

LAPORAN PENELITIAN

SINTESIS DAN KARAKTERISASI SUPERABSORBENT POLYMER (SAP) ASAM AKRILAT – KITOSAN DENGAN INISIATOR AMONIUM PERSULFAT DAN AGEN PENGIKAT SILANG N’N METILENEBISAKRILAMIDA (MBA).



Di Susun Oleh :

DIMAS PRASETYO

(3335180014)

**JURUSAN TEKNIK KIMIA – FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
CILEGON – BANTEN
2023**

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

NAMA : Dimas Prasetyo

NIM : 3335180014

JURUSAN : Teknik Kimia

JUDUL : Sintesis dan Karakterisasi Superabsorbent Polymer (SAP)
Asam Akrilat – Kitosan dengan Inisiator Amonium Persulfat
dan Agen Pengeriat Silang N'N Metilenebisakrilamida
(MBA)

Bersedia

Dengan ini menyatakan bahwa penelitian dengan judul tersebut di atas adalah benar karya saya sendiri dengan arahan dari pembimbing dan tidak ada duplikasi dengan karya orang lain kecuali telah disebutkan sumbernya.

Apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam penelitian ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai perundang-undangan yang berlaku.

Cilegon, 13 Februari 2025


METERAI
TEMPEL
6ADE6AMXJ63364210
Dimas Prasetyo

Laporan Penelitian

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SUPERABSORBENT POLYMER (SAP) ASAM
AKRILAT - KITOSAN DENGAN INISATOR AMONIUM PERSULFAT DAN AGEN
PENGIKAT SILANG N,N'- METILENEBISAKRILAMIDA (MBA)**

disusun oleh:

DIMAS PRASETYO

(3335180014)

Telah disetujui oleh dosen pembimbing dan telah dipertahankan di hadapan

Dewan penguji

Pada tanggal :12 Oktober 2023

Dosen pembimbing



Dhenia Ria Barleany, S.T, M.eng

NIP. 198203152005012002

Dosen Penguji I



Prof.Dr.Ir. Eka Sari, Asean Eng

NIP. 197406072003122001

Dosen Penguji II



M. Triyogo Adiwibowo, ST., MT

NIP. 199010022019031013



**Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Kimia**

Dr. Heri Heriyanto, ST., M.Eng

NIP. 197510222005011002

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada kami sehingga dapat menyelesaikan laporan penelitian yang berjudul **“Sintesis dan krakterisasi *supersorbent polymer* (SAP) asam akrilat-kitosan dengan inisiator amonium persulfat dan agen pengikat silang N,N'-metilenebisakrilamida (MBA)”** dengan baik. Selesainya penyusunan proposal penelitian ini tidak lepas dari bantuan, support, arahan dan bimbingan banyak pihak. oleh sebab itu penulis ingin sampaikan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Jayanudin, S.T, M.Eng. selaku ketua jurusan teknik kimia yang telah membuat kebijakan dalam kurikulum sehingga kami dapat menyelesaikan penelitian ini.
2. Ibu Dr. Rahmayetti, S.T, M.T selaku koordinator penelitian yang telah membuat sistem penelitian sehingga penelitian ini bisa diselesaikan oleh kami.
3. Ibu Dhenia Ria Barleany, S.T, M.eng. selaku dosen pembimbing penelitian yang telah meluangkan waktu untuk membimbing selama proses penelitian ini.
4. Kedua orang tua yang telah memberikan nasihat, do'a, dan dukungan moril maupun materil untuk penulis dalam menuntut ilmu, sehingga penyusunan proposal penelitian ini dapat terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa proposal penelitian ini masih jauh dari sempurna, penyusun sangat terbuka menerima kritik dan saran yang membangun. sehingga kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun agar dijadikan sebagai bahan evaluasi. Semoga laporan penelitian ini dapat memberikan wawasan yang lebih luas kepada pembaca.

Cilegon, Oktober
2023

Penulis

ABSTRAK

Superabsorbent Polymer (SAP) adalah bahan yang dapat menyerap cairan lebih dari 100 kali berat keringnya sendiri. Salah satu polimer yang berpotensi untuk dijadikan bahan baku SAP adalah asam akrilat dan kitosan. Asam akrilat (AA) adalah salah satu jenis monomer hidrofilik yang dalam bentuk ioniknya ($-C-OO^-$) mempunyai afinitas yang besar terhadap air, dan paling populer dipakai sebagai bahan dasar SAP yang digabungkan dengan kitosan, berdasarkan hipotesis bahwa kitosan yang dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi polimer superabsorben. Tujuan dari penelitian ini yaitu menghasilkan produk SAP dari bahan asam akrilat dengan penambahan kitosan dan mengetahui pengaruh penambahan kitosan terhadap rasio swelling, fraksi gel dari produk SAP yang dihasilkan. Prosedur penelitian ini dimulai dengan dilarutkan asam akrilat dengan netralisasi KOH, dan larutan kitosan dengan inisiator amonium persulfat masing-masing dalam aquadest. Kemudian dicampurkan larutan asam akrilat netralisasi dan larutan kitosan yang sudah di inisiator dan di aduk dengan menggunakan magnetik stirer selama 3 jam pengadukan dengan suhu $65 - 80^{\circ}C$ kemudian dicetak kedalam cawan petri dan dikeringkan dengan oven selama 24 jam. Sampel SAP di buat dengan variasi kitosan (0,5 %, 2% dan 4%) dan sebagai variabel bebas dan variabel tetapnya meliputi, konsentrasi asam asetat ($1\%^{w/v}$), KOH ($7,8^{gr}$) konsentrasi asam akrilat (100 % sebanyak 15 ml). Dan nilai terbaik yang diperoleh untuk sintesis SAP pada penambahan kitosan terdapat pada sampel SAP 1 kitosan 4% dengan analisa swelling ratio sebesar 159,92 g/g fraksi gel tertinggi sebesar 86%.

Kata Kunci: *KOH, MBA, Kitosan, Superabsorbent Polymer, Swelling Ratio*

DAFTAR ISI

LAPORAN PENELITIAN	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK.....	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Ruang Lingkup	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Superabsorbent Polymer.....	4
2.1.1 Teknis Sintesis.....	5
2.1.2 Jenis SAP.....	8
2.1.3 Komposit SAP.....	8
2.2 N’N BISAKRILAMIDA	9
2.3 Asam Akrilat	10
2.4 Aplikasi SAP	11
BAB III METODE PENELITIAN	13
3.1 Tahapan Penelitian	13
3.1.1 Pembuatan Larutan Kitosan dan Inisiator Amoiom Persulfat.....	13
3.1.2 Pembuatan SAP dari Asam Akrilat Ternetralisasi KOH	13
3.2 Prosedur penelitian	14
3.3 Alat dan Bahan	15
3.4 Alat	15
3.5 Bahan	15
3.6 Variabel Penelitian	15
3.7 Metode Pengumpulan dan Analisa Data.....	16
3.7.1 Uji Daya Serap Superabsorbent polymer (Swelling)	16
3.7.2 Fraksi Gel	16

3.7.3	FTIR (Fourier Transform Infrared)	16
3.7.4	SEM (Scanning Electron Microscopy).....	17
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		18
4.1	Produk SAP	18
4.2	Fraksi gel	18
4.3	Analisa Daya Serap Air (<i>Swelling Ratio</i>)	20
4.4	Scanning Electron Microscope (SEM).....	23
4.5	Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR).....	24
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		27
5.1	Kesimpulan.....	27
5.2	Saran	27
DAFTAR PUSTAKA		28

DAFTAR TABEL

<u>Tabel 1.</u> Kode sampel SAP 1, SAP 2 dan SAP 3	16
<u>Tabel 2.</u> Kapasitas penyerapan saat setimbang (Q_e) dan konstanta laju dari dua model kinetika swelling.	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Mekanisme Hidrasi Polimer Superabsorben (Soo Cheong Chang, 1999).	5
Gambar 2. Struktur molekul N.N' - Metilenbisakrilamida	9
Gambar 3. Struktur kimia asam akrilat	11
Gambar 4. Pembuatan Larutan Kitosan dan Inisiator Amonium Persulfat	13
Gambar 5. Gambar Pembuatan SAP dari Asam Akrilat Ternetralisasi KOH dan Kitosan	14
Gambar 6. Alur terbentuknya Produk SAP	18
Gambar 7. Pengaruh konsentrasi kitosan terhadap Faksi Gel SAP berbasis asam akrilat	19
Gambar 8. Grafik Pengaruh Komposisi Bahan Baku terhadap Swelling Ratio untuk SAP pada Berbagai Waktu Perendaman	20
Gambar 9. Perbandingan antara data penelitian dan perhitungan dari model kinetika swelling untuk [A] pseudo-first order dan [B] pseudo-second order	22
Gambar 10. Analisis morfologi SAP menggunakan SEM dengan berbagai perbesaran [A] 300x, [B] 500x, [C] 1000x, dan [D] 2000x	24
Gambar 11. Analisis IR untuk [A] kitosan murni, [B] superabsorbent dipreparasi dari konsentrasi kitosan 0.5% (w/v) (SAP 3), dan [C] superabsorben dari konsentrasi kitosan 4% (w/v) (SAP 1)	25

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Superabsorben merupakan suatu material yang mempunyai kemampuan untuk menyerap *liquid* dalam kapasitas cukup besar, dan dapat diaplikasikan diberbagai bidang yaitu industri pertanian, pembuatan popok, perkebunan, industri makanan dan industri pertambangan. Superabsorbent polymer (SAP) atau bisa disebut hidrogel adalah rantai yang terikat secara longgar, jaringan tiga dimensi rantai polimer fleksibel yang terisolasi, gugus fungsi ionic. SAP secara efektif dapat menyerap sejumlah besar air, larutan garam, dan cairan dengan daya serap mulai 10 hingga 1000 kali dari bobot awalnya dan tidak melepas cairan tersebut (Pourjavadi dkk, 2007). SAP mempunyai kemampuan untuk menyerap air dalam jumlah yang sangat besar hingga mencapai kandungan 99% berat total dari komponen materialnya sendiri, namun komponen tersebut memiliki kelemahan dimana air yang telah terserap di dalam gel akan susah untuk dikeluarkan dan satusatunya cara untuk mengeluarkan air tersebut adalah dengan proses drying (Zhang dkk, 2012). Dengan adanya kelemahan tersebut diperlukannya solusi untuk menciptakan SAP yang dapat mengatasi kelemahan tersebut dan dapat juga meningkatkan efisiensi dari penggunaan superabsorben tersebut.

