

# SIFAT DAYA SERAP AIR DAN STABILITAS PENYERAPAN AIR HIDROGEL POLIMER KOMPOSIT

Muhamad Nasir

Pusat Penelitian Kimia - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia  
Jl. Cisarua - Sangkuriang, Bandung 40135  
Telp : 022-2503051, Fax: 022-2503240  
E-mail: mnasir71@yahoo.com

## INTISARI

Telah dilakukan sintesa hidrogel polimer komposit dengan reaktor skala 10L system batch. Hidrogel dibuat dengan cara radikal polimerisasi dari carboxy methyl cellulose, asam akrilat dan methylene bis acrylamide sebagai crosslinker. Proses pembuatan komposit dilakukan setelah proses ikatan silang dari polimer dengan menambahkan bentonit. Hasil karakterisasi penyerapan air dari hidrogel menunjukkan hasil produk yang cukup konsisten dimana daya serap air dari hidrogel yang ditunjukkan oleh angka swelling ratio sekitar 60 g/g dengan standar deviasi 6,2%. Pengujian daya serap air selama 15 hari menunjukkan hasil swelling ratio hampir konstan dan hal ini menunjukkan bahwa hidrogel yang terbentuk cukup stabil dan tidak terurai dengan dengan cepat. Karakterisasi lebih lanjut menunjukkan hidrogel polimer komposit sensitif terhadap suhu dan larutan garam, dimana kemampuan penyerapan air pada suhu tinggi mempunyai nilai lebih rendah dibandingkan dengan suhu kamar, dan penyerapan air dari larutan garam lebih rendah jika dibandingkan penyerapan terhadap air murni.

**Kata Kunci :** hidrogel polimer komposit, daya serap air, stabilitas hidrogel.

## ABSTRACT

*Hydrogel polymer composite has been synthesized by using 10L scale reactor with batch systems. Hydrogel was synthesized by radical polymerization of a mixture of carboxy methyl cellulose, acrylic acid and methylene bis acrylamide as*

*crosslinker. Hydrogel polymer composite was prepared by adding bentonite to polymer hydrogel. Swelling ratio which indicates of water absorption of hydrogel polymer composite was 60 g / g with a standard deviation of 6.2%. Durability and stability tests for water absorption of hydrogel polymer composite for 15 days showed the swelling ratio is almost constant and hydrogel is quite stable and not broken down quickly. Effect of temperature and salt solution on water absorption as follow; the water absorption at higher temperatures lower than room temperature and the water absorption from the salt solution is lower than the water absorption of pure water. These results show the hydrogel polymer composite is sensitive to temperature and salt solution.*

**Keyword:** *hydrogel polymer composite, water absorption, hydrogel stability.*

## PENDAHULUAN

Hidrogel adalah bahan yang mempunyai kemampuan untuk menyerap air yang sangat besar. Sifat dan kemampuan hidrogel dalam menyerap air sangat ditentukan oleh beberapa faktor seperti jenis bahan hidrogel dan derajat ikatan silangnya. Ikatan silang pada hidrogel dapat terjadi secara ikatan kovalen, ikatan ionik ataupun ikatan secara fisik seperti ikatan hidrogen dan ikatan Vander Walls<sup>(1)</sup>.

Saat ini topik penelitian tentang hidrogel berkembang pesat. Secara umum penelitian hidrogel dapat dibagi dalam 3 kelompok besar yaitu (1). Sintesa hidrogel<sup>(2-4)</sup>, (2). Karakterisasi

dan sifat-sifat hidrogel<sup>(6)</sup> dan (3). Pengembangan aplikasi hidrogel<sup>(6)</sup>. Hasil studi literature terbaru menunjukkan sintesa hydrogel banyak dilakukan dengan menggunakan bahan monomer sintetik, modifikasi polimer alam seperti turunan selulosa, kemudian juga saat ini ada kecenderungan untuk membuat hydrogel komposite. Hidrogel komposit dibuat dari campuran polimer dengan bahan anorganik seperti silika, tanah liat dan lain-lain. Salah satu tujuan pembuatan hidrogel komposit adalah memperbaiki sifat mekanik dari hidrogel<sup>(7)</sup>. Penelitian sifat -sifat hidrogel dilakukan untuk mempelajari sifat-sifat dasar hidrogel seperti swelling dan deswelling beserta kinetiknya, respons terhadap suhu dan ion dari larutan garam. Sedangkan penelitian aplikasi hidrogel juga berkembang pesat. Hidrogel mempunyai aplikasi yang luas seperti impregnasi hidrogel dengan pupuk dan pestisida yang digunakan untuk pertanian, aplikasi hidrogel untuk diaper, drug delivery, tissue engineering dan lain-lain<sup>(8-10)</sup>.

