

Pengaruh Inisiator Persulfat terhadap Kinerja Biopolimer Superabsorben Berbasis Selulosa Pelepah Pisang

Yandriani^{1*}, Alya Putri Yolanda¹, Riska Puspitasari¹, Aisyah Azzahra¹, Restu Pamungkas¹,
Tine Aprianti¹, Risa Marta Yati², Debby Yulinar Permata³, Susi Susanti¹, Selpiana¹,
Muhammad Rendana¹

¹Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

²Pendidikan Pancasila dan Kewarganegaraan, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Sriwijaya

³Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya

Jl. Raya Palembang-Prabumulih KM.32, Kab. Ogan Ilir, Sumatera Selatan 30862.

*Corresponding Email: yandriani@ft.unsri.ac.id

Abstrak

Limbah pelepah pisang mengandung selulosa yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku biopolimer superabsorben. Penelitian ini bertujuan mengembangkan dan mengevaluasi karakteristik biopolimer superabsorben berbasis selulosa pelepah pisang dengan membandingkan penggunaan inisiator amonium persulfat (APS) dan kalium persulfat (KPS). Sintesis dilakukan melalui polimerisasi adisi menggunakan monomer akrilamida (AAM), pengikat silang ethylene glycol dimethacrylate (EGDMA), dan aliran gas nitrogen untuk mempercepat pembentukan gel serta meminimalkan pengaruh oksigen. Massa inisiator APS dan KPS divariasikan sebesar 0,5; 1,0; 1,5; dan 2,0 g, sedangkan rasio selulosa terhadap AAM ditetapkan pada 1:2, 1:3, 1:4, dan 1:5. Proses polimerisasi menggunakan 1,5 g selulosa dan 0,2 g EGDMA pada suhu 60 °C selama dua jam dengan kecepatan pengadukan 250 rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis dan jumlah inisiator serta rasio selulosa-AAM memengaruhi kemampuan pembengkakan dan penyerapan air biopolimer. Formulasi terbaik diperoleh menggunakan 1,5 g APS pada rasio selulosa sebesar 1:4, yang menghasilkan nilai pembengkakan 884,8% dan daya serap air 745,6%. Temuan ini menunjukkan bahwa selulosa limbah pelepah pisang berpotensi dikembangkan menjadi biopolimer superabsorben melalui pengaturan formulasi dan kondisi polimerisasi yang tepat.

Kata kunci: ammonium persulfate; banana midrib; cellulose; potassium persulfate; superabsorbent biopolymer

Abstract

Banana midrib waste contains cellulose that can potentially serve as a raw material for superabsorbent biopolymers. This study aimed to develop and evaluate the characteristics of a banana-midrib-cellulose-based superabsorbent biopolymer by comparing ammonium persulfate (APS) and potassium persulfate (KPS) as initiators. The biopolymer was synthesized through addition polymerization using acrylamide (AAM) as the monomer, ethylene glycol dimethacrylate (EGDMA) as the crosslinking agent, and nitrogen gas to accelerate gel formation and minimize oxygen interference. APS and KPS masses were varied at 0.5, 1.0, 1.5, and 2.0 g, while the cellulose-to-AAM ratios were set at 1:2, 1:3, 1:4, and 1:5. Polymerization was conducted using 1.5 g of cellulose and 0.2 g of EGDMA at 60 °C for two hours with a stirring speed of 250 rpm. The results showed that the initiator type and amount and the cellulose-to-AAM ratio influenced the swelling and water absorption capacities of the biopolymer. The optimum formulation consisted of 1.5 g of APS and a cellulose-to-AAM ratio of 1:4, achieving 884.8% swelling and 745.6% water absorption. These findings demonstrate the potential of banana midrib cellulose as a sustainable raw material for producing superabsorbent biopolymers under appropriately controlled formulation and polymerization conditions.

Keywords: ammonium persulfate; banana midrib; cellulose; potassium persulfate; superabsorbent biopolymer

1. PENDAHULUAN

Superabsorbent polymer (SAP) adalah bahan polimer dengan kemampuan menyerap air, larutan garam, dan cairan dalam jumlah besar, 10 hingga 1000 kali berat awal, tanpa

melepas cairan tersebut (Romadhoni & Ridho, 2022). SAP bersifat hidrofilik karena memiliki jaringan polimer tiga dimensi dengan ikatan silang yang fleksibel. SAP terbentuk dari melalui ikatan kimia antara molekul molekul monomer

yang membentuk rantai polimer. Umumnya, ikatan yang dominan di dalam SAP adalah ikatan silang, yang menghubungkan rantai polimer satu dengan yang lainnya.