Untuk mengatasi kelemahan dari superabsorben yaitu dengan mensintesis senyawa baru yang dapat mengatasi kelemahan dari superabsorben tersebut, Banyak penelitian yang dilakukan untuk memodifikasi polimer dengan bahan lain untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi dan ketahanan sifat fisiknya dengan memanfaatkan bahan-bahan alam seperti kitosan. Kitosan merupakan polimer alami yang bukan hanya terdapat secara melimpah di alam, akan tetapi juga bersifat tidak beracun dan dapat terurai di alam. Pemanfaatan kitosan pada umumnya didapatkan dari kitin melalui proses deasetilasi yang dapat membentuk hidrogel SAP melalui ikatan silang baik. Adanya gugus amino pada kitosan untuk menghasilkan sifat yang diinginkan. Selain itu, gugus hidroksil pada kitosan juga sesuai untuk meningkatkan kelarutan (Sugita et al., 2009). Asam

akrilat adalah salah satu bahan utama yang digunakan dalam pembuatan SAP. Kelebihan dari asam akrilat adalah kemampuannya untuk membentuk polimer dengan kemampuan penyerapan yang tinggi. Asam akrilat dapat direaksi menjadi polimer yang memiliki struktur cabang dan mampu menyerap dan mengikat cairan. Selain itu, asam akrilat relatif murah dan dapat diproduksi dalam skala industri. Bahan pembentuk ikatan silang memiliki peran yang penting untuk membentuk sebuah hidrogel superabsorben untuk mencegah pembubaran rantai polimer hidrofilik dalam lingkungan berair (Pourjavadi, et al., 2006)

Metode pembuatan SAP yang umum menggunakan pengikat-silang dari bahan kimia dan metode yang di gunakan salah satu bahan kimia yang digunakan adalah monomer grafting agent (MBA). MBA digunakan sebagai agen pengikat-silang yang membantu menghubungkan rantai polimer SAP sehingga meningkatkan kekuatan dan stabilitas strukturnya. Dalam proses pembuatan, asam akrilat direaksikan dengan MBA menggunakan teknik polimerisasi atau metode crosslinking untuk membentuk jaringan polimer yang lebih kuat dan stabil. Penelitian ini di lakukan dengan mensintesis kitosan dengan asam akrilat yang di netralisasi dengan KOH, dengan inisiator amonium persulfat (APS) dan N, N'-metilenbisakrilamida (MBA) sebagai agen pengikat silang.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian yaitu mencari dan mengetahui perbandingan antara variasi kitosan yang terbentuk menjadi polimer SAP yang memiliki daya serap yang tinggi.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu menghasilkan produk SAP dari bahan asam akrilat dengan penambahan kitosan dan mengetahui pengaruh penambahan kitosan terhadap rasio swelling, fraksi gel dari produk SAP yang dihasilkan.

1.4 Ruang Lingkup

Pada penelitian ini menggunakan bahan berupa asam akrilat, Metilenebisakrilamida, kitosan , KOH dan amonium persulfat dengan metode ikat silang. Penelitian ini dilakukan di laboratorium analisa COE Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Variabel tetap pada penelitian ini yaitu MBA, asam akrilat dan KOH dalam campuran SAP dan sedangkan variabel bebas nya adalah konsentrasi kitosan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Superabsorbent Polymer

Superabsorbent Polymer (SAP) adalah bahan yang dapat menyerap cairan lebih dari beberapa kali berat keringnya sendiri dan tidak melepas kandungan cairan tersebut (Elliot, 1997). SAP secara efektif dapat menyerap sejumlah besar air, larutan garam, dan cairan dengan daya serap mulai 10 hingga 1000 kali dari bobot awalnya dan tidak melepas cairan tersebut (Pourjavadi dkk, 2007).

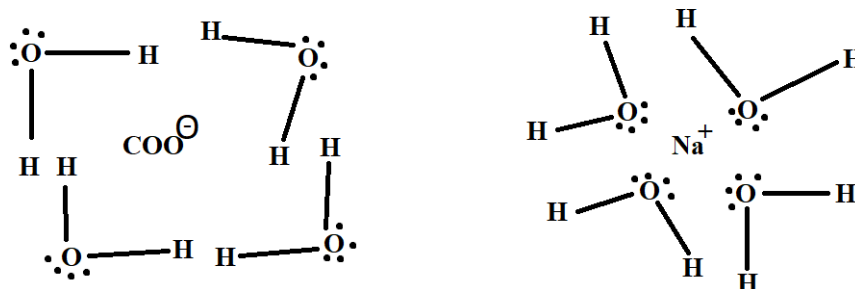
Menurut Chen dkk. (1985), umumnya memiliki kemampuan paling besar untuk menyerap air ketika pH air antara 8 dan 10. Penetrasi berfungsi untuk mengurai dan meluruskan rantai polimer dalam cairan berair sehingga komposisi penyerap akhir adalah lebih membengkak dengan adanya cairan tersebut. Netralisasi gugus ionik dapat dicapai dengan basa yang sesuai, termasuk hidroksida logam alkali seperti natrium hidroksida. Karena sifatnya yang unggul, SAP banyak digunakan di berbagai aspek dan bidang, seperti pertanian, hortikultura, saniter, kedokteran, sebagai pengolahan limbah, media tanaman tumbuhan, bahan untuk pengurangan friksi dalam pipa, bahan pelapis antibocor, pelindung jaringan kabel bawah tanah, bahan pemadam kebakaran dan sebagai bahan pembuatan kemasan barang. Sifat dasar penyerapan air telah menyarankan penggunaan SAP di banyak aplikasi lain, termasuk handuk kertas, spons bedah, baki daging, alas sekali pakai untuk pintu luar dan di kamar mandi, kotoran hewan peliharaan rumah tangga, perban dan pembalut luka. Bahan dasar SAP ini terdiri dari bahan organik yaitu seperti selulosa dan dari hidrogel, penggunaan hidrogel juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan SAP, kelebihan penggunaan hidrogel jika dibandingkan dengan bahan absorben lainnya seperti selulosa dan kapas adalah kemampuan menyerapnya beberapa kali lipat dibandingkan beratnya, dan tahan terhadap tekanan bisa diuraikan juga sehingga ramah terhadap lingkungan (Suda dkk, 2002).

SAP juga memiliki kelemahan yaitu diantaranya kapasitas absorpsi relatif kecil, karakteristik fisik yang kurang kuat, dan kurang stabil terhadap perubahan suhu dan pH. Banyak penelitian yang dilakukan untuk memodifikasi polimer dengan bahan lain untuk meningkatkan kemampuan absorpsi dan ketahanan sifat

fisiknya dengan memanfaatkan radiasi (Dayo Gao, 2003).

Pengangkutan air melalui superabsorben adalah kompleks dan diyakini terjadi baik oleh mekanisme kapiler maupun difusi. Transportasi awal, ketika air pertama kali kontak dengan SAP, terutama oleh kapilaritas. Sebagai hasil dari penyerapan awal air, lapisan permukaan berkembang menjadi lapisan gel superabsorben yang permeabel secara perlahan, yang menghambat difusi air ke bagian dalam massa polimer yang tidak membengkak; Fenomena ini dikenal sebagai pemblokiran gel. Crosslinking mengurangi pemblokiran gel dengan mencegah pembengkakan permukaan yang berlebihan (Chen, dkk, 1985).

Pada SAP terdapat ikatan utama yaitu gugus hidrofilik karena pada gugus ini terdiri dari gugus asam karboksilat ($-\text{COOH}$) yang mudah dalam mengabsorpsi air. Ketika polimer superabsorben masuk ke dalam cairan atau pelarut akan terjadi interaksi antara polimer dengan molekul air. Interaksi yang terjadi adalah hidrasi. Mekanisme hidrasi yang terjadi adalah ion dari zat terlarut dalam polimer seperti COO^- dan Na^+ akan tertarik dengan molekul polar air seperti pada gambar dibawah ini (Soo Cheong Chang, 1999).



Gambar 1. Mekanisme Hidrasi Polimer Superabsorben (Soo Cheong Chang, 1999).

2.1.1 Teknis Sintesis

Teknik Polimerisasi telah dijelaskan sebagai berikut: (Staples, dkk, 1998)

1. Polimerisasi Bulk

Polimerisasi Bulk adalah teknik paling sederhana yang hanya melibatkan monomer dan inisiator yang larut dalam monomer. Laju polimerisasi dan derajat polimerisasi yang tinggi terjadi karena konsentrasi monomer yang tinggi. Akan tetapi, viskositas reaksi meningkat tajam dengan konversi yang menghasilkan panas selama polimerisasi. Masalah ini dapat dihindari dengan mengontrol reaksi pada konversi

rendah. Masalah ini dapat dihindari dengan mengontrol reaksi pada konversi rendah. Keuntungan dari polimerisasi Bulk adalah menghasilkan polimer dengan berat molekul tinggi dengan kemurnian tinggi. SAP poliakrilat dipersiapkan menggunakan teknik seperti ini.

2. Polimerisasi Cross-linking

Dalam reaksi polimerisasi / ikatan silang larutan, monomer ionik atau netral dicampur dengan zat penghubung silang multifungsi. Polimerisasi dimulai secara termal, dengan iradiasi UV, atau dengan sistem inisiator redoks. Adanya pelarut yang berfungsi sebagai heat sink merupakan keuntungan utama dari polimerisasi larutan dibandingkan polimerisasi bulk. SAP yang disiapkan perlu dicuci dengan air suling untuk menghilangkan monomer yang tidak bereaksi, oligomer, zat penghubung silang, inisiator, polimer yang dapat larut dan dapat diekstraksi, dan pengotor lainnya. Proses pemisahan fasa dan SAP heterogen terbentuk ketika jumlah air selama polimerisasi lebih dari kadar air yang sesuai dengan kesetimbangan pembengkakan. Contoh terbaik adalah preparasi SAP poli (2-hidroksi etil metakrilat) dari hidroksil etil metakrilat, menggunakan etilen glikol dimetakrilat sebagai zat pengikat silang. Dengan menggunakan metode ini, berbagai macam hidrogel telah disintesis. SAP dapat dibuat sensitif terhadap pH atau sensitive terhadap suhu dengan memasukkan asam metakrilat atau N-isopropil akrilamida sebagai monomer. Agen *crosslinking* didapatkan dalam berbagai macam turunan yaitu pada turunan etilen glikol, turunan metilenbisacrilamida, formaldehid dan divinil benzena.

