

Submitted : 28 July 2023

Revised : 4 November 2023

Accepted : 7 December 2023

PEMBUATAN SUPERABSORBEN DARI AKRILAMIDA DAN SELULOSA SERAT DAUN MAHKOTA NANAS DENGAN INISIATOR AMONIUM PERSULFAT

Prahady Susmanto*, Yandriani, Putri Midelin, Sarah Khoirunnisa, Stevany Vanesya Syeva Maharani, Elfa Armelia

¹ Chemical Engineering Departement, Faculty of Engineering, Universitas Sriwijaya, South Sumatra, 30862, Indonesia

*Email: prahady.susmanto@ft.unsri.ac.d

Abstrak

Polimer superabsorben merupakan suatu material dengan kemampuan absorpsi yang tinggi, dihasilkan dari polimer sintetik seperti akrilamida. Penggunaan polimer sintetik memiliki dampak yang tidak baik terhadap lingkungan karena sulit terdegradasi. Upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan mengganti sebagian polimer sintetik dengan polimer alam dalam proses pembuatannya. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan selulosa serat daun mahkota nanas dan inisiator amonium persulfat terhadap kapasitas absorpsi dan rasio *swelling* biopolimer superabsorben. Pembuatan polimer superabsorben dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi selulosa daun mahkota nanas, yakni dengan variasi 0, 5, 10, dan 15%. Variasi inisiator *ammonium persulfate* (APS) yaitu 0,4; 0,5; 0,6; dan 0,7 g dengan penambahan monomer akrilamida sebanyak 20 g. Analisis gugus fungsi dengan uji *fourier transform infrared* (FTIR) menunjukkan adanya gugus fungsi seperti -OH, C-O dan C=C pada selulosa daun mahkota nanas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa polimer superabsorben yang diproduksi dengan variasi 10% selulosa dan penambahan inisiator sebanyak 0,6 g menunjukkan karakteristik terbaik. Polimer ini memiliki kemampuan mengembang (*swelling*) tertinggi pada air, larutan urea 5%, dan NaCl 0,15 M, yakni masing-masing sebesar 665,7; 7,609; dan 7,125 g/g.

Kata Kunci: Akrilamida; Inisiator; Polimer superabsorben; Selulosa daun mahkota nanas

Abstract

A superabsorbent polymer is a material with high absorption ability produced from synthetic polymers such as acrylamide. Synthetic polymers have a terrible impact on the environment because they are difficult to degrade. Efforts can be made to replace synthetic polymers with natural polymers in the manufacturing process. This study aims to analyze the effect of adding cellulose fiber from pineapple leaves and ammonium persulfate as an initiator on superabsorbent biopolymers' absorption capacity and swelling ratio. The superabsorbent polymer was manufactured by varying the cellulose concentration in pineapple leaves, with variations of 0%, 5%, 10%, and 15%. The resulting Ammonium Persulfate (APS) initiator variations were 0.4 g, 0.5 g, 0.6 g, and 0.7 g with 20 g of acrylamide monomer. Functional group analysis using the Fourier Transform Infrared (FTIR) test showed the presence of functional groups such as -OH, C-O, and C=C in pineapple crown leaf cellulose. The results showed that the superabsorbent polymer produced with a 10% cellulose variation and the addition of 0.6 g initiator shows the best characteristics. This polymer exhibits the highest swelling capacity in water, 5% urea solution, and 0.15 M NaCl, with 665.7, 7.609, and 7.125 g/g, respectively.

Keywords: Acrylamide; Initiator; Superabsorbent polymer; Pineapple leaf cellulose

1. PENDAHULUAN

Polimer superabsorben adalah kategori polimer yang sedang mengalami pengembangan dan modifikasi berkelanjutan guna mencapai sifat yang sesuai dengan kebutuhan yang diinginkan. Sifat unggul dari polimer superabsorben dikenal melalui kapasitasnya untuk menyerap air melebihi bobotnya sendiri, yang dihasilkan melalui afinitasnya terhadap air dan struktur tiga dimensi yang kompleks (Kim et al., 2017). Ikatan silang yang bersifat hidrofilik mampu menyebabkan suatu superabsorben memiliki kemampuan untuk menyerap dan menahan air. Polimer superabsorben memiliki berbagai kegunaan seperti dalam penyerapan zat warna, pembuatan kemasan, penyimpanan air untuk daerah yang kering, pengolahan limbah dan pelapis anti bocor. Sebagian besar superabsorben dibuat dari materi yang bersifat tidak ramah lingkungan, seperti bahan sintesis.

Polimer superabsorben dapat terbuat dari proses polimerisasi menggunakan akrilamida. Selain tidak ramah lingkungan, polimer jenis ini juga memiliki daya serap dan kemampuan *swelling* yang rendah. Daya serap yang rendah dapat ditingkatkan dengan memodifikasi strukturnya. Pencangkakan monomer yang mengandung gugus hidrofilik pada rantai polimer merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan. Kopolimerisasi cangkak asam akrilat, dan akrilamida dapat dilakukan pada bahan berbasis bio seperti selulosa, pati, kitosan, protein (Basuki, A dan Maa'ruf, 2018).

