

TA/TL/2016/0673

## TUGAS AKHIR

# PEMBUATAN KOMPOSIT SUPERABSORBEN POLIMER BERBASIS SELULOSA DARI KULIT PISANG RAJANANGKA (*MUSA PARADISIACA*) DAN *POLY ACRYLAMIDE* MENGGUNAKAN SINAR *ULTRA VIOLET* (UV)

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh  
Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



Alfan Febrianto  
12513151

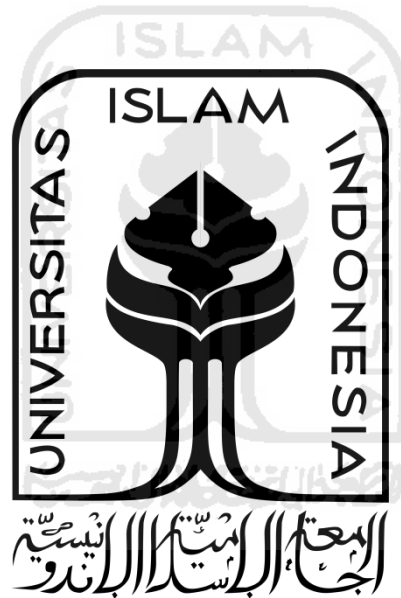
**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2016**

TA/TL/2016/0673

## TUGAS AKHIR

# PEMBUATAN KOMPOSIT SUPERABSORBEN POLIMER BERBASIS SELULOSA DARI KULIT PISANG RAJANANGKA (*MUSA PARADISIACA*) DAN *POLY ACRYLAMIDE* MENGGUNAKAN SINAR *ULTRA VIOLET (UV)*

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan



Alfan Febrianto  
12513151

**JURUSAN TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA  
YOGYAKARTA  
2016**

**TUGAS AKHIR**

**PEMBUATAN KOMPOSIT SUPERABSORBEN POLIMER  
BERBASIS SELULOSA DARI KULIT PISANG RAJANANGKA  
(MUSA PARADISIACA) DAN POLY ACRYLAMIDE  
MENGUNAKAN SINAR ULTRA VIOLET (UV)**

**THE MAKING COMPOSITE SUPERABSORBENT POLYMER  
BASED CELLULOSE OF RAJANANGKA BANANA PEELS  
(MUSA PARADISIACA) AND POLY ACRYLAMIDE USE OF  
ULTRA VIOLET (UV) RAYS**

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan

Disusun Oleh:

**Alfan Febrianto**  
12513151

Disetujui :

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Andik Yulianto, S.T., M.T

Tanggal: 14/11/2016

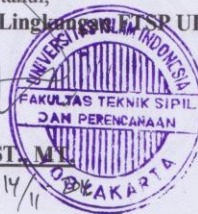
Supriyanto, S.T., M.Sc., M.Eng.

Tanggal: 04-11-2016

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Lingkungan ITS UHI

Hudori, ST., M.T.

Tanggal: 14/11/2016



**TUGAS AKHIR**

**PEMBUATAN KOMPOSIT SUPERABSORBEN POLIMER  
BERBASIS SELULOSA DARI KULIT PISANG RAJANANGKA  
(MUSA PARADISIACA) DAN POLY ACRYLAMIDE  
MENGUNAKAN SINAR ULTRA VIOLET (UV)**

**THE MAKING COMPOSITE SUPERABSORBENT POLYMER  
BASED CELLULOSE OF RAJANANGKA BANANA PEELS  
(MUSA PARADISIACA) AND POLY ACRYLAMIDE USE OF  
ULTRA VIOLET (UV) RAYS**

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan  
Memperoleh Derajat Sarjana Strata Satu (S1) Teknik Lingkungan

Disusun Oleh:

Alfan Febrianto  
12513151

Disetujui :

Penguji 1

Penguji 2

Penguji 3

Andik Yulianto, S.T., M.T

Tanggal: 14/11/2016

Supriyanto, S.T., M.Sc., M.Eng.

Tanggal: 04-11-2016

Puji Lestari, S.Si., M.Sc.

Tanggal: 04.11.2016

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII

Hudori, ST., M.Eng.

Tanggal: 14/11/2016

## HALAMAN PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program software komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia. (apabila menggunakan software khusus)
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 12 Oktober 2016



