

**SINTESIS SUPERABSORBEN BERBAHAN KITOSAN-ASAM
AKRILAT UNTUK PELEPASAN LAMBAT PUPUK UREA
SERTA MENAILAN AIR DI TANAH BERPASIR**

TESIS

Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Magister Teknik
Pada Program Studi Magister Teknik Kimia



Disusun oleh:
AMIN YULIANTO
NIM 7780210009

**PROGRAM STUDI MAGISTER TEKNIK KIMIA
PASCASARJANA
UNIVERSITAS SULTAN AGENG TIRTAYASA
TAHUN 2024**

LEMBAR PERSETUJUAN TESIS

JUDUL

**SINTESIS SUPERABSORBEN HIDROGEL RAMAH LINGKUNGAN
BERBAHAN BIOPOLIMER DAN APLIKASINYA UNTUK PELEPASAN
LAMBAT PUPUK UREA SERTAMENAHAN AIR DI TANAH BERPASIR**

Telah disetujui untuk dilaksanakan Sidang Tesis

Tanggal 2 Juli 2024
Pembimbing 1

Tanggal 2 Juli 2024
Pembimbing 2



Prof. Dr. Jayanudin., S.T., M.Eng
NIP. 197808112005011603



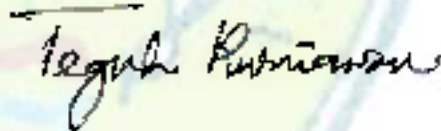
Dr. Heri Heriyanto., S.T., M.Eng.
NIP. 197510222005011002

Tanggal 3 Juli 2024
Dekan Fakultas Teknik

Tanggal 2 Juli 2024
Koordinator Program Studi



Prof. Dr. Jayanudin, S.T., M.Eng
NIP. 197808112005011003



Prof. Dr. Teguh Kurniawan, S.T., M.T., P.hD
NIP. 198305062006041002



LEMBAR PERBAIKAN SIDANG

**SINTESIS SUPERABSORBEN HIDROGEL RAMAH LINGKUNGAN
BERBAHAN BIOPOLIMER DAN APLIKASINYA UNTUK PELEPASAN
LAMBAT PUPUK UREA SERTAMENAHAN AIR DI TANAH BERPASIR**

Telah diperbaiki sesuai dengan saran dan masukan tim dosen penguji

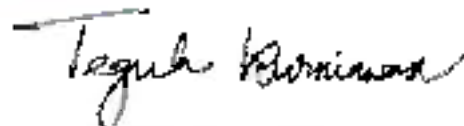
Komisi Penguji :	Sebagai	Tanda Tangan
1. Prof., Dr. Jayanudin., S.T., M.Eng.	Ketua Sidang	
2. Dr. Heri Heriyanto., S.T., M.Eng.	Sekretaris	
3. Prof., Dr. Yeyen Maryani Dra., M.Si.	Penguji 1	
4. Dr. Iqbal Syaichurrozi. ST., MT.	Penguji 2	
5. Dr. Ir. Indar Kustiningsih., ST., MT.	Penguji 3	

Tanggal... 2 Agustus 2024
Dekan Fakultas Teknik

Tanggal... 8 Agustus 2024
Koordinator Program Studi:



Prof., Dr. Jayanudin. S.T., M.Eng.
NIP. 197808112005011003



Prof. Teguh Kurniawan, S.T., M.T., Ph.D
NIP. 198305062006041002

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Dengan ini saya sebagai penulis Tesis berikut:

Judul : Sintesis superabsorben berbahan kitosan-usam akrilat untuk pelepasan lambat pupuk urea serta menahan air di tanah berpasir

Nama : Amin Yulianto

NIM : 7780210009

Prodi : Magister Teknik Kimia

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tesis tersebut di atas adalah benar benar hasil karya asli saya dan tidak menuat hasil karya orang lain, kecuali dinyatakan melalui rujukan yang benar dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari ditemukan hal-hal yang menunjukkan bahwa sebagian atau seluruh karya ini bukan karya saya, maka saya bersedia dituntut melalui hukum yang berlaku. Saya juga bersedia menanggung segala akibat hukum yang timbul dari pernyataan yang secara sadar dan sengaja saya nyatakan melalui lembar ini.

Serang, Agustus 2024

Pemhuat pernyataan



Amin Yulianto
NIM. 7780210009

KATA PENGANTAR

Segala puja dan puji penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas berkat dan rahmat yang diberikan oleh-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian tesis ini diajukan untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh derajat kesenjanaan Magister Teknik Kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa perkuliahan sampai pada penyusunan tesis ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikan tesis ini. Oleh karena itu, saya mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Jayanudin., S.T., M.Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dan selaku pembimbing-1
2. Bapak Dr. Heri Heriyanto., S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa dan selaku pembimbing-2
3. Bapak Prof. Teguh Kurniawan S.T., M.U., Ph.D., selaku Ketua Program Studi S2 Teknik Kimia Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
4. Keluarga tercinta. Istri: Nur Faizah S.E. Anak: M.R. Fikran A, M. Haydar M.Y dan Nadiyah A.A yang telah memberikan doa dan dorongannya.
5. Rekan-rekan mahasiswa program studi S2 Teknik Kimia atas dukungan dan bantuannya.

Akhir kata semoga Tesis ini dapat bermanfaat bagi rekan-rekan mahasiswa pada umumnya dan penyusun pada khususnya.

Serang, 17 Februari 2024

Amin Yulianto

ABSTRACT

Amin Yulianto. 2024. Synthesis of Eco-Friendly Hydrogel Superabsorbents Made from Biopolymers and Their Application for Slow Release of Urea Fertilizer and Retaining Water in Sandy Soils. Post graduate Chemical Engineering Department, University of Sultan Ageng Tirtayasa. Advisor: Prof. Dr. Jayanudin, S.T., M.Eng., Co-Advisor: Dr. Heri Heriyanto., ST., M.Eng.

*Enhancing the agricultural productivity of sandy soil can be achieved by incorporating a superabsorbent material that serves dual purposes: improving water retention and gradually releasing fertilizer nutrients. The objective of this study is to determine the influence of the weight of *N,N'*-methylene-bis-acrylamide (MBA) as a crosslinker in chitosan-graft-poly(acrylic acid) superabsorbent on water holding and water retention in sandy soil. The superabsorbent was prepared by mixing a chitosan solution with ammonium persulfate as a catalyst and acrylic acid, which had been neutralized with KOH. Subsequently, the mixture was cross-linked using MBA. The resulting superabsorbent indicated that an increase in the weight of MBA decreased the swelling ratio and increased water retention due to a denser network structure. The water holding capacity for superabsorbent prepared with all MBA weights was nearly the same. The highest swelling ratio and water retention were 167.552 g/g and contained 7.6% water on day 7 for the superabsorbent crosslinked with 0.015 g of MBA.*

Keywords: sandy soil, superabsorbent, water retention, water holding.

INTISARI

Amin Yulianto, 2024. Sintesis superabsorben hidrogel ramah lingkungan berbahan biopolimer dan aplikasinya untuk pelepasan lambat pupuk urea serta menahan air di tanah berpasir.. Program Study Teknik Kimia Pascasarjana, Sultan Ageng Tirtayasa. Advisor: Prof. Dr. Jayanudin., S.T., M.Eng . Co- Advisor : Dr. Ieri Heriyanto, S.T., M.Eng.

Meningkatkan produktivitas pertanian di tanah berpasir dapat dicapai dengan menggunakan bahan penyerap super yang memiliki dua tujuan: meningkatkan retensi air dan melepaskan unsur hara pupuk secara bertahap. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berat N,N'-methylene-bis-acrylamide (MBA) sebagai pontau silang pada superabsorben kitosan-graft-poli(asam akrilat) terhadap retensi air dan retensi air pada tanah berpasir. Superabsorben dibuat dengan mencampurkan larutan kitosan dengan amonium persulfat sebagai katalis dan asam akrilat yang telah dinetralkan dengan KOH. Selanjutnya campuran tersebut diikat silang menggunakan MBA. Superabsorben yang dihasilkan menunjukkan bahwa peningkatan berat MBA menurunkan rasio pembengkakan dan meningkatkan retensi air karena struktur jaringan yang lebih padat. Kapasitas menahan air untuk superabsorben yang dibuat dengan semua bobot MBA hampir sama. Rasio pengembangan dan retensi air tertinggi adalah 167.552 g/g dan mengandung air 7,6% pada hari ke tujuh untuk superabsorben berikatan silang dengan 0.015 g MBA.

Kata kunci: tanah berpasir, superabsorben, retensi air, *water holding*.

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL.....	i
LEMBAR PERSETUJUAN TESIS.....	iii
LEMBAR PERHAIKAN PERBAIKAN SIDANG	iv
PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	iv
KATA PENGANTAR.....	v
ABSTRACT.....	vi
INTISARI.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
BAB I PENDAHULUAN.....	13
1.1 Latar Belakang.....	13
1.2 Rumusan Masalah.....	16
1.3 Tujuan Penelitian	18
1.4 Ruang Lingkup Penelitian.....	19
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	20
2.1 Karakteristik tanah berpasir	20
2.2 Superabsorben biopolimer untuk pertanian	21
2.3 Metode pembuatan superabsorben biopolymer	23
2.3.1 Taut silang secara fisik.....	23
2.3.2 Taut silang secara kimia.....	24
2.3.3 Taut silang secara co-polymerisasi.....	24
2.4 Biopolimer sebagai bahan superabsorben	26
BAB III METODE PENELITIAN.....	28
3.1 Bahan	28

3.2 Sintesis superabsorben dari Kitosan-graft-poli (asam akrilat).....	28
3.3 Menentukan pembengkakan (<i>Swelling</i>).....	29
3.4 Kapasitas menampung air dan retensi air ditinjau berpasir.....	30
3.5 Kemampuan penggunaan kembali (<i>Re-useable</i>).....	31
3.6 Analisis morfologi superabsorben	32
3.7 Variabel Penelitian.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	33
4.1 Pengaruh luangitas pentaut silang terhadap rasio pembengkakan superabsorben	33
4.2 Penggunaan kembali (<i>Re-useable</i>) superabsorben	37
4.3 Kemampuan menahan air (<i>Water Holding</i>)	39
4.4 Daya tampung air	41
4.5 Daya tampung Urea (<i>Loading Urea</i>)	42
4.6 Analisis Morfologi Superabsorben Menggunakan <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	44
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	46
5.1 Kesimpulan	46
5.2 Saran	47
DAFTAR PUSTAKA	48
LAMPIRAN	53
RIWAT HIDUP PENULIS	61