Ikatan silang pada tingkat molekular memberikan kekuatan dan stabilitas pada struktur polimer serta menciptakan pori-pori untuk menyerap dan mempertahankan air. Polimer yang terbentuk memiliki struktur jaringan terbuka dengan banyak titik persilangan, sehingga monomer menyerap air dalam jumlah besar. Menurut Zain (dalam Savitri dkk, 2019) gugus fungsional hidrofilik yang melekat pada polimer menentukan kapasitas SAP untuk menyerap air. Proses pencangkakan dengan penambahan zat lain salah satu cara untuk meningkatkannya sifat fisik dan *swelling* (Ritonga dkk, 2021). Salah satu bahan tambahan yang dapat digunakan untuk meningkatkan sifat fisik dan *swelling* adalah pelepah pisang.

Pelepah pisang berpotensi menjadi SAP karena mengandung selulosa, yang membuat pelepah pisang tersebut dapat dijadikan bahan baku untuk SAP yang ramah lingkungan. Menurut Sucahyono (dalam Novitasari dkk, 2024) pelepah pisang mengandung selulosa sebesar 83,3% serta lignin sebesar 2,97%. Selulosa merupakan polimer alam melimpah yang dapat memberikan sifat ramah lingkungan pada produk akhir. Penelitian sebelumnya telah mengeksplorasi berbagai limbah biomassa, seperti Susmanto dkk (2023) yang menggunakan selulosa ampas tebu dengan inisiator kalium persulfat. Mas'ud dkk (2013) yang memanfaatkan selulosa onggok singkong dengan inisiator ammonium persulfat.

Penggunaan selulosa pelepah pisang dengan studi komparatif langsung antara inisiator Amonium Persulfat (APS) dan Kalium Persulfat (KPS) menggunakan agen pengikat silang EGDMA masih jarang dieksplorasi. Hal ini menjadi penting karena setiap jenis limbah biomassa memiliki karakteristik struktur serat dan reaktivitas yang berbeda, sehingga memerlukan penyesuaian pada sistem inisiasi untuk mencapai derajat pencangkakan (*grafting*) yang optimal guna menghasilkan daya serap air yang maksimal.

Untuk mengatasi tantangan dalam pembentukan jaringan polimer pada selulosa pelepah pisang, agen pengikatan silang *Ethylene Glycol Dimethacrylate* (EGDMA) digunakan

untuk membangun struktur tiga dimensi yang stabil dan meningkatkan kapasitas hidrogel. EGDMA dipilih karena sifatnya yang hidrofilik dan lebih polar dibandingkan DVB-80, dipilih untuk penelitian ini untuk menyelidiki efeknya dalam meningkatkan sifat hidrogel (Shaipulizan dkk, 2020). Selain itu, pemilihan inisiator APS dan KPS bertujuan untuk melepaskan ion radikal bebas yang akan memicu pemutusan ikatan hidrogen selulosa. Hal itu memungkinkan monomer akrilamida tercangkak secara optimal pada tulang punggung selulosa pelepah pisang tersebut.

Kombinasi antara variabel inisiator dan agen pengikat silang ini sangat menentukan densitas jaringan tiga dimensi yang terbentuk, yang pada gilirannya akan memengaruhi fleksibilitas rantai polimer dalam memerangkap molekul air. Berdasarkan tinjauan teoritis tersebut, hipotesis dalam penelitian ini adalah penggunaan APS akan memberikan kapasitas *swelling* yang lebih tinggi dibandingkan KPS pada suhu operasi 60°C. Hal ini didasarkan pada energi aktivasi dekomposisi APS yang cenderung lebih rendah dalam fasa cair, sehingga memungkinkan pembentukan situs radikal aktif yang lebih masif untuk menginisiasi polimerisasi adisi monomer akrilamida pada tulang punggung selulosa pelepah pisang.

Kelarutan dan proses degradasi termal yang lebih cepat ini menyebabkan reaksi pencangkakan menggunakan APS menghasilkan campuran yang mengental (gelasi dalam waktu lebih singkat daripada menggunakan KPS (Distantina dkk, 2024). Hal tersebut mengindikasikan laju pembentukan jaringan polimer yang lebih responsif. Selain itu, penelitian ini menetapkan kriteria keberhasilan kuantitatif sebagai standar evaluasi performa SAP yang dihasilkan. Target yang ingin dicapai meliputi efisiensi delignifikasi selulosa minimal 50% serta perolehan nilai *swelling* minimal 700%. Dengan penetapan kriteria ini, hasil penelitian tidak hanya diposisikan sebagai laporan data eksperimental, tetapi juga sebagai bukti optimasi teknis dalam pemanfaatan limbah pelepah pisang menjadi material maju yang kompetitif.