Yang membuat pernyataan

**Alfan Febrianto**

NIM :12513151

## KATA PENGANTAR



Alhamdulillah puji dan syukur kita panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas rahmat dan hidayah-Nya yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“PEMBUATAN KOMPOSIT SUPERABSORBEN POLIMER BERBASIS SELULOSA DARI KULIT PISANG RAJANANGKA (*MUSA PARADISIACA*) DAN *POLY ACRYLAMIDE* MENGGUNAKAN SINAR *ULTRA VIOLET (UV)*”** Adapun laporan ini disusun dan diajukan untuk memenuhi salah satu syarat Sarjana Strata 1 pada Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Dalam pelaksanaan penelitian ini penulis tidak bisa terlepas dari banyak pihak yang membantu dalam menyelesaikan penelitian ini, maka pada kesempatan kali ini penyusun ingin sekali mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tua penulis, Bapak Junedi dan Ibu Tumiyati. Terimakasih atas semua kasih sayang, doa, dan dukungan yang tak hentinya selalu diberikan kepada penulis. Tanpa mereka penulis bukan apa – apa sampai saat ini.
2. Mbak dan Adik penulis, Mbak Unik dan Dek Alfiyya, terimakasih atas doa serta dukungan untuk adeknya selama ini. Semoga kita kedepannya bisa menjadi anak yang dapat membawa kebaikan bagi semua umat.
3. Bapak DR-Ing Widodo Brontowoyono selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.
4. Bapak Hudori, ST., MT. Selaku Ketua Jurusan Teknik Lingkungan FTSP – UII.
5. Bapak Andik Yulianto S.T, M.T dan Bapak Supriyanto S.T., M.Sc., M.Eng. selaku pembimbing tugas akhir, penulis mengucapkan banyak terimakasih atas waktu, bimbingan dan bantuannya yang sudah diberikan selama penulis menyelesaikan tugas akhir.
6. Laboran Laboratorium Air FTSP UII dan Laboratorium Ilmu Kimia FMIPA UII.

7. Semua dosen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia yang telah banyak memberikan pengarahan dan pembelajaran ilmu pengetahuan yang bermanfaat kepada penulis.
8. Mas Heri selaku bagian admistrasi Jurusan Teknik Lingkungan FTSP UII yang telah membantu dalam berbagai urusan administrasi terkait berjalanya tugas akhir.
9. Seluruh keluarga besar Teknik Lingkungan 2012, khususnya Risang, Indra, Aping, Fahmi, Galuh, Erwin, Adam, dan Anisa Ika terimakasih sudah menjadi saudara yang luar biasa baiknya dan terima kasih juga atas semua bantuan dan doanya.
10. Hamas, Okto, Putra, Amar, Nanang, As'ad, dan Atif. Terima kasih atas semua doa dan bantuannya. Terima kasih selalu memberi semangat dan nikmat persahabatan ini.
11. Seluruh teman – teman penulis yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terimakasih selalu mendoakan yang terbaik. Semoga Allah SWT mengamini dan kalian juga mendapat semua kebaikan dari Allah SWT.
12. Keluarga besar penulis, terimakasih atas dukungan dan doa nya yang sudah diberikan kepada penulis.
13. Semua pihak-pihak lainnya yang baik secara langsung maupun tidak langsung yang telah membantu penulis dalam penyusunan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu. Terima kasih semuanya

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih belum sempurna. Oleh karena itu penulis sangat mengharapkan saran dan kritik yang membangun untuk lebih baik kedepannya. Akhirnya penulis berharap semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak.

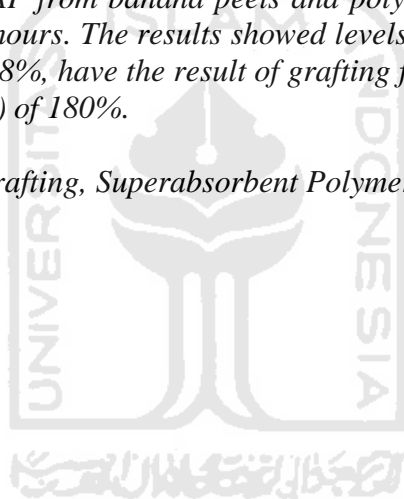
Yogyakarta, 12 Oktober 2016

Penulis

## **ABSTRACT**

*Recently the impact of catastrophic global warming as a result of increased greenhouse gases that may be faced by humanity is arable land decreases and replaced with barren land. In this research, the manufacture of Super Absorbent Polymer (SAP) based on cellulose from banana peels that can absorb water and have the absorptive capacity to many times the weight than the polymer. Superabsorbent polymer can be used to absorb and store water, provide nutrients to the plant and improve the properties of the soil. The method used in this study is the grafting method to determine the effectiveness of SAP, determine the ability of water absorption (swelling) and robustness of SAP in storing water, determination content of optimum NaOH to isolation cellulose, determination of functional groups and the morphology of the SAP are made of banana peels using FT-IR spectrophotometry and SEM. Production of SAP from banana peels and polyacrylamide are conducted using UV irradiation for 6 hours. The results showed levels of NaOH 5% produce the most optimum cellulose is 48%, have the result of grafting fraction of 27% with water absorption ability (swelling) of 180%.*