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Sifat fisik tanah berpasir	20
Tabel 2.2 Perbedaan Teknik co-Polimerisasi	24
Tabel 2.3. Penelitian modifikasi superabsorben bahan alami dengan sintesis.....	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur superabsorbent.....	21
Gambar 2.2. Mekanisme penggunaan superabsorbent untuk pertanian ..	22
Gambar 2.3. Taut silang secara fisik.....	23
Gambar 3.1. Diagram Alir Pembuatan Superabsorben.....	29
Gambar 3.2. Diagram Alir Pengujian Fraksi Gel.....	30
Gambar 3.3. Metode pengukuran kapasitas menampung air	31
Gambar 4.1. Pengaruh berat N,N'-methylene bisacrylamide (MBA) terhadap pengembangan superabsorben.....	33
Gambar 4.2. Pengaruh proses saponifikasi dan tanpa saponifikasi terhadap kemampuan pembekakan superabsorben	34
Gambar 4.3. Kinetika pengaruh proses saponifikasi dan tanpa saponifikasi terhadap kemampuan pembekakan superabsorben.	36
Gambar 4.4. Penggunaan kembali superabsorben berdasarkan perbedaan bobot MBA.....	38
Gambar 4.5. Pengaruh berat taut silang MBA terhadap kapasitas superabsorben menahan air pada tanah berpasir	39
Gambar 4.6 Pengaruh berat pentaut silang MBA terhadap kapasitas superabsorben menahan air pada tanah berpasir dengan saponifikasi dan tanpa saponifikasi.	40
Gambar 4.7 Pengaruh penambahan superabsorben hasil sintesis berdasarkan bobot pentaut silang	41
Gambar 4.8 Kemampuan daya tampung urea terhadap berat pentaut silang ..	43

Gambar 4.9 Kemampuan daya tampung urea terhadap berat pentaut silang dengan proses saponifikasi,	44
Gambar 4.10 Analisis morfologi superabsorben kitosan-poli (asam akrilat)	44

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ahli fungsi tanah berpasir sebagai lahan pertanian karena terus berkurangnya lahan pertanian. Salah satu daerah di Indonesia yang memiliki tanah berpasir adalah Ciligan seperti di daerah Jalan Lingkar Selatan (JLS) kampung Krucak dan Kampung Sondol, Kelurahan Taman Baru, Kecamatan Citangkil. Adanya tanah berpasir ini membuat banyak yang melakukan penambahan pasir dimana dampak yang ditimbulkan dari proses adalah jalan menjadi kotor setelah hujan, tanah tidak menjadi subur. Jika cuaca panas berdebu yang bisa mengakibatkan terganggunya kesehatan tubuh serta permasalahan lainnya adalah lahan berpasir memiliki kualitas kimia dan biologi yang buruk dimana kandungan bahan organik, nitrogen total, dan kapasitas tukar ion yang rendah yang menyebabkan kandungan *macro/micro nutrient*, retensi air, dan kesuburan tanah menjadi rendah [Banedjschatic et. al 2015].

Ahli fungsi lahan pertanian menjadi kawasan industri dan permukiman berdampak langsung pada penurunan produktivitas pertanian. Keterbatasan lahan untuk pertanian memunculkan metode pertanian vertikal dan hidroponik. Kekurangan dari cara-cara tersebut adalah memerlukan perawatan yang terus menerus dan intensif seperti pemupukan dan penyiraman serta mempunyai kapasitas produksi yang kecil tidak sebanding dengan meningkatnya permintaan produk pertanian. Tanah berpasir dapat dimanfaatkan untuk mengatasi

permasalahan keterbatasan lahan pertanian.

Peningkatan fungsi tanah herpesit untuk pertanian dapat dilakukan dengan penambahan superabsorbent hydrogel yang mempunyai fungsi secara simultan untuk menahan air dan memasok nutrisi pupuk secara secara perlahan (*slow release*), bekerja sebagai penyangga tanaman, artinya tanaman sudah memiliki cadangan makanan tersendiri. *slow release* mencegah kelebihan nutrisi pada tanaman sehingga unsur hara dilepaskan secara perlahan, dengan ditambahkan superabsorbent yang berfungsi sebagai *slow release* meminimalkan resiko tanaman kelebihan unsur hara atau bahkan unsur hara tidak menyebar merata pada tanaman di lahan yang sama.

Superabsorbent dari polimer sintesis seperti asam poliakrilat atau poliakrilamida menunjukkan keunggulan biaya rendah, masa pakai yang lama, dan tingkat penyerapan air tinggi. Akan tetapi berbahaya untuk lingkungan karena biodegradabilitas yang buruk dan mengganggu pertumbuhan tanaman. Superabsorbent hidrogel dari polimer alami lebih ramah lingkungan tetapi kelemahannya adalah sifat mekaniknya rendah seperti tidak mampu menahan air dalam kapasitas besar sehingga perlu dilakukan modifikasi seperti dilakukan pencampuran dengan polimer sintesis untuk meningkatkan sifat mekaniknya.

Pengujian superabsorbent pada tanah telah dilakukan penelitian oleh Dimas Gilang Ramadhani et al, 2016, superabsorbent dari polimer poli (asam akrilat)-Serbuk gergaji kayu dicampur dengan tanah kering perbandingan tanah dan superabsorbent adalah 1:10 pada sebuah pot. Campuran tanah dan superabsorbent ditetesi air sedikit demi sedikit sebanyak 1 liter air. Dilakukan uji sinar matahari

dengan menjemur di bawah terik sinar matahari. Melakukan penimbangan berat media setiap hari dengan membandingkan dengan pot kedua yang berisi tanah diteliti air dengan jumlah yang sama. didapat bahwa penambahan pupuk pada saat polimerisasi menghasilkan hasil yang paling baik. Setelah dibandingkan dengan superabsorben murni penambahan pupuk sebelum penambahan MBA menunjukkan hasil yang paling stabil daripada sebelum atau setelah polimerisasi. Hal ini disebabkan karena pupuk sudah larut dalam suspensi selulosa sehingga mudah dalam proses polimerisasi ketika ditambahkan pengikat silang yaitu MBA (N,N Metiler Hisacriamida). Kelarutan pupuk terhadap selulosa sebenarnya sangat berpengaruh terhadap hasil superabsorben yang dihasilkan ketika pupuk yang berbentuk butiran langsung dimasukkan kedalam selulosa pada keadaan sebelum penambahan MBA pupuk akan terlarut terlebih dahulu dalam cairan selulosa kemudian akan bereaksi dengan penambahan MBA. Sementara pada penambahan saat penambahan MBA pupuk juga dimasukkan pupuk menghasilkan adanya sedikit gumpalan di gel superabsorben yang dihasilkan yang mengindikasikan bahwa pelarutan pupuk dalam SPA tidak sempurna. Begitu juga pada penambahan pupuk setelah MBA pada 15 menit dan 30 menit menghasilkan hasil yang sama yaitu terdapat sedikit gumpalan gel superabsorben yang dihasilkan.

Qiao, et al [5] menggunakan etil selulosa (EC) dan pati-PAAm (St-PAAm) untuk lapisan ganda urea bertujuan meningkatkan efisiensi pelepasan lambat. Pupuk urea granular juga telah dikapsulasi dalam dua resin alkiid berbasis pati, karet dan minyak biji jarak, atau dalam polivinil alkohol dan pati. Oleh karena itu, urea yang dilapisi dengan hidrogel superabsorben dapat memperbaiki tanah dengan

meningkatkan pelepasan lambat urea. Elbarbary dan Ghobashy melaporkan telah sukses mensintesis hidrogel superabsorben untuk pelepasan lambat urea menggunakan *polyvinylpyrrolidone* (PVP)/*carboxymethyl cellulose* (CMC). Pembuatan superabsorben untuk tanah berpasir juga telah dilakukan oleh Zhang, et al dari *polyvinylpyrrolidone* (PVPP) hasilnya dapat meningkatkan retensi air secara signifikan.

Tujuan penelitian ini akan dibuat superabsorben yang secara simultan dapat menampung air dalam kapasitas besar dan melepaskan pupuk urea secara perlahan sehingga dapat meningkatkan produktivitas lahan berpasir sebagai lahan pertanian. Bahan yang digunakan untuk preparasi superabsorben adalah campuran bahan polimer alami yang dikomposit dengan polimer sintesis. Metode yang digunakan untuk membuat superabsorben hidrogel adalah dengan crosslink dengan bahan kimia.

1.2 Rumusan Masalah

Tanah berpasir memiliki permeabilitas air yang tinggi, kapasitas menahan air yang rendah, serta kemampuan retensi dan pertukaran unsur hara yang rendah. Tanah berpasir memiliki struktur tanah yang lemah dan rentan terhadap erosi angin (Yost dan Hartemink, 2019) . Karena terbatasnya ketersediaan lahan pertanian akibat alih fungsi lahan untuk industri dan perumahan, maka pengembangan tanah berpasir untuk pertanian perlu dilakukan. Mengingat tanah berpasir belum memenuhi persyaratan untuk pertanian, seperti kandungan unsur hara dan kapasitas menahan air, maka perlu dilakukan penambahan superabsorben untuk

meningkatkan kedua fungsi tersebut. Pertanian sangat bergantung pada air, yang merupakan 70% pengguna air dunia. Sekitar 24% dari total luas daratan bumi terkena dampak pengurangan di seluruh dunia. Pengelolaan sumber daya air yang efektif sangat penting untuk mempromosikan penggunaan. Oleh karena itu, terdapat kebutuhan mendesak untuk menggunakan air secara lebih efisien di bidang pertanian untuk mengatasi kelangkaan air dan meningkatkan kualitas tanah (Niu et al., 2024).

Peningkatan produktivitas tanah berpasir untuk pertanian dapat dicapai dengan menggunakan bahan penyerap super yang memiliki dua tujuan: meningkatkan retensi air dan melepaskan unsur hara pupuk secara bertahap. (Jayanudin dkk., 2022; Niu et al., 2024). Superabsorben komersial sering kali disintesis dari akrilik, akrilonitril, dan akrilamida, yang semuanya merupakan produk minyak bumi. Dampaknya dapat membahayakan lingkungan karena dapat berubah menjadi mikroplastik dan menimbulkan risiko bagi manusia karena memasuki rantai makanan melalui tanah dan air yang terkontaminasi (Salimi et al., 2020) (Niu et al., 2024). Meskipun polimer superabsorben alami lebih ramah lingkungan, umumnya kapasitas penyerapan airnya lebih rendah dibandingkan polimer sintetis. Oleh karena itu, upaya telah diarahkan untuk meningkatkan kemampuan penyerapan air dari polimer superabsorben alami melalui teknik modifikasi. Metode ini sering kali memerlukan kopolimerisasi cangkuk polimer yang mengandung banyak gugus hidrofilik (Yang et al., 2024). Penelitian yang melibatkan kopolimerisasi cangkuk polimer yang kaya akan gugus hidrofilik meliputi: Kitosan-Graft-Poli(asam akrilat) Superabsorben. (Jayanudin et al., 2022). Superabsorben dari Pati-g-poli (asam

akrilat-ko-akrilamida) (Salimi et al., 2020) . Hidrogel superabsorben melalui polimerisasi cangkok asam akrilat dari hibrida kitosan-selulosa (Essawy et al., 2016) , polimer superabsorben berbasis dasar kitosan cangkokan asam akrilik-ko-akrilamida turunan kitosan (Fang et al., 2019) , dan Hidrogel Superabsorben Kitosan-Graft-Poly (Asam Akrilik) (Harizany et al., 2016) .