3. Polimerisasi suspensi atau polimerisasi suspensi terbalik

Polimerisasi suspensi merupakan suatu metode untuk menyiapkan mikropartikel SAP berbentuk bola dengan kisaran ukuran 1 μm sampai 1 mm. Dalam polimerisasi suspensi, larutan monomer didispersikan dalam tetesan monomer halus non-pelarut yang membentuk, yang distabilkan dengan penambahan bahan penstabil. Polimerisasi dimulai oleh radikal dari dekomposisi termal dari suatu inisiator. Mikropartikel yang baru terbentuk kemudian dicuci untuk menghilangkan monomer yang tidak bereaksi, zat penghubung silang, dan inisiator. Beberapa mikropartikel SAP dari poli (hidroksil etil metakrilat) telah dibuat dengan metode ini. Baru-baru ini, teknik suspensi terbalik telah banyak digunakan untuk SAP berbasis poliakrilamida karena penghilangan dan

pengelolaannya yang mudah dari monomer residu akrilamida berbahaya dalam polimer.

4. Polimerisasi dengan iradiasi

Pengion radiasi energi tinggi, seperti sinar gamma dan berkas electron. Telah digunakan sebagai inisiator untuk membuat SAP dari senyawa tak jenuh. Iradiasi larutan polimer berair menghasilkan pembentukan radikal pada rantai polimer. Selain itu, radiolisis molekul air menghasilkan pembentukan radikal hidroksil, yang juga menyerang rantai polimer, menghasilkan pembentukan makroradis. Rekombinasi makroradis pada rantai yang berbeda menghasilkan pembentukan ikatan kovalen, sehingga akhirnya terbentuk struktur ikatan silang. Contoh polimer yang dihubungkan silang dengan metode radiasi adalah poli (vinil alkohol), poli (etilen glikol) dan poli (asam akrilat). Keuntungan utama dari inisiasi radiasi dibandingkan inisiasi kimiawi adalah produksi SAP yang relatif murni dan bebas inisiator.

5. Cross-linking dalam polimer superabsorben

Ada dua tipe utama ikatan silang, ikatan silang bulk dan permukaan di SAP paling canggih, terutama yang digunakan pada popok dan serbet. Pembentukan jaringan disebabkan oleh ikatan silang pasca-polimerisasi atau pengawetan dalam kasus penggunaan sumber UV. Monomer multifungsi pertama-tama dicampur dengan rantai polimer yang telah dibentuk sebelumnya dan reaksi penggandengan antara penaut-silang dan gugus fungsi pada polimer yang dibentuk sebelumnya dipicu oleh pencampuran suhu rendah, diikuti dengan pemanasan. Cross-linking ionik dan cross-linking kovalen adalah dua jenis cross-linking pasca-polimerisasi.

Banyak jenis SAP telah dikomersialkan sejak kopolimer cangkok poliakrilonitril pati terhidrolisis; penyerap super pertama kali dikembangkan oleh Laboratorium Regional Utara Departemen Pertanian Amerika Serikat pada tahun 1961 (United States dept, 1961). Sejak itu, sejumlah besar penelitian dan pengembangan telah dilakukan dalam upaya untuk memodifikasi struktur dan morfologi SAP untuk meningkatkan WAC, kekuatan gel, dan laju penyerapan. Jenis baru SAP dan komposit polimer superabsorben (SAPC) muncul untuk aplikasi yang lebih maju, terutama di bidang nanoteknologi. Contoh SAP yang terkenal adalah keluarga akrilat yang banyak

digunakan di banyak aplikasi industri terutama dalam produk perawatan pribadi.

2.1.2 Jenis SAP

Serupa dengan struktur hidrogel, SAP juga dapat diklasifikasikan berdasarkan berbagai aspek. SAP dapat dikategorikan menjadi empat kelompok berdasarkan ada atau tidaknya muatan elektron yang terletak di rantai silang: (Zohurian-Mehr, 2006)

1. non-ionik
2. ionik (termasuk anionik dan kationik)
3. elektrolit amfoter (amfolitik) yang mengandung gugus asam dan basa
4. zwitterionic (polybetaines) yang mengandung keduanya kelompok anionic dan kationik di setiap unit berulang structural.

Misalnya, mayoritas hidrogel SAP komersial bersifat anionik. SAP juga diklasifikasikan berdasarkan jenis unit monomer yang digunakan dalam struktur kimianya, dengan demikian SAP yang paling konvensional terdapat dalam salah satu kategori berikut: (Richardo Po, 1994)

- a. poliakrilat dan poliakrilamida ikatan silang
- b. hidrolisis selulosa-poliakrilonitril (PAN) atau kopolimer cangkok pati-PAN
- c. kopolimer ikatan silang dari anhidrida maleat

Namun, menurut sumber aslinya, SAP sering dibagi menjadi dua kelas utama; yaitu sintetis (berbasis petrokimia) dan alami. Yang terakhir dapat dibagi menjadi dua kelompok utama, yaitu, hidrogel berdasarkan polisakarida dan lainnya berdasarkan polipeptida (protein). SAP berbasis alami biasanya dibuat melalui penambahan beberapa bagian sintetis ke substrat alami, misalnya, kopolimerisasi cangkok monomer vinil pada polisakarida. (Richardo Po, 1994).

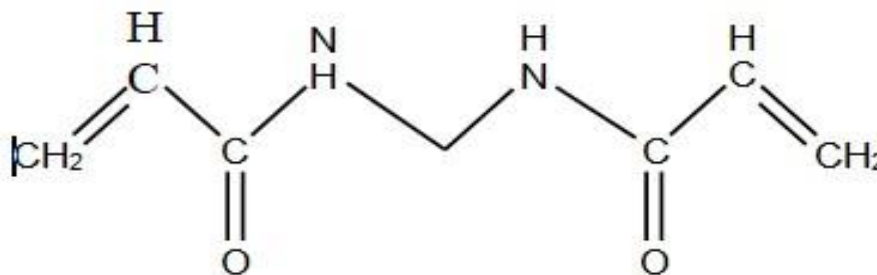
2.1.3 Komposit SAP

Proses pembuatan komposit polimer superabsorben dapat dilakukan dengan proses grafting polimer dengan mineral alam dan proses penggabungan (intercalating) monomer dengan mineral alam kemudian diikuti proses polimerisasi. Proses grafting dapat dilakukan dengan metode kimia, yaitu dengan menggunakan bahan kimiainisiator polimerisasi, dan bahan pembentuk ikatan silang (crosslinker).

Bahan inisiator yang sering digunakan adalah ammonium perokdisulfat sedangkan bahan pembentuk ikatan silang yang digunakan yaitu trimetil propane triacrilate, 1,4-butadienol dimetacrilate dan N, N'-metilene bisacrilamide. Penambahan activator N, N, N', N' - tetrametiletilendiamine diperlukan untuk mempercepat reaksi polimerisasi. Proses grafting ini juga masih membutuhkan pemanasan dari luar (Dayo Gao, 2003).

2.2 N,N' BISAKRILAMIDA

N,N'-metilenbisakrilamida (MBA) mempunyai rumus molekul $C_7H_{10}N_2O_2$, berat molekul sebesar 157,14 g/mol, dan densitas sebesar 1,235 g/mL. N,N'-metilen bisakrilamida melebur pada suhu 185o C dan kelarutannya 0,01-0,1 g/100 ml pada suhu 18o C (Merck, 2005). N,N'-metilen bisakrilamida memiliki gugus fungsional amina namun sangat tahan terhadap hidrolisis. Senyawa ini juga mengandung dua ikatan rangkap yang reaktif sehingga dapat berikatan dengan dua rantai yang berbeda saat polimerisasi berlangsung (Garner1997). Bentuk N,N'-metilenbisakrilamida (MBA). Struktur molekul MBA di tunjukan pada gambar 2.



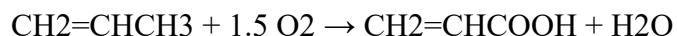
Gambar 2. Struktur molekul N,N'- Metilenbisakrilamida

Metilenbisakrilamida juga dimanfaatkan sebagai agen pengikat silang dalam modifikasi polimer. Ikatan sambung silang yaitu menyambungkan antar rantai polimer dan memodifikasi polimer menjadi tidak larut dalam air. N,N'-Metilenbisakrilamida digunakan sebagai agen pengikat silang karena memiliki dua ikatan rangkap yang reaktif. Dua ikatan rangkap ini dapat bergabung dalam dua rantai polimer yang berbeda ketika polimerisasi, dan menghasilkan ikatan sambung silang. Agen pengikat silang ini hanya dibutuhkan dalam jumlah yang sangat sedikit (Garner, 1997). Dalam proses grafting polimerisasi diperlukan suatu agen pengikat silang agar terbentuk grafting dan ikatan silang untuk menghasilkan

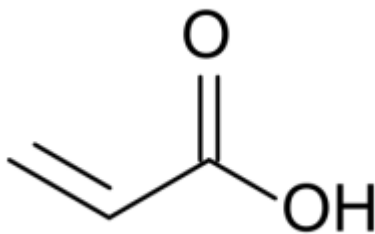
jejaring polimer yang dapat menyerap air. Diperlukan gugus aktif amina dalam suasana asam yang mampu berikatan dengan ion-ion logam dengan crosslinking (sambung silang) yang akan membentuk senyawa perantara untuk meningkatkan ketahanan kitosan terhadap asam. Selain meningkatkan kecepatan adsorpsi, ikatan silang (crosslinking) berperan dalam menentukan elastisitas (ikatan deformasi plastis) dimana pada saat terjadi peregangan suatu material dapat kembali ke bentuk awal. Ikatan silang yang terjadi akan menyebabkan polimer yang terbentuk tidak dapat larut dalam air, akan tetapi kemampuan polimer untuk mengembang (swelling) turun selagi derajat ikatan silang meningkat (Bhattacharya et al., 2009; Astrini et al., 2016).

2.3 Asam Akrilat

Asam akrilat merupakan suatu senyawa organik berbentuk cairan tak berwarna berbau tajam pada kondisi lingkungan dengan struktur molekul seperti yang disajikan pada gambar. Asam akrilat mudah terpolimerisasi jika terkena panas dan mudah bereaksi dengan radikal bebas. Molekul ini merupakan asam karboksilat tak jenuh dengan gugus vinil yang terikat langsung dengan gugus karboksilat. Cairannya tidak berwarna dan memiliki bau yang tajam. Senyawa ini dapat larut dalam air, alkohol, eter dan kloroform. Lebih dari 1 milyar kg asam akrilat diproduksi di berbagai negara tiap tahunnya. Dalam pembuatan SAP, asam akrilat berfungsi sebagai monomer. Asam akrilat dapat diproduksi melalui reaksi oksidasi propena yang merupakan produk samping dari reaksi antara etilen dan bensin. Reaksi pembentukan asam akrilat dari propena berlangsung menurut persamaan reaksi berikut.