**Keyword:** *Banana Peels, Grafting, Superabsorbent Polymer, Swelling*





## **ABSTRAK**

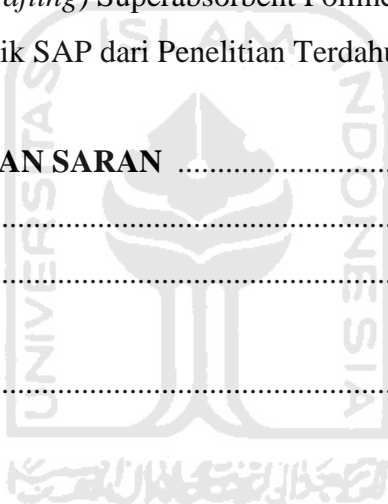
*Sekarang ini dampak bencana pemanasan global sebagai akibat peningkatan gas rumah kaca yang mungkin dihadapi manusia adalah tanah yang subur semakin berkurang dan digantikan dengan tanah yang tandus. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan Super Absorbent Polymer (SAP) berbasis selulosa dari kulit pisang yang dapat mengabsorpsi air dan mempunyai daya serap hingga berkali-kali dibandingkan berat polimernya. Superabsorben polimer dapat digunakan untuk menyerap dan menyimpan air, memberikan nutrisi pada tanaman dan memperbaiki sifat pada tanah. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah metode grafting untuk mengetahui efektifitas dari SAP, mengetahui kemampuan penyerapan air (swelling) dan ketahanan SAP dalam menyimpan air, penentuan kadar NaOH yang paling optimum dalam mengisolasi selulosa, menghitung kadar selulosa kulit pisang dalam pembuatan SAP, penentuan gugus fungsi dan morfologi dari SAP yang dibuat dari kulit pisang menggunakan spektrofotometri FT-IR dan SEM. Pembuatan SAP dari kulit pisang dan polyakrilamide dilakukan menggunakan iradiasi sinar Ultra Violet (UV) selama 6 jam. Hasil penelitian menunjukkan kadar NaOH 5% mengisolasi selulosa yang paling optimum yaitu 48%, memiliki hasil fraksi grafting sebesar 27% dengan kemampuan penyerapan air (swelling) sebesar 180%.*

**Kata Kunci:** *Grafting, Kulit Pisang, Superabsorbent Polymer, Swelling*

# DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xii
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xiii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Tujuan Penelitian .....	2
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	3
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 <i>Superabsorben Polymer (SAP)</i> .....	4
2.2 Selulosa .....	6
2.3 Kulit Pisang .....	7
2.4 Polimerisasi Akrilamida .....	8
2.5 Ultra Violet (UV) .....	8
2.5 Penelitian Terdahulu .....	9
2.6 Hipotesis Sementara .....	14
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b> .....	15
3.1 Umum .....	15
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	15
3.3 Kerangka Penelitian .....	16

3.4	Tahap Penelitian .....	17
3.5	Metode Pengujian .....	19
3.6	Analisis Data .....	19
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA .....</b>		<b>20</b>
4.1	Pembuatan Umpan Selulosa Kulit Pisang .....	20
4.2	Selulosa Kulit Pisang .....	21
4.3	<i>Superabsorbent Polymer</i> .....	22
4.4	Penentuan Gugus Fungsi SAP dengan Spektrofotometri FT-IR .....	22
4.5	Penentuan Morfologi dengan Scanning Electron Microscope (SEM) .....	25
4.5	Kemampuan Penyerapan Air ( <i>Rasio Swelling</i> ) Superabsorbent Polymer .....	27
4.6	Fraksi Pencangkokan ( <i>Grafting</i> ) Superabsorbent Polimer .....	29
4.7	Perbandingan Karakteristik SAP dari Penelitian Terdahulu.....	30
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>31</b>
5.1	Kesimpulan .....	31
5.2	Saran .....	32
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>33</b>
<b>LAMPIRAN</b>		



## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Penelitian Superabsorben Polimer yang sudah pernah dilakukan.....	9
Tabel 3.1 Data yang dicari dan Metode Penelitian.....	19
Tabel 4.1 Interpretasi Gugus Fungsi SAP dari Beberapa Penelitian.....	24
Tabel 4.2 Hasil perbandingan analisis unsur sampel menggunakan SEM .....	26
Tabel 4.3 Perbandingan Karakteristik SAP dari Penelitian Terdahulu .....	30



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur Selulosa .....	7
Gambar 3.1 Kerangka Penelitian .....	16
Gambar 3.2 Tahap Pembuatan SAP .....	17
Gambar 3.3 Tahap Pengujian SAP .....	18
Gambar 4.1 Penyaringan Setelah Proses Refluk .....	21
Gambar 4.2 Hasil Analisis FT-IR Komposit Superabsorbent Polymer Kulit Pisang.....	23
Gambar 4.2 Struktur Mikro Perbesaran 1000x (a). SAP Kulit Pisang, (b). Deni (2008).....	25
Gambar 4.3 Struktur Mikro Perbesaran 5000x (a). SAP Kulit Pisang, (b). Wiwien (2012) ....	25
Gambar 4.4 Hasil Analisis SEM Komposit Superabsorbent Polymer Kulit Pisang.....	26
Gambar 4.5 Grafik Penyusutan SAP Kulit Pisang .....	28



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1, Dokumentasi Pengerjaan Di Laboratorium