2. METODOLOGI

2.1 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini digunakan beberapa variabel, yaitu variabel bebas, variabel terikat, dan variabel tetap. Variabel bebas meliputi

konsentrasi inisiator, yaitu amonium persulfat (APS) dan kalium persulfat (KPS) dengan variasi massa 0,5; 1; 1,5; 2 gram, serta rasio selulosa pelepah pisang terhadap akrilamida sebesar 1:2, 1:3, 1:4, dan 1:5. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah karakteristik *superabsorbent polymer* (SAP) yang dihasilkan, seperti kemampuan penyerapan (*swelling*) dan kapasitas serap air. Variabel tetap yang digunakan adalah konsentrasi *crosslinker ethylene glycol dimethacrylate* (EGDMA) sebesar 0,2 gram, selulosa pelepah pisang 1,5 gram, kecepatan pengadukan 250 rpm, waktu polimerisasi 2 jam, suhu polimerisasi 60°C.

Meskipun data kontrol tanpa inisiator atau tanpa *crosslinker* tidak ditampilkan secara grafis, observasi pada tahap orientasi menunjukkan bahwa tanpa inisiator tidak terjadi pembentukan radikal bebas pada tulang punggung selulosa, sehingga reaksi *grafting* akrilamida tidak berlangsung. Selain itu, tanpa penambahan EGDMA, polimer yang terbentuk bersifat linear dan larut dalam air, sehingga tidak mampu membentuk hidrogel dengan struktur tiga dimensi yang stabil saat mengalami *swelling*. Hal ini menunjukkan bahwa pembentukan jaringan SAP yang bergantung pada sinergi antara proses inisiasi radikal dan reaksi *crosslinking*.

2.2. Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi limbah pelepah pisang sebagai sumber selulosa, akrilamida sebagai monomer, amonium persulfat (APS) dan kalium persulfat (KPS) sebagai inisiator, *Ethylene Glycol Dimethacrylate* (EGDMA) sebagai *crosslinker*. Selain itu, digunakan *aquadest*, natrium hipoklorit (NaOCl), natrium hidroksida (NaOH) 4%, larutan *buffer acetat* pH 4, 6, dan 9, serta asam sulfat (H₂SO₄) 72% dan 1 N sebagai bahan pendukung.

Pelepah pisang dibersihkan dari kotoran yang menempel, dicuci menggunakan air mengalir secara berulang, dan dikeringkan. Proses isolasi selulosa dilakukan melalui proses delignifikasi dan pemutihan (*bleaching*) untuk menghilangkan komponen non-selulosa seperti lignin, hemiselulosa dan mineral (abu). Penggunaan larutan NaOH dan NaOCl dalam proses ini berfungsi untuk melarutkan zat-zat ekstraktif serta sisa-sisa mineral sehingga diperoleh selulosa yang lebih murni untuk tahap polimerisasi selanjutnya.

Selulosa yang telah kering kemudian dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 80

mesh untuk memperoleh ukuran partikel yang seragam. Penyeragaman ukuran partikel ini bertujuan untuk memastikan luas permukaan yang konsisten sehingga interaksi antara selulosa, monomer akrilamida, dan inisiator (APS/KPS) berlangsung secara homogen.

2.3. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan meliputi ayakan 80 mesh, gelas kimia, batang pengaduk, blender, cawan petri, corong pemisah, desikator, erlenmeyer, gelas ukur, *hot plate*, *heating metal*, kertas pH meter, kertas saring, kondensor, labu leher 3, *magnetic stirrer*, neraca analitik, oven, pipet tetes, saringan, spatula, statif, termometer, gas nitrogen (N₂) untuk menciptakan kondisi inert selama proses polimerisasi.

2.4. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial. Faktor pertama adalah jenis inisiator (APS dan KPS) dan faktor kedua adalah konsentrasi monomer akrilamida (3; 4,5; 6; 7,5 gram). Seluruh unit percobaan dilakukan secara triplo guna memperoleh data yang akurat dan memungkinkan perhitungan galat melalui analisis statistik. Matriks perlakuan selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Matriks Perbandingan Rasio dalam Pembuatan SAP Selulosa Limbah Pelepah Pisang

Inisiator	Crosslink	Monomer	Rasio	Rasio	Rasio	Water
	EGDMA (gr)	Akrilamida (gr)	Swelling (pH4)	Swelling (pH6)	Swelling (pH9)	Absorbancy
APS	0,2	3	A1	C1	E1	G1
	0,2	4,5	A2	C2	E2	G2
	0,2	6	A3	C3	E3	G3
	0,2	7,5	A4	C4	E4	G4
KPS	0,2	3	B1	D1	F1	H1
	0,2	4,5	B2	D2	F2	H2
	0,2	6	B3	D3	F3	H3
	0,2	7,5	B4	D4	F4	H4