Sintesis superabsorben berbasis kitosan yang dicangkokkan dengan asam poliakrilat biasanya menggunakan NN'-methylene-bis-acrylamide (MBA) sebagai pentaut silang. Penambahan MBA mempengaruhi kapasitas penyerapan dan retensi air akibat efek kepadatan ikatan silang dalam rantai polimer (Rizwan et al., 2024) . Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berat NN'-methylene-bis-acrylamide (MBA) sebagai pentaut silang pada sintesis superabsorben Kitosan-graft-poli (asam akrilat) terhadap kapasitas pengembangan dan retensi air pada tanah berpasir untuk aplikasi pertanian.

Tanah berpasir memiliki kesuburan dan daya tampung air yang rendah sehingga untuk meningkatkan produktivitasnya dapat dilakukan dengan menambahkan superabsorben. Bahan superabsorben biopolymer mempunyai kelemahan yaitu sifat mekanik rendah dan daya tampung air yang tidak terlalu besar sehingga perlu dimodifikasi dengan mencampurkan polimer sintesis. Metode preparasi yang akan dilakukan adalah dengan taut silang menggunakan bahan kimia.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Menentukan pengaruh proses saponifikasi terhadap sifat dan karakterisasi superabsorben.
2. Menguji superabsorben terhadap tanah berpasir laju perembesan air, kelembaban jenuh, laju penguapan pada tanah berpasir
3. Menentukan besarnya urea yang dimuat ke superabsorben

1.4 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini adalah sebagai berikut -

1. Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah Kriosan-Asam Akrilat.
2. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Teknik Kimia Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

BAH 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 ³ /m ³)	0,05 – 0,22
<i>Hydraulic conductivity</i> (m s ⁻¹)	10 ⁻⁷ – 10 ⁻³
Konduktivitas panas – dry (mcal s ⁻¹ cm ⁻¹ °C ⁻¹)	0,35 – 0,38
Panas spesifik (cal. g ⁻¹ °C ⁻¹)	0,190 – 0,257
Permeabilitas gas (µm ²)	2,8 – 65
pH	4,1 – 8,6
Konsentrasi organik karbon tanah 0–30 cm (g kg ⁻¹)	0,1 – 1,95
<i>Cation exchangeable capacity</i> (cmole kg ⁻¹)	3,8 – 11,5

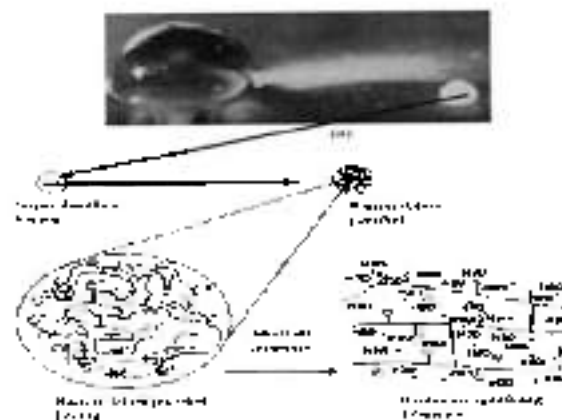
Sumber : Huang dan Hartenink

Tanah berpasir memiliki kandungan nutrisi mikro dan makro yang buruk.

daya serap air rendah, dan tidak cocok untuk kehidupan mikroorganisme yang dihutuhkan 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

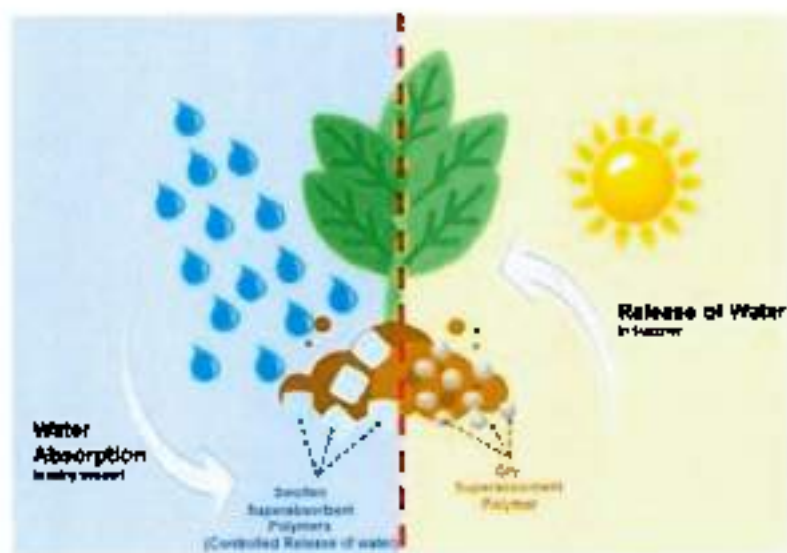
Superabsorbent adalah jaringan polimer hidrofilik yang mampu menyerap air dalam jumlah besar. Superabsorben dasarnya berstruktur ikatan silang tiga dimensi, rantai polimer dihubungkan satu sama lain melalui ikatan silang seperti terlihat pada Gambar 2.1. Superabsorben dapat dibagi menjadi kategori mekanisme 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 superabsorben: 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 mengizinkan 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

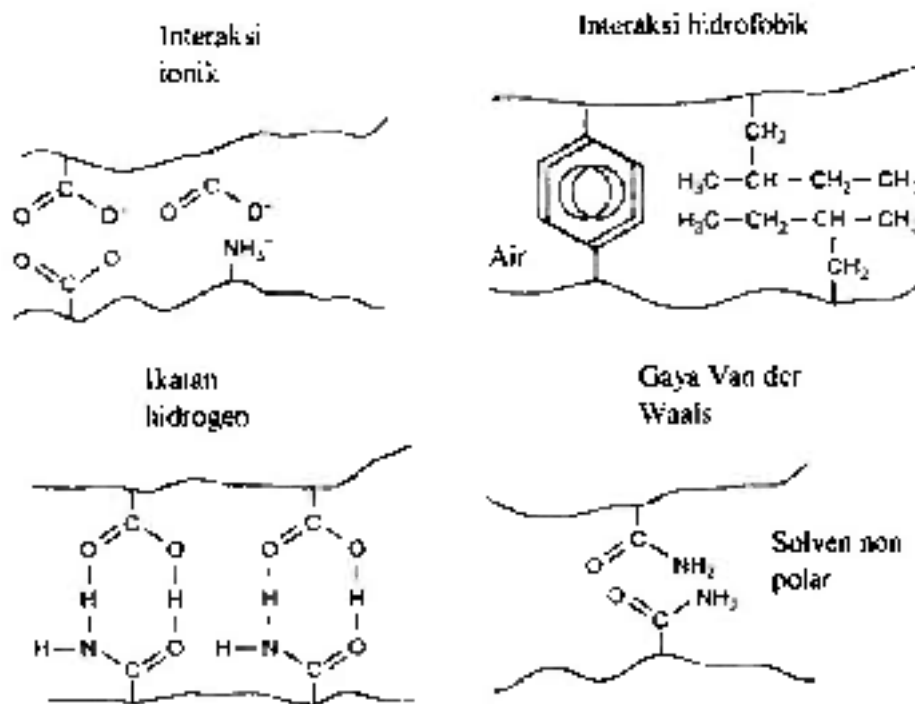
Sumber : Suparc dan Mahanwar.

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 superabsorben 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 iyonik 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- γ dan berkas electron, telah digunakan sebagai inisiator. Iradiasi in situ polimer berair menghasilkan

penyinaran UV, atau oleh sistem inisiator redoks dengan adanya pelarut.	penstabil. Polimerisasi diinisiasi oleh radikal dari dekomposisi termal suatu inisiator.	pemberbukan 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 dikat silang dengan polivinilpirolidon (PVPP), menggunakan metode polimerisasi larutan dengan air keran sebagai media reaksi. Penggunaan superabsorben hidrogei 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. hidrogei berbasis kitosan. Gugus $-COOH$ berubah menjadi gugus $-COO^-$, ikatan hidrogen terpisah, dan kapasitas pengembungan meningkat karena tolakan.

elektrostatik gugus karboksilat sebagai gaya penggerak utama. Gugus $-COOH$ memiliki kemampuan mengikat hidrogen kebeberapa molekul air perunit pengulangan. Hal ini membuat polimer membesar 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>Kitosan</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>

BAB III

METODE PENELITIAN

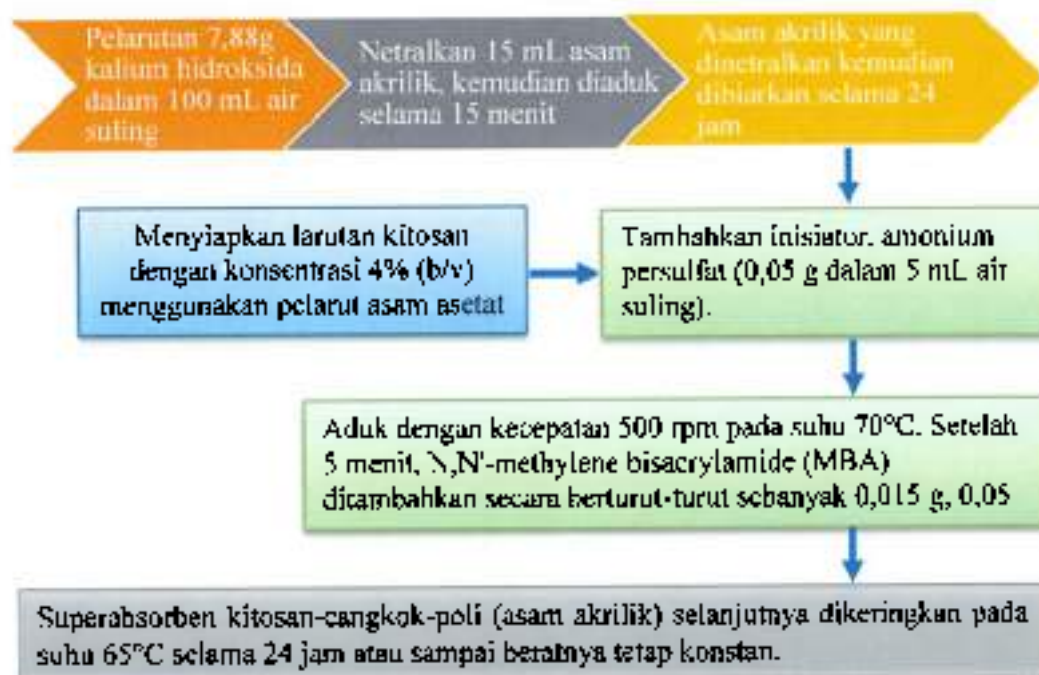
3.1. Bahan

Asam akrilik p.a . 99%; Nomor CAS: 79-10-7 produksi Sigma-Aldrich, kitosan produksi PT Biotech Surindo dengan derajat deasetilasi (DD) 87,2%. Pelekat kalium hidroksida Merek 105033 untuk analisis emsure, N,N'-metilenbisakrilamida (MBA); Nomor CAS: 110-26-9 dari Sigma-Aldrich, amonium persulfat (APS); Nomor CAS: 7727-54-0 dari Merck, Reagen Nessler B dari Merck, Kalium Natrium Tartrat Tetrahidrat dari MERCK.