Lampiran 2, Perhitungan Pengujian Kadar Selulosa Kulit Pisang

Lampiran 3, Perhitungan pengujian kemampuan penyerapan air (*rasio swelling*)  
*Superabsorbent Polymer* dan penyusutannya

Lampiran 4, Perhitungan Pengujian Kemampuan Fraksi Pencangkokan (*Grafting*)  
*Superabsorbent Polymer*

Lampiran 5, Tabel Korelasi Spektrofotometri FT-IR

Lampiran 6, Proses Pengerjaan

Lampiran 7, Jurnal Tugas Akhir



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Peningkatan Kehidupan Masyarakat yang Madani dan Lestari adalah tema dalam Rencana Induk Penelitian (RIP) Universitas Islam Indonesia (UII) 2014-2018. Tema tersebut diwujudkan salah satunya dengan Pengembangan Permukiman Cerdas, Lestari dan Tanggap Bencana. Sekarang ini dampak bencana pemanasan global sebagai akibat peningkatan gas rumah kaca yang mungkin dihadapi manusia adalah tanah yang subur semakin berkurang dan digantikan dengan tanah yang tandus. Tanah yang tandus mengakibatkan tidak hanya tanaman tidak dapat tumbuh tetapi juga tidak cocok untuk permukiman.

Permasalahan seperti ini dapat diselesaikan dengan berbagai cara, salah satunya adalah dengan membuat bahan pengkondisi tanah *soil conditioner*. *Soil Conditioner* merupakan bahan yang ditambahkan ke tanah untuk meningkatkan kualitas fisik tanah dan telah dilaporkan untuk menjadi alat yang efektif dalam meningkatkan kapasitas air, menurunkan laju infiltrasi dan kumulatif serta meningkatkan penguapan air konservasi tanah berpasir serta memperbaiki sifat-sifat tanah sehingga dapat mendukung pertumbuhan tanaman.

Salah satu material maju yang sedang dikembangkan adalah Super Absorbent Polymer (SAP) berbasis selulosa yang dapat mengabsorpsi air dan mempunyai daya serap hingga berkali-kali dibandingkan berat polimernya. Superabsorben polimer dapat digunakan untuk menyerap dan menyimpan air, memberikan nutrisi pada tanaman dan memperbaiki sifat pada tanah (Andriyanti, 2012).

Peneliti-peneliti sebelumnya, Azizah dkk, (2012) dan Andriyanti (2012), membuat SAP berbasis selulosa seperti tanaman purun tikus dan ampas tebu tetapi sampai saat ini belum ada penelitian sintesa SAP dari limbah kulit pisang. Penelitian

ini menggunakan kulit pisang rajanangka karena mudah dijumpai. Pemanfaatan kulit pisang ini diharapkan selain dapat mengurangi jumlah limbahnya juga dapat meningkat nilainya yang selama ini hanya sebagai campuran makanan ternak.

## 1.2 Rumusan Masalah

Penelitian ini mencoba untuk mengkaji pembuatan komposit Superabsorben Polimer dari selulosa kulit pisang dan poliakrilamida dengan iradiasi sinar ultra violet. Masalah penelitian ini adalah belum diketahuinya apakah kulit pisang dapat dijadikan sebagai bahan baku dalam pembuatan superabsorben dengan karakteristik yang memiliki nilai swelling 10 – 1000 kali berat polimernya atau hanya absorben biasa.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Mengetahui kadar selulosa dari kulit pisang untuk pembuatan superabsorben polimer.
2. Mengetahui gugus fungsi dari superabsorbent polymer dengan spektrofotometri FTIR dan morfologi superabsorbent polymer dengan SEM (Scanning Electron Microscope).
3. Mengetahui kemampuan penyerapan air (rasio *swelling*) dan ketahanan dengan pengujian penyusutannya dari superabsorben polimer yang terbuat dari kulit pisang dan poliakrilamida.
4. Mengetahui fraksi pencangkakan (*grafting*) dari superabsorben polimer yang terbuat dari kulit pisang dan poliakrilamida.



#### 1.4 Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil pembahasan yang maksimal, maka perlu dilakukan pembatasan masalah yang akan dibahas. Sesuai dengan tujuan dari penelitian ini, maka batasan masalah dapat diuraikan sebagai berikut :

1. Bahan baku yang digunakan berupa limbah kulit pisang rajanangka dari pedagang gorengan di Jalan Kaliurang kilometer 12 dan Poliakrilamida Aldrich serta penggunaan NaOH sebagai pemisah lignin dan selulosa.
2. Pembuatan karakteristik superabsorben polimer menggunakan iradiasi sinar Ultra Violet (UV).
3. Lokasi penelitian dilakukan di Laboratorium Kualitas Air Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, serta Laboratorium Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
4. Biaya yang digunakan untuk pembuatan superabsorbent polimer hanya sebatas skala penelitian.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai pembuatan Superabsorbent Polymer dengan bahan baku selulosa kulit pisang dan acrylamida dengan iradiasi sinar UV, karakteristik gugus fungsi, morfologi, fraksi grafting, kemampuan penyerapan terhadap air dan penyusutannya dalam melepas air. Penggunaan selulosa pada kulit pisang diharapkan dapat memberikan nilai guna yang lebih pada limbah kulit pisang yang sebelumnya tidak banyak dimanfaatkan. Selain itu, penelitian ini juga dapat digunakan sebagai sumber untuk pengembangan penelitian berikutnya sehingga penelitian pembuatan SAP dari kulit pisang ini dapat lebih baik lagi dan dapat diaplikasikan sebagai *soil conditioner* yang efektif pada tanah yang tandus.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Superabsorbent Polymer (SAP)**