2.5. Preparasi Selulosa Pelepah Pisang

Isolasi selulosa diawali dengan pengecilan ukuran pelepah pisang menjadi ± 2 cm, diikuti pengeringan dalam oven suhu 60°C selama 6 jam. Sampel selulosa dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh untuk menjamin luas permukaan reaksi yang konsisten pada setiap sampel. Proses delignifikasi dilakukan menggunakan larutan NaOH dengan konsentrasi 4% (b/v) dengan rasio *solid to liquid* 1:20 (b/v) pada suhu 70°C selama 150 menit. Proses *bleaching* dilakukan dengan mereaksikan 1 gram sampel hasil delignifikasi ke dalam larutan

NaOCl 1,7% (v/v). Untuk mempelajari pengaruh rasio pelarut, digunakan dua variasi volume yaitu 10 mL dan 25 mL, yang merepresentasikan rasio solid to liquid masing-masing sebesar 1:10 dan 1:25 (b/v). Proses ini dijalankan pada suhu 70°C selama 4 jam.

Sampel dicuci dengan pencucian berulang (5-8 kali bilas) menggunakan *aquadest* sampai pH menjadi netral (dicek dengan kertas pH meter) guna memastikan selulosa bebas dari zat ekstraktif yang dapat mengganggu proses grafting. Larutan disaring dan residunya dikeringkan dalam oven pada suhu 70°C selama 4 jam. Efisiensi proses *pretreatment* dipantau melalui perhitungan neraca massa untuk menentukan persentase *recovery* selulosa. Data berat awal serbuk dan berat akhir selulosa setelah pemurnian ditabulasi untuk memastikan konsistensi hasil isolasi setiap *batch* pengerjaan.

2.6. Sintesis Superabsorbent Polymer (SAP)

Sintesis SAP dilakukan dalam labu leher tiga berkapasitas 500 mL yang dilengkapi kondensor balik dan termometer. Urutan penambahan bahan dilakukan sebagai berikut: (1) Selulosa seberat 1,5 gram dilarutkan dalam *aquadest* dan diaduk hingga homogen; (2) Monomer akrilamida ditambahkan sesuai rasio (1:2 hingga 1:5); (3) Larutan dialiri gas nitrogen dengan laju alir konstan 10 mL/ menit selama waktu polimerisasi untuk menciptakan suasana anaerob; (4) Inisiator (APS atau KPS) ditambahkan; dan (5) *Crosslinker* EGDMA ditambahkan sebagai langkah terakhir. Reaksi dijaga pada suhu konstan 60°C dengan kecepatan pengadukan 250 rpm menggunakan *magnetic stirrer*. Waktu gelasi dicatat secara presisi menggunakan *stopwatch* untuk memastikan konsistensi *solid content* pada setiap variasi.

Pemilihan *ethylene glycol dimethacrylate* (EGDMA) sebagai *crosslinker* dalam penelitian ini didasarkan pada keunggulan struktur molekulnya dibandingkan dengan *N,N'-methylenebisacrylamide* (MBA). Secara mekanistik, EGDMA memiliki rantai *spacer* etilen glikol yang lebih panjang dan fleksibel di antara dua gugus fungsi akrilatnya, sehingga memberikan ruang bebas yang lebih besar bagi jaringan polimer untuk berekspansi secara maksimal saat menyerap molekul air. Hal ini berbeda dengan MBA yang cenderung membentuk jembatan molekul yang kaku dan pendek, yang dapat membatasi derajat pengembangan (*swelling*) jaringan. Selain itu,

merujuk pada literatur terbaru (Ariyaldi dkk, 2025), kapasitas *swelling* yang lebih tinggi pada hidrogel dengan EGDMA didorong oleh sifat kimianya yang lebih hidrofilik dibandingkan dengan MBA. Struktur kimia EGDMA mengandung lebih banyak gugus fungsional yang mampu melakukan interaksi kuat dengan molekul air, sehingga meningkatkan afinitas keseluruhan SAP terhadap molekul air dan mendukung performa absorpsi.