Pada tulisan ini, fokusnya adalah pembuatan hidrogel polimer komposit dengan reaktor skala 10L system batch dan karakterisasi sifat penyerapan air, stabilitas dan responsivitas hidrogel terhadap suhu dan larutan ion garam.

## BAHAN DAN METODA

### Bahan

Bahan yang digunakan untuk sintesa hidrogel adalah; carboxy methyl cellulose (CMC) (teknis), monomer asam akrilat (BASF), kalium persulphat (KPS) (Merck), methylene bis acryl amide (MBA) (Merck), bentonit (teknis), gas N<sub>2</sub> dan aquadest. Bahan-bahan yang digunakan dipakai tanpa pemurnian lebih lanjut. Sintesa dilakukan dengan menggunakan reaktor 10L dengan system batch dengan menggunakan pengaduk berbentuk jangkar.

## Metoda

### Sintesa hidrogel polimer komposit

Sintesa hidrogel komposit dilakukan dengan menggunakan reaktor kaca skala 10L system batch dengan system pemanas air. Suhu reaksi dijaga konstan pada 80 °C. Sintesa hidrogel adalah sebagai berikut; CMC dilarutkan dalam aquadest dan diaduk sampai larut sempurna, kemudian ditambahkan inisiator kalium persulfat, setelah itu ditambahkan monomer asam akrilat. Setelah perioda waktu tertentu ditambahkan crosslinker methylene bis acrylamide (MBA). Setelah proses sintesa selesai kemudian ditambahkan bentonit untuk membuat hidrogel komposit. Bentonit diaduk secara kontinu untuk mendapatkan hidrogel komposit yang homogen. Setelah pembuatan hidrogel komposit selesai, hidrogel komposit disimpan dalam oven selama 1 hari pada suhu 50 °C. Pembuatan hidrogel komposit powder dilakukan dengan memblender hidrogel composite. Hidrogel komposite disimpan pada suhu 40 °C sebelum digunakan untuk analisa selanjutnya.

### Karakterisasi hidrogel komposit

#### Kapasitas penyerapan air hidrogel

Kapasitas penyerapan air hidrogel komposit dilakukan dengan mengukur air yang diserap oleh hidrogel sebagai fungsi waktu. Kemudian air yang diserap hitung sebagai swelling ratio (SR). Swelling ratio adalah perbandingan air yang diserap oleh hidrogel terhadap berat keringnya. Perhitungan swelling ratio (SR) dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut ini<sup>(11)</sup>:

$$SR = \frac{[Ws - Wd]}{Wd}$$

SR = Swelling ratio (g/g)

Ws = Berat hidrogel setelah menyerap

Wd = Berat kering hidrogel

## Stabilitas penyerapan air hidrogel

Kestabilan penyerapan air hidrogel dihitung dengan melihat kemampuan hidrogel dalam jangka waktu panjang.

## Pengaruh suhu terhadap daya serap air

Pengaruh suhu terhadap daya serap air oleh hidrogel dilakukan dengan memvariasikan suhu seperti suhu kamar dan suhu 40 °C. Hidrogel kering (xerogel) dimasukan kedalam air dengan suhu tertentu dan kemudian swelling ratio-nya ditentukan.

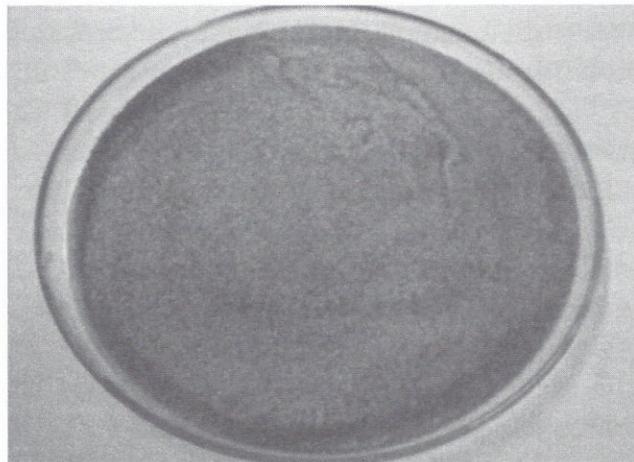
## Pengaruh larutan garam terhadap penyerapan air