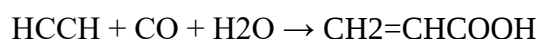


Selain itu, asam akrilat juga dapat diproduksi melalui reaksi antara etuna(asetilen)



Gambar 3. Struktur kimia asam akrilat.

dan karbonmonoksida dengan kehadiran air. Reaksi tersebut berlangsung menurut persamaan reaksi berikut.



Asam akrilat juga dapat bereaksi dengan dirinya sendiri membentuk asampoliakrilat atau dengan suatu monomer (akrilamida, akrilonitril, vinil, stirena dan butadiena) melalui reaksi pada ikatan rangkapnya membentuk homopolimer atau kopolimer yang digunakan dalam berbagai industri termasuk plastik, adhesif, elastomer dan dunia perminyakan sebagai polimer untuk EOR (enhanced oil recovery).

2.4 Aplikasi SAP

Beberapa Riset telah diterbitkan untuk meninjau materi hidrogel SAP, masing-masing dengan pandangan masing-masing. Sebagai kerangka umum, metode sintetik dan properti jaringan hidrogel yang ditinjau (Marthur, dkk, 1996) hidrogel sintesis, semi-sintetik dan bio polimerik juga dibahas secara singkat (Kulicke & Nottelmann, 1989). Baik secara Kimia dan fisika hidrogel pertanian ditinjau oleh Kazanskii dan Dubrovskii (Kazanskii & Dubrovskii, 1992). Bouranis dkk. SAP juga telah di dapatkan oleh Goma dkk (Gomaa dkk, 2018) sebagai aplikasi pembalut luka. Telah meninjau polimer sintesis sebagai pengkondisi tanah (Ohwoavworhua & Adelakun, 2005). SAP yang diperoleh dari limbah kerang juga telah ditinjau (Dutkiewicz JK, 2002). Ichikawa dan Nakajima telah meninjau bahan superabsorptif berdasarkan polisakarida dan protein (Ichikawa & Nakajima, 1996). Profil tinjauan resin penyerap air berdasarkan kopolimer cangkokdari asam akrilat

dan pati gelatin disajikan oleh Athawale dkk (Athawale & Lele, 2001).

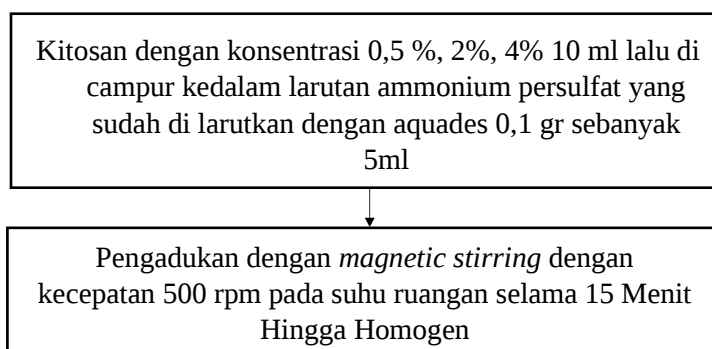
Pada Proses pembuatan *superabsorbent polymer* dari Selulosa ini sebelumnya juga telah ditemukan oleh Dosen Kami yaitu Heri Heriyanto, Ikhsan Firdaus dan Ana Fadilah Destiani pada tahun 2015 yaitu penambahan selulosa dari eceng gondok dalam pembuatan biopolymer superabsorbent, untuk hasilnya bisa kita lihat yaitu pada proses absorpsi dengan rasio 10% selulosa mempunyai kapasitas daya serap 2.8 g air/g superabsorben (Heri Heriyanto, dkk, 2015). Terlepas dari sumber peninjauan yang disebutkan sebelumnya, sejauh pengetahuan kami, tidak ada ulasan lain yang diterbitkan dengan perspektif komprehensif tentang hidrogel SAP. Artikel ini merepresentasikan pandangan yang berbeda; ini memberikan penjelasan tentang semua jenis materi SAP dengan sudut pandang praktis dari struktur ke penggunaan, berdasarkan literatur saat ini atau pengalaman panjang kami tentang materi ini. Sasaran utamanya adalah menilai SAP menjadi berguna baik untuk akademi maupun industri. Sementara itu, bagian yang sangat bermanfaat terkait metode praktis pengujian dan evaluasi SAP juga telah dimasukkan dalam bagian evaluasi analitik.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Tahapan Penelitian

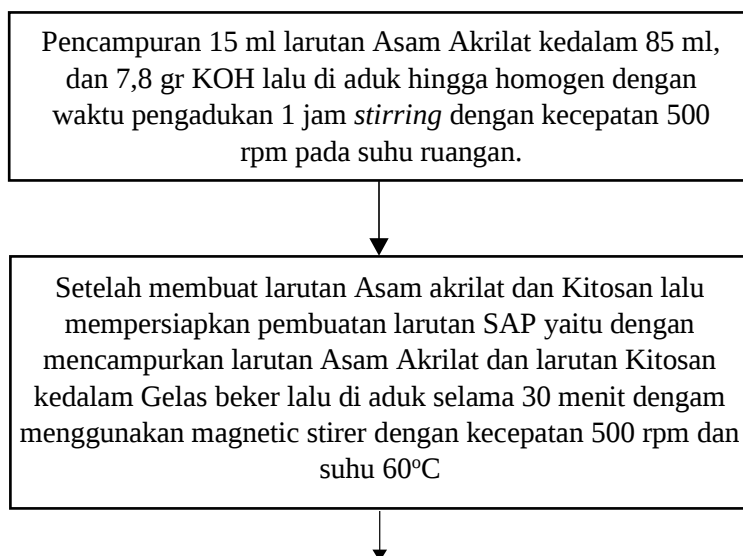
Pada penelitian ini dilakukan proses persiapan dan karakteristik SAP berbasis kitosan, Asam Akrilat dan MBA dilakukan di Laboratorium Kimia Analisa Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng. Penelitian ini meliputi proses preparasi sampel SAP dengan berbagai variasi bahan baku, serta uji karakteristik yang meliputi analisa rasio *swelling*, analisa fraksi gel, uji SEM dan FTIR.

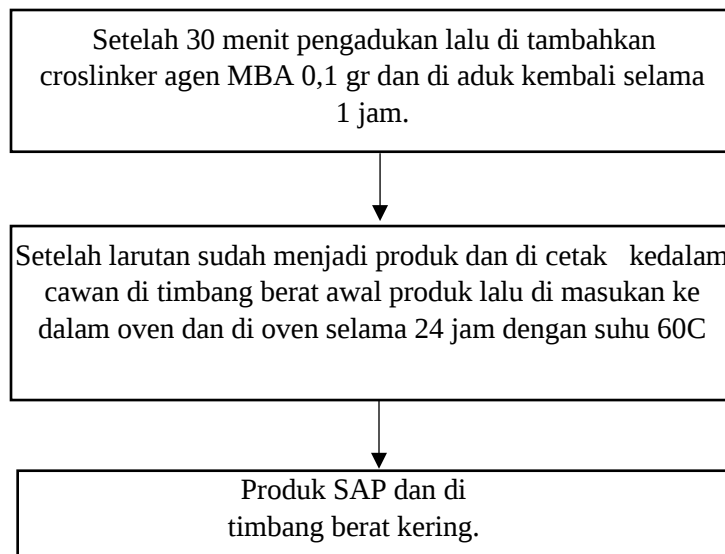
3.1.1 Pembuatan Larutan Kitosan dan Inisiator Amonium Persulfat



Gambar 4. Pembuatan Larutan Kitosan dan nisiator Amonium Persulfat

3.1.2 Pembuatan SAP dari Asam Akrilat Ternetralisasi KOH





Gambar 5. Pembuatan SAP dari Asam Akrilat
Ternetralisasi KOH dan Kitosan

3.2 Prosedur penelitian

Pada proses sintesis SAP dimulai dengan membuat larutan kitosan 0,5%, 2% dan 4%. gram/ml setelah selesai membuat larutan kitosan, lalu membuat larutan asam akrilat 15ml yang di campurkan kedalam aquades sebanyak 85 ml, dan 7,8 gram KOH hingga larut sepenuhnya dengan cara di aduk menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 500 Rpm pada suhu Ruangan selama 30 menit.

Pada tahap selanjutnya yaitu mencampurkan 15 ml larutan kitosan yang sudah di campurkan inisator amonium persulfat, dan 100 ml larutan asam akrilat yang sudah di netralisasi menggunakan KOH. Lalu melakukan prosesur yang sama dengan variasi kitosan yang berbeda terhadap sampel. Kemudian larutan yang sudah jadi di campurkan dan di aduk selama 30 menit dan di tambahkan crosslinker agen yaitu metilenebisakrilamida, kemudian di aduk kembali selama 1 jam dan sampel mengalami perubahan fasa dari cari menjadi gel dan di cetak kedalam cawan petri kemudian di timbang berat awal untuk mengetahui penyusutan berat sampel ketika di oven, setelah di timbang sampel di oven dengan suhu 60°C selama 24 jam, kemudian di timbang berat kering nya. SAP yang sudah jadi akan hancurkan menjadi serbuk dan di uji daya serap terhadap air (*swelling*) serta fraksi gel, dan beberapa sampel akan di analisa SEM dan FTI

3.3 Alat dan Bahan

3.4 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- | | |
|-----------------------|---------|
| a. Cawan Petri | 10 buah |
| b. Gelas beker 100 ml | 2 buah |
| c. Gelas beker 250 ml | 1 buah |
| d. Gelas ukur 100 ml | 1 buah |
| e. Gunting | 1 buah |
| f. Hotplate | 1 buah |
| g. Magnetic Stirrer | 1 buah |
| h. Neraca Analitik | 1 buah |
| i. Oven | 1 buah |
| j. Spatula | 2 buah |

3.5 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- a. Aquadest
- b. Asam Asetat (Glasial)
- c. Metilenebisakrilamida (MBA)
- d. Asam Akrilat (AA)
- e. Kalium Hidroksida (KOH)
- f. Ammonium Hidoksida

3.6 Variabel Penelitian

Pada penelitian ini terdapat dua variabel, yaitu variabel bebas dan variabel tetap. Variabel bebas pada penelitian adalah konsentrasi kitosan (0,5%, 2%, dan 4%). Variabel tetapnya meliputi, konsentrasi asam asetat (1%), KOH (7,8 gr) konsentrasi asam akrilat (100 % sebanyak 15 ml).