3.2. Sintesis superabsorben dari Kitosan-graft-poli (asam akrilat)

Proses sintesis superabsorben dimulai dengan melarutkan 7,88 g kalium hidroksida dalam 100 ml akuades, kemudian digunakan untuk menetralkan 15 ml asam akrilat, dilanjutkan dengan pengadukan selama 15 menit. Asam akrilat yang telah dinetralkan kemudian didiamkan selama 24 jam. Langkah selanjutnya adalah menyiapkan larutan kitosan dengan konsentrasi 4% (b/v) menggunakan pelarut asam asetat 2% (v/v). Ke dalam larutan kitosan ini, ditambahkan inisiator, amonium persulfat (0,05 g dalam 5 ml air), dan kemudian campuran digabungkan dengan larutan asam akrilat yang dinetralkan. Larutan yang dihasilkan diaduk dengan kecepatan 500 rpm pada suhu 70°C. Setelah 5 menit, N,N'-methylene bisacrylamide (MBA) sebanyak 0,015 g, 0,05 g, dan 0,1 g ditambahkan berturut-turut, dan pengadukan dilanjutkan hingga terbentuk gel superabsorben.

Superabsorben kitosan-graft-poli (asam akrilat) selanjutnya dikeringkan pada suhu 65°C selama 24 jam atau hingga beratnya tetap.



Gambar 3.1 Diagram Alir Pembuatan Superabsorben

3.3. Menentukan pembengkakan (*Swelling*)

0.5 g superabsorben kering ditempatkan di dalam kantong teh dan direndam dalam 200 mL air keran pada suhu kamar. Penyerapan air superabsorben dinilai pada titik waktu tertentu yaitu 1, 3, 5, 12, dan 24 jam. Setelah pengambilan sampel, kapasitas penyerapan air ditentukan menggunakan Persamaan (1).

$$Swelling (g/g) = \frac{m_1 - m_0}{m_0} \quad (1)$$

Dimana m_1 dan m_0 merupakan berat sampel yang bengkak dan kering.



Gambar 3.2 Diagram Alir Pengujian Fraksi Gel

Menentukan kinetika pembekakan (*swelling kinetics*) dapat diukur menggunakan *pseudo-first order* dan *pseudo-second order kinetics model* (Persamaan 2 dan 3). Model kinetika pembekakan ini mengacu pada penelitian yang dilaporkan oleh Chen, et al (2021); Zhao, et al (2019); Wang, et al (2018); Wang, et al (2009).

$$Q_t = Q_e(1 - e^{-k_1 t}) \quad (2)$$

$$Q_t = \frac{k_2 Q_e^2 t}{1 + k_2 Q_e t} \quad (3)$$

Dimana Q_e dan Q_t adalah kapasitas penyerapan pada saat setimbang dan pada waktu t sedangkan untuk $k_1 (\text{min}^{-1})$ dan $k_2 (g \cdot g^{-1} \text{min}^{-1})$ masing-masing adalah konstanta dari model *pseudo-first order* dan *pseudo-second order*.

3.4. Kapasitas menampung air dan retensi air di tanah berpasir.

Kapasitas menahan air dan retensi air pada tanah berpasir dimodifikasi dari penelitian yang dilaporkan oleh Motamedi dkk (2020). Superabsorben dicampur dengan tanah berpasir kering dengan komposisi 1 g SAP per 100 g tanah berpasir dan ditempatkan dalam wadah transparan. Air ditambahkan perlahan ke dalam

wadah untuk mengamati rembesan dari bawah. Wadah ditimbang sebelum ditambahkan air (W_i) dan apabila rembesan air berhenti dari dasar wadah, maka ditimbang sebagai (W_f). Kapasitas menahan air tanah (WHC %) ditentukan dengan menggunakan Persamaan (4)

$$WHC \% = \frac{W_f - W_i}{W_f} \times 100 \quad (4)$$

Retensi air tanah berpasir ditentukan dengan menggunakan prosedur mengacu pada penelitian yang dilaporkan oleh Wang dkk (2014). 100 g tanah berpasir dicampur dengan 1 g superabsorben kemudian dimasukkan ke dalam tabung yang bagian bawahnya dilapisi nilon dan ditimbang (W_0). Contoh tanah berpasir yang mengandung superabsorben ditambahkan air kran secara perlahan dari atas, setelah tidak ada air yang keluar dari tabung, kemudian ditimbang kembali (W_1). Tabung disimpan pada suhu kamar, dan ditimbang setiap hari (W_t) sampai hari kedelapan. Retensi air tanah berpasir dihitung menggunakan persamaan (5).

$$WR (\%) = \frac{W_t - W_1}{W_1 - W_0} \times 100 \quad (5)$$



Gambar 3.3 Metoda pengukuran kapasitas menampung air

3.5. Kemampuan penggunaan kembali (*Reuseable*).

Penggunaan kembali sampel SAP dilakukan sesuai dengan prosedur yang diuraikan oleh Fang dkk (2019), yang melibatkan langkah-langkah berikut: 0,5 g

sampel yang telah dihancurkan ditempatkan ke dalam kantong teh dan direndam dalam 200 mL air deionisasi selama 24 jam . Penyerapan air sampel polimer superabsorben ditentukan menggunakan persamaan (1). Selanjutnya sampel yang membengkak dikeringkan dalam oven pada suhu 65°C hingga mencapai berat konstan. Proses perendaman dan pengeringan superabsorben diulangi kurang lebih 4 sampai 5 kali, dan dihitung kapasitas penyerapan air untuk setiap kondisi pengemhangan .

3.6. Analisis morfologi superabsorben

Analisis morfologi superabsorben dilakukan dengan menggunakan instrumen SEM (Fvo 10-Carl Zeiss) yang dilapisi Au dengan tegangan 10 kV. L.

Scaning Electron Microscope (SEM) untuk mengetahui homogenitas dan morfologi dari hydrogel

3.7 Variabel Penelitian

1. Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini, yaitu matrix bahan.

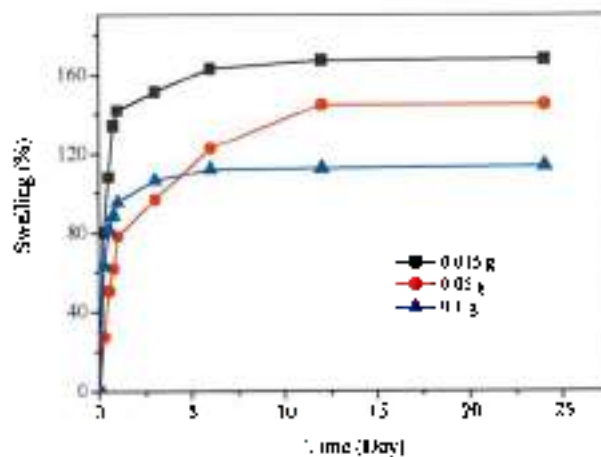
2. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini, yaitu massa hydrogel superabsorbent yang didapat.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengaruh kuantitas pentaut silang terhadap rasio pembengkakan superabsorben

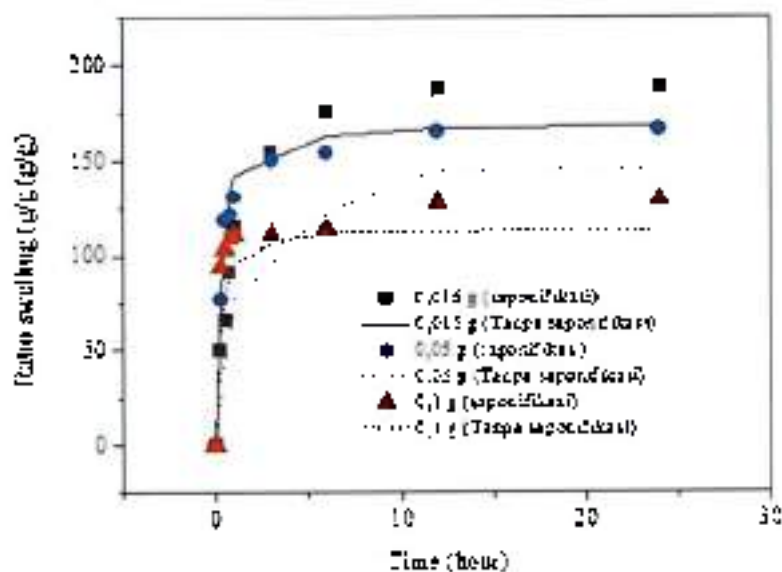
Superabsorben berbahan dasar kitosan-g-poli (asam akrilat) dibuat dengan berat pentaut silang *N,N'*-methylene bisacrylamide (MBA) yang bervariasi. MBA memainkan peran penting dalam membentuk struktur jaringan tiga dimensi SAP, yang secara langsung berdampak pada kemampuannya menyerap dan menahan air. Konsentrasi MBA yang digunakan selama sintesis sangat mempengaruhi kepadatan ikatan silang dalam matriks polimer. Gambar 4.1 menunjukkan pengaruh berat MBA terhadap pembengkakan superabsorben.



Gambar 4.1. Pengaruh berat *N,N'*-methylene bisacrylamide (MBA) terhadap pembengkakan superabsorben

Gambar 4.1 menunjukkan bahwa berat pentaut silang mempengaruhi rasio pembengkakan superabsorben. Ketika bobot MBA menurun, rasio pembengkakan meningkat. Rasio pembengkakan tertinggi dihasilkan oleh superabsorben yang

dibuat dengan berat pentaut silang 0,015 g, mencapai rasio pembengkakan maksimum 167,55 g/g dari 15 menit hingga 24 jam. Sebaliknya, superabsorben yang dibuat dengan 0,1 g MBA tidak menunjukkan peningkatan rasio pembengkakan yang signifikan dan menghasilkan nilai terendah yaitu 113,98 g/g. Peningkatan konsentrasi MBA pada sintesis superabsorben menyebabkan struktur jaringan menjadi lebih padat, sehingga mengurangi kapasitas pengembangan karena terbatasnya penetrasi molekul air. Sebaliknya, konsentrasi MBA yang lebih rendah menghasilkan struktur jaringan yang lebih longgar, sehingga memungkinkan kapasitas pengembangan lebih tinggi namun berpotensi menurunkan retensi air karena matriks yang kurang terstruktur (Ibrahim et al., 2019). Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Chavda dan Patel (2011) serta Pourjavadi dan Mahdavinia (2006) bahwa peningkatan konsentrasi MBA dapat menurunkan rasio pembengkakan.