Pengaruh larutan garam terhadap daya serap air dari hidrogel dilakukan dengan menggunakan larutan garam NaCl dengan variasi konsentrasi.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam proses sintesa hidrogel dengan reaktor skala 10L system batch pengaruh pengaruh suhu proses sangat mempengaruhi keberhasilan proses sintesa. Hidrogel yang dibuat dalam skala besar sangat sensitif terhadap perubahan temperatur dari reaktor. Proses pembuatan hidrogel dalam skala besar akan berlangsung baik jika dilakukan dalam temperature antara 80 °C - 90 °C. Hal ini sangat berbeda dengan proses sintesa yang dilakukan dalam skala lab, dimana reaksi bisa berlangsung dengan baik pada temperature antara 50 °C sampai 90°C.

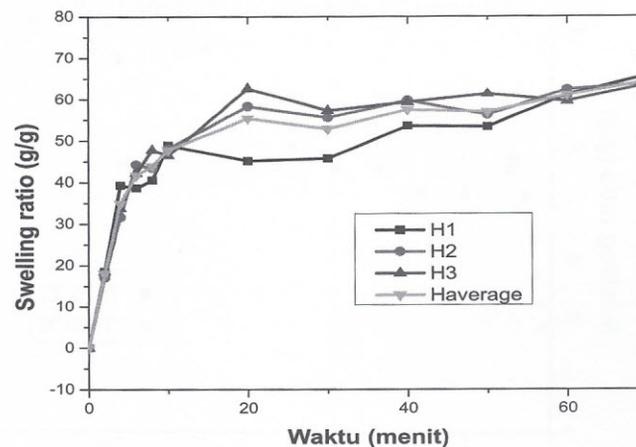
*Gambar 1* menunjukkan contoh produk hidrogel komposit yang dibuat dengan menggunakan reaktor skala 10L system batch. Hidrogel komposit setelah proses dikeringkan dan kemudian diubah bentuk menjadi powder.



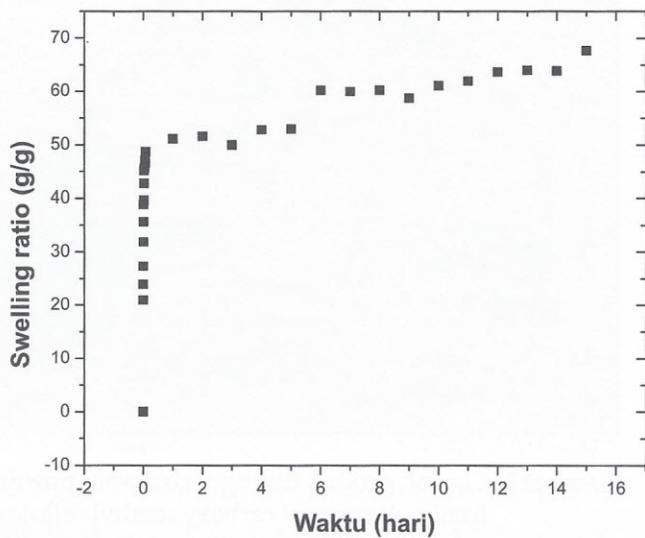
**Gambar 1.** Contoh produk hidrogel komposit powder hasil polimerisasi carboxy methyl cellulose dan asam akrilat dengan crosslinker methylen bis acrylamide dengan menggunakan reaktor skala 10L system batch.

Kekonsistenan hasil proses sintesa hidrogel diuji dengan melihat nilai swelling ratio dari hidrogel. Swelling ratio menunjukkan perbandingan air yang diserap oleh hidrogel terhadap berat kering hidrogel. Swelling ratio juga menunjukkan daya simpan air oleh hidrogel.

*Gambar 2* menunjukkan nilai swelling ratio dari hidrogel komposit yang dibuat sebanyak tiga kali dengan kondisi proses pembuatan yang sama. Swelling ratio dari hidrogel dari beberapa kali proses sintesa menunjukkan nilai yang hampir sama yaitu sekitar 60 g/g. Hasil ini menunjukkan reproduksibilitas hidrogel proses sintesa hidrogel yang terbentuk cukup baik.