Daun mahkota nanas merupakan tanaman yang mengandung kadar selulosa tinggi, sehingga memiliki potensi untuk dimanfaatkan dalam polimerisasi cangkak terhadap suatu bahan monomer (Tuyet Phan et al., 2021). Mahkota nanas umumnya hanya menjadi limbah dan dapat tersedia dalam jumlah yang berlimpah seperti di daerah Sumatera Selatan. Nanas selama ini hanya dimanfaatkan untuk buahnya, sedangkan pemanfaatan daun nanas masih terbatas. Produksi polimer menggunakan selulosa dari mahkota nanas sebagai superabsorben memiliki potensi untuk menjadi produk yang dapat meningkatkan nilai fungsional dan nilai tambah dari buah nanas.

Pencangkakan akrilamida dengan selulosa dapat meningkatkan kemampuan penyerapan superabsorben yang dihasilkan karena struktur selulosa yang mengandung gugus -OH. Gugus OH ini merupakan salah satu gugus yang bersifat hidrofilik atau suka terhadap air. Atas dasar inilah selulosa dapat mempengaruhi daya serap yang dihasilkan oleh superabsorben. Selain itu selulosa juga berasal dari alam yang memiliki keunggulan bersifat *biodegradable*. Berdasarkan penelitian Andriyanti dkk. (2012), Gabungan antara selulosa (yang diperoleh dari ampas tebu) dan poliakrilamida dapat diproses menjadi superabsorben melalui teknik pencangkakan dari mesin berkas elektron menggunakan radiasi pengion dengan energi sebesar 350 keV dan arus 10 mA. Kenaikan dosis radiasi secara sebanding dapat meningkatkan tingkat pencangkakan dan kemampuan

penyerapan air (rasio *swelling*). Temuan dari penelitian menunjukkan bahwa produk PCS yang dihasilkan dengan melakukan pencangkakan PAM pada selulosa dari ampas tebu pada dosis radiasi sebesar 50 kGy mencapai tingkat pencangkakan sekitar 96,15% dan rasio *swelling* mencapai 500%.

Hasil penelitian Susmanto et al. (2023) dengan menggunakan selulosa ampas tebu dan metode *grafting* menghasilkan produk superabsorben dengan kapasitas serapan tertinggi mencapai 746,49% pada sampel dengan inisiator berupa KPS 0,8 g dan *crosslink agent* berupa formaldehida 0,8 mL. Hasil penelitian Bhelkar et al. (2023) menunjukkan dengan bahan dasar polimer alam mampu menghasilkan produk superabsorben yang menunjukkan kapasitas penyerapan air yang baik yaitu 120g/g pada pH netral.

Salah satu pengujian dalam proses pembuatan superabsorben ini adalah rasio *swelling* pada larutan NaCl dan larutan urea. Pada umumnya aplikasi superabsorben dalam kehidupan sehari-hari yaitu sebagai absorben pada popok bayi (*diapers*). Kandungan utama dalam urin adalah senyawa urea, sehingga analisis *swelling ratio* dengan larutan urea 5% dapat dilakukan. Urea memiliki gugus hidrofilik yang memungkinkan terjadinya interaksi dengan gugus pada superabsorben. Penyerapan larutan tersebut dalam superabsorben akan semakin baik apabila superabsorben tersebut memiliki banyak gugus hidrofilik yang dapat berinteraksi dengan urea (Sunardi, 2017). Selain urea, konsentrasi ion-ion garam dalam urin juga memengaruhi penyerapan pada superabsorben. Salah satunya adalah larutan NaCl 0,15 M sering digunakan dalam pengujian nilai *swelling* superabsorben (Sunardi, 2013).

Pengembangan inovasi dalam penelitian ini terlihat dalam penggunaan selulosa dari daun mahkota nanas yang mengalami pencangkakan dengan akrilamida. Variasi jumlah selulosa dan inisiator digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini. Keberhasilan kopolimerisasi pencangkakan dan penautan silang dipantau dengan pengujian analisis *fourier-transform infrared spectroscopy* (FTIR) serta pengujian absorpsi air dan rasio *swelling* terhadap larutan urea dan larutan NaCl.

2. BAHAN DAN METODE

Beberapa bahan utama yang dimanfaatkan dalam penelitian ini ialah daun buah nanas berasal dari Provinsi Sumatera Selatan, akrilamida pro analisis dari Merck, akuades, *ammonium persulfate* pro analisis dari Merck, NaOCl pro analisis dari Merck, Formalin pro analisis dari Merck, gas nitrogen, NaOH 12% pro analisis dari Merck, Urea 5% pro analisis dari Merck, NaCl 0,15 M pro analisis, H₂SO₄ 1N, H₂SO₄ 72% pro analisis dari Merck.

2.1 Ekstraksi Selulosa Dari Daun Mahkota Nanas

Pengambilan selulosa dari serat daun mahkota nanas dimulai dengan dibersihkannya daun mahkota nanas, kemudian dikeringkan dan dipotong kecil-kecil hingga daun menjadi berukuran kurang lebih dari 1 cm.

