

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Karakteristik tanah berpasir

Tanah berpasir merupakan tanah dengan kandungan pasir lebih dari 50% dan kandungan tanah liat kurang dari 20% hingga kedalaman 30 cm. Tanah berpasir secara global memiliki luas 31% dari total luas daratan [2].

Data propertis dari tanah berpasir dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1.** Sifat fisik tanah berpasir

Sifat fisik tanah	Nilai
Densitas bulk (g/cm)	1,10 – 1,78
Porositas	0,33 – 0,6
<i>Field capacity</i> m <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>	0,05 – 0,22
<i>Hydraulic conductivity</i> (m s <sup>-1</sup> )	10 <sup>-7</sup> – 10 <sup>-3</sup>
Konduktivitas panas – dry (mcal s <sup>-1</sup> cm <sup>-1</sup> °C <sup>-1</sup> )	0,35 – 0,38
Panas spesifik (cal g <sup>-1</sup> °C <sup>-1</sup> )	0,190 – 0,257
Permeabilitas gas (μm <sup>2</sup> )	2,8 – 65
pH	4,1 – 8,6
Konsentrasi organik karbon tanah 0–30 cm (g kg <sup>-1</sup> )	0,1 -195
<i>Cation exchangeable capacity</i> (cmolc kg <sup>-1</sup> )	3,8 – 11,5

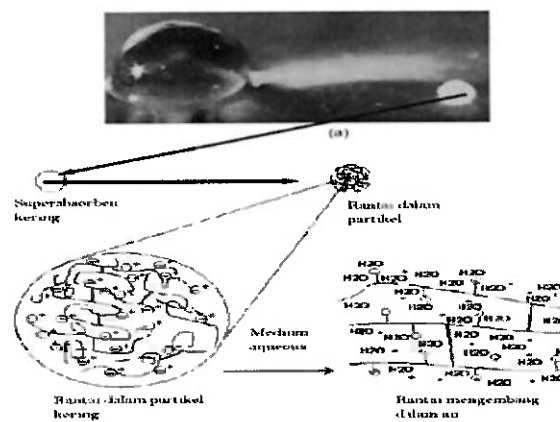
**Sumber :** Huang dan Hartemink

Tanah berpasir memiliki kandungan nutrisi mikro dan makro yang buruk,

daya serap air rendah, dan tidak cocok untuk kehidupan mikroorganisme yang dibutuhkan oleh tanaman. Tanah berpasir tidak cocok untuk lahan pertanian, akan tetapi karena semakin berkurangnya lahan pertanian akibat dari alih fungsinya menjadi kawasan industry, perumahan, dan lain-lain sehingga harus mengoptimalkan tanah berpasir.. Penggunaan superabsorbent merupakan salah satu solusi yang tepat, selain dapat menampung air dengan kapasitas besar juga dapat digunakan sebagai *carrier* pupuk dan melepaskannya secara perlahan.

## 2.2 Superabsorben biopolimer untuk pertanian

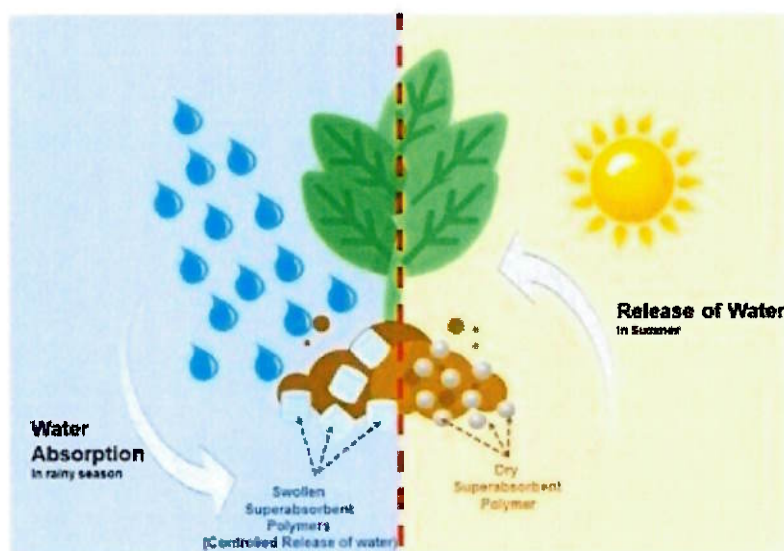
Superabsorbent adalah jaringan polimer hidrofilik yang mampu menyerap air dalam jumlah besar. Superabsorben dasarnya berstruktur ikatan silang tiga dimensi, rantai polimer dihubungkan satu sama lain melalui ikatan silang seperti terlihat pada Gambar 2.1 Superabsorben dapat dibagi menjadi kategori mekanisme penyerapan air: penyerapan kimia dan fisik, berdasarkan bahan baku seperti berbasis selulosa, protein, bahan baku polimer sintesis, dan superabsorbent berbahan baku campuran dan komposit seperti hibrida organik-anorganik.



