinginkan pati yang telah tergelatinasi sampai suhu 30°C, kemudian menambahkan monomer asam akrilat yang telah dinetralisasi dengan larutan NaOH 40% mol AA dan *crosslinker* MBA kemudian memanaskan sampai 60°C. Menambahkan inisiator (K₂S₂O₈) disertai purging nitrogen, kemudian memanaskan sampai suhu 70°C selama 2 jam. Mendinginkan produk sampai suhu 30°C, kemudian mencuci dengan etanol selama 3 jam. Setelah itu menyaring produk dan mengeringkan dalam oven pada 60°C sampai beratnya konstan. Produk kering selanjutnya dilakukan uji kapasitas penyerapan air dan karakterisasi.

Uji Kapasitas Penyerapan Air

Uji ini dilakukan untuk mengetahui kapasitas penyerapan superabsorben polimer terhadap air. Superabsorben polimer (SAP) kering diambil sebanyak 0,1125 gram sebagai W₁ kemudian diukur volumenya (V₁) lalu direndam dalam 50 ml aquades dalam gelas ukur 100 ml. Kemudian ditambahkan aquades sampai jenuh. Setelah jenuh, air sisa dipisahkan sampai tidak ada air yang bebas. Superabsorben polimer lalu diukur volume (V₂) dan massanya (W₂). Kapasitas penyerapan superabsorben polimer dipelajari dengan menggunakan persamaan berikut :

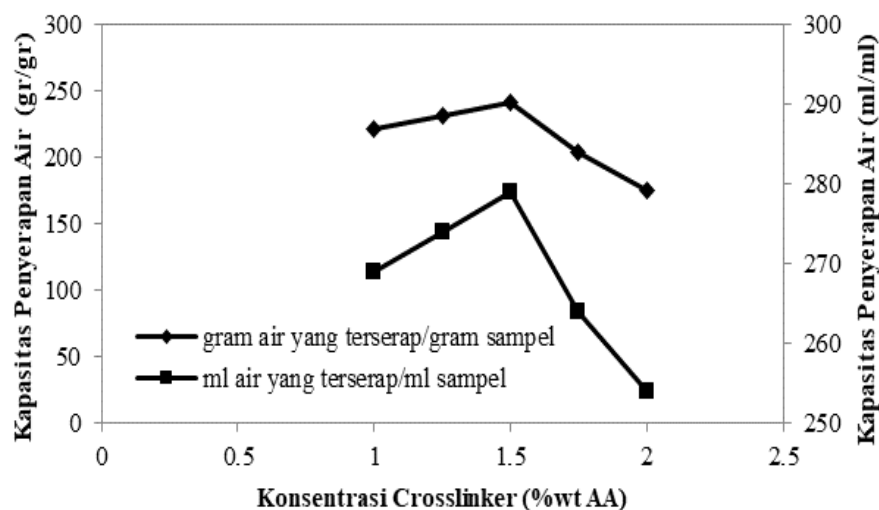
$$W = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \quad (1)$$

$$V = \frac{V_2 - V_1}{V_1} \quad (2)$$

dimana W adalah kapasitas penyerapan air (g/g), W_1 adalah berat sampel sebelum menyerap air(g), W_2 adalah berat sampel setelah menyerap air (g), V adalah kapasitas penyerapan air (ml/ml), V_1 adalah volume sampel sebelum menyerap air (ml), V_2 adalah volume sampel setelah menyerap air (ml).

Hasil dan Pembahasan

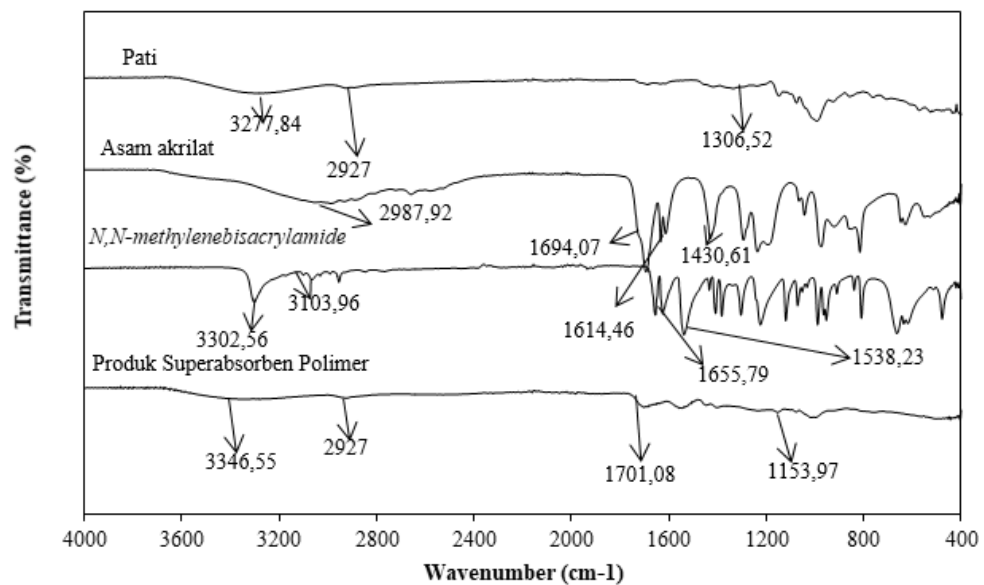
Pengaruh Konsentrasi *Crosslinker* terhadap Kapasitas Penyerapan Air



Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Konsentrasi *Crosslinker* Terhadap Kapasitas Penyerapan Air