Potongan daun nanas kemudian dioven selama 3 jam dengan suhu 105°C, kemudian dihaluskan setelah kering.

Setelah tahap preparasi awal, sebanyak 50 g serbuk daun mahkota nanas dipanaskan dengan 500 mL NaOH 12% selama 3 jam dengan suhu 100°C. Serat daun mahkota nanas kemudian disaring dan dicuci hingga pH netral lalu dikeringkan dengan suhu ruang. Proses dilanjutkan dengan tahap *bleaching*, daun mahkota nanas dipanaskan dengan NaOCl 0,5 % selama 1 jam 60°C. Setelah itu disaring dan dikeringkan. Tahap terakhir yaitu selulosa daun mahkota nanas dicuci dengan akuades hingga pH netral kemudian dikeringkan. Hasil proses ini akan menghasilkan produk selulosa daun mahkota nanas.

2.2 Sintesis Polimer Superabsorben

Hasil preparasi selulosa sebelumnya kemudian dimasukkan pada labu leher tiga 500 mL dengan variasi konsentrasi 0, 5, 10, dan 15% (dari jumlah monomer akrilamida) dan akuades 100 mL kemudian diaduk pada kecepatan pengadukan tetap 250 rpm dilanjutkan dengan proses pemanasan dengan menggunakan *hotplate*. Pemanasan dilakukan hingga suhu 70°C, dan kemudian selama 15 menit dialiri gas nitrogen sebelum ditambah inisiator. Larutan APS dengan variasi 0,4; 0,5; 0,6; dan 0,7 g dimasukkan ke dalam sampel larutan sebanyak 10 mL ketika suhu telah menurun. menjadi 60-65°C sambil terus diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 15 menit. Akrilamida yang dilarutkan ke dalam 40 mL akuades. Formalin ditambahkan sebanyak 0,8 mL. Reaksi dilakukan pada suhu 70°C selama 3 jam hingga menghasilkan produk superabsorben. Sintesis superabsorben dilakukan dengan empat jenis perlakuan berbeda yaitu dengan penambahan selulosa 0, 5, 10, 15% dari jumlah monomer akrilamida. Berikut jenis perlakuan pembuatan superabsorben yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis-jenis perlakuan pembuatan superabsorben

Perlakuan	Selulosa (%)	Ammonium Persulfat (gram)
P1	0	0,4; 0,5; 0,6; 0,7
P2	5	0,4; 0,5; 0,6; 0,7
P3	10	0,4; 0,5; 0,6; 0,7
P4	15	0,4; 0,5; 0,6; 0,7

2.3 Analisis Selulosa Mahkota Nanas

Analisis kadar selulosa mahkota nanas dilakukan dengan menggunakan *Chesson-Datta* (Rusdianto et al., 2021). Satu gram selulosa kering (Berat A) direfluks dengan akuades pada suhu 100°C selama satu jam. Setelah itu, disaring dan residu dicuci dengan air panas, kemudian dikeringkan hingga mencapai berat konstan dan ditimbang (Berat B).

Residu kemudian direfluks dengan 150 mL H₂SO₄ 1 N selama satu jam pada suhu 100°C. Setelah itu, residu dikeringkan dan ditimbang (Berat C). Residu tersebut kemudian dicampur dengan 100 mL H₂SO₄ 72%, direndam pada suhu kamar selama 4 jam. Selanjutnya,

ditambahkan 150 mL H₂SO₄ 1 N dan direfluks kembali pada suhu 100°C selama 1 jam. Residu dipisahkan dengan saringan dan dibilas hingga mencapai pH netral. Residu dikeringkan dengan oven pada suhu 105°C dan ditimbang (Berat D). Kadar selulosa dihitung dengan persamaan 1:

$$\text{Kadar selulosa} = \frac{\text{Berat C} - \text{Berat D}}{\text{Berat A}} \times 100\% \quad (1)$$

Dengan berat A adalah massa selulosa kering mula-mula, berat B adalah residu yang dikeringkan dengan oven hingga berat konstan, berat C adalah residu yang dikeringkan dengan oven hingga berat konstan setelah penambahan H₂SO₄, dan berat D adalah residu setelah dikeringkan dengan oven pada suhu 105°C.

Metode identifikasi gugus fungsional pada produk superabsorben dilakukan melalui teknik spektroskopi *fourier transform infrared* (FTIR). Analisis dilakukan pada panjang gelombang 400-4000 cm⁻¹.

2.4 Analisis Kapasitas Absorpsi Polimer Superabsorben

Analisis kapasitas absorpsi superabsorben menggunakan *water absorbtion test* sesuai dengan ASTM D570-98 (Susmanto et al., 2020). Analisis ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kemampuan superabsorben menyerap akuades. Produk hasil sintesis ditimbang sebanyak 0,1 g dan direndam dalam akuades selama 24 jam. Polimer superabsorben yang telah mengembang kemudian disaring dan ditimbang. Kapasitas absorpsi dihitung menggunakan persamaan 2.

$$\text{Kapasitas absorpsi} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \times 100\% \quad (2)$$

Dengan W₂ adalah berat superabsorben dalam keadaan *swelling* dan W₁ adalah berat superabsorben dalam keadaan kering.