Super Absorbent Polymer (SAP) atau Polimer superabsorben adalah suatu polimer yang dapat mengabsorpsi air dan mempunyai daya serap sampai beberapa kali lipat dibandingkan berat polimernya. Polimer superabsorben dapat dimanfaatkan dalam banyak bidang diantaranya pembungkus makanan, teknik konstruksi, industri kimia, pengolahan limbah dan bahan pembuat sensor (Swantomo dkk, 2008). Beberapa penelitian telah dilakukan dalam pembuatan SAP dari polimer alam dengan metode yang berbeda-beda.

Bila ditinjau dari masalah lingkungan, sekarang ini SAP terbuat dari polimer sintesis, dari bahan asam akrilat dan akrilamid, yang sulit terurai oleh karena itu perlu dikembangkan SAP yang mudah diuraikan yang terbuat dari polimer alam. Pembuatan SAP dari polimer alam yang sudah pernah dilakukan adalah dari ampas tebu (Andriyanti dkk, 2012), zeolit alam (Swantomo dkk, 2008), tanaman purun tikus (Azizah dkk, 2012), dan kitosan (Baroroh dkk, 2014).

Pembuatan SAP dapat dilakukan proses pencangkokan (*grafting*) baik dengan metode kimia atau radiasi pengion. Metode kimia menggunakan bahan kimia inisiator polimerisasi, bahan pembentuk ikatan silang (*crosslinker*), dan aktivator juga diperlukan untuk mempercepat reaksi polimerisasi. Proses grafting dengan metode ini membutuhkan pemanasan dari luar. Sedangkan metode radiasi pengion (gamma dan electron). Proses grafting dengan metode ini dapat dilakukan untuk monomer fase padat, cair, atau gas; dan tidak membutuhkan penambahan bahan kimia seperti inisiator, crosslinker, maupun activator. Khusus untuk iradiasi elektron tidak memerlukan penambahan panas dan reaksinya mudah dikendalikan sehingga lebih aman.

Pembuatan SAP dengan Mesin Berkas Elektron sudah dilakukan dengan bahan utama polimer superabsorben adalah poliakrilamida (Swantomo dkk 2008). SAP dibuat dengan proses polimerisasi dan grafting akrilamida dengan zeolit alam menggunakan iradiasi mesin berkas elektron. Variabel yang dipelajari adalah dosis radiasi 15; 25; 28; 35; 48 kGy dan perbandingan akrilamida terhadap zeolit 0,5 : 1; 1 : 1; 2:1. Hasilnya dengan bertambahnya dosis radiasi akan meningkatkan konversi komposit yang dihasilkan dan kapasitas absorpsi polimer superabsorben. Setelah tercapai ikatan polimer yang sempurna, penambahan dosis radiasi akan menurunkan kapasitas absorpsi. Semakin besar perbandingan akrilamida terhadap zeolit akan menaikkan konversi komposit yang dihasilkan dan kapasitas absorpsi.

Pembuatan dan karakterisasi Polimer Superabsorben dari ampas tebu dengan metode grafting menggunakan radiasi pengion dari Mesin Berkas Elektron (MBE) 350 keV/10 mA Tebu (Andriyanti dkk, 2012). Proses iradiasi dilakukan dengan variasi dosis 20, 35, dan 50 kGy. Bertambahnya dosis radiasi akan meningkatkan presentase fraksi pencangkokkan (grafting) dan fraksi kemampuan penyerapan air (rasio swelling).

Sintesis dan karakterisasi polimer superabsorben berbasis selulosa dari tanaman purun tikus (*Eleocharis Dulcis*) tercangkok Akril Amida (AAM) juga sudah dilakukan (Azizah dkk, 2012). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan selulosa dari tanaman purun tikus (*Eleocharis dulcis*) terhadap karakteristik polimer superabsorben yang dihasilkan serta kemampuan dalam menyerap air dan sifat mengembang (swelling ratio) dalam larutan urea 5% dan NaCl 0,15 M. Pembuatan polimer superabsorben dilakukan dengan memvariasi berat selulosa terhadap berat akrilamida (AAM). Berat selulosa yang digunakan adalah 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40% (b/b). Polimer superabsorben yang dihasilkan dengan penambahan selulosa memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan poliakrilamida yang disintesis. Polimer superabsorben dengan rasio 15% berat selulosa terhadap berat akrilamida mempunyai nilai kapasitas absorpsi, rasio swelling pada larutan urea 5% dan NaCl 0,15 M yang paling besar berturut-turut

yakni 18,49 g/g air, 22,77 dan 18,41. Demitri et al (2013) juga telah berhasil membuat Superabsorben berbasis selulosa untuk pengaplikasian di bidang pertanian.