Kode sampel	Kitosan	MBA (gr)	AA (Ml)	Aquades (Ml)	KOH (gr)	APS (gr)
SAP 1	4%	0,1	15	85	7,8	0,1
SAP 2	2%	0,1	15	85	7,8	0,1

SAP 3	0,5%	0,1	15	85	7,8	0,1
-------	------	-----	----	----	-----	-----

Tabel 1. Gambar Pembuatan SAP dari Asam Akrilat Ternetralisasi KOH dan Kitosan

3.7 Metode Pengumpulan dan Analisa Data

3.7.1 Uji Daya Serap Superabsorbent polymer (Swelling)

Berat kering SAP yang dihasilkan ditimbang terlebih dahulu, kemudian direndam dengan air pada suhu ruang selama 24 jam. Setelah di rendam selama 24 jam, dilakukan penimbangan pada polimer SAP yang telah membengkak (menyerap air) dengan menggunakan neraca analitik. Cairan yang terserap ditentukan (persentase) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\%Swelling\ ratio = \frac{ws - wd}{wd} \times 100\%$$

Dimana Ws (gr) menunjukkan berat dari SAP yang telah menyerap cairan dan Wd (gr) merupakan berat kering dari SAP (Park., dkk, 2009). Adapun untuk melakukan uji swelling ini dilakukan di Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

3.7.2 Fraksi Gel

Penentuan fraksi gel pada SAP dilakukan dengan cara sampel ditimbang lalu direndam dalam aquadest selama 24 jam pada suhu ruang (sama seperti uji daya serap) lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama 24 jam sampai bobot konstan. Selanjutnya SAP di timbang kembali. Fraksi gel dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$Kandungan\ Gel\ (\%) = \frac{Wb}{Wa} \times 100\%$$

Dimana Wa menunjukkan fraksi gel SAP sebelum direndam dalam cairan dan Wb (gr) adalah SAP setelah dikeringkan (Alula., G, 2018). Uji fraksi gel ini dilakukan di Fakultas Teknik, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.

3.7.3 FTIR (Fourier Transform Infrared)

Pada proses penelitian ini dilakukan penentuan struktur SAP dengan

FTIR bertujuan untuk mengetahui asam akrilat dan kitosan telah berikatan silang dengan MBA. Pengujian ini dilakukan dengan dihaluskan terlebih dahulu kemudian dimasukkan ke dalam keping sel, lalu diletakkan kedalam perangkat FTIR yang dilalui berkas sinar. Uji FTIR ini dilakukan di UI (Universitas Indonesia) dengan tipe Shimadzu IR Prestig .

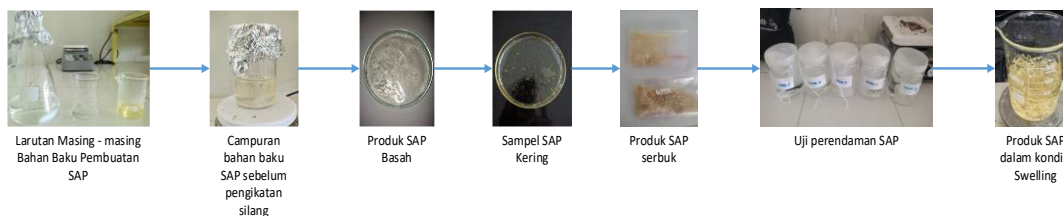
3.7.4 SEM (Scanning Electron Microscopy)

Kemampuan SAP dapat menyerap cairan berkaitan dengan pola jaringan dari SAP yang terbentuk, untuk mengetahui mikrostruktur dari polimer superabsorben maka dilakukan Analisa SEM. Uji ini dilakukan pada Puslabfor Bareskrim Polri, Bogor dengan tipe alat yaitu Sem Carl Zeiss EVO MA 10.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Produk SAP

Sintesis SAP dari Asam akrilat dan kitosan dengan penambahan agen pengikat silang MBA dapat di lihat pada gambar 6.

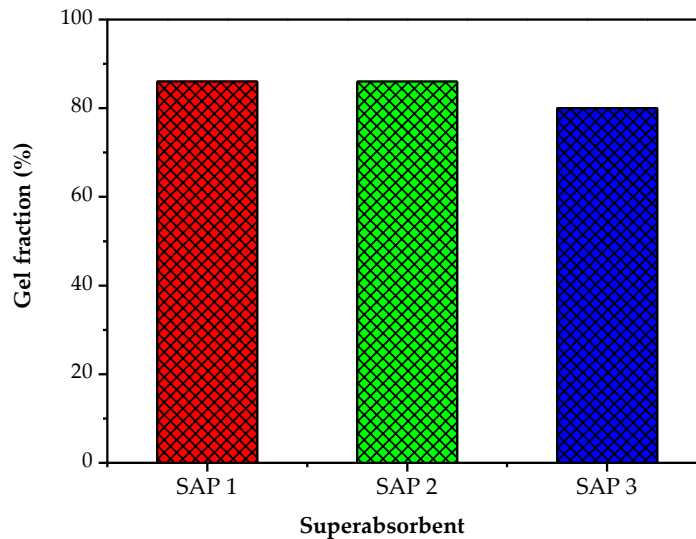


Gambar 6. Alur terbentuknya Produk SAP

Produk SAP dari asam akrilat dan kitosan hasil dari penelitian ini memiliki tekstur padat dan bening dengan warna sedikit ke kuningan yang berasal dari kitosan. Pada dasarnya larutan kitosan mempunyai tekstur kental menyerupai seperti gel (viskositas tinggi) karena adanya interaksi fisik dari polimer (Chen dkk, 2010). Akibat reaksi pengikatan silang dengan MBA yang di lakukan pada suhu 70-80°C Ikatan hidrogen rantai polimer mengalami pemutusan dan akan berikatan dengan agen pengikat silang sehingga membentuk SAP dengan tekstur yang lebih padat. Produk memiliki kemampuan menyerap dan mengunci air di dalamnya dalam jumlah besar. Sehingga puluhan kali lipat dari berat kering nya.

4.2 Fraksi gel

Fraksi gel merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk mengetahui efisiensi pembuatan SAP. Fraksi gel merupakan fraksi jumlah bahan awal baik monomer atau polimer yang dirubah menjadi SAP. Fraksi gel juga menunjukkan kepekaan bahan terhadap proses taut silang untuk merubah menjadi SAP. Semakin tinggi jumlah ikat silang maka fraksi gel menjadi semakin besar. Pengaruh konsentrasi kitosan terhadap besarnya fraksi gel dapat dilihat pada Gambar 7.



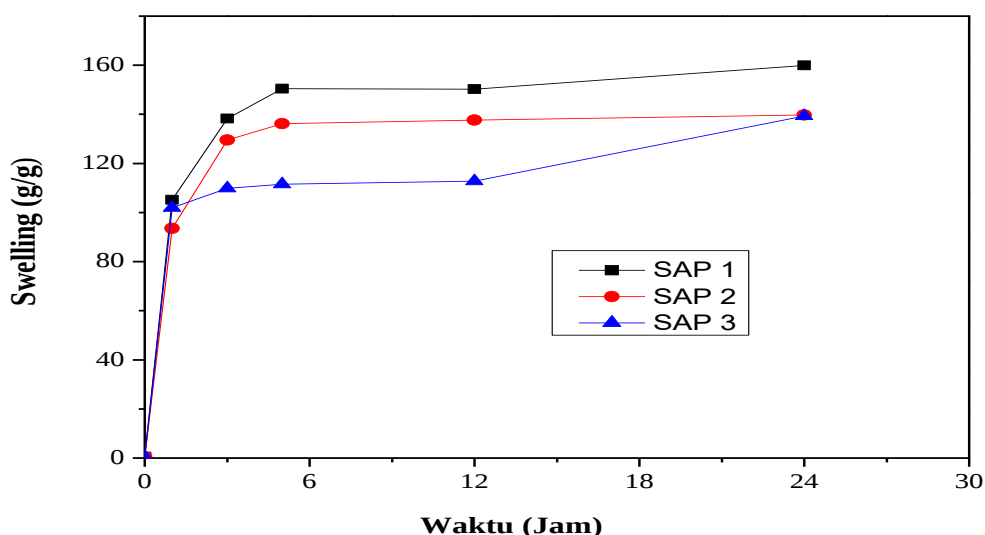
Gambar 7 Pengaruh konsentrasi kitosan terhadap Faksi Gel SAP berbasis asam akrilat

Gambar 7. Menunjukkan bahwa SAP dengan konsentrasi kitosan paling tinggi menghasilkan fraksi gel terbesar dibandingkan SAP yang memiliki konsentrasi kitosan yang lebih rendah. Fraksi gel tertinggi pada penelitian ini yaitu sebesar 86 % di peroleh pada penggunaan kitosan 4 %. Pada konsentrasi polimer yang lebih tinggi, makromolekul menjadi lebih dekat yang dapat memfasilitasi ikatan silang. Meningkatnya konsentrasi kitosan (monomer) semakin banyak situs aktif yang tersedia sehingga dapat meningkatkan laju reaksi polimerisasi. Penggunaan kitosan pada pembuatan SAP bermaksud untuk dapat mengurangi penggunaan polimer sintetis..

Pada penelitian ini SAP 1 dan SAP 2 (menggunakan konsentrasi kitosan 4% dan 2%) memiliki fraksi gel yang hampir sama yaitu 86%, sehingga dapat diartikan bahwa kitosan 4% telah memberikan nilai presen fraksi gel optimum. Pada konsentrasi kitosan yang lebih tinggi akan berpotensi menurunkan nilai fraksi gelnya, seperti yang dinyatakan oleh Erizal dan Wikanta, (2011) bahwa konsentrasi kitosan dapat meningkatkan fraksi gel akan tetapi jika terus dinaikan maka fraksi gel akan menurun. Hal serupa juga dilaporkan oleh Saleem, et al, (2022) dimana peningkatan lebih lanjut dalam konsentrasi polimer (kitosan) mengakibatkan penurunan pembentukan gel. Fraksi gel menurun hampir linear dengan bertambahnya konsentrasi kitosan dalam campuran. Hal ini mungkin disebabkan karena adanya gugus hidroksil (-OH) yang terdapat dalam kandungan kitosan yang

dapat menghambat terjadinya ikatan silang. Semakin tinggi konsentrasi penambahan kitosan maka gugus hidroksil ($-OH$) yang bereaksi akan semakin banyak sehingga menyebabkan ikatan silang terhambat dan menurunkan nilai fraksi gel yang dihasilkan. Penurunan nilai fraksi gel kemungkinan juga disebabkan karena meningkatnya konsentrasi kitosan yang mungkin terdegradasi dan tidak membentuk ikatan silang dan akhirnya tidak membentuk ikatan silang, oleh karena itu kitosan larut dalam air dan hilang.