2.5 Analisis Kapasitas Swelling Polimer Superabsorben Dalam Larutan Urea Dan NaCl

Kapasitas *swelling* superabsorben dilakukan dengan metode (Li et al., 2007). 0,1 g produk hasil polimerisasi dimasukkan ke dalam gelas ukur dengan 6 mL larutan urea 5%. Kemudian sampel tersebut dibiarkan selama 24 jam pada suhu ruang. Lalu, cairan yang tidak diserap dikeluarkan dari tabung reaksi, dan posisi tabung dibiarkan dalam posisi terbalik hingga tidak ada lagi cairan yang menetes. Kemudian, hidrogel ditimbang untuk mendapatkan massa setelah proses *swelling*. Proses yang sama dilakukan untuk larutan NaCl 0,15 M. Rasio *swelling* polimer superabsorben dihitung dengan menggunakan persamaan 3.

$$\text{Rasio Swelling} = \frac{W_2 - W_1}{W_1} \quad (3)$$

Dengan W₂ adalah berat superabsorbent dalam keadaan *swelling* dan W₁ adalah berat superabsorben dalam keadaan kering

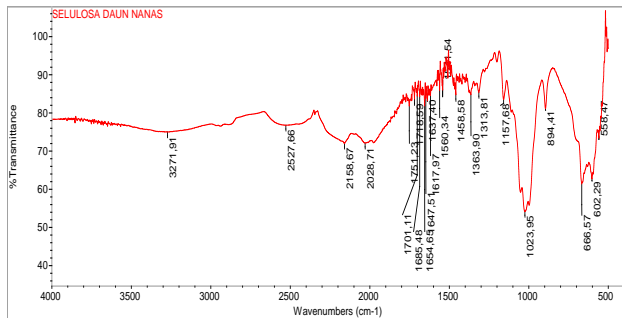
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Analisis Kandungan Selulosa Dalam Serat Mahkota Nanas

Hasil pengujian dengan *Chesson-Datta* (Rusdianto et al., 2021), bahwa serat daun nanas mengandung selulosa sebesar 79-83%. Sementara hasil pengujian

menunjukkan nilai sebesar 58%. Perbedaan tersebut dikarenakan varietas nanas yang digunakan berbeda dengan yang ada pada literatur. Selulosa yang dihasilkan sebelum dijadikan superabsorben dilakukan tahap pengujian FTIR untuk mengetahui gugus fungsi dari selulosa serat daun nanas, yang dapat dilihat pada Gambar 1. Analisis FTIR diujikan dengan *wavenumber* berada direntang 400-4000 cm^{-1} . Selulosa, lignin, dan hemiselulosa merupakan penyusun utama serat daun mahkota nanas. Penyusun tersebut tersusun atas alkana, ester, aromatik, dan alkohol. Hasil uji FTIR serat daun nanas penelitian sebelumnya menunjukkan adanya regangan vibrasi ikatan O-H pada 3326 dan 2926 cm^{-1} menunjukkan regangan vibrasi yang terdapat pada ikatan C-H (Sumiati et al., 2023).

Bilangan gelombang 2500-4000 cm^{-1} yang merupakan daerah *single bone* terdapat tiga gugus fungsi utama, gugus O-H, N-H dan gugus C-H dimana gugus fungsi utama pada selulosa adalah O-H dan C-H. Hasil pembacaan dari grafik hasil analisis FTIR untuk selulosa yang berasal dari daun mahkota nanas yaitu adanya gugus -OH.



Gambar 1. Hasil uji FTIR selulosa dalam serat daun nanas

Berdasarkan Gambar 1, pembacaan spektrum inframerah dapat dilihat dari Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Pembacaan hasil FTIR selulosa

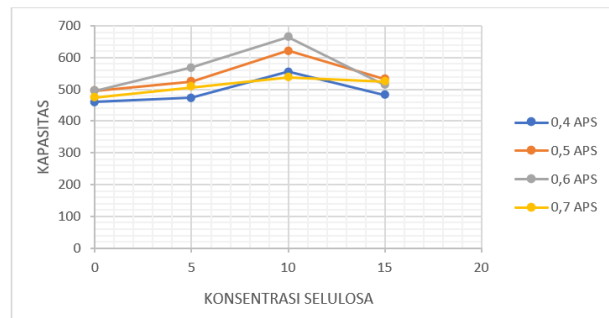
Panjang Gelombang (cm^{-1})	Gugus Fungsi	Keterangan
3271,91	O-H	Gugus hidroksil pada selulosa
2527,66	C-H	C-H <i>stretching</i> pada CH_2 dari gugus CH_2OH .
1654,65	C=C	Dari lignin dan hemiselulosa
1023,95	C-H	Gugus C-H aromatik dari lignin
1157,68	C-O-C	Dari Lignin
894,41	C-H	Adanya penyerapan dari β -glycosidic