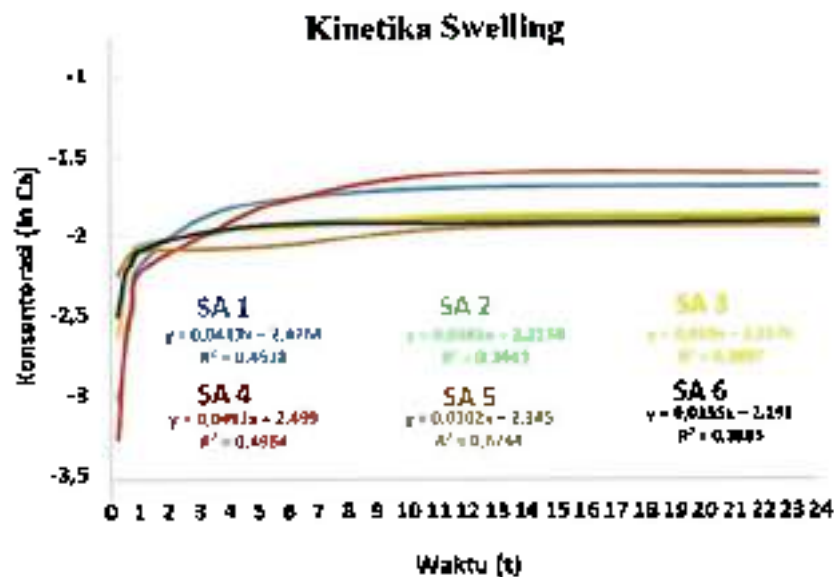


Gambar 4.2. Pengaruh proses saponifikasi dan tanpa saponifikasi terhadap kemampuan sweling superabsorben.

Gambar 4.2 menampilkan perbandingan pengaruh proses saponifikasi dan tanpa saponifikasi terhadap kemampuan pembengkakan superabsorben. Tampak meningkatkan rasio pembengkakan secara signifikan pada berbagai kuantitas (0,015 g, 0,05 g, dan 0,1 g).

Kuantitas yang lebih tinggi (0,1 g) cenderung memiliki rasio pembengkakan yang lebih rendah dibandingkan dengan kuantitas yang lebih rendah (0,015 g), baik dengan maupun tanpa saponifikasi. Dari sisi waktu sebagian besar sampel menunjukkan pembengkakan cepat pada beberapa jam pertama, kemudian diikuti oleh laju peningkatan yang lebih lambat.

Saponifikasi meningkatkan kemampuan pembengkakan material. Rasio pembengkakan juga bergantung pada jumlah material, dengan jumlah yang lebih kecil (0,015 g) mencapai rasio yang lebih tinggi. Beberapa jam pertama adalah kritis untuk pembengkakan, setelah itu laju peningkatan berkurang.



Gambar 4.3. Kinetika pengaruh proses saponifikasi dan tanpa saponifikasi terhadap kemampuan swelling superabsorben, Orde-1.

Berdasarkan gambar 4.3 sebagian besar data sample pentaut silang baik dengan saponifikasi maupun tanpa saponifikasi menunjukkan peningkatan pada awal waktu dan kemudian mencapai stabilitas setelah sekitar 10 jam dari 24 jam yang diujikan. Berdasarkan variasi data berat pentaut silang, ada perbedaan yang terlihat SA 4 memiliki nilai stabil tertinggi, sementara SA 5 dan SA 6 memiliki nilai stabil terendah.

Data ini dapat menunjukkan efisiensi reaksi atau proses yang berbeda dalam berbagai kondisi yang diwakili oleh SA 1 hingga SA 6.

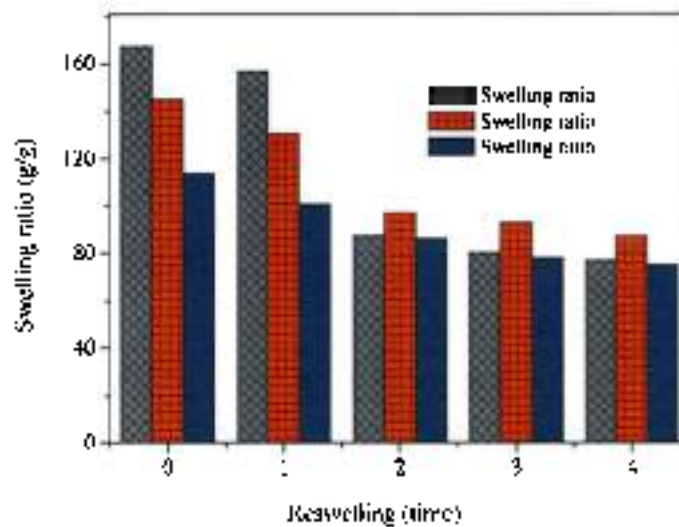
Dilaporkan oleh Zainal Alim Mas'ud et al, 2013 bahwa Dalam media asam, sebagian besar gugus karboksilat terprotonasi. Hal ini menyebabkan penurunan tolakan gugus anionik, yang menyebabkan penurunan pembengkakan.

Selain itu, tolakan ion karboksilat disaring oleh ion H^+ , yang tidak memungkinkan rantai polimer mengembang dan menghasilkan penurunan Q_{max} . Pada nilai pH antara 7 dan 9, sebagian besar gugus asam karboksilat berada dalam bentuk terionisasi ($-COO^-$), dan gaya tolak elektrostatis antara situs bermuatan (COO^-) menyebabkan peningkatan pembengkakan. Namun, keberadaan ion lawan berlebih (Na^+) pada nilai pH 9 hingga 13 menghasilkan 'efek penyaringan muatan' yang melindungi anion karboksilat, mencegah tolakan anion-anion yang efektif (Jenkins dan Hudson 2001) dan mengakibatkan penurunan pembengkakan SAP.

Sebuah studi pendahuluan dilakukan pada kinetika pengembangan hidrogel. Gambar 4.3 mewakili dinamika perilaku pembengkakan sampel hidrogel. Ukuran partikel dari hidrogel mempengaruhi kinetika penyerapan air, sehingga laju pembengkakan hidrogel diperiksa sampel dengan ukuran partikel tertentu. Awalnya, laju penyerapan air meningkat tajam dan kemudian mulai mendatar. Perilaku hukum kekuatan terlihat jelas pada Gambar 4.3. Jika proses pembengkakan hidrogel dianggap mengikuti kinetika orde pertama, maka plot variasinya dari $\ln C_0$ sebagai fungsi waktu seharusnya menghasilkan garis lurus. Hal ini membuktikan bahwa absorpsi yang diujikan tidak stabil di awal waktu dan stabil setelah lebih dari 4 menit reaksi.

4.2. Penggunaan kembali (*Reuseable*) superabsorben

Penggunaan kembali superabsorben berfungsi untuk mengurangi pencemaran lingkungan dan juga memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Penggunaan kembali superabsorben ditunjukkan pada Gambar 4.4.



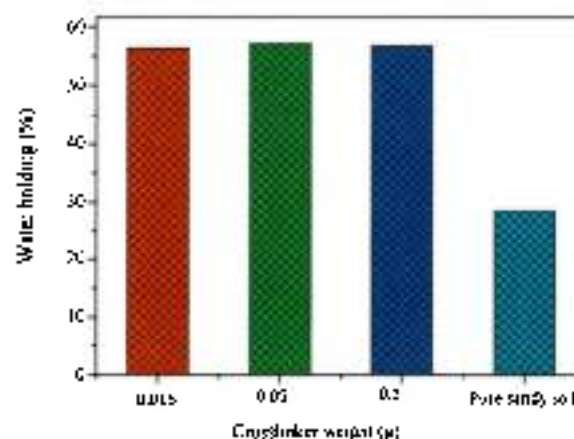
Gambar 4.4. Penggunaan kembali superabsorben berdasarkan perbedaan bobot MBA

Gambar 4.4 menunjukkan bahwa rasio pengembangan menurun seiring dengan peningkatan siklus pengembangan-pengeringan. Uji *re-swelling* dilakukan sebanyak empat kali atau empat siklus, terlihat terjadi penurunan kemampuan menyerap air hampir dua kali lipat. Pada siklus pertama rasio pengembangan masih tinggi yaitu 157,04 g/g, 130,58 g/g, dan 100,8 g/g untuk superabsorben yang dibuat dengan MBA 0,015 g, 0,05 g, dan 0,1 g, namun menurun drastis pada siklus keempat. siklus keempat menjadi 77,12 g/g, 87,42 g/g, dan 75,24 g/g untuk superabsorben dengan berat pembuat silang 0,015 g, 0,05 g, dan 0,1 g. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa struktur polimer secara bertahap memburuk (Zhang et al., 2019). Meskipun terjadi penurunan kapasitas penyerapan air, superabsorben ini masih dapat digunakan kembali sehingga menghemat biaya karena masa pakainya yang lama.

Kapasitas penyerapan air berkurang karena pengulangan penggunaan SAP (*Reusable*) disebabkan oleh kepadatan ikatan silang semakin tinggi karena penurunan fleksibilitas rantai polimer dan kemampuan polimer untuk mengembang, Duquette D et al. 2019.

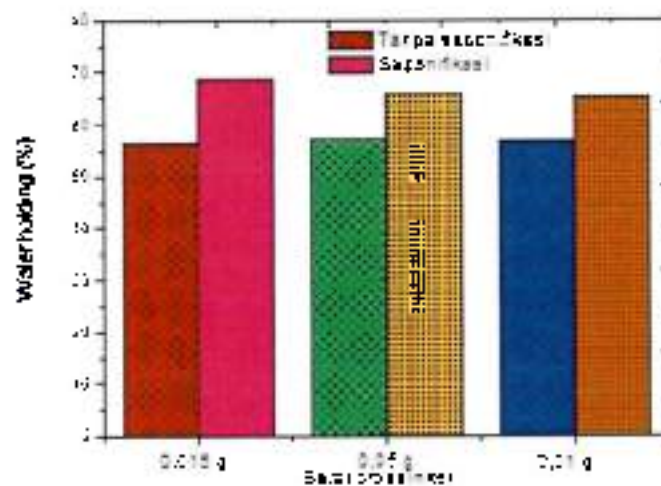
4.3. Kemampuan menahan air (*Water Holding*)

Analisis daya ikat air pada tanah berpasir bertujuan untuk mengetahui kemampuan tanah berpasir dalam menahan air dalam jangka waktu tertentu. Di bidang pertanian, kuantitas dan kualitas produksi tanaman bergantung pada efisiensi penggunaan air, strategi penerapan air, dan kapasitas menahan air tanah. Tanah berpasir memiliki sifat fisik tanah yang buruk dan tidak mampu menahan air dalam jumlah yang cukup (Banedjshaffie dan Durner, 2015). Fungsi tanah berpasir dalam menahan air dapat ditingkatkan dengan menambahkan superabsorben. Gambar 4.5 menunjukkan kapasitas menahan air tanah berpasir bila ditambah dengan superabsorben.