2.7. Tahap Analisa Superabsorbent Polymer (SAP)

2.7.1. Analisa Selulosa Menggunakan Metode Chesson

Analisis selulosa menggunakan metode Chesson ini dilakukan dengan cara menimbang sampel kering (berat a) sebanyak 1 gram dan di refluks selama 2 jam dengan 150 ml *aquadest* pada suhu 100°C. Setelah 2 jam, hasilnya disaring dan residunya dicuci dengan air panas 300 ml. Residu kemudian dikeringkan dengan oven sampai beratnya konstan dan kemudian ditimbang beratnya (berat b). Residu ditambah 150 ml H₂SO₄ 1N, kemudian direfluks dengan heating metal selama 1 jam pada suhu 100°C. Hasilnya disaring dan dicuci sampai netral dan residunya dikeringkan hingga beratnya konstan lalu ditimbang (berat c). Residu kering ditambahkan 100 ml H₂SO₄ 72% dan direndam pada suhu kamar selama 4 jam. Lalu ditambahkan 150 ml H₂SO₄ 1N dan di refluks pada suhu 100°C dengan heating metal selama 1 jam pada pendingin balik. Residu disaring dan dicuci dengan H₂O sampai netral. Residu kemudian dipanaskan dengan oven pada suhu 105°C sampai beratnya konstan dan ditimbang (berat d). Selanjutnya residu diabukan dan ditimbang (berat e). Perhitungan kadar selulosa dan kadar lignin dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar selulosa} = \frac{\text{berat c} - \text{berat d}}{\text{berat a}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar lignin} = \frac{\text{berat d} - \text{berat e}}{\text{berat a}} \times 100\%$$

Keterangan:

Berat a = berat kering awal sampel selulosa

Berat b = berat kering residu sampel direfluks dengan air panas

Berat c = berat residu sampel kering setelah disaring dan dicuci hingga netral

Berat d = berat residu setelah diperlakukan dengan 72% H₂SO₄

Berat e = berat residu setelah dikeringkan

2.7.2. Analisa *Water Absorbancy Superabsorbent Polymer (SAP)*

Pengujian *water absorbancy* ini dilakukan dengan mengeringkan sampel superabsorben pada suhu 100°C selama 2 jam di dalam oven. Sampel lalu ditimbang seberat 0,1 gram (W_0), kemudian dimasukkan ke dalam plastik zip dan diberi label. Tambahkan 6 ml *aquadest* pada suhu kamar selama 24 jam. Kemudian superabsorben diangkat dari cairan yang tidak meresap lalu, ditiriskan hingga tidak ada lagi cairan yang menetes. Superabsorben kemudian ditimbang sebagai (W_e).

$$\text{Water absorbancy} = \frac{W_e - W_0}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan:

W_e = *Weight of the superabsorbent swollen*

W_0 = *Dry weight of superabsorbent*

2.7.3. Analisa *Swelling* Biopolimer Superabsorben

Analisa *swelling* dilakukan dengan metode Gravimetri. Metode ini dilakukan dengan cara menimbang sampel seberat 0,1 gram kemudian dimasukkan ke plastik zip yang telah berisi larutan buffer pH 4, 6, dan 9 sebanyak 6 ml. Kemudian diamkan selama 24 jam pada suhu kamar. Setelah 24 jam keluarkan cairan dan ambil sampel untuk ditimbang. Untuk menghitung kapasitas absorpsi dapat menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Swelling} = \frac{W_s - W_d}{W_d}$$

Keterangan:

W_s = *superabsorbent weight after absorbing liquid*

W_d = *superabsorbent dry weight*

2.7.4. Analisa *Fourier Transform InfraRed (FTIR)*

Analisa ini dilakukan untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsional pada produk polimer superabsorben dengan metode spektroskopis *Fourier Transform InfraRed (FTIR)*.

2.7.5. Analisa *Scanning Electron Microscope (SEM)*

Analisa SEM ini bertujuan untuk melihat struktur morfologi biopolimer superabsorben yang dihasilkan. Analisa SEM dilakukan untuk menentukan pola jaringan dalam superabsorben dan memberikan informasi tentang heterogenitas atau homogenitas permukaan superabsorben.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan limbah pelepah pisang yang dikelola menjadi sintesis biopolimer superabsorben. Keberhasilan sintesis biopolimer superabsorben dapat dievaluasi melalui analisis SEM, FTIR, morfologi dan rantai polimer, kekuatan gel, uji *swelling*, serta kemampuan penyerapan air (*water absorbency*). Pada penelitian ini, proses sintesis dilakukan dengan mencangkokkan selulosa dari limbah pelepah pisang pada monomer akrilamida, di mana radikal bebas terbentuk selama polimerisasi menggunakan inisiator amonium persulfat (APS) dan kalium persulfat (KPS), serta diikat silang dengan agen *crosslink* EGDMA.