Hasil dari proses alkalisasi yaitu meningkatnya kadar -OH ditunjukkan dengan adanya puncak daerah serapan pada 3271,91 cm^{-1} . Selain itu proses alkalisasi bertujuan juga untuk menghilangkan kandungan lignin yang dilanjutkan dengan proses *bleaching* dengan daerah serapan C=C. Namun area serapan 1654,65 cm^{-1}

¹ menunjukkan adanya serapan senyawa lignin, hal tersebut karena proses delignifikasi dengan alkali masih belum sempurna. Sementara serapan dengan bilangan gelombang 2527,66 cm^{-1} menunjukkan kehadiran senyawa selulosa, yang tidak hilang karena dilakukan pemanasan dengan larutan alkali. Selulosa adalah polisakarida yang terbentuk dari unit glukosa yang terlibat melalui ikatan β 1,4-glikosida. Pada bilangan gelombang 894,41 cm^{-1} menunjukkan adanya penyerapan β -glycosidic.

3.2 Pengaruh Variasi Selulosa Dan Inisiator Terhadap Nilai Kapasitas Absorpsi

Monomer akrilamida memiliki gugus -CONH yang bersifat hidrofilik. Ikatan oksigen pada polimer superabsorben akan berikatan dengan hidrogen dari air membentuk ikatan hidrogen. Superabsorben akan mengalami difusi air karena tekanan osmotik air lebih tinggi dibandingkan dengan tekanan osmotik di dalamnya. Superabsorben dan berinteraksi dengan gugus hidrofilik membentuk ikatan hidrogen. Gambar 3 menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi selulosa daya absorpsi air pada penelitian ini meningkat dengan adanya penambahan selulosa 5% hingga 10%. Gugus -OH hidrofilik yang berasal dari penambahan konsentrasi selulosa menyebabkan peningkatan daya serap air. Berdasarkan teori, jenis gugus fungsi yang memengaruhi karakteristik *swelling* pada superabsorben melibatkan gugus -OH, -NH₂, -COOH, -CONH, dan -SO₃H. Namun, penambahan selulosa pada tingkat 15 dan 20% akan mengakibatkan penurunan daya serap superabsorben. Penurunan ini terjadi karena rongga superabsorben menjadi semakin rapat yang tertutupi oleh molekul selulosa. Akibatnya, ruang yang tersedia untuk masuknya air menjadi lebih kecil, menyebabkan kesulitan dalam proses penyerapan (Hermawan et al., 2019).



Gambar 2. Hasil kapasitas absorpsi air pada produk superabsorben

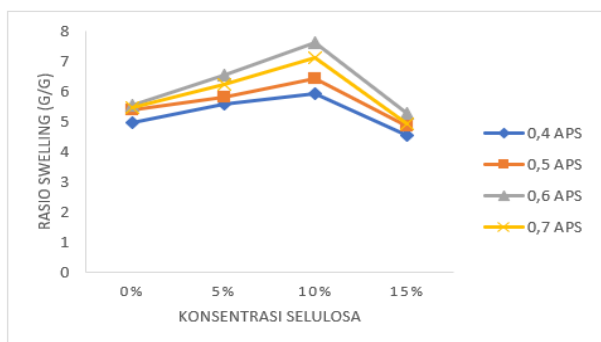
Gambar 2 menunjukkan bahwa penyerapan air semakin bertambah sebanding dengan meningkatnya jumlah APS yang ditambahkan. Namun daya serap air menurun pada penambahan inisiator lebih lanjut yaitu 0,7 g. Kapasitas absorpsi air tertinggi dicapai pada proses dengan penambahan inisiator APS 0,7 g. Jumlah radikal bebas yang dihasilkan menjadi kurang optimal saat konsentrasi inisiator terlalu rendah. Keadaan ini mengakibatkan jalannya proses polimerisasi yang tidak efisien karena struktur jaringan polimer yang

terbentuk kurang baik, yang pada akhirnya mempengaruhi kemampuan penyerapan bahan tersebut. Kapasitas absorpsi terbaik dicapai pada penambahan jumlah inisiator 0,6 g dengan struktur polimer yang lebih kuat. Penambahan inisiator lebih tinggi yaitu 0,7 akan menurunkan kemampuan menyerap air. Peningkatan jumlah inisiator akan menyebabkan peningkatan radikal bebas yang terbentuk.

Peningkatan jumlah radikal bebas yang dihasilkan pada konsentrasi inisiator yang lebih tinggi dapat mengakibatkan peningkatan laju polimerisasi. Akibatnya, terjadi penurunan kerapatan struktur jaringan, yang pada akhirnya akan mempengaruhi kapasitas penyerapan bahan tersebut. Radikal bebas dapat bereaksi dengan rantai polimer dan *cross-linking* antara molekul polimer diproduksi (Przybysz-Romatowska et al., 2020). Berdasarkan Gambar 2 titik optimum dicapai dengan variasi selulosa 10% dan dengan penambahan inisiator sebesar 0,6 g dengan kapasitas 665,7 % (b/b). Material selulosa memiliki potensi yang tinggi sebagai bahan pembentukan hidrogel, dimana tersusun dari mikrofibril selulosa dan air dengan struktur jaringan berpori yang saling berhubungan. Penambahan jumlah inisator yang dihasilkan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kapasitas absorpsi air pada superabsorben.