4.3 Analisa Daya Serap Air (*Swelling Ratio*)

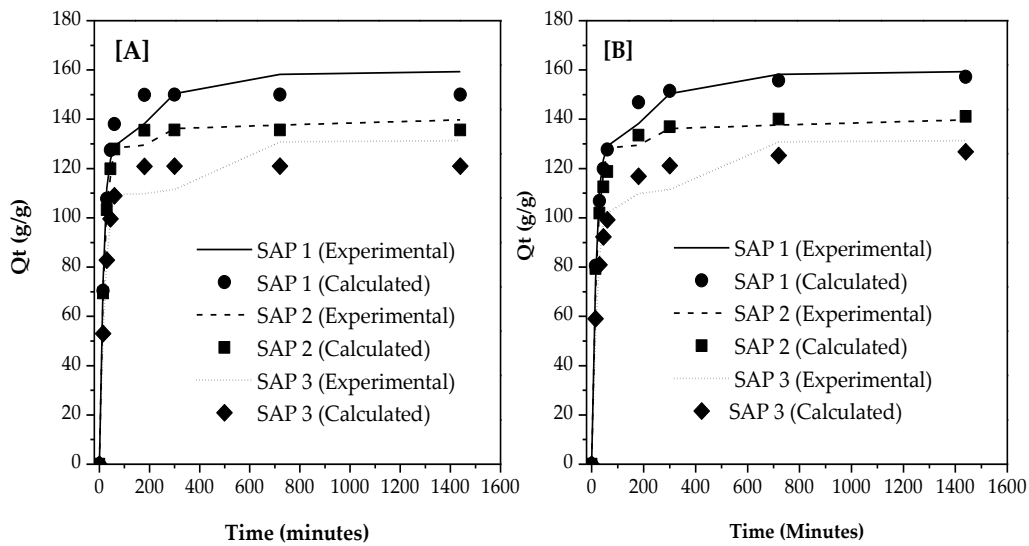


Gamabar 8. Grafik Pengaruh Komposisi Bahan Baku terhadap Swelling Ratio untuk SAP pada Berbagai Waktu Perendaman

Kemampuan SAP dalam menyerap air merupakan parameter utama dalam pembuatan SAP. Untuk mengetahui swelling ratio dari SAP yang dihasilkan maka dilakukan perendaman sampel ke dalam akuades. Dalam pengujian daya serap air dilakukan dengan beberapa variasi waktu perendaman masing-masing sampel dari 15,30,45,60 menit sampai 24 jam. Gambar 8, memperlihatkan bahwa peningkatan konsentrasi kitosan yang ditambahkan pada asam akrilat menyebabkan daya serap air menjadi meningkat. SAP 1 dengan kitosan yang mempunyai konsentrasi kitosan 4% (w/v) mempunyai daya serap sebesar 159,92 g/g, sedangkan untuk SAP 2 mempunyai daya serap 139,72 g/g dan SAP 3 dengan daya serap 139,32 g/g. Konsentrasi kitosan yang ditambahkan pada proses pembuatan superabsorbent berpengaruh pada jaringan

yang terbentuk antara rantai kitosan-asam akrilat yang ditaut silang dengan MBA. Penurunan konsentrasi kitosan kemungkinan menyebabkan semakin pendeknya rantai polimer akibat peningkatan jumlah ikatan silang. Hal ini dapat menurunkan nilai sap karena semakin terbatasnya ruang yang tersedia bagi air untuk dapat masuk ke dalam jaringan SAP. Peristiwa swelling Interaksi antara gugus fungsi asam akrilat dan kitosan dengan air melalui ikatan hidrogen dan juga adanya jaringan berpori pada superabsorben. Penggunaan Kitosan memberikan dampak terhadap peningkatan kemampuan air karena kitosan merupakan bahan hidrofilik yang mampu menyerap dan menahan cairan ribuan kali beratnya (Wu, L.; Liu, 2008).

Peningkatan konsentrasi kitosan berhubungan langsung dengan meningkatnya sifat hidrofilisitas yang menyebabkan daya serap air juga meningkat. Berbeda dengan penelitian yang dilaporkan oleh Erizal, et al, (2015) yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi kitosan menurunkan difusi air ke SAP, Sedangkan Saleem, et al (2022) menyatakan bahwa meningkatnya konsentrasi kitosan dapat meningkatkan swelling akan tetapi peningkatan konsentrasi kitosan lebih lanjut menurunkan kemampuan untuk penyerapan air. Hal ini disebabkan karena peningkatan viskositas akibat meningkatnya konsentrasi kitosan dapat menyebabkan efek sterik yang menghalangi ikatan antara gugus fungsi sehingga mengurangi rasio pembengkakan. Hasil pada penelitian ini sesuai dengan Saleem et al (2022), karena penambahan kitosan dapat meningkatkan sifat hidrofilik superabsorben. Kinetika swelling superabsorben SAP kitosan-g-poly (asam akrilat) ditentukan menggunakan persamaan 3 dan 4. Gambar 9, menunjukkan perbandingan data penelitian dengan model kinetik (Persamaan 3 dan 4).



Gambar 9. Perbandingan antara data penelitian dan perhitungan dari model kinetika swelling untuk [A] pseudo-first order dan [B] pseudo-second order.

Gambar 9 memperlihatkan grafik perbandingan antara data swelling dari penelitian dengan perhitungan menggunakan dua model kinetika swelling yaitu pseudo-first order dan pseudo-second order, dimana keduanya menghasilkan fit terbaik dengan nilai R^2 sebesar 0,98-0,99. Data hasil perhitungan menunjukkan bahwa kapasitas penyerapan setimbang sudah terjadi pada waktu ke-180 menit, sedangkan data penelitian menunjukkan masih adanya kenaikan daya serapnya walaupun tidak signifikan.

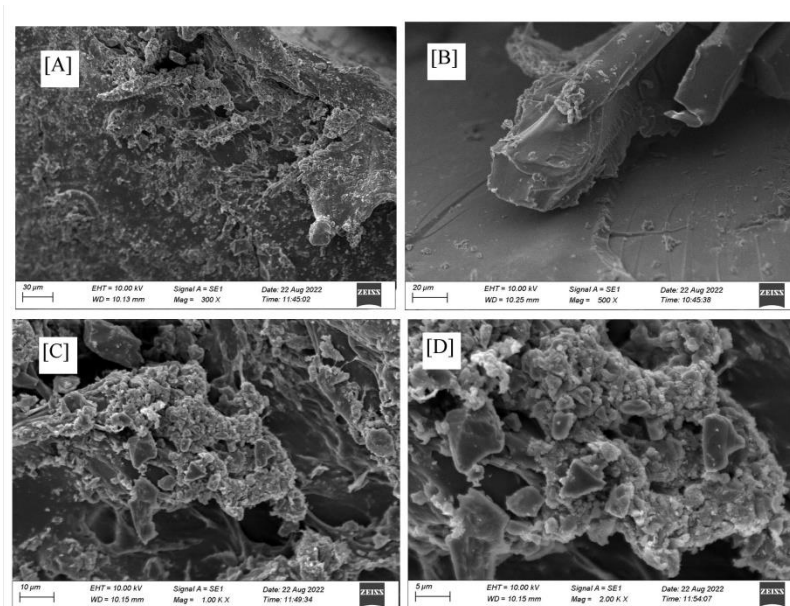
Formula	Model	kapasitas penyerapan pada saat setimbang (Q_e)	Rate Constants (k)	R^2
SAP 1	Pseudo-first order	149.941	0.04224	0.990
	Pseudo-second order	158.814	0.00043	0.996
SAP 2	Pseudo-first order	135.591	0.04785	0.998
	Pseudo-second order	142.350	0.00059	0.993
SAP 3	Pseudo-first order	120.943	0.03850	0.982
	Pseudo-second order	128.313	0.00044	0.990

Tabel 2. Kapasitas penyerapan saat setimbang (Q_e) dan konstanta laju dari dua model kinetika swelling

Tabel 2. Menunjukkan hasil perhitungan untuk menentukan nilai kapasitas penyerapan pada saat setimbang (Q_e) dan konstanta laju swelling (k). dari Model kinetika pseudo-first order mengasumsikan bahawa proses adsorpsi berasal dari proses fisik dan dalam banyak kasus diterapkan pada awal adsorpsi, Sedangkan untuk pseudo-second order untuk memprediksikan perilaku diseluruh rentang proses adsorpsi dan sesuai dengan mekanisme kimia sebagai pengontrol laju (Yu, J.; Zhang, H.; Li, Y.; Lu, Q.; Wang, Q, 2016). menunjukkan bahwa model penyerapan SAP kitosan-g-poly (asam akrilat) mengikuti kinetia pseudo-second order dikarenakan nilai R^2 lebih tinggi dibandingkan dengan pseudo-first order. Hasil ini menunjukkan proses swelling terjadi dengan *multistep*. Pada tahap awalnya, molekul air tertarik oleh gugus hidrofilik dan masuk ke dalam rongga molekul. Molekul air akan terus mengisi rongga-rongga sampai tekanan osmotik di dalam dan di luar mencapai kesetimbangan (Yu, J.; Zhang, H.; Li, Y.; Lu, Q.; Wang, Q, 2016). Nilai Q_e hasil perhitungan menggunakan model pseudo-second order mendekati data penelitian, hal ini berarti proses swelling SAP 1, SAP 2, dan SAP 3 menunjukkan penyerapan kimia merupakan pembatas laju swelling nya.

4.4 Scanning Electron Microscope (SEM)

Analisis morfologi permukaan menggunakan SEM dapat dilihat pada Gambar 10.