Gambar 4.5. Pengaruh berat penaut silang MBA terhadap kapasitas superabsorben menahan air pada tanah berpasir

Gambar 4.5 menggambarkan perbedaan daya ikat air pada tanah berpasir yang dicampur dengan superabsorben yang dibuat berdasarkan perubahan berat pentaut silang. Ketiga jenis superabsorben tidak menunjukkan perbedaan yang nyata yaitu 56,52%, 57,26%, dan 56,89% untuk superabsorben yang dibuat dengan berat pentaut silang masing-masing 0,015 g, 0,05 g, dan 0,1 g. Sebaliknya tanah berpasir murni mempunyai daya ikat air yang rendah yaitu hanya 28,57% yang menunjukkan bahwa tanah berpasir mempunyai kemampuan menahan air yang rendah. Penelitian yang dilakukan Jayanudin dkk (2022) menemukan bahwa kapasitas menahan air pada tanah berpasir berkisar 67,4%.



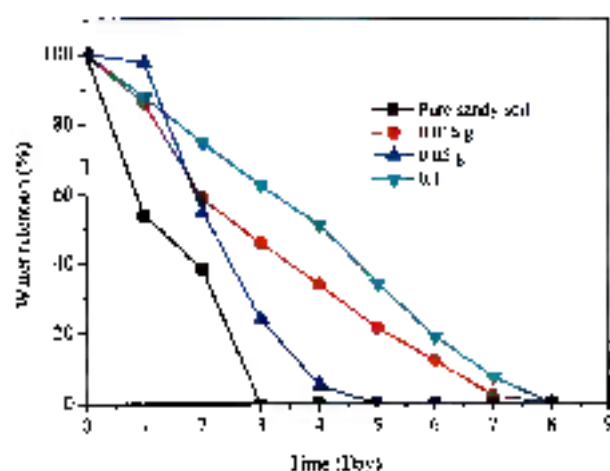
Gambar 4.6 Pengaruh berat pentaut silang MUA terhadap kapasitas superabsorben menahan air pada tanah berpasir dengan saponifikasi dan tanpa saponifikasi.

Berdasarkan hasil dari sample yang diujikan pengaruh saponifikasi meningkatkan penahanan air pada semua berat pentaut silang terlihat pada gambar

4.6. Perbandingan Berat Pentaut silang 0,015 g dan 0,1 g menunjukkan peningkatan signifikan dalam penahanan air setelah saponifikasi, sementara berat 0,05 g menunjukkan peningkatan moderat. Efisiensi berat pentaut silang pada sampel 0,015 g dan 0,1 g lebih efektif dalam penahanan air setelah proses saponifikasi dibandingkan dengan 0.05 g. Penahanan air yang lebih tinggi menunjukkan kemampuan material yang lebih baik untuk menyerap dan menahan air, yang merupakan indikator penting dalam aplikasi tertentu seperti bahan penyecrap.

4.4. Daya tampung air

Pengaruh penambahan superabsorben hasil sintesis berdasarkan bobot pentaut silang yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 4.7



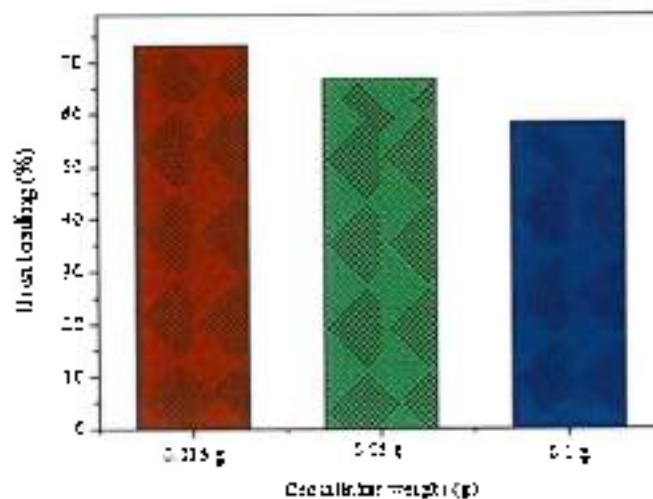
Gambar 4.7 Pengaruh penambahan superabsorben hasil sintesis berdasarkan bobot pentaut silang

Retensi air tanah (SWR) mengukur jumlah air yang dapat ditampung oleh jenis tanah tertentu. Hal ini merupakan karakteristik tanah yang penting terkait dengan distribusi ruang pori, dan sangat dipengaruhi oleh struktur dan tekstur tanah.

serta sifat-sifat terkait lainnya seperti bahan organik tanah. (Panagea dkk., 2021) . Gambar 4.7 menunjukkan bahwa tanah berpasir murni dapat menahan air selama kurang lebih 3 hari, sedangkan tanah berpasir yang ditambah dengan superabsorben dapat menahan air hingga 4-8 hari. Khusus untuk tanah berpasir ditambah superabsorben dengan berat pentaut silang 0,1 g yang masih mengandung air 9,33%. Peningkatan konsentrasi ikatan silang menyebabkan kepadatan ikatan silang yang lebih tinggi, sehingga mengurangi ruang antar rantai kopolimer. (Ponjavadi dkk., 2005) . Akibatnya, struktur yang sangat berikatan silang dan kaku tidak dapat mengembang untuk menampung air dalam jumlah besar.

4.5. Daya tampung Urea (*Loading Urea*)

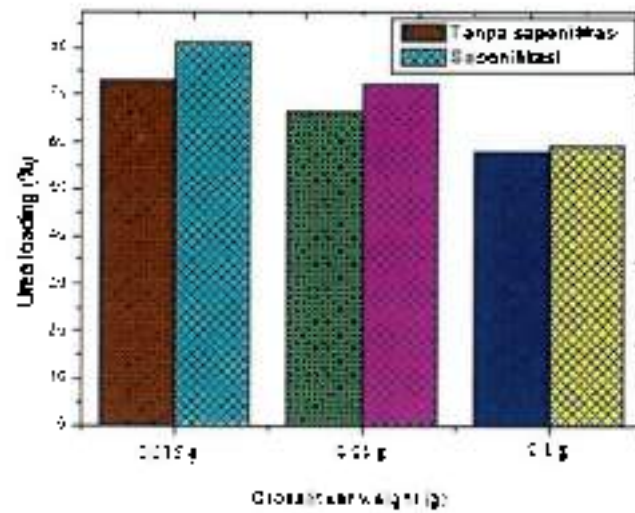
Memiliki persentase pemuatan urea tertinggi, sekitar 68% adalah pentaut silang dengan berat 0,015 g dan 0,05 g. Pentaut silang menunjukkan pemuatan urea sekitar 60%, lebih rendah dibandingkan 0,015 g tetapi lebih tinggi dibandingkan 0,1 g, sekitar 50%. Berat pentaut silang yang lebih rendah (0,015 g) menunjukkan kemampuan yang lebih tinggi untuk memuat urea dibandingkan dengan berat yang lebih tinggi (0,05 g dan 0,1 g). Terdapat penurunan dalam pemuatan urea dengan peningkatan berat pentaut silang, ini mungkin menunjukkan bahwa peningkatan berat pentaut silang tidak selalu meningkatkan kapasitas pemuatan urea dan mungkin mempengaruhi struktur atau sifat material yang mempengaruhi kapasitas pemuatan. Pemuatan urea yang lebih tinggi menunjukkan kemampuan material untuk menahan lebih banyak urea, yang bisa menjadi penting dalam aplikasi seperti pengiriman nutrisi atau pengendalian pelepasan bahan kimia.



Gambar 4.8 Kemampuan daya tampung urea terhadap berat pentaut silang

Gambar 4.9 menunjukkan bahwa proses saponifikasi meningkatkan pemuatan urea pada semua berat pentaut silang sekitar 13% dari perbandingan Berat Pentaut silang sample dengan berat 0.015 g menunjukkan peningkatan signifikan dalam pemuatan urea setelah saponifikasi, sementara berat pentaut silang 0.05 g dan 0.1 g menunjukkan peningkatan yang lebih moderat. Berat pentaut silang 0.015 g lebih efektif dalam pemuatan urea setelah proses saponifikasi dibandingkan dengan 0.05 g dan 0.1 g.

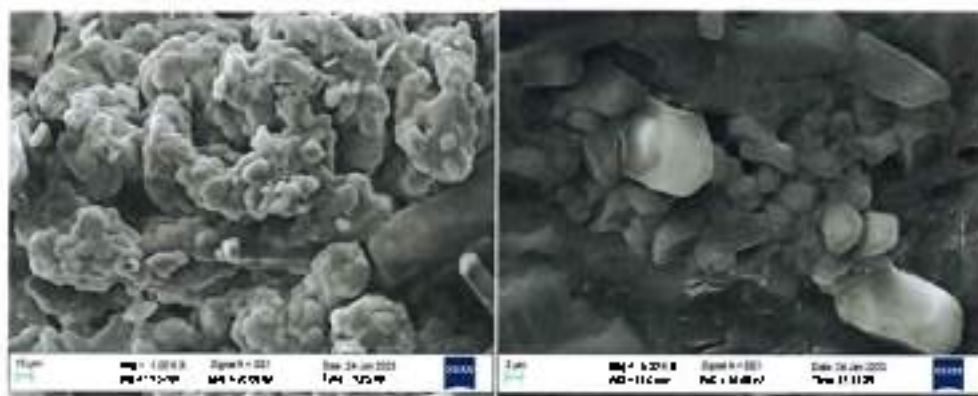
Pemuatan urea yang lebih tinggi menunjukkan kemampuan material untuk menahan lebih banyak urea, yang merupakan faktor penting dalam aplikasi seperti pengiriman nutrisi atau pengendalian pelepasan bahan kimia.



Gambar 4.9 Kemampuan daya tampung urea terhadap berat pentaut silang dengan proses saponifikasi

4.6. Analisis Morfologi Superabsorben Menggunakan *Scanning Electron Microscope (SEM)*

Analisis morfologi superabsorben yang dibuat berdasarkan bahan pentaut silang MBA yang berbeda dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Analisis morfologi superabsorben kitosan-g-poli (asam akrilat).

Gambar 4.10 menunjukkan bahwa morfologi superabsorben kitosan- β -PAA (asam akrilat) menunjukkan adanya cluster pada permukaan dan juga pori-pori yang terlihat. Struktur pori-pori yang terhubung diamati, yang berfungsi untuk meningkatkan kapasitas penyerapan air dan laju penyerapan. Superabsorben tampak padat, sehingga mempengaruhi kapasitas penyerapan dan kemampuan retensi air. Kepadatan superabsorber dipengaruhi oleh penamhahan MBA akibat efek ikatan silang yang terjadi pada rantai polimernya (Rizwen et al., 2024).

Hal ini didukung juga oleh Gao dan Wang (2008) yang menyatakan bahwa kapasitas absorpsi dipengaruhi oleh dua faktor yaitu kepadatan dan porositas. Makin besar kepadatan maka kapasitas absorpsi makin kecil. Makin besar porositas maka kapasitas absorpsi makin besar.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Sintesis superabsorben berbasis kitosan yang dicangkokkan asam akrilat dan dikait silang dengan *N,N'*-methylene-bis-acrylamide (MBA) telah berhasil dilakukan. Perubahan berat pentaut silang MBA mempengaruhi densitas superabsorben. Peningkatan berat MBA menyebabkan peningkatan kepadatan superabsorben, sehingga mengurangi kapasitas penyerapan airnya. Namun, hal ini mengurangi kehilangan air akibat penguapan, yang ditunjukkan dengan peningkatan analisis retensi air. Hasil penelitian menunjukkan rasio pengembangan tertinggi sebesar 167,55 g/g, daya ikat air sebesar 57,26% tanpa saponifikasi dan 67,8% dengan saponifikasi, dan tanah berpasir bercampur superabsorben terikat silang dengan 0,1 g MBA mampu menahan air hingga 8 hari sebesar 9,33%.