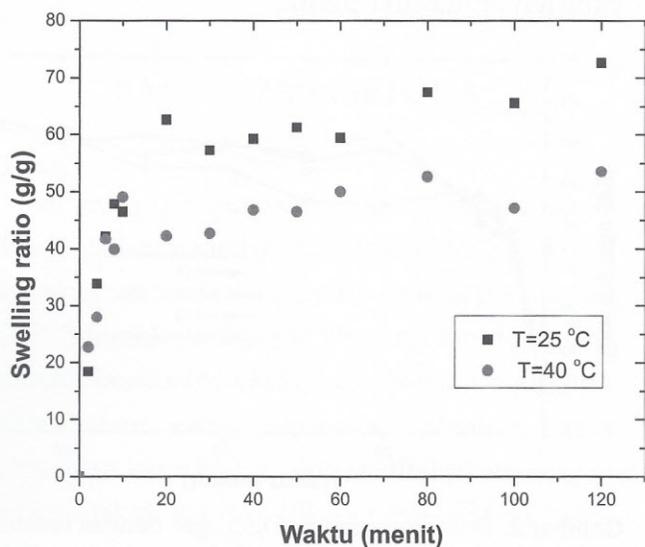


**Gambar 2.** Stabilitas produksi hidrogel dengan reaktor skala 10 L system batch dengan memperhatikan kapasitas penyimpanan air (swelling ratio).



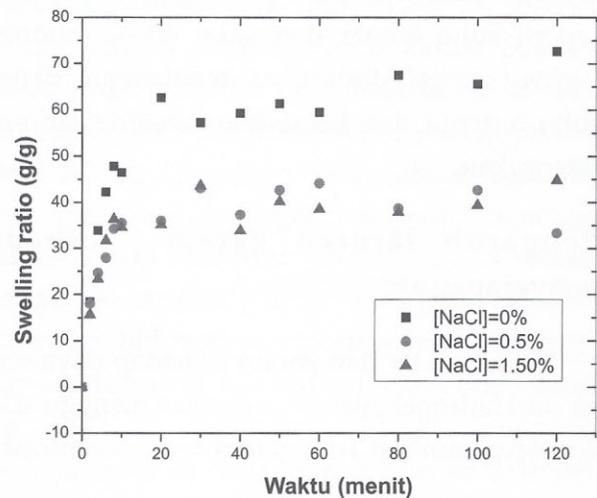
Gambar 3. Durabilitas hidrogel dengan menguji penyerapan air dalam jangka waktu panjang.

Gambar 3 memperlihatkan hasil pengujian penyerapan air yang dilakukan dalam jangka waktu panjang (selama 15 hari). Pada satu hari pertama dari terjadi penyerapan air yang sangat cepat, setelah itu air yang diserap oleh hidrogel mulai konstan. Gambar 3 juga menunjukkan bahwa setelah beberapa hari tidak terjadi penurunan swelling ratio dari hidrogel, hal ini menunjukkan bahwa hidrogel cukup stabil dan hasil ini juga mengindikasikan bahwa tidak terjadi kerusakan pada hidrogel. Untuk pembuktiannya perlu analisa dan penelitian lebih lanjut.



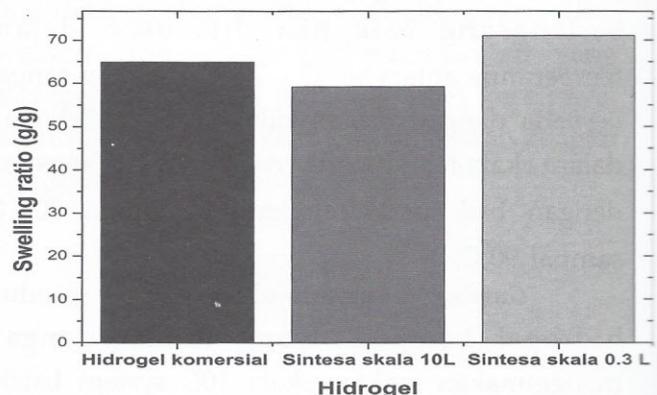
Gambar 4. Pengaruh suhu terhadap daya serap air dari hidrogel komposit.

