

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).

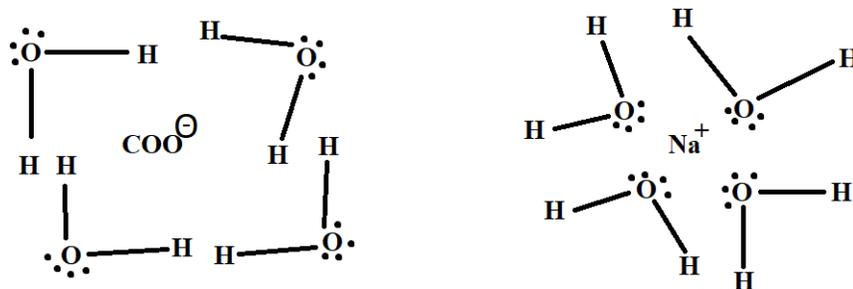
Menurut Chen dkk. (1985), umumnya memiliki kemampuan paling besar untuk menyerap air ketika pH air antara 8 dan 10. Penetrasi berfungsi untuk mengurai dan meluruskan rantai polimer dalam cairan berair sehingga komposisi penyerap akhir adalah lebih membengkak dengan adanya cairan tersebut. Netralisasi 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 relative 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 (-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 (hidroksi 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).

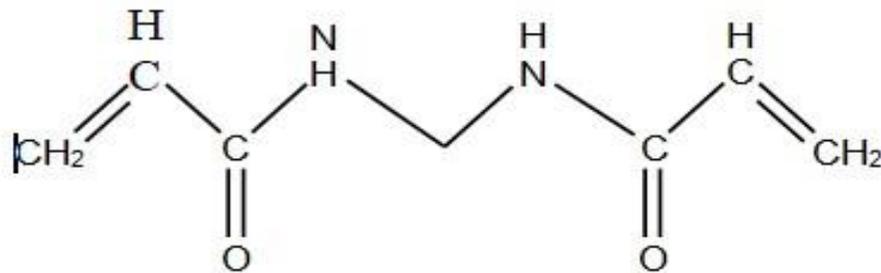
2.1.3 Komposit SAP

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

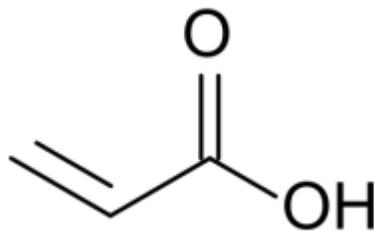
jejaring polimer yang dapat menyerap air. Diperlukan gugus aktif amina dalam suasana asam yang mampu berikatan dengan ion-ion logam dengan crosslinking (sambung silang) yang akan membentuk senyawa perantara untuk meningkatkan ketahanan kitosan terhadap asam. Selain meningkatkan kecepatan adsorpsi, ikatan 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.

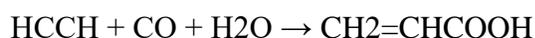


Selain itu, asam akrilat juga dapat diproduksi melalui reaksi antara etuna(asetilen)



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 sintetik sebagai pengkondisi tanah (Ohwoavworhua & Adalakun, 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.