3.1. Pembuatan Sintesis Biopolimer

Rasio monomer selulosa dari limbah pelepah pisang dan akrilamida yang divariasikan adalah 1:2, 1:3, 1:4, dan 1:5, sementara variasi inisiator yang digunakan adalah 0,5;1;1,5; dan 2 gram. Menurut Romadhoni dkk. (2022), suhu optimal untuk sintesis superabsorben adalah 60°C–70°C, dan penggunaan agen *crosslink* EGDMA optimal pada 0,2 gram. Pada 0,2 gram, EGDMA menyediakan jumlah ikatan silang yang cukup untuk meningkatkan stabilitas dan kekuatan struktur polimer tanpa membuatnya terlalu kaku atau terlalu padat. Parameter keberhasilan sintesis superabsorben meliputi suhu, waktu, rasio monomer, inisiator, dan agen *crosslink*.

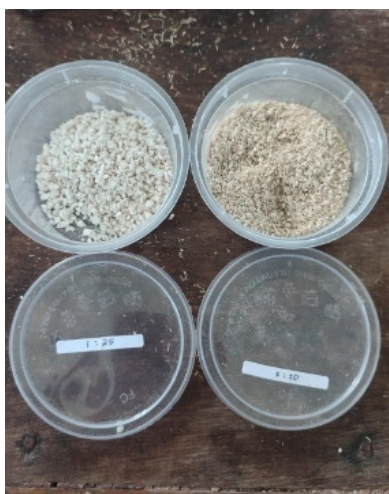
Sintesis ini menggunakan gas nitrogen untuk menghilangkan oksigen dan mempercepat reaksi kimia. Penggunaan nitrogen, menurut Yan dan Row (dalam Mardiana dan Nuraisyah, 2022) bertujuan untuk mencegah oksigen yang dapat menyebabkan pembentukan hidrogen peroksida. Terbentuknya hidrogen peroksida dianggap mengganggu kelancaran proses reaksi yang dapat memicu reaksi samping yang dapat menurunkan kualitas polimer yang dihasilkan. Sintesis dilakukan dengan metode kopolimerisasi pencangkokan (*graft copolymerization*) dan polimerisasi adisi (inisiasi, propagasi, terminasi) untuk menghasilkan struktur polimer yang lebih kompleks dan meningkatkan daya serap.

3.2. Analisa Selulosa Menggunakan Metode Chesson

Pada penelitian ini dilakukan proses delignifikasi dengan menggunakan NaOH dengan konsentrasi 4% dengan perbandingan

antara selulosa dan NaOH yaitu 1:25 dan 1:10. Dalam proses delignifikasi, rasio antara selulosa dan NaOH yang lebih besar cenderung meningkatkan kemampuan larutan untuk dapat menghilangkan lignin dan zat pengotor lainnya. Dengan kadar NaOH yang semakin tinggi maka selulosa yang didapatkan akan semakin banyak (Sinaga dkk, 2024). Sehingga, hasil delignifikasi dengan perbandingan 1:25 terlihat lebih bewarna putih dibandingkan dengan perbandingan 1:10. Berdasarkan pertimbangan ini, maka digunakan proses delignifikasi dengan perbandingan 1:25. Selulosa pelepah pisang inilah yang kemudian dilakukan uji kadar selulosa dengan menggunakan metode Chesson Data (1981). Proses uji kadar selulosa dilakukan sebelum dan sesudah delignifikasi.

Berdasarkan hasil yang diperoleh dengan menggunakan metode Chesson Data, didapatkan bahwa limbah pelepah pisang sebelum didelignifikasi dengan NaOH mengandung selulosa sebanyak 28,44%. Selanjutnya, pelepah pisang setelah didelignifikasi mengalami peningkatan kandungan selulosa yaitu sebesar 56,20%. Dalam hal ini, delignifikasi bertujuan untuk memisahkan kandungan struktur selulosa, hemiselulosa dan lignin. Proses delignifikasi dipilih dengan menggunakan senyawa NaOH, karena NaOH merupakan senyawa alkali sehingga lignin akan dengan mudah larut dan selulosa tidak (Dewanti, 2018). Penurunan hemiselulosa di pelepah pisang dapat terjadi karena adanya ikatan hemiselulosa yang terputus sehingga menyebabkan penambahan selulosa setelah delignifikasi.



Gambar 1. Hasil Pretreatment Selulosa Pelepah Pisang

Setelah itu, dilakukan proses *bleaching* yang berfungsi untuk dapat menghilangkan kandungan lignin yang masih bersisa dan memberikan warna yang lebih putih. Pada penelitian ini, senyawa yang digunakan untuk *bleaching* yaitu NaOCl dengan rasio yang sama seperti pada proses delignifikasi. Hasil *bleaching* dengan rasio 1:25 memberikan warna selulosa yang lebih putih dibandingkan dengan rasio 1:10. Peningkatan laju delignifikasi pada delignifikasi I dan delignifikasi II (*bleaching*) terjadi karena adanya peningkatan konsentrasi larutan NaOCl, sehingga mengakibatkan kelarutan selulosa menjadi meningkat (Yuliatun dkk, 2024).