Gambar 4 menunjukkan pengaruh suhu terhadap kapasitas penyimpanan air hidrogel komposit. Kemampuan penyerapan air oleh hidrogel pada suhu tinggi lebih rendah jika dibandingkan dengan suhu kamar (25 °C). Rendahnya penyerapan air oleh hidrogel pada suhu tinggi disebabkan oleh adanya tolakan terhadap air oleh molekul hidrogel.



Gambar 5. Pengaruh larutan ionik garam terhadap daya serap air hidrogel komposit

Gambar 5 menunjukkan pengaruh larutan garam terhadap kemampuan penyerapan air oleh hidrogel. Adanya larutan garam dalam konsentrasi tinggi menyebabkan daya serap air dari hidrogel menjadi rendah. Gambar 5 juga menunjukkan kecepatan penyerapan air oleh hidrogel dengan adanya larutan garam lebih rendah jika dibandingkan dengan air murni



Gambar 6. Perbandingan swelling ratio hidrogel yang dibuat dalam skala kecil, skala 10 L dan produk komersial.

*Gambar 6* menunjukkan kemampuan penyerapan air dari hidrogel yang diidkasikan oleh swelling ratio. Kemampuan penyerapan air dari hidrogel yang disintesa dalam penelitian ini hampir sama dengan hidrogel komersial. Sedangkan hidrogel yang dibuat dalam skala lab (skala 0,3 L) mempunya kemampuan penyerapan air yang sedikit lebih tinggi dari hidrogel komersial dan hidrogel yang disintesa dalam reaktor skala 10L. Hasil ini menunjukkan hidrogel yang disintesa dapat dibandingkan dengan hidrogel komersial.

### KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penelitian ini didapatkan bahwa proses produksi hidrogel dengan reaktor 10L system batch mempunyai hasil yang cukup konsisten, hal ini dapat dilihat dari kemampuan penyerapan airnya yang merata dalam beberapakali proses produksi. Hidrogel yang terbentuk juga cukup stabil dalam penyerapan air dalam jangka panjang dimana tidak terjadi penurunan swelling ratio-nya. Hidrogel ini cukup sensisitif terhadap suhu dan larutan garam dimana pada temperature tinggi dan dalam larutan garam daya serap hidrogel ini menjadi turun.

Untuk selanjutnya penelitian ini akan dikembangkan untuk mempelajari lebih lanjut daya tahan hidrogel terhadap biodegradasi dan hubungannya dengan kinerjanya hidrogel tersebut.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Buddy D Ratner, Biomaterials science: *An introduction to materials in medicine*, Academic Press 2004, page 100
2. Nivika R. Gupta, Pallavi P. Ghute, Manohar V. Badiger, *Carbohydrate Polymers*, Volume 83, Issue 1, 1 January 2011, Pages 74-80.
3. Wenbo Wang, Ai Qin Wang, *Carbohydrate Polymers*, Volume 82, Issue 1, 2 August 2010, Pages 83-91.
4. Fadime Fulya Taktak, Vural Bütün, *Polymer*, Volume 51, Issue 16, 22 July 2010, Pages 3618-3626
5. Guoming Sun, Xian-Zheng Zhang and Chih-Chang Chu, *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 2008, Volume 19, Number 8, Pages 2865-2872
6. Dirk Kuckling, *Colloid & Polymer Science*, 2009, Volume 287, Number 8, Pages 881-891
7. László Janovák, János Varga, Lajos Kemény and Imre Dékány, *Colloid & Polymer Science*, 2008, Volume 286, Numbers 14-15, Pages 1575-1585
8. Himanshu Gupta, Dheeraj K. Singh, Preet Tyagi, RK Khandal and RK Diwan, et al., *Indian Journal of Pediatrics*, 2009, Volume 76, Number 8, Pages 859-860
9. In-Sook Kim and In-Joon Oh, *Archives of Pharmacal Research*, 2005, Volume 28, Number 8, Pages 983-987.
10. Stephanie J. Bryant, Tina T. Chowdhury, David A. Lee, Dan L. Bader and Kristi S. Anseth, *Annals of Biomedical Engineering*, 2004, Volume 32, Number 3, Pages 407-417.
11. Jeong Ae Yoon, Chakicherla Gayathri, Roberto R. Gil, Tomasz Kowalewski and Krzysztof Matyjaszewski, *Macromolecules*, 2010, Volume 10, Number 10, page 4791-4797