Proses saponifikasi dengan KOH 30% terhadap sifat dan karakterisasi superabsorben dapat meningkatkan rasio pembengkakan sekitar 7% – 13% untuk setiap variabel yang diujikan.

Berdasarkan keseluruhan variabel yang diujikan secara konsisten menunjukkan bahwa kitosan-graft-poli (akrilik asam) superabsorben dapat digunakan untuk memperbaiki fungsi tanah berpasir dengan cara meningkatkannya penyerapan dan memungkinkannya menahan sejumlah besar air untuk waktu yang lama.

5.2 Saran

Proses saponifikasi dengan KOH 30% terhadap sifat dan karakterisasi superabsorbent dapat meningkatkan rasio pembengkakan sekitar 7% – 13% untuk setiap variable yang diujikan maka penelitian selanjutnya disarankan proses saponifikasi menggunakan konsentrasi KOH yang lebih tinggi sehingga mendapatkan nilai optimum peningkatan rasio pembesakannya.

Untuk mengkontinnasi bahwa polimer superabsorben kitosan-graft-poli (asam akrilat) berhasil disintesis diperlukan analisis karakterisasi gugus fungsi dan morfologi permukaan mikroskopis menggunakan *Fourier-transform infrared spectroscopy* (FTIR) sebagai analisa yang saling menguatkan dengan hasil diperoleh dari analisa *Scanning Electron Microscope* (SEM).

DAFTAR PUSTAKA

1. Baredjseafie, S., Durner, W., 2015. Water retention properties of a sandy soil with superabsorbent polymers as affected by aging and water quality. *J. Plant Nutr. Soil Sci.* 178, 798–806.
<https://doi.org/10.1002/jpln.201500128>
2. Barleany, D.R., Alim, I.P., Rizkiyah, N., Lusi, U.L., Heriyanto, H., Erizal, E., 2016. Chitosan-Graft-Poly (Acrylic Acid) Superabsorbent Hydrogel with Antimicrobial Activity 654–661.
<https://doi.org/10.21063/ictis.2016.1099>
3. Chavda, H., Patel, C., 2011. Effect of crosslinker concentration on characteristics of superporous hydrogel. *Int. J. Pharm. Investig.* 1, 17.
<https://doi.org/10.4103/2230-973x.76724>
4. Essawy, H.A., Ghazy, M.B.M., El-Hai, F.A., Mohamed, M.F., 2016. Superabsorbent hydrogels via graft polymerization of acrylic acid from chitosan-cellulose hybrid and their potential in controlled release of soil nutrients. *Int. J. Biol. Macromol.* 89, 144–151.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2016.04.071>

5. Fang, S., Wang, G., Xing, R., Chen, X., Liu, S., Qin, Y., Li, K., Wang, X., Li, R., Li, P., 2019. Synthesis of superabsorbent polymers based on chitosan derivative graft acrylic acid-co-acrylamide and its property testing. *Int. J. Biol. Macromol.* 132, 575–584.
<https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.03.176>
6. Ibrahim, A.G., Sayed, A.Z., El-Wehab, H.A., Sayah, M.M., 2019. Synthesis of Poly(Acrylamide-Graft-Chitosan) Hydrogel: Optimization of The Grafting Parameters and Swelling Studies. *Am. J. Polym. Sci. Technol.* 5, 55–62. <https://doi.org/10.11648/j.ajpst.20190502.13>
7. Jayanudin, Lestari, R.S.D., Barleany, D.R., Pitaloka, A.B., Yulvianti, M., Prasetyo, D., Anggoro, D.V., Ruhiana, A., 2022. Chitosan-Graft-Poly(acrylic acid) Superabsorbent's Water Holding in Sandy Soils and Its Application in Agriculture. *Polymers (Basel)*. 14, 1–14.
<https://doi.org/10.3390/polym14235175>
8. Motamedi, E., Motesazadeh, B., Shirinfekr, A., Santai, S.M., 2020. Synthesis and swelling behavior of environmentally friendly starch-based superabsorbent hydrogels reinforced with natural char nano/micro particles. *J. Environ. Chem. Eng.* 8, 103583
<https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.103583>

9. Niu, C., Lin, Z., Fu, Q., Xu, Y., Chen, Y., Li, L., 2024. An eco-friendly versatile superabsorbent hydrogel based on sodium alginate and urea for soil improvement with a synchronous chemical loading strategy. *Carbohydr. Polym.* 327. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2023.121676>
10. Panagea, I.S., Berti, A., Čermak, P., Diels, J., Elsen, A., Kuzá, H., Piccoli, I., Poesen, J., Strate, C., Tits, M., Toth, Z., Wyseure, G., 2021. Soil water retention as affected by management induced changes of soil organic carbon: Analysis of long-term experiments in europe. *Land* 10, 1–15. <https://doi.org/10.3390/land10121362>
11. Pourjavadi, A., Harzandi, A.M., Hossainzadeh, H., 2005. Modified carrageenan. 6. Crosslinked graft copolymer of methacrylic acid and kappa-carrageenan as a novel superabsorbent hydrogel with low salt- and high pH-sensitivity. *Macromol. Res.* 13, 483–490. <https://doi.org/10.1007/BF03218485>
12. Pourjavadi, A., Mahdavinia, G.R., 2006. Superabsorbency, pH-sensitivity and swelling kinetics of partially hydrolyzed chitosan-g-poly(acrylamide) hydrogels. *Turkish J. Chem.* 30, 595–608.

13. Rizwan, M., Naseem, S., Gilani, S-R., Durrani, A.I., 2024. Optimization of swelling and mechanical behavior of Acer platanoides cellulose combo hydrogel. *Kuwait J. Sci.* 51, 100177.
<https://doi.org/10.1016/j.kjs.2024.100177>
14. Salimi, M., Motamedi, F., Moteszarezedeh, B., Hosseini, H.M., Alikhani, H.A., 2020. Starch-g-poly(acrylic acid-co-acrylamide) composites reinforced with natural char nanoparticles toward environmentally benign slow-release urea fertilizers. *J. Environ. Chem. Eng.* 8, 103765.
<https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.103765>
15. Wang, X., Lü, S., Gao, C., Xu, X., Wei, Y., Bai, X., Feng, C., Gao, N., Liu, M., Wu, L., 2014. Biomass-based multifunctional fertilizer system featuring controlled-release nutrient, water-retention and amelioration of soil. *RSC Adv.* 4, 18382–18390. <https://doi.org/10.1039/c4ra00207c>
16. Yang, Y., Liang, Z., Zhang, R., Zhou, S., Yang, H., Chen, Y., Zhang, J., Yin, H., Yu, D., 2024. *Research Advances in Superabsorbent Polymers*. Polymers (Basel). 16. <https://doi.org/10.3390/polym16040501>
17. Yost, J.L., Hartemink, A.J., 2019. Soil organic carbon in sandy soils: A review, 1st ed, *Advances in Agronomy*. Elsevier Inc.
<https://doi.org/10.1016/bs.agron.2019.07.004>

18. Zhang, M., Zhang, S., Chen, Z., Wang, M., Cao, J., Wang, R., 2019. Preparation and characterization of superabsorbent polymers based on sawdust. *Polymers (Basel)*, 11, <https://doi.org/10.3390/polym11111891>

LAMPIRAN

1. Data hasil penelitian.

1.1 Spesifikasi Sample

Netralisasi (KOH)	Berat crosslinker (g)	Saponifikasi	Simbol
30%	0,015	Saponifikasi	SA1
		Tidak	SA2
	0,05	Saponifikasi	SA3
		Tidak	SA4
	0,1	Saponifikasi	SA5
		Tidak	SA6

1.2 Pengaruh berat crosslinker dan proses saponifikasi terhadap swelling

SWELLING (g/g)							
Netralisasi KOH 30%							
waktu	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	SA6	
0	0	0	0	0	0	0	0
0,25	49,5	80,1355	111,126	21,422	90,0634	57,24	
0,5	65,4	108,6528	118,3656	30,7732	103,6332	81,4	
0,75	81,24	134,4278	121,4905	61,89	108,765	85,32	
1	115,34	142,0432	130,766	78,0202	111,6482	88,4	
2	154,04	151,2542	149,8782	96,1195	111,5954	115,72	
4	175,25	153,1834	154,0986	122,586	114,66	112,54	
12	189,8	167,6	160,78	144,7	127,656	112,87	
24	187,82	167,552	167,6048	144,8562	128,9052	113,89	

1.3 Pengaruh berat crosslinker dan proses saponifikasi terhadap reusability

SWELLING (g/g)						
Netralisasi KOH 30%						
waktu	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	SA6
0	87,82	167,552	165,6048	144,8562	128,9052	112,98
1	165,4	157,04	154,8	130,58	118,74	100,8
2	136,56	87,67	86,54	97,2	105,43	36,44
3	112,4	80,16	82,2	92,88	100,58	78,04
4	69,5	77,12	80,1355	87,42	84,0594	75,24

1.4 Water Holding

Netralisasi	Simbol	Water holding (%)
30%	Pas r	28.571
	SA1	68.750
	SA2	56.522
	SA3	65.986
	SA4	57.265
	SA5	65.278
SA6	56.897	

1.5 Water Retention

waktu (hari)	Water retention						
	Pas r	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	SA6
0	0	0	0	0	0	0	0
1	25.84515485	49.74519714	46.64651165	9.19170444	27.74436649	28.73025748	81.78625454
2	26.24114346	31.70463159	38.91212804	76.04191143	34.48627163	31.1245368	74.86976271
3	2	32.71732715	47.3261341	61.74681334	21.36015138	30.84614972	62.54214365
4	2	28.27142347	34.10652713	24.04715751	5.251152353	54.79415429	51.14503312
5	2	12.82051282	31.20512675	47.26891142	3	12.11722647	31.13148114
6	2	1326007526	13.40910024	2.71165832	3	11.27954652	19.18746947
7	2	1.31042105	2.145581295	1147150259	3	5.45792186	16.21597786
8	0	0	0	4.52611187	3	0	0

1.6 Urea Loading dengan konsentrasi kitosan 4%

Netralisasi	Simbol	Urea Loading (%)
30%	SA1	81
	SA2	73
	SA3	72,5
	SA4	66,5
	SA5	59,5
	SA6	58

2. Contoh hasil perhitungan

2.1 Pembengkakan (*Swelling*)

$$\text{Swelling (g/g)} = \frac{m_1 - m_0}{m_0}$$

Dimana m_1 dan m_0 merupakan berat sampel yang bengkak dan kering.