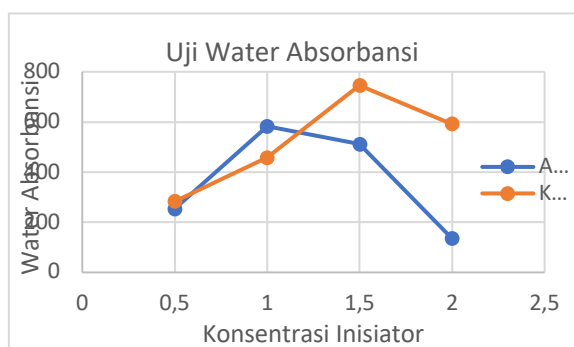
3.2. Pengaruh Variasi Inisiator APS dan KPS

Inisiator yang digunakan adalah amonium persulfat (APS) dengan rumus molekul $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$. Radikal anion sulfat bergabung dengan $-\text{OH}$ dari *backbone* sehingga pada *backbone* kehilangan gugus $-\text{OH}$ menjadi RO^- (radikal alkoksi) (Kezia dkk, 2018). Pembentukan radikal anion sulfat dari APS merupakan tahap inisiasi. Tahap kedua adalah pengikatan hidrogen oleh radikal anion sulfat yang terbentuk dari APS. Tahap ini disebut tahap propagasi. Situs radikal aktif (RO^-) pada natrium alginat kemudian akan mengikat monomer. Penggunaan APS sebagai inisiator dapat membantu meningkatkan kapasitas pengembangan (*swelling capacity*) dari polimer superabsorben. Dengan proses polimerisasi yang efisien, jaringan polimer memiliki struktur terbuka yang mampu menahan air dalam jumlah besar.

Menurut Hsu dkk (dalam Laksanawati, 2019) bahwa kalium persulfat (KPS) berfungsi sebagai inisiator dalam polimerisasi larutan, di mana KPS terdisosiasi secara termal menjadi radikal bebas pada suhu 70°C . Hal ini yang membuat KPS cocok untuk proses polimerisasi yang membutuhkan kontrol suhu yang lebih presisi. Pada suhu ini, reaksi polimerisasi dapat berlangsung dengan baik tanpa risiko degradasi bahan baku atau polimer yang terbentuk. Dekomposisi inisiator KPS terjadi ketika senyawa terurai akibat panas, menghasilkan sepasang radikal bebas yang berfungsi sebagai pemicu reaksi. Radikal bebas ini berperan penting dalam memulai reaksi polimerisasi, di mana mereka menyerang monomer untuk memulai pembentukan rantai polimer yang diperlukan dalam struktur superabsorben.

3.3. Pengaruh Inisiator dan Crosslink terhadap Water Absorbancy

Kemampuan *water absorbancy* tidak jauh berbeda dengan kemampuan *swelling*, di mana keduanya berkaitan dengan penyerapan cairan. Perbedaannya terletak pada *swelling* yang merujuk pada perubahan volume material, sementara *water absorbancy* mengacu pada jumlah cairan yang diserap. *Swelling* digunakan untuk menggambarkan karakteristik polimer, hidrogel, atau bahan yang mengalami perubahan volume signifikan saat terkena cairan. Sebaliknya, *water absorbancy* menggambarkan kemampuan material untuk menyerap air, pelarut, atau cairan lainnya, terutama dalam aplikasi seperti superabsorben atau penyerap cairan.



Gambar 2. Hasil Uji Water Absorbancy

Gambar 2 menunjukkan data absorbansi air pada 32 sampel, dengan fluktuasi yang cukup signifikan dari satu sampel ke sampel lainnya. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan yang cukup besar dalam daya serap air antarsampel, yang bisa disebabkan oleh perbedaan dalam komposisi atau perlakuan terhadap masing-masing sampel. Penggunaan konsentrasi inisiator yang terlalu tinggi dapat mempercepat laju reaksi, sehingga menghasilkan hidrogel yang lebih padat dan kaku (Ilham dkk, 2023). Akibatnya, *water absorbancy* superabsorben dapat berkurang karena ruang yang tersedia untuk menyerap air menjadi terbatas. Selain inisiator, penggunaan *crosslink agent* juga memengaruhi *water absorbancy* superabsorben. Peningkatan konsentrasi inisiator meningkatkan *water absorbancy*, sementara peningkatan konsentrasi *crosslink* menurunkan *water absorbancy* (Basuki dan Ma'ruf, 2018).