Liang et al. (2009) telah menyintesis SAP berbahan dasar limbah gandum untuk aplikasi pertanian dan memberikan hasil yang diharapkan, yaitu mempertahankan ketersediaan air untuk tanaman sehingga menurunkan tingkat kematian tanaman dan meningkatkan retensi pupuk dalam tanah. Namun, kebanyakan SAP yang ada saat ini mahal, tidak biodegradabel dan tidak baik untuk air yang mengandung garam dan tanah (Liang et al, 2009).

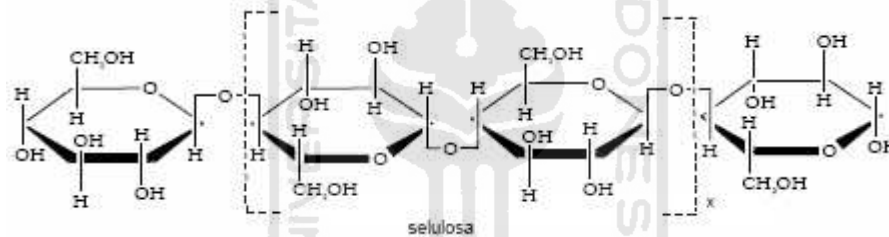
Dari hasil studi literatur diperoleh informasi bahwa superabsorben polimer yang dibuat dari polimer organik mempunyai kelemahan yaitu kurang stabil terhadap perubahan suhu, keasaman, dan sifat fisik yang kurang bagus. Kelemahan polimer organik ini dapat diatasi dengan pembuatan polimer superabsorben dalam bentuk komposit. Komposit ini dapat dibuat dari grafting polimer dengan tepung ketela, tepung jagung maupun dengan mineral alam. Pembuatan komposit superabsorben dari bahan organik-anorganik telah berhasil dilakukan (Xie et al, 2010).

Pati dan selulosa telah banyak dimodifikasi secara kimia, diantaranya modifikasi menggunakan akrilamida melalui proses kopolimerisasi pencangkakan-penautan-silang membentuk polimer superabsorben (SAP). SAP dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang, diantaranya sebagai bahan konstruksi, industri kimia, pengolahan limbah, soil conditioner, dan bahan pembuat sensor (Zhang et al, 2006).

## **2.2 Selulosa**

Selulosa merupakan komponen yang mendominasi karbohidrat yang berasal dari tumbuh-tumbuhan yang mencapai hampir 50%, karena selulosa merupakan unsur struktural dan komponen utama bagian yang terpenting dari dinding sel tumbuh-tumbuhan. Selulosa merupakan -1,4 poli glukosa, dengan berat molekul sangat besar. Unit ulangan dari polimer selulosa terikat melalui ikatan glikosida yang mengakibatkan struktur selulosa linier. Keteraturan struktur tersebut juga

menimbulkan ikatan hidrogen secara intra dan intermolekul. Beberapa molekul selulosa akan membentuk mikrofibril dengan diameter 2-20 nm dan panjang 100-40000 nm yang sebagian berupa daerah teratur (kristalin) dan diselingi daerah amorf yang kurang teratur. Beberapa mikrofibril membentuk fibril yang akhirnya menjadi serat selulosa. Selulosa memiliki kekuatan tarik yang tinggi dan tidak larut dalam kebanyakan pelarut. Hal ini berkaitan dengan struktur serat dan kuatnya ikatan hidrogen. Fungsi dasar selulosa adalah untuk menjaga struktur dan kekakuan bagi tanaman. Selulosa bertindak sebagai kerangka untuk memungkinkan tanaman untuk menahan kekuatan mereka dalam berbagai bentuk dan ukuran yang berbeda (Sudarso, 2013). Struktur selulosa dapat dilihat pada gambar 2.1 sebagai berikut:



**Gambar 2.1 Struktur Selulosa**

### 2.3 Kulit Pisang

Kulit pisang adalah bagian luar untuk melindungi bagian dalam buah dan bisa juga digunakan untuk melihat tingkat kematangan buah. Kulit pisang merupakan bahan buangan atau limbah buah pisang yang cukup banyak jumlahnya. Jumlah dari kulit pisang cukup banyak yaitu sekitar 1/3 dari buah pisang yang belum dikupas. Kulit pisang juga menjadi salah satu limbah dari industri pengolahan pisang, namun bisa dijadikan teknologi dalam penjernihan air (Lubis, 2012).