3.3 Pengaruh Variasi Selulosa Dan Inisiator Terhadap Nilai Rasio Swelling Superabsorben Dalam Larutan Urea

Data nilai *swelling* dalam larutan urea pada produk superabsorben dapat dilihat pada Gambar 3. Titik optimum nilai *swelling* dicapai pada formula dengan selulosa 10% dan *ammonium persulfat* 0,6 g yaitu sebesar 7,609 g/g. semakin banyak *ammonium persulfat* yang ditambahkan, maka rasio *swelling* akan meningkat. Pengujian dalam larutan urea 5% menunjukkan hasil bahwa pada setiap penambahan Ammonium Persulfat 0,6 g menunjukkan nilai *swelling* tertinggi di setiap variasi selulosa yang digunakan jika dibandingkan dengan penambahan Ammonium Persulfat 0,4; 0,5; dan 0,7 g.



Gambar 3. Hasil rasio *swelling* dalam larutan urea pada produk superabsorben

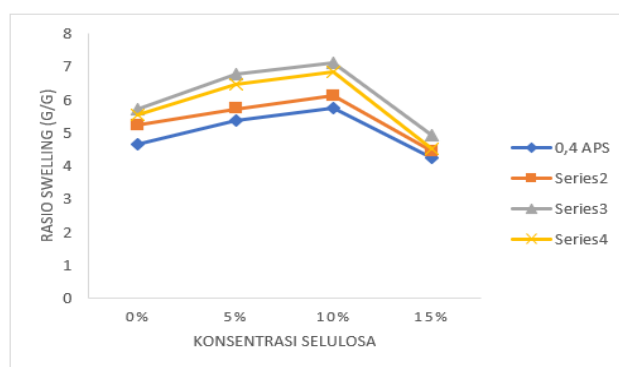
Pada penambahasan selulosa 0% hingga 10% mengalami peningkatan yang disebabkan oleh pembukaan ruang yang lebih besar bagi senyawa urea untuk masuk ke dalam superabsorben. Sifat yang

diinginkan dari superabsorben yang baik melibatkan kemampuan untuk menahan cairan di dalamnya dan kesulitan untuk mengeluarkannya. Oleh karena itu, penyerapan yang terjadi dapat mencapai tingkat maksimal.

Penambahan selulosa sebanyak 15% menghasilkan penurunan *swelling ratio* yang disebabkan oleh peningkatan struktur polimer, yang mengakibatkan pembentukan jaringan-jaringan dengan struktur yang lebih kaku dan susunan yang lebih rapat. Berdasarkan data penelitian yang dilakukan sunardi (2016), Penambahan selulosa melebihi 15% hingga mencapai 20% menghasilkan penurunan rasio *swelling*. Hasil pembuatan hidrogel dengan menggunakan konsentrasi inisiator yang sama menunjukkan bahwa penambahan selulosa antara 0% hingga 12,5% mengakibatkan rasio *swelling* yang lebih rendah. Penurunan ini disebabkan oleh jumlah gugus hidrofilik yang lebih sedikit pada polimer dibandingkan dengan penambahan selulosa sebanyak 15%. Kemampuan monomer akrilamida untuk menahan air tidak mencukupi pada konsentrasi selulosa 15%.

3.4 Pengaruh Variasi Selulosa Dan Inisiator Terhadap Nilai Rasio Swelling Superabsorben Dalam Larutan NaCl

Pemantauan terhadap konsentrasi ion garam dapat memengaruhi tingkat penyerapan dari polimer superabsorben yang berfungsi sebagai bahan penyerap, baik dalam hal meningkatkan atau mengurangi kapasitasnya. Garam seperti NaCl adalah faktor utama yang dapat menyaring muatan protein dan polielektrolit dalam larutan pencampuran dan dengan demikian mempengaruhi interaksi elektrostatis (Liu et al., 2021). Sehingga, pengujian *swelling ratio* menggunakan larutan NaCl 0,15 M. Adapun hasil rasio dalam larutan NaCl pada produk superabsorben disajikan pada Gambar 4.