Gambar 2.1. Struktur superabsorbent, (Sinha).

Tanah dengan penambahan superabsorbent terbukti mengendalikan mekanisme penguapan air sehingga air mampu menahan air lebih lama. Selain itu superabsorbent bersifat juga sebagai sistem pelepasan lambat atau terkontrol untuk pupuk dengan menganjurkan penyerapan beberapa elemen nutrisi, menahannya dengan erat, dan menahan disolusinya.

Selain meningkatkan efisiensi penggunaan air tanah, SAP juga digunakan untuk pelepasan pupuk yang terkendali, Dilaporkan bahwa sekitar 40–70% nitrogen (N) dan sekitar 80–90% fosfor (P) dalam pupuk konvensional tidak dapat diserap oleh tanaman karena kelarutannya yang tinggi dalam air dan difusivitasnya yang tinggi terhadap lingkungan sekitarnya. Pemuatan pupuk ke SAP tidak hanya meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk tetapi juga menghindari pencemaran lingkungan yang tidak perlu. Oleh karena itu, SAP sangat penting bagi pengembangan pertanian.



**Gambar 2.2.** Mekanisme penggunaan superabsorbent untuk pertanian

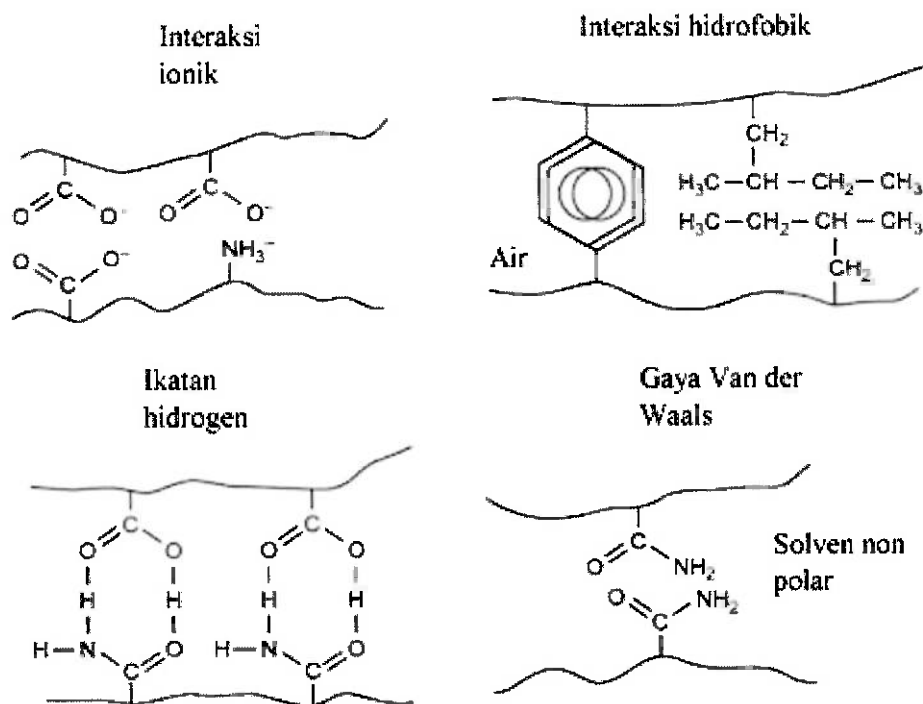
**Sumber :** Supare dan Mahanwar.