Seringkali kulit pisang dianggap sebagai barang tak berharga alias sampah. Ternyata dibalik anggapan tersebut, kulit pisang memiliki kandungan vitamin C, B, kalsium, protein dan lemak yang cukup baik (Mashur, 2011). Pada umumnya kulit pisang belum dimanfaatkan secara nyata dan hanya dibuang sebagai limbah organik

saja atau digunakan sebagai makanan ternak seperti kambing, sapi, dan kerbau. Jumlah kulit pisang yang cukup banyak akan memiliki nilai jual yang menguntungkan apabila bisa dimanfaatkan (Susanti, 2006).

#### **2.4 Polimerisasi Akrilamida**

Akrilamida merupakan struktur kimia berwarna putih, tidak berbau, berbentuk kristal padat yang sangat mudah larut dalam air dan mudah bereaksi melalui reaksi amida atau ikatan rangkapnya. Akrilamida memiliki rumus kimia  $C_3H_5NO$  dan berpotensi bahaya bagi kesehatan (dapat menyebabkan kanker atau karsinogenik). Akrilamida (AAM) adalah salah satu jenis monomer hidrofilik yang merupakan bahan baku paling populer untuk pembuatan polimer superabsorben poliakrilamida (PAAM) (Irwan dkk, 2013).

Akrilamida dapat membentuk rantai polimer panjang yang dikenal sebagai poliakrilamida, yang juga karsinogenik. Polimer ini dipakai dalam pengental karena ia akan membentuk gel bila tercampur air. Dalam laboratorium biokimia poliakrilamida dipakai sebagai fase diam dalam elektroforesis gel. Ia dipakai pula dalam penanganan limbah cair, pembuatan kertas, pengolahan bijih besi, dan dalam pembuatan bahan pengepres (Sari, 2010).

#### **2.5 Ultra Violet (UV)**

Ultra Violet (UV) memiliki panjang gelombangnya ( ) lebih pendek dari pada sinar tampak. UV diklasifikasikan menjadi 3 yaitu: UV-A ( = 315 hingga 400 nm), UV-B ( = 280 hingga 315 nm), UV-C ( =100 hingga 280 nm). Sinar UV dapat dimanfaatkan salah satunya untuk proses polimerisasi. Polimer terbentuk karena bersambungannya monomer-monomer dalam jumlah besar pada proses polimerisasi. Polimerisasi mengubah sifat kimia dan fisik bahan monomer, menaikkan titik leleh, memperendah kemampuan larut. Pada proses polimerisasi, baik proses adisi, atau kondensasi diperlukan suatu aktivator.

Ultra Violet dapat digunakan sebagai aktivator menggantikan bahan kimia dalam proses polimerisasi demikian pula dalam hal pengerasan polimer (karena terjadi sambungan silang antar monomer yang meruang). Pengeringan dan pengerasan lapisan polimer seperti cat, vernis, atau cetakan bahan plastik dapat dipercepat dengan memanfaatkan UV.

Secara umum sumber ultraviolet dapat diperoleh secara alamiah dan buatan, dengan sinar matahari merupakan sumber utama ultraviolet di alam. Sumber ultraviolet buatan umumnya berasal dari lampu fluorescent khusus, seperti lampu merkuri tekanan rendah (low pressure) dan lampu merkuri tekanan sedang (medium pressure). Lampu merkuri medium pressure mampu menghasilkan output radiasi ultraviolet yang lebih besar daripada lampu merkuri low pressure. Namun lampu merkuri low pressure lebih efisien dalam pemakaian listrik dibandingkan lampu merkuri medium pressure. Lampu merkuri low pressure menghasilkan radiasi maksimum pada panjang gelombang 253,7 nm yang lethal bagi mikroorganisme, protozoa, virus dan algae. Sedangkan radiasi lampu merkuri medium pressure diemisikan pada panjang gelombang 180 – 1370 nm (Cahyonugroho, 2010).

## 2.6 Penelitian Terdahulu

Mencari, mengumpulkan serta mempelajari data dari buku-buku, tulisan ilmiah dan penelitian sebelumnya yang berhubungan dengan penelitian ini yang selanjutnya akan digunakan sebagai referensi guna mempermudah penelitian. Penelitian sebelumnya dapat dilihat pada tabel 2.1.

**Tabel 2.1 Penelitian Superabsorben Polimer yang sudah pernah dilakukan**

No	Penyusun	Tujuan	Metode	Hasil dan Kesimpulan
1.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Andriyanti,</li> <li>• Suyanti,</li> </ul>	Membuat bahan pengkondisi tanah soil	Pembuatan polimer super absorben pada penelitian ini	Selulosa dari ampas tebu dapat diekstraksi dengan