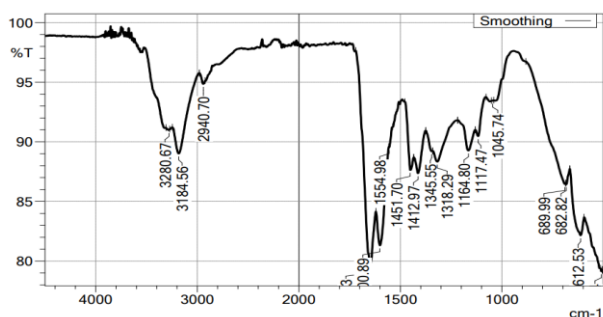
Gambar 4. Hasil rasio *swelling* dalam larutan nacl pada produk superabsorben

Gambar 4 menunjukkan superabsorben dengan penambahan inisiator *ammonium persulfate* 0,6 g dan selulosa 10% merupakan rasio *swelling* paling besar yaitu sebesar 7,125 g/g. Peningkatan rasio *swelling* terlihat signifikan dengan penambahan jumlah APS yang terlihat dari grafik di atas. Semakin tinggi nilai penambahan inisiator berupa APS yaitu 0,4; 0,5; dan 0,6 g, maka rasio *swelling* dari superabsorben juga

meningkat. Namun pada penambahan inisiator 0,7 g, rasio *swelling* polimer juga akan menurun. Hal tersebut disebabkan oleh adanya pengaruh kerapatan dalam struktur superabsorben dan tekanan osmosis. Penambahan inisiator sebanyak 0,7 g dapat mengakibatkan penurunan rasio *swelling* pada superabsorben. Hal ini disebabkan oleh peningkatan kerapatan struktur polimer superabsorben, yang menghasilkan pembentukan jaringan-jaringan dengan struktur yang lebih kaku dan susunan yang lebih rapat.

3.5 Analisis FTIR Superabsorben Sampel Selulosa 10% dan APS 0,6

Hasil terbaik superabsorben didapat pada sampel dengan variasi 10% selulosa dan APS 0,6 gram. Mekanisme penggabungan dari superabsorben terjadi karena adanya air yang terdifusi oleh tekanan osmotik produk dan berinteraksi dengan gugus hidrofilik. Tujuan analisis ini untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terbentuk selama proses polimerisasi. Gugus-gugus yang diamati adalah gugus fungsi yang sering ditemui pada poliakrilamida dimana gugus tersebut memiliki sifat hidrofilik. Gugus-gugus ini berasal dari monomer akrilamida, seperti -NH₂, -CH, dan C=O. Gugus hidroksil dan amino pada kopolimer cangkok lebih mudah mengalami hidrolisis (Feng et al., 2019).



Gambar 5. Hasil FTIR superabsorben sampel selulosa 10% dan APS 0,6 g

Gugus yang terdeteksi berasal gabungan dari antara senyawa yang direaksikan dalam proses polimerisasi seperti gugus NH dari akrilamida dan gugus OH yang berasal dari selulosa pada spektrum inframerah dengan pita serapan yang tajam pada bilangan gelombang sekitar 3100-3500 cm⁻¹. Berdasarkan Gambar 5, pembacaan spektrum inframerah dapat dilihat dari Tabel 3 berikut ini.

Tabel 3. Pembacaan Hasil FTIR Selulosa 10% APS 0,6 gram

Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Gugus Fungsi	Keterangan
3184,56	-NH	Gugus amina dari akrilamida
3280,67	-OH	Gugus Hidroksil dari Selulosa
2940,70	-CH	Dari Akrilamida
1648,23	C=O	Dari Akrilamida
1600,89	C=O	Dari Akrilamida
1554,98	C=O	Dari Akrilamida
1451,70, 1412,97	-NH	NH <i>Bending</i>
1345,55, 1318,29	CN	Dari Akrilamida dan selulosa
1164,80, 1117,47	NH ₂	NH ₂ <i>Bending</i> Gugus amine dari akrilamida

4. KESIMPULAN

Semakin banyak penambahan konsentrasi selulosa, maka semakin tinggi rasio *swelling* superabsorben, dimana optimalnya pada penambahan konsentrasi 10% selulosa. Semakin banyak penambahan inisiator, maka semakin tinggi rasio *swelling* superabsorben, titik optimal pada penambahan inisiator *ammonium persulfat* sebanyak 0,6 g. Kombinasi selulosa dari serat daun nanas dan akrilamida ini menghasilkan superabsorben dengan penambahan inisiator sebesar 0,6 g dan selulosa 10% dimana *swelling ratio* atau kapasitas pembengkakan pada akuades, larutan urea 5% dan NaCl 0,15 M sebesar 665,7; 7,609; dan 7,125 g/g. Hasil FTIR menunjukkan bahwa produk superabsorben terdapat karakteristik dari akrilamida, selulosa, dan formalin.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian didukung oleh Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.

6. DAFTAR PUSTAKA

- Andriyanti W., Suyanti, & Ngasifudin. (2012). Pembuatan dan Karakterisasi Polimer Superabsorben dari Ampas Tebu.
- Azizah, A., Irwan, A., & Sunardi, S. (2016). Sintesis dan karakterisasi polimer superabsorben berbasis selulosa dari tanaman purun tikus (*Eleocharis dulcis*) tercangkok akril amida (AAM). *Jurnal Berkala Ilmiah Sains dan Terapan Kimia*, 6(1), 59-70.
- Basuki, A dan Maa'ruf, H. (2018). Sintesa Dan Karakterisasi Superabsorben Polimer Dari Pati Dan Asam Akrilat. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