## 2.3 Metode pembuatan superabsorben biopolimer

Superabsorben dapat disintesis dengan metode polimerisasi cangkok, polimerisasi ikat silang, pembentukan jaringan polimer yang larut dalam air, ikat silang radiasi, dan lain-lain. Secara umum metode pembuatan superabsorbent terbagi menjadi dua yaitu taut silang secara kimia dan fisik.

### 2.3.1 Taut silang secara fisik

Ikatan silang fisik terjadi ketika jaringan polimer disatukan oleh belitan molekul melalui gaya sekunder seperti interaksi elektrostatik, ikatan H, atau hidrofobik seperti terlihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3. Taut silang secara fisik.

### 2.3.2 Taut silang secara kimia

Ada beberapa metode yang berbeda untuk membentuk hidrogel ikatan silang kimia. Metode pertama melibatkan ikatan silang atau kopolimerisasi antara satu atau lebih monomer dan satu monomer multifungsi. Reaksi polimerisasi dapat diaktifkan oleh inisiator kimia atau menggunakan iradiasi, dan dapat dilakukan dalam jumlah besar, dalam larutan, atau dalam suspensi. Metode kedua didasarkan pada reaksi polimer linier bercabang dengan polimer multifungsi menggunakan zat pentaut silang. Gugus-gugus difungsional atau multifungsi ini hadir dalam zat pentaut silang biasanya menghubungkan dua rantai polimer dengan berat molekul tinggi.

### 2.3.3 Taut silang dengan co-polimerisasi

Untuk memodifikasi sifat polimer superabsorben, sejumlah kecil pentaut silang pasti dibutuhkan. Agen pentaut silang menjembatani antar molekul dan/atau ikatan silang antara rantai polimer. Dalam polimer ikatan silang, pertumbuhan sisi setiap rantai polimer membentuk ikatan kimia dengan rantai polimer lainnya.

**Tabel 2.2.** Perbedaan Teknik co-polimerisasi.

Polimerisasi larutan/tautan silang	Polimerisasi <i>bulk</i>	Polimerisasi suspensi atau polimerisasi suspensi terbalik	Polimerisasi dengan iradiasi
Dalam reaksi kopolimerisasi/ikatan silang larutan, monomer ionik atau netral dicampur dengan zat pentaut silang multifungsi. Polimerisasi dimulai secara termal, dengan	Polimerisasi <i>bulk</i> adalah teknik paling sederhana yang hanya melibatkan monomer dan inisiator yang larut dalam monomer.	Dalam polimerisasi suspensi, larutan monomer didispersikan dalam tetesan monomer halus yang tidak membentuk pelarut, yang distabilkan dengan penambahan	Radiasi energi tinggi pengion, seperti sinar- $\gamma$ dan berkas electron, telah digunakan sebagai inisiator. Iradiasi larutan polimer berair menghasilkan

penyinaran UV, atau oleh sistem inisiator redoks dengan adanya pelarut.		penstabil. Polimerisasi diinisiasi oleh radikal dari dekomposisi termal suatu inisiator.	pembentukan radikal pada rantai polimer.
---	--	--	--