Berdasarkan hasil pada gambar 2, terlihat kapasitas penyerapan air superabsorben polimer pati/poli asam akrilat mempunyai nilai kapasitas penyerapan air paling tinggi yaitu 241,11 g/g dan 279 ml/ml saat konsentrasi *crosslinker* optimum yang digunakan 1,5 % wt monomer asam akrilat. Kapasitas penyerapan air cenderung mengalami kenaikan seiring meningkatnya jumlah konsentrasi *crosslinker* dari 1% hingga 1,5 % wt monomer asam akrilat. Namun saat jumlah konsentrasi *crosslinker* ditingkatkan diatas 1,5 % hingga 2% kapasitas penyerapan air mengalami penurunan. Hal ini dikarenakan titik ikatan silang semakin bertambah selama proses polimerisasi dan menghasilkan superabsorben polimer yang memiliki struktur jaringan lebih rapat dan bersifat kaku sehingga menyebabkan ruangan untuk tempat air yang masuk menjadi berkurang yang akan mengakibatkan menurunnya kapasitas penyerapan air. Jumlah *crosslinker* yang rendah menyebabkan kapasitas penyerapan air rendah karena rendahnya kerapatan *crosslinker* (titik ikatan silang) sehingga tidak mampu untuk mempertahankan air yang diserap. Ketika jumlah konsentrasi *crosslinker* meningkat secara perlahan, maka kapasitas penyerapan air oleh superabsorben polimer juga meningkat. Adanya *crosslinker* menyebabkan superabsorben polimer memiliki struktur jaringan tiga dimensi yang tidak larut dalam air. Adanya gugus – gugus hidrofilik yang dimiliki monomer asam akrilat dan pati ikut berperan dalam proses penyerapan air. Semakin banyak gugus hidrofilik yang ada pada superabsorben polimer dan kerapatan ruang yang tidak terlalu tinggi maka semakin banyak air yang diserap oleh superabsorben polimer.

Uji Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)



Gambar 3. Spektrum FTIR Pati, Asam Akrilat, MBA dan Produk Superabsorben Polimer

Produk superabsorben polimer pati/asam akrilat merupakan gabungan dari pati, asam akrilat, dan MBA maka gugus kimia yang ada pada ketiga senyawa tersebut harus terdapat pada produk. Spektrum FTIR superabsorben polimer pati/asam akrilat menunjukkan puncak bilangan gelombang O-H serta N-H yang lebar dan kuat pada $3346,55\text{ cm}^{-1}$, puncak gelombang C-H pada 2927 cm^{-1} , serta puncak gelombang ikatan (C-O) pada $1153,97\text{ cm}^{-1}$. Selain itu juga terdapat serapan khas dari asam akrilat dan MBA, yaitu ikatan N-H pada bilangan gelombang $3346,55\text{ cm}^{-1}$, ikatan C=O pada $1701,08\text{ cm}^{-1}$. Selain itu, juga terdapat puncak gelombang pada $1077,99\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya gugus C-N pada produk superabsorben polimer pati/asam akrilat. Dari gambar diatas juga dapat dibandingkan spektra IR ketiga bahan dengan produk superabsorben polimer dimana terlihat beberapa puncak pada titik yang sama yang menandakan adanya ikatan yang sama. Ikatan ini membuktikan bahwa pati, asam akrilat, dan MBA telah terdapat pada produk superabsorben polimer pati/asam akrilat. Gugus fungsi pada produk menunjukkan gugus fungsi pada bahan baku yang digunakan, selain itu ikatan C=C pada asam akrilat dan MBA sudah tidak muncul pada produk superabsorben polimer, hal ini mengindikasikan bahwa proses *grafting* telah terjadi.

Kesimpulan

1. Dari hasil uji FTIR superabsorben polimer dengan metode *grafting* melalui teknik polimerisasi larutan telah terbukti bahwa SAP pati/asam akrilat merupakan hasil kopolimer dari pati dan asam akrilat.
2. Pada sintesa superabsorben polimer menggunakan metode *grafting* dan *crosslink* antara pati, asam akrilat dan MBA melalui teknik polimerisasi larutan diperoleh hasil bahwa kenaikan konsentrasi *crosslinker* menyebabkan kapasitas penyerapan air cenderung naik hingga nilai optimum pada konsentrasi *crosslinker* 1,5%wt monomer asam akrilat, kemudian mengalami penurunan.

Daftar Pustaka

- Kulkarni, dkk. Synthesis and characterization of poly (acrylic acid) / Starch / Bentonite superabsorbent polymer composite. ISSN. 2014; 5(3): 2249 – 8877.
- Pourjavadi A, dkk. Optimization of synthetic conditions CMC-g-poly (acrylic acid)/celite composite superabsorbent by Taguchi method and determination of its absorbency under load. eXPRESS Polymer Letters. 2007; 1(8): 488-494.
- Ren H, dkk. Comparison of Traditional Methods and Microwave Irradiation Method About Amylum/Acrylic Acid /Acrylamide. Intechopen. 2012:8.



Lembar Tanya Jawab

Moderator : **Endang Srihari Mochni (Teknik Kimia UBAYA)**
Notulen : **Briana Bellis Linardy (UPN "Veteran" Yogyakarta)**

Penanya : Fahry Taufiq A (UPN "Veteran" Yogyakarta)

Pertanyaan :

- Apa saja aplikasi dari superabsorben polimer?
- Adakah kemungkinan gagal pada croslink?

Jawaban :

- Dalam bidang pertanian, agar tanah dapat menyerap air lebih baik. Untuk popok bayi bagian dalamnya. Di bidang kesehatan agar obat dapat cepat larut di dalam tubuh. Di bidang EOR digunakan sebagai pengental air. Berupa gel yang masih dapat mengalir
- Dapat terjadi kegagalan saat croslink hanya ditaburkan saja, produk hanya berupa cairan kental tidak berupa gel.