- Bhelkar, K. B., Moharir, K. S., & Kale, V. V. (2023). Formulation and Evaluation of Superabsorbent Hydrogel From Natural Polymer. *International Journal of Applied Pharmaceutics*, 15(2), 166–172. <https://doi.org/10.22159/ijap.2023v15i2.46794>
- Feng, X., Wan, J., Deng, J., Qin, W., Zhao, N., Luo, X., & Chen, X. (2020). Preparation of acrylamide and carboxymethyl cellulose graft copolymers and the effect of molecular weight on the flocculation properties in simulated dyeing wastewater under different pH conditions. *International journal of biological macromolecules*, 155, 1142-1156.
- Hermawan, D., Lai, T. K., Jafarzadeh, S., Gopakumar, D. A., Hasan, M., Owolabi, F. A. T., Sri Aprilia, N. A., Rizal, S., & Khalil, H. P. S. A. (2019). Development of seaweed-based bamboo microcrystalline cellulose films intended for sustainable food packaging applications. *BioResources*, 14(2), 3389–3410. <https://doi.org/10.15376/biores.14.2.3389-3410>
- Kim, H. J., Koo, J. M., Kim, S. H., Hwang, S. Y., & Im, S. S. (2017). Synthesis of super absorbent polymer using citric acid as a bio-based monomer. *Polymer Degradation and Stability*, 144, 128–136. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2017.07.031>
- Li, A., Zhang, J., & Wang, A. (2007). Utilization of starch and clay for the preparation of superabsorbent composite. *Bioresource Technology*, 98(2), 327–332. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2005.12.026>
- Liu, J., Chai, J., Zhang, T., Yuan, Y., Saini, R. K., Xu, M., Li, S., & Shang, X. (2021). Phase behavior, thermodynamic and rheological properties of ovalbumin/dextran sulfate: Effect of biopolymer ratio and salt concentration. *Food Hydrocolloids*, 118 (January), 106777. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2021.106777>
- Przybysz-Romatowska, M., Haponiuk, J., & Formela, K. (2020). Reactive extrusion of biodegradable aliphatic polyesters in the presence of free-radical-initiators: A review. *Polymer Degradation and Stability*, 182, 109383. <https://doi.org/10.1016/j.polymdegradstab.2020.109383>
- Rusdianto, A. S., Amilia, W., & Sinta, V. J. D. (2021). The Optimization Of Cellulose Content In Tobacco Stems (*Nicotiana tabacum* L.) With Acid Extraction Method And Alkaline Extraction Method. *International Journal on Food, Agriculture and Natural Resources*, 2(2), 13–19. <https://doi.org/10.46676/ij-fanres.v2i2.28>
- Sumiati, T., Suryadi, H., Harmita, & Sutriyo. (2023). Morphological, characterization and FTIR analysis of delignified pineapple leaves as raw material for cellulose production. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1160(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1160/1/012072>
- Sunardi, S. (2020). Pengaruh Penambahan Jumlah Inisiator Amonium Persulfat (APS) Terhadap Karakteristik Polimer Superabsorben Asam Akrilat dan Selulosa Batang Alang. *Nasional Penelitian, Pendidikan Dan Penerapan MIPA*. <https://doi.org/10.13140/2.1.5170.2561>
- Sunardi, S., Irwan A., Latifah, A., Istikohwati, W. T., & Haris, A. (2017). Kajian Pengaruh Jumlah Agen Pengikat Silang Terhadap Karakteristik Superabsorben Asam Akrilat Tercangkok Selulosa dari Alang-alang (*Imperata cylindrica*). *Sains dan Terapan Kimia*, 11(1), 15-23.
- Sunardi, S., Irwan, A., Nurjannah., & Istikowati, W. T. (2013). Pengaruh Penambahan Jumlah Inisiator Amonium Persulfat (APS) terhadap Karakterisasi Polimer Superabsorben Asam Akrilat dan Selulosa Batang Alang-Alang (*Imperta cylindrica*). *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA, Yogyakarta 18 Mei 2013*. Hal. 127-132.
- Susmanto, P., Putri, A. R., & Nugraha, M. Z. (2023). Production of Superabsorbent Biopolymer from Modified Cellulose-Based Polivinyl Alcohol with Variation of the Number of Initiator and Crosslink Agent. *Journal of Ecological Engineering*, 24(6), 98–108. <https://doi.org/10.12911/22998993/162786>
- Susmanto, P., Santia, L., Utari, I. R., & Rendana, M. (2020). Pengaruh Penambahan Selulosa dari Serat Kapuk dan Crosslink Agent Terhadap Sifat Absorpsi dan Rasio Swelling Biopolimer Superabsorben. *Jurnal Integrasi Proses*, 9(2), 9. <https://doi.org/10.36055/jip.v9i2.8948>
- Tuyet Phan, M. T., Pham, L. N., Nguyen, L. H., & To, L. P. (2021). Investigation on Synthesis of Hydrogel Starting from Vietnamese Pineapple Leaf Waste-Derived Carboxymethylcellulose. *Journal of Analytical Methods in Chemistry*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/6639964>