Salah satu bahan yang dapat digunakan dalam taut silang co-polimer adalah asam akrilat dan kitosan, dimana superabsorben yang terbuat dari asam akrilat dan kitosan digunakan sebagai pembawa sekaligus menahan air di tanah berpasir. Superabsorben yang dicangkokkan dengan kitosan mempunyai kemampuan menyerap air hingga ratusan kali berat keringnya. Superabsorben dari berbagai polimer sintetik yang dapat dicangkokkan dengan kitosan adalah asam akrilat, akrilamida, dan akrilonitril. Superabsorben berbasis asam akrilamida-ko-akrilamida juga dapat dicangkokkan dengan kitosan. Selanjutnya superabsorben kitosan-g-Poli (akrilamida)/Montmorillonit dapat dibentuk dengan mencangkok kitosan dengan akrilamida. Sedangkan superabsorben yang digunakan untuk menahan air pada tanah berpasir dibuat dengan sintesis akrilat yang diikat silang dengan polivinilpirolidon (PVPP), menggunakan metode polimerisasi larutan dengan air keran sebagai media reaksi. Penggunaan superabsorben hidrogel yang terbuat dari poli akrilat/asam akrilat untuk konservasi air di tanah berpasir dilakukan oleh El-Tohamy et al.

Kemampuan superabsorben yang terbuat dari kitosan dan asam akrilat adalah gugus  $-COO-$  dari produk yang dinetralkan sebagian dapat diubah menjadi gugus  $-COOH$ , dan dapat terbentuk ikatan hidrogen antara  $-OH$  dan  $-COOH$  dari produk tersebut. hidrogel berbasis kitosan. Gugus  $-COOH$  berubah menjadi gugus  $-COO-$ , ikatan hidrogen terpisah, dan kapasitas pengembangan meningkat karena tolakan

elektrostatik gugus karboksilat sebagai gaya penggerak utama. Gugus -COOH memiliki kemampuan mengikat hidrogen beberapa molekul air per unit pengulangan. Hal ini membuat polimer membengkak dan menahan air dengan kuat.

#### 2.4 Biopolimer sebagai bahan superabsorben

Superabsorben dari bahan alami, seperti selulosa, pati dan kitosan, menguntungkan dalam hal degradabilitas, biokompatibilitas, ramah lingkungan, dan terbarukan. Namun, proses ekstraksinya rumit dan lebih mahal daripada beberapa polimer sintetik. Oleh karena itu, banyak penelitian yang mencoba memodifikasi polimer alam dengan polimer sintetik untuk prospek pasar yang lebih baik seperti terlihat pada Tabel 2.3

Tabel 2.3. Penelitian modifikasi superabsorben bahan alami dengan sintesis

Polimer alam	Modifikasi pembuatan superabsorben
Selulosa	Hidroksietil selulosa dicangkokkan pada kopolimer akrilat dan akrilamida (P(AA-co-AM)) dan daya serap air maksimum produk mencapai 240 g/g
	Pengikatan silang esterifikasi selulosa dengan 1,2,3,4-butanetetracarboxylic dianhydride (BTCA), dan serapan air maksimum dari hidrogel yang dihasilkan dalam sistem tetrabutylammonium fluoride/dimethyl sulfoxide (TBAF/DMSO) adalah 987 g/g
Pati	Asam akrilat digunakan untuk mempolimerisasi dengan pati yang dimodifikasi asam sulfamat dengan polimerisasi larutan. Daya serap air dari produk yang dihasilkan adalah 1026 g/g dalam air deionisasi dan 145 g/g dalam larutan NaCl 0,9 wt%

	<p>Penambahan nanopartikel arang alami (NCNPs) yang dimodifikasi secara kimia ke dalam superabsorben pati-gP(AA-co-AM) juga menunjukkan penyerapan sebesar (390 g/g dalam air suling) dibandingkan dengan hidrogel murni (202 g/g dalam air suling).</p>
<p><b>Kitosan</b></p>	<p>(2-piridil) asetil kitosan klorida (PACS) berpolimerisasi dengan AA dan AM dalam larutan berair. Polimer superabsorben yang dihasilkan menunjukkan daya serap air yang sangat baik, yang dapat menyerap 615 kali berat kering air suling dan 44 kali berat kering larutan NaCl 0,9% berat.</p>
	<p>Kitosan termodifikasi 2-kloroetilamin hidroklorida dipilih untuk mencangkok asam akrilat. Hasil mengkonfirmasi hipotesis ini bahwa daya serap air produk adalah 644 g/g dalam air dan 99 g/g dalam larutan NaCl 0,9 wt% di bawah kondisi yang dioptimalkan.</p>