Crosslink agent menyebabkan polimer superabsorben memiliki struktur jaringan tiga dimensi yang tidak larut dalam air (Laksanawati dkk, 2018). Oleh karena itu, semakin banyak

jumlah *crosslinker* yang digunakan, semakin padat jaringan polimer dalam superabsorben, yang dapat mengurangi *water absorbancy* karena terbatasnya ruang untuk menyerap cairan.

KESIMPULAN

Penelitian ini dapat memanfaatkan limbah pelepah pisang sebagai bahan baku untuk sintesis biopolimer superabsorben (SAPs) menggunakan metode polimerisasi adisi. Variasi inisiator Ammonium Persulfat (APS) dan Kalium Persulfat (KPS) serta rasio selulosa dengan monomer Akrilamida (AAM) menunjukkan bahwa kombinasi terbaik diperoleh pada inisiator APS 1,5 gram dengan rasio selulosa:monomer 1:4, menghasilkan karakteristik superabsorben optimal dengan persentase *swelling* 884,8% dan *water absorbancy* 745,6%.

DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, A., dan Ma'ruf, H. M. 2018. Sintesa dan Karakterisasi Superabsorben Polimer dari Pati dan Asam Akrilat. [SKRIPSI]. Departemen Teknik Kimia. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Ilham, W. A., Kurniawan, T., Saepurahman., Aisyah, R. S. S. 2023. Correlation Analysis of Radical Polymerization Reaction Operating Condition to Industrial Scale Swelling Capacity of Superabsorbent. *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)*. Vol. 8(2):174-191.
- Kezia, M. F., Witono, J. R., dan Martina, A. Sintesa Superabsorben dari Natrium Alginat dengan Metode Grafting Crosslinking dengan dan Tanpa Komposit. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta, 1-7.
- Laksanawati, T. A. (2019). Sintesis dan Karakteristik Gel Komposit Starch-Graft-Acrylic Acid/Bentonite dengan Bahan Jaringan N, N-Methylenebisacrylamide untuk EOR. [SKRIPSI]. Departemen Teknik Kimia. Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Mardiana, U., dan Nuraisyah, S. 2022. Penggunaan Molekul Cetakan Atenolol dan Monomer Akrilamida pada Sintesis Molecular Imprinting Polymer. *Jurnal Kimia (Journal of Chemistry)*. Vol. 16(1): 10-19.

- Novitasari, Z. R., Nuraziizah, N. A., Maulidya, N. I., dan Irsyad, M. A. Pengembangan Biodegradable Box dari Limbah Pelepah Pisang dan Ampas Tebu Sebagai Pengganti Styrofoam: Studi Penggunaan Mesin Press. *Jurnal Penelitian Inovatif (JUPIN)*. Vol. 4(4): 2341-2348.
- Primack, H.S., (1983), Method of Stabilizing Polyvalent Metal Solutions, *U.S. Patent No. 4,373,104*
- Ritonga, H., Nurdin, M., Rembon, F. S. dan Ramadhan, L. O. A. N. 2021. *Hidrogel Aplikasinya sebagai Soil Condition*. Pekalongan: PT. Nasya Expanding Management.
- Romadhoni, D., dan Ridho, R. 2022. Sintesis Superabsorben Polimer Dengan Variasi Pati Tepung Tapioka dan Asam Akrilat. *Prosiding Seminar Nasional MIPA UNIBA*. Universitas PGRI Banyuwangi, 167-171.
- Romadhoni, D., Ridho, R., dan Malis, E. 2022. Sintesis Polimer Superabsorben Pati Tropis Poliakrilat serta Aplikasinya pada Tanaman Selada Air (*Nasturium officinale* R. Br). *Jurnal Crystal: Publikasi Penelitian Kimia dan Terapannya*. Vol. 4(1): 7-15.
- Savitri, D. R., Satriananda., dan Fauzan, R. 2019. Sintesa Superabsorben Polimer Hybrid Komposit Ampas Tebu-Kitosan Sebagai Media Tanam Penyimpan Air. *Jurnal Reaksi*. Vol. 17(1): 1-6.
- Shaipulizan, N. S., Md Jamil, S. N. A., Kamaruzaman, S., Subri, N. N. S., Adeyi, A. A., Abdullah, A. H., & Abdullah, L. C. (2020). Preparation of ethylene glycol dimethacrylate (EGDMA)-based terpolymer as potential sorbents for pharmaceuticals adsorption. *Polymers*. Vol. 12(2): 423.