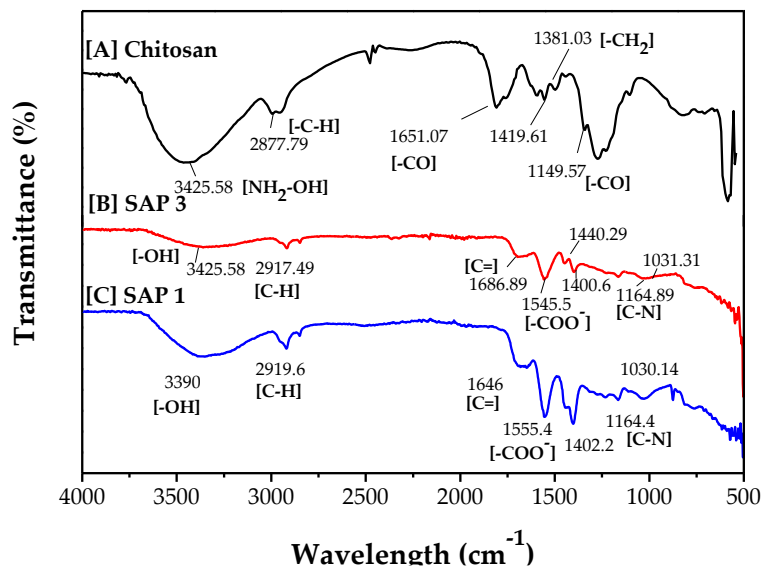


Gambar 10. Analisis morfologi SAP menggunakan SEM dengan berbagai perbesaran [A] 300x, [B] 500x, [C] 1000x, dan [D] 2000x

Gambar 10. Menunjukkan morfologi superabsorbent asam akrilat-kitosan dengan permukaan halus. Gambar 10A, 10B, 10C, dan 10D menunjukkan perubahan perbesaran SEM. SAP yang terlihat pada Gambar 10C dan 10D dengan perbesaran 1000x dan 2000x menunjukkan adanya struktur pori dan retakan untuk penetrasi air ke dalam partikel polimer SAP dengan cepat. Struktur pori yang saling berhubungan berfungsi untuk meningkatkan kapasitas penyerapan air dan kecepatan penyerapan air. Hasil analisis morfologi yang sama juga terlihat pada penelitian yang dilaporkan oleh Fang, et al (2018) yang memiliki permukaan halus dan struktur pori pada SAP.

4.5 Fourier-transform infrared spectroscopy (FTIR)

Analisis superabsorbent menggunakan FTIR dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Analisis IR untuk [A] kitosan murni, [B] superabsorbent dipreparasi dari konsentrasi kitosan 0.5% (w/v) (SAP 3), dan [C] superabsorben dari konsentrasi kitosan 4% (w/v) (SAP 1).

Analisis IR untuk kitosan-g-poly (asam akrilat) superabsorben yang ditunjukkan pada Gambar 11 dilengkapi dengan analisis IR untuk kitosan (Gambar 11a) dan sudah dilaporkan oleh Jayanudin, et al (2019). IR-kitosan dimaksudkan untuk mengetahui perubahan peak setelah dicangkokkan dengan asam akrilat dan ditaut silang dengan MBA. Gambar 11b dan 11c merupakan hasil IR dari kitosan-g-poly (asam akrilat) superabsorbent yang dipreparasi dengan konsentrasi kitosan 0,5% w/v (SAP 3) dan konsentrasi kitosan 4% (w/v) (SAP 1). Gambar 11b dan 11c menunjukkan spectrum FTIR dari SAP 1 dan SAP 3 dimana peaknya menghasilkan panjang gelombang yang hampir sama. Pita serapan terdeteksi pada 3390 cm⁻¹ (SAP 3) dan 3425.58 cm⁻¹ (SAP 1) disebabkan oleh getaran tegangan dari gugus O-H. puncak pada 2197.49 cm⁻¹ (SAP 3) dan 2919.6 cm⁻¹ (SAP 1) ditetapkan untuk C-H simetri dan asimetri. SAP 1 dan SAP 3 menunjukkan pita pada 1686.89 cm⁻¹ dan 1646 cm⁻¹ yang menunjukkan pita untuk gugus karbonil dari amida I. Serapan pada 1555.4 cm⁻¹ untuk SAP 3 serta 1545.5 cm⁻¹ untuk SAP 1 yang menunjukkan H simetris dan asimetris dari -COO-. serapan karakteristik N-H pada 1598 serta 1380 cm⁻¹ dan C3-OH pada 1094 cm⁻¹ yang berasal dari kitosan tidak dapat ditemukan karena NH₂, NHCO dan OH dari kitosan telah mengalami reaksi cangkok dengan asam akrilat. Selanjutnya, pita pada 1440.29 cm⁻¹ (C-H), 1402, dan 1030 cm⁻¹ menunjukkan adanya rantai poli (asam

akrilat). Pita serapan pada 1164.89 dan 1164.4 cm^{-1} dikaitkan dengan vibrasi C-N dari MBA sebagai pengikat silang (Melo, B.C.; Paulino, F.A.A et al , 2018).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dibahas maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

- Nilai terbaik yang diperoleh untuk sintesis SAP pada penambahan Kitosan terdapat pada sampel SAP 1 (Kitosan 4 %) dengan hasil Analisa swelling ratio sebesar 159,92 g/g pada waktu perendaman selama 24 jam dan Analisa fraksi gel sebesar 86% pada waktu pengeringan selama 24 jam.
- Model kinetika penyerapan SAP dari Kitosan asam akrilat lebih sesuai menggunakan pseudo second order kinetik.

5.2 Saran

Berikut adalah beberapa saran yang dapat disampaikan oleh peneliti sebagai berikut:

- Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait sintesis SAP dengan menggunakan Asam Akrilat + Netralisasi KOH dan Kitosan dengan Memvariasikan Netralisasi Asam Akrilat dan bisa juga dengan memvariasikan jumlah MBA yang di gunakan untuk dapat memperoleh hasil yang lebih akurat

DAFTAR PUSTAKA

- A.H. Saputra, M. Hapsari, A.B. Pitaloka, P. P. D. K. Wulan. 2015. *SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF HYDROGEL FROM CELLULOSE DERIVATIVES OF WATER HYACINTH (Eichhornia crassipes) THROUGH CHEMICAL CROSS-LINKING METHOD BY USING CITRIC ACID*. Journal of Engineering Science and Technology. Special Issue on SOMCHE 2014 & RSCE 2014 Conference, January (2015) 75 - 86
- Alula, G. 2018. Synthesis and Characterization of Cellulose-Based Hydrogels Using Citric Acid as a Crosslinker. Addis Ababa University
- Arco Chemical Company Fibersorb2 SA-7000. 2001. *Superabsorbent Fibers*. Technical Bulletin No. ACC OP51 7881 M. Arco Chemical Company, Newtown Square, PA.
- Asep Handaya, S., Inne, P. 2018. *Development of CMC-Based Antibacterial Hydrogel from Water Hyacinth with Silver Nanoparticle Addition*. Proceedings of the 4th International Symposium on Applied Chemistry. doi.org/10.1063/1.5064316
- Athawale, VD & Lele, V. 2001. *Recent trends in hydrogels based on starch-graft-acrylic acid: A review*. Starch/Starke, 3, 7-13.
- Brown, R.M.Jr., & Saxena, I.M. 2007, *Cellulose: Molecular and Structure Biology*. Dordrecht: Springer. Hal.xiii, 89-94.
- Chatwall, G. 1995. *Spectroscopy Atomic and Molecule*.
- Choi M, Kang YR, Lim IS, Chang YH. 2018. *Structural characterization of cellulose obtained from extraction wastes of graviola (annona muricata) leaf*. Prev Nutr Food Sci;23:166e70
- Chen C, Vassallo J C, Chatterjee P K. 1985. *Synthetic and natural polymers*. In: Chatterjee P K (ed.) 1985 Absorbency. Elsevier, Amsterdam, pp. 197–216.
- Chen, J., Liu, M., Liu, H., Ma, L., Gao, C., Zhu, S., & Zhang, S. 2010. *Synthesis and properties of thermo- and pH-sensitive poly(diallyldimethylammonium chloride)/poly(N,N-diethylacrylamide) semi-IPN hydrogel*. Chemical Engineering Journal, 159(1-3), 247–256.
- Daley, R. F., And Daley, S. J. 2005. *Organic Chemistry*. www.ochem4free.com

- Dayo Gao .2003. *Superabsorbent Polymer Composite (SAPC) Materials and their Industrial and High-Tech Application*. Dissertation. Der Technischen U ät Bergakademie Fiberg University.
- Demitri, C., Del Sole, R., Scalera, F., Sannino, A., Vasapollo, G., Maffezzoli, A., Ambrosio, L., Nicolais, L. 2008. *Novel superabsorbent cellulosebased hydrogels crosslinked with citric acid*. Journal of Applied Polymer Science, 110(4), 2453–2460.
- Devine, D., Higginbotham, C. 2005. *Synthesis and characterisation of chemically crosslinked N-vinyl pyrrolidinone (NVP) based hydrogels*. European Polymer Journal, 41(6), 1272–1279.
- Dutkiewicz, JK. 2002. *Superabsorbent materials from shellfish waste-A review*. J Biomed Mater Res (Appl Biomater). 63, 373-381.
- Fengel, D & Wegener, G. 1984. Wood chemistry, ultrastructure, Reactions. Walter de Gruyter, Berlin.
- Gunawan, B., Azhari, C. D. 1979. *Karakterisasi Spektrofotometri IR dan Scanning Electro Microscopy (SEM) Sensor Gas dari Bahan Polimer Poly Etheyn Glycol (PEG)*. Surabaya: ITS
- Gomaa F. El Fawal, Marwa M. Abu-Serie, Mohamed A. Hassan, Mohamed S. Elnouby. 2018. *Hydroxyethyl cellulose hydrogel for wound dressing: fabrication, characterization and in vitro evaluation*. Polymer materials research department, dComposite and nanostructured materials research department, Advanced Technology and New Material Research Institute (ATNMRI). Scientific Research and Technological Applications City (SRTA-City), New Borg El-Arab City, 21934, Alexandria, Egypt.
- H.Kono, K.Onisi, T.Nakamura. 2013. *Characterization and bisphenol A adsorption capacity of B-Cyclodextrin-carboxymethylcellulose-based hydrogels*. Carbohydr.Polym. 98. 784-792.
- Hapsari, M. 2014. *Sintesis dan KarakteHidroGel dari Turunan Selulosa Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) Melalui Metode Chemical Cross-Linking dengan Menggunakan Asam Sitrat*. Jakarta: Universitas Indonesia.