Contoh perhitungan pada sample SAI dengan berat sample:

$$m_0 = 0,015 \text{ g}$$

$$m_1 = 0,7575 \text{ g}$$

$$\begin{aligned} \text{Swelling} &= (0,7575 - 0,015) / 0,015 \\ &= 49,5 \text{ g/g} \end{aligned}$$

2.2 Kapasitas menahan air (*Water Holding*)

Contoh perhitungan pada sample SAI waktu 1 hari dengan berat sample:

$$\text{WHC \%} = \frac{W_f - W_i}{W_f} \times 100$$

$$W_i = 3,9286$$

$$W_f = 5,4451$$

$$\text{WHC} = ((5,4451 - 3,9286) / 5,4451) \times 100$$

$$\text{WHC} = 28,5712\%$$

2.3 Kemampuan melepas air (*Water Retention*)

$$WR (\%) = \frac{W_1 - W_0}{W_2 - W_0} \times 100$$

100 g tanah berpasir dicampur dengan 1 g superabsorben kemudian dimasukkan ke dalam tabung yang bagian bawahnya dilapisi nilon dan ditimbang (W_0). Contoh tanah berpasir yang mengandung superabsorben ditambahkan air kran secara perlahan dari atas, setelah tidak ada air yang keluar dari tabung, kemudian ditimbang kembali (W_1). Tabung disimpan pada suhu kamar, dan ditimbang setiap hari (W_2) sampai hari kedelapan. Retensi air tanah berpasir dihitung menggunakan persamaan diatas.

Contoh perhitungan pada sample SAI waktu 1 hari dengan berat sample:

$$W_0 = 201,1532 \text{ g}$$

$$W_1 = 204,4368 \text{ g}$$

$$W_2 = 203,4321 \text{ g}$$

$$WR\% = ((203,4321 - 201,1532) / (204,4368 - 201,1532)) \times 100$$

$$WR\% = 89,7435$$

3. Kinetika Swelling

waktu	SWELLING (g/g)					
	Netralisasi KOH 30%					
	SA1	SA2	SA3	SA4	SA5	SA6
0	0	0	0	0	0	0
0.25	49.5	80.1356	77.1274	27.422	94.0694	63.24
0.5	65.4	108.6528	118.3656	50.7702	103.6532	81.4
0.75	91.24	134.4378	121.4906	61.89	108.763	88.32
1	115.34	142.0432	130.766	78.0202	111.0482	95.4
3	154.04	151.3942	149.8782	96.7756	111.5954	106.72
6	175.26	163.1834	154.0986	127.986	114.66	112.54
12	186.8	167.2	164.78	144.7	127.956	117.87
24	187.82	167.552	165.6048	144.8562	128.9052	113.98

waktu	SA1	Ca	ln Ca	1/Ca
0	0	0		
0.25	49.5	0.048274	-3.03087	20.71515
0.5	65.4	0.06378	-2.75232	15.6789
0.75	91.24	0.08898	-2.41934	11.23849
1	115.34	0.112483	-2.18495	8.890238
3	154.04	0.150224	-1.89563	6.656713
6	175.26	0.170919	-1.76657	5.850736
12	186.8	0.182173	-1.7028	5.489293
24	187.82	0.183168	1.69735	5.459482

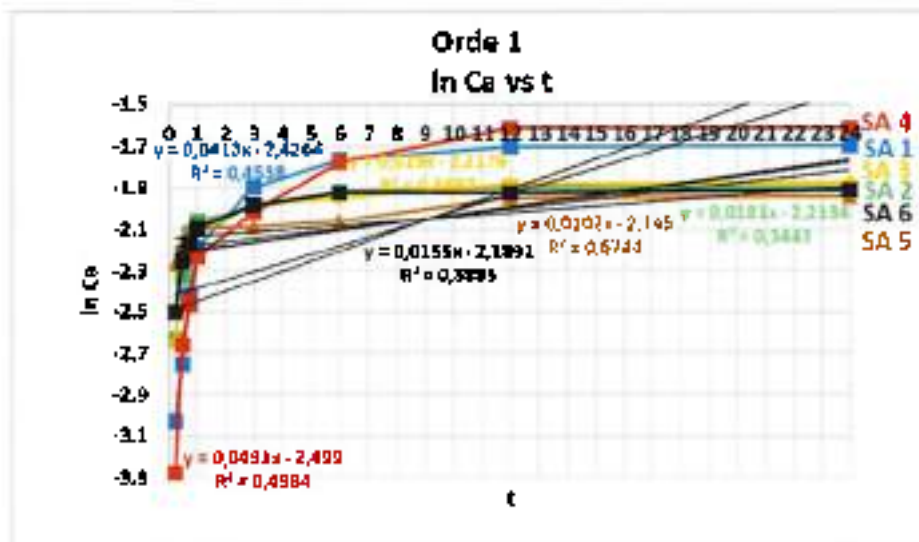
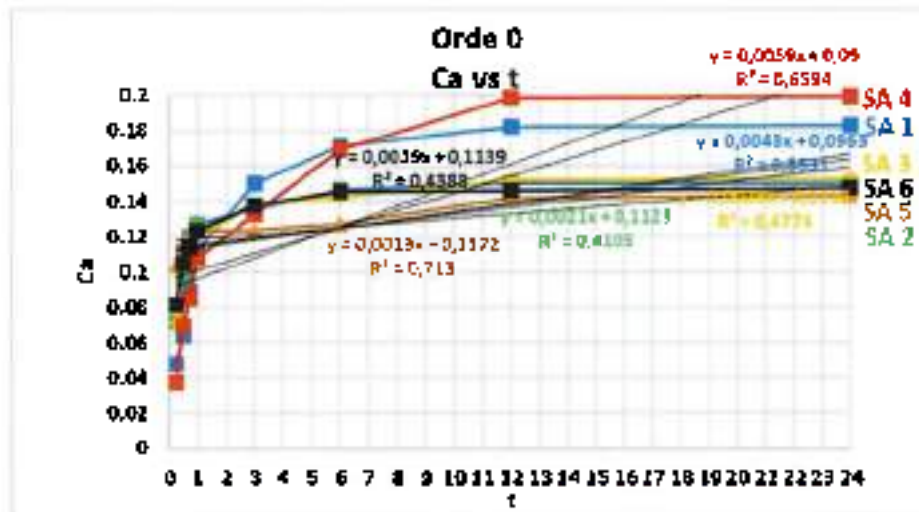
waktu	SA2	Ca	ln Ca	1/Ca
0	0	0		
0.25	80.1356	0.071896	2.63253	13.90891
0.5	108.6528	0.097482	-2.32809	10.25836
0.75	134.4378	0.120615	-2.11515	8.290816
1	142.0432	0.127439	-2.06012	7.846902
3	151.3942	0.135828	1.99636	7.362231
6	153.1834	0.146405	-1.92138	6.830345
12	167.2	0.150009	-1.89706	6.666262
24	167.552	0.150325	-1.89496	6.652257

waktu	SA3	Ca	ln Ca	1/Ca
0	0	0		
0.25	77.1774	0.071275	-2.64121	14.03018
0.5	118.3656	0.109384	-2.21289	9.142109
0.75	121.4906	0.112272	-2.18683	8.906954
1	130.766	0.120843	-2.11326	8.275172
3	149.8782	0.138505	-1.97685	7.219937
6	154.0986	0.142406	-1.94908	7.0222
12	164.78	0.152276	-1.88206	6.567006
24	165.6048	0.153039	-1.87706	6.534299

waktu	SA4	Ca	ln Ca	1/Ca
0	0	0		
0.25	77.477	0.037698	-3.27816	26.52688
0.5	50.7702	0.069795	-2.66219	14.3277
0.75	61.89	0.085081	-2.46415	11.75344
1	78.0202	0.107256	-2.23254	9.323485
3	96.7756	0.133039	-2.01711	7.516566
6	122.986	0.169071	-1.77743	5.914659
12	144.7	0.198977	-1.61484	5.027092
24	144.8562	0.199137	-1.61376	5.021671

waktu	SA5	Ca	ln Ca	1/Ca
0	0	0		
0.25	94.0694	0.104446	-2.25908	9.574319
0.5	103.6532	0.115087	-2.16207	8.689075
0.75	108.763	0.120761	-2.11395	8.280853
1	111.0482	0.123298	-2.09315	8.110446
3	111.5954	0.123905	-2.08824	8.070677
6	114.66	0.127308	-2.06115	7.854966
12	127.955	0.142071	-1.95143	7.038751
24	128.9052	0.143125	-1.94404	6.986921

waktu	SA6	Ca	ln Ca	1/Ca
0	0	0		
0.25	63.24	0.081656	2.50524	12.24652
0.5	81.4	0.105104	-2.2528	9.514373
0.75	88.32	0.114039	2.17121	8.768909
1	95.4	0.123181	-2.0941	8.118134
3	106.72	0.137797	-1.98197	7.257028
6	112.54	0.145312	-1.92887	6.881731
12	112.87	0.145738	-1.92594	6.861611
24	113.98	0.147172	-1.91616	6.794789



RIWAYAT HIDUP PENULIS



Amin Yulianto adalah nama penulis tesis ini.

Penulis lahir dari orang tua (Alm). Muhari dan (Alm) Cilih sebagai anak ke-tiga dari tujuh bersaudara. Penulis dilahirkan di kota Tanjung Karang-Lampung pada tanggal 26 Maret 1973 dan dibesarkan di Anyar, Serang-Banten. penulis menempuh pendidikan dari SDN IV Anyar (lulus

tahun 1985) dan Madrasah Diniyah Raudhlatul Ulum Anyar (lulus tahun 1985) kemudian melanjutkan ke SMPN-1 Anyar (lulus tahun 1988) dan SMAN-1 Cilegon (lulus tahun 1991) dan berkesempatan mengenyam Pendidikan sarjana Teknik Kimia di Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa-Banten (lulus tahun 2003).

Penulis juga aktif di beberapa organisasi, dalam lingkup organisasi internal kampus aktif sebagai ketua Keluarga Alumni Teknik Kimia (KATEMIA) Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, di organisasi eksternal sebagai pengurus Keluarga Alumni HMI (KAHMI) wilayah Cilegon-Banten dan beberapa organisasi profesi dan sosial lainnya.

Aktivitas formal penulis saat ini adalah sebagai profesional dan berpengalaman di Perusahaan yang bergerak dibidang petrochemical baik dalam maupun luar negeri. Dengan motivasi untuk pengembangan diri penulis berhasil menyelesaikan

Laporan tesis ini dengan harapan hasil dari penelitian yang dituangkan dalam penulisan laporan tesis ini bisa berkontribusi pada dunia Pendidikan.

Akhir kata penulis mengucapkan rasa Syukur kepada Allah S.W.T atas segala limpahan Rahmat dan hidayahnya atas selesainya tesis Magister Teknik Kimia Universitas Sultan Ageng Tirtayasa yang berjudul **"Sintesis superabsorben berbahan kitosan-asam akrilat untuk pelepasan lambat pupuk urea serta menahan air di tanah berpasir"**.