- Harsini, T & Susilowati. 2010. *Pemanfaatan Kulit Buah Kakao Dari Limbah Perkebunan Kakao Sebagai Bahan Baku Pulp Dengan Proses Organosolv*, Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol.2 No. 2: 80-89.
- Hashem, M.; Sharaf, S.; El-Hady, M.M.; and Hebeish A. 2013. *Synthesis and characterization of novel carboxymethylcellulose hydrogels and carboxymethylcellulose-hydrogel-ZnO-nanocomposites*. Carbohydrate Polymers, 95(1), 421-427.
- Heri Heriyanto, Ikhsan Firdaus & Ana Fadilah Destiani .2015. *Pengaruh Penambahan Selulosa dari Tanaman Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) dalam Pembuatan Biopolimer Superabsorben*. Jurnal Integrasi Proses Vol. 5, No. 2, 88 – 93.
- Hoffman, A. S. 2012. *Hydrogels for biomedical applications*. Advanced Drug Delivery Reviews. 64, 18–23.
- Ichikawa, T & Nakajima, T. 1996. *Superabsorptive Polymers (from natural polysaccharides and polypeptides)*. In: *Polymeric Materials Encyclopedi*. Salamone (Ed), CRC, Boca Raton (Florida), 8051-8059.
- Ilyas RA, Sapuan SM, Ishak MR. 2018. *Isolation and characterization of nanocrystalline cellulose from sugar palm fibres (Arenga Pinnata)*. Carbohydr Polym ;181:1038e51.
- Indri, Rakhmawati., Cepi, K. Harjono. 2019. *Pengaruh Konsentrasi Metilenbisakrilamida dalam Sintesis Komposit Poli(Asam Akrilat)- Kaolin dan Pengujiannya sebagai Superabsorben*. Indo. J. Chem. Sci. 8 (2)
- Kazanskii KS, Dubrovskii SA. 1992. *Chemistry and physics of “agricultural” hydrogels*, Adv Polym Sci, 104, 97-140.
- Kleem, D. 1998. *Comprehensive Cellulose Chemistry*, Volume I, Fundamental and Analytical Method, VCH Verlag, Weinheim, Wiley, Hal 1-7.
- Kulicke, W-M & Nottelmann, H. 1989. *Structure and swelling of some synthetic, semisynthetic, and biopolymer hydrogels*. Adv Chem Ser, 223, 15-44.
- L. X. Ling, L. L. Cia, and W. Yan. 2016. *“In-situ Crosslinked PVA/Organosilica Hybrid Membranes for Pervaporation Separations*. “J. of Memb. Sci., vol. 498, pp. 263-275.

- Lankinen, P. 2004. *Ligninolytic Enzymes of the Basidiomycetous Fungi Agaricus Bisporus And Phlebia Radiata on Lignocelullose-Containing Media*. Helsinki.
- Mark Elliot. 1997. *Superabsorbent Polymers*. BASF Product Development Scientist.
- Masfria, Muchlisyam, Nurmadjuzita, Nurabaya, S., Pardede, T.R., Azhar, C., dkk. 2016. *KIMIA ANALISIS I*. Cetakan Ketiga. Medan: USU Press. Halaman 75
- Mathur, AM, Moorjani, SK & Scranton, AB. 1996. *Methods for synthesis of hydrogel networks: A review*. J Macromol Sci-Rev Macromol Chem Phys, C36, 405-430.
- Nan Sun, Ting Wang, & Xiufeng Yan. 2017. *Synthesis and investigation of a self-assembled hydrogel based on hydroxyethyl cellulose and its in vitro ibuprofen drug release characteristics*. RCV Advances. 7, 9500.
- Niednszynski, I. & Preston, R. D. 1970. *Crystallite Size in Natural Cellulose*. Nature 225, 273-274.
- Nuringtyas & Tri Rini. 2010. *Karbohidrat*. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Ohwoavworhua, F.O & Adelakun, T.A. 2005. *Some physical Characteristic of Microcrystalline Cellulose Obtained from Raw Cotton of Cochlospermum Planchonii*. Tropical Journal of Pharmaceutical research, 501-507.
- Po, Richardo. 1994. *Water-absorbent polymers: A patent survey*, J Macromol. Sci-Rev Macromol Chem Phys, C34, 607-662.
- R. H, Atalla & ACS Symp, Ser. 1987. *The Structures of Cellulose*, 340; b) A. C. OSullivan, Cellulose 1997, 4, 173 – 207; c) P. Zugenmaier, Prog. Polym. Sci. 2001, 26, 1341 – 1417.
- S.C. Naik, J.F.T. Pittman, and J.F. Richardson. 1976. *The rheology of hydroxyethyl cellulose solutions*. Trans. Soc. Rheol., **20**, 639.
- Soo Cheong Chang & Jin Sung Yoo. 1999. *Measurement and Calculation of Swelling Equilibria for Water/Poly(Acrilamide-Sodiummallysufonate) Systems*, Korean Journals Chemical Engineering 16.
- Staples TL, Henton DE, & Buchholz, FL. 1998. *Chemistry of Superabsorbent Polyacrylates*. In Modern Superabsorbent Polymer Technology (Eds: Buchholz, FL and Graham, AT), Wiley-VCH, New York, Chapter 2.

- Suda Kiatkamjornwong, Kanlaya Mongkolsawat & Manit Sonsuk. 2002. *Synthesis and Property Characterization of Cassava Starch Grafted Polyacrylamide-Maleic Acid Superabsorbent via Gamma Irradiation*. Polymer Journal 43.
- Tang, Hu., Han, Chen., Bo, Duan., Ang, Lu. 2013. *Swelling behaviors of superabsorbent chitin/ carboxymethylcellulose hydrogels*. J Mater Sci. 49:2235–2242
- United States Department of Agriculture. 1961. *Highly Absorbent Starch-Containing Polymeric Compositions*, U.S. Patent 3,981,100.
- W. E. Gloor, B. H. Mahlman & R. D. Ullrich. 1950. *Hydroxyethylcellulose and Its Uses*. American Chemical Society. *Ind. Eng. Chem.* 42, 10, 2150–2153.
- Xiang LY, P, Mohammed MA, Samsu Baharuddin A. 2016. *Characterisation of microcrystalline cellulose from oil palm fibres for food applications*. Carbohydr Polym ;148:11e20.
- Y.Bao, J.Ma, N.Li. 2011. *Synthesis and swelling behaviors of sodium carboxymethyl cellulose-g-poly(AA-co-AM-co-AMPS)/MMT superabsorbent hydrogel*. Carbohydr. Polym. 82, 227-232.
- Zohuriaan Mehr, MJ. 2006. *Super-Absorbents (in Persian)*, Iran Polymer Society, Tehran, 2-4.
- Erizal, E.; Wikanta, T. Synthesis of Polyethylene Oxide (Peo)–Chitosan Hydrogel Prepared By Gamma Radiation Technique. Indones. J. Chem. 2011, 11, 16–20, doi:10.22146/ijc.21413.
- Saleem, A.; Akhtar, N.; Minhas, M.U.; Mahmood, A.; Khan, K.U.; Abdullah, O. Highly Responsive Chitosan-Co-Poly (MAA) Nanomatrices through Cross-Linking Polymerization for Solubility Improvement. gels 2022, 8, 1–21.
- Sutradhar, S.C.; Khan, M.M.R.; Rahman, M.M.; Dafadar, N.C. The Synthesis of Superabsorbent Polymers from a Carboxymethylcellulose/Acrylic Acid Blend Using Gamma Radiation and Its Application in Agriculture. J. Phys. Sci. 2015, 26, 23–39.
- Wu, L.; Liu, M. Preparation and Properties of Chitosan-Coated NPK Compound Fertilizer with Controlled-Release and Water-Retention. Carbohydr. Polym. 2008, 72, 240–247, doi:10.1016/j.carbpol.2007.08.020.
- Yu, J.; Zhang, H.; Li, Y.; Lu, Q.; Wang, Q.; Yang, W. Synthesis, Characterization,

- and Property Testing of PGS/P(AMPS-Co-AM) Superabsorbent Hydrogel Initiated by Glow-Discharge Electrolysis Plasma. *Colloid Polym. Sci.* 2016, 294, 257–270, doi:10.1007/s00396-015-3751-0.
- Zhao, C.; Zhang, M.; Liu, Z.; Guo, Y.; Zhang, Q. Salt-Tolerant Superabsorbent Polymer with High Capacity of Water-Nutrient Retention Derived from Sulfamic Acid-Modified Starch. *ACS Omega* 2019, 4, 5923–5930, doi:10.1021/acsomega.9b00486.
- Zhang, M.; Zhang, S.; Chen, Z.; Wang, M.; Cao, J.; Wang, R. Preparation and Characterization of Superabsorbent Polymers Based on Sawdust. *Polymers (Basel)*. 2019, 11, doi:10.3390/polym11111891.
- Fang, S.; Wang, G.; Li, P.; Xing, R.; Liu, S.; Qin, Y.; Yu, H.; Chen, X.; Li, K. Synthesis of Chitosan Derivative Graft Acrylic Acid Superabsorbent Polymers and Its Application as Water Retaining Agent. *Int. J. Biol. Macromol.* 2018, 115, 754–761, doi:10.1016/j.ijbiomac.2018.04.072.
- Rodrigues, F.H.A.; Fajardo, A.R.; Pereira, A.G.B.; Ricardo, N.M.P.S.; Feitosa, J.P.A.; Muniz, E.C. Chitosan-Graft-Poly(Acrylic Acid)/Rice Husk Ash Based Superabsorbent Hydrogel Composite: Preparation and Characterization. *J. Polym. Res.* 2012, 19, 1–10, doi:10.1007/s10965-012-0001-8.
- Melo, B.C.; Paulino, F.A.A.; Cardoso, V.A.; Pereira, A.G.B.; Fajardo, A.R.; Rodrigues, F.H.A. Cellulose Nanowhiskers Improve the Methylene Blue Adsorption Capacity of Chitosan-g-Poly(Acrylic Acid) Hydrogel. *Carbohydr. Polym.* 2018, 181, 358–367, doi:10.1016/j.carbpol.2017.10.079.
- Herawati, A.; Mujiyo; Syamsiyah, J.; Baldan, S.K.; Arifin, I. Application of Soil Amendments as a Strategy for Water Holding Capacity in Sandy Soils. *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.* 2021, 724, doi:10.1088/1755-1315/724/1/012014.
- Cheng, B.; Pei, B.; Wang, Z.; Hu, Q. Advances in Chitosan-Based Superabsorbent Hydrogels. *RSC Adv.* 2017, 7, 42036–42046, doi:10.1039/c7ra07104c.
- Elshafie, H.S.; Camele, I. Applications of Absorbent Polymers for Sustainable Plant Protection and Crop Yield. *Sustain.* 2021, 13, doi:10.3390/su13063253.
- Abdallah, A.M. The Effect of Hydrogel Particle Size on Water Retention Properties and Availability under Water Stress. *Int. Soil Water Conserv. Res.* 2019, 7, 275–285, doi:10.1016/j.iswcr.2019.05.001.
- Elbarbary, A.M.; Ghobashy, M.M. Controlled Release Fertilizers Using Superabsorbent Hydrogel Prepared by Gamma Radiation. *Radiochim. Acta* 2017, 105, 865–876, doi:10.1515/ract-2016-2679.