No	Penyusun	Tujuan	Metode	Hasil dan Kesimpulan
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ngasifudin (2012)</li> </ul>	<p>conditioner yang murah, yaitu dengan menggunakan limbah selulosa yang sangat melimpah di Indonesia seperti <i>ampas tebu</i>, jerami, tandan kosong kelapa sawit, serbuk gergaji, sabut kelapa, dan sebagainya.</p>	<p>adalah dengan metode grafting menggunakan radiasi pengion.</p>	<p>menggunakan larutan NaOH 15 % dan HCl 0,1 M pada suhu didih larutan. Campuran selulosa (ampas tebu) dan Poliakrilamida (PAM) dapat dibuat menjadi polimer superabsorbent (PCS) dengan metode grafting menggunakan radiasi pengion dari Mesin Berkas Elektron (MBE) 350 keV/10 mA. Bertambahnya dosis radiasi akan meningkatkan presentase fraksi pencangkokkan (grafting) dan fraksi kemampuan penyerapan air (rasio swelling). Telah diperoleh produk PCS hasil pencangkokkan PAM pada selulosa dari ampas tebu pada dosis 50 kGy dengan fraksi pencangkokkan (grafting) sebesar 96,15 % dan fraksi kemampuan penyerapan air (rasio swelling) sebesar 500 %.</p>
2.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Swantomo,</li> <li>• Megasari,</li> <li>• Saptaji (2008)</li> </ul>	<p>Membuat Polimer superabsorben adalah suatu bahan yang dapat meng-absorpsi air dan menyimpannya dalam jumlah yang besar dengan proses grafting polimerisasi antara poliakrilamide dengan</p>	<p>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.</p>	<p>1. Komposit polimer superabsorben dapat dibuat dengan proses grafting polimerisasi antara poliakrilamide dengan zeolit alam menggunakan radiasi pengion dari mesin berkas elektron. 2. Bertambahnya dosis radiasi</p>



No	Penyusun	Tujuan	Metode	Hasil dan Kesimpulan
		zeolit alam menggunakan radiasi pengion dari mesin berkas elektron.		akan meningkatkan persentase konversi komposit yang dihasilkan dan menaikkan kapasitas absorpsi polimer superabsorben. Setelah tercapai ikatan polimer yang sempurna, penambahan dosis radiasi akan menurunkan kapasitas absorpsi. 3. Semakin besar perbandingan acrilamida terhadap zeolit persentase konversi komposit yang dihasilkan dan menaikkan kapasitas absorpsi. Penambahan zeolit bertujuan untuk memperbaiki sifat fisik
3.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Irwan,</li> <li>• Sunardi,</li> <li>• Syabatini (2013)</li> </ul>	Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh penambahan pati dari bonggol pisang terhadap karakteristik polimer superabsorben yang dihasilkan, kemampuan mengembang (swelling ratio) polimer setelah menyerap air, larutan urea, dan larutan NaCl, serta kemampuan retensi polimer superabsorben terhadap cairan.	Sintesis Polimer Superabsorben Pati Bonggol Pisang-Tercangkok Poli(akrilamida)	Penambahan pati dari bonggol pisang ( <i>Musa paradisiaca</i> ) mampu memperbaiki karakteristik dari polimer superabsorben yang dihasilkan karena banyak mengandung gugus hidroksil. Kemampuan dalam menyerap cairan berupa sifat <i>swelling</i> dari polimer superabsorben hasil pencangkakan lebih baik dibandingkan polimer superabsorben dari monomer AAM. Polimer superabsorben dengan rasio 10% berat pati terhadap berat

No	Penyusun	Tujuan	Metode	Hasil dan Kesimpulan
				<p>akrilamida mempunyai nilai rasio swelling sebesar 33 g/g, rasio swelling pada larutan urea 5% sebesar 26,86g/g, dan rasio swelling dalam larutan NaCl 0,15 M sebesar 23,8g/g.</p> <p>Polimer superabsorben 10% mempunyai kemampuan menahan air lebih baik dibandingkan polimer superabsorben 0%. Dengan demikian, penyusutan lebih cepat terjadi pada polimer superabsorben 0%. Sehingga polimer superabsorben 10% memiliki perilaku cerdas dapat membengkak dan menahan air, yang akan sangat penting untuk aplikasi.</p>
4.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Xie,</li> <li>• Wang (2010)</li> </ul>	<p>Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek dari pertukaran ion MVT yang berbeda pada kesetimbangan serap air, tingkat pembengkakan dan perilaku dalam berbagai solusi kation garam dan solusi pH yang berbeda dari komposit superabsorben secara sistematis diselidiki di bawah kondisi persiapan</p>	<p>Kitosan-g-poly (asam akrilat) / muskovit (CTS-g-PAA / MVT) komposit superabsorben granular disintesis oleh radikal bebas polimerisasi tercangkok dalam larutan air.</p> <p>Pertukaran Ion MVT, CTS-g-PAA / (MVT dan IMVT) Komposit superabsorbent, Pengukuran nilai absorbensi dan swelling, dan karakterisasi FTIR dan SEM.</p>	<p>Hasil menunjukkan bahwa pengenalan jumlah yang sesuai dari MVT ion-ditukar ke CTS-g-PAA tidak hanya bisa meningkatkan komposit dalam menyerap air namun juga meningkatkan tingkat kapasitas dan kemampuan pembengkakan. -COOH dan -COO- Grup dalam bentuk komposit superabsorben sistem penyangga yang merespon untuk menyerap air</p>

No	Penyusun	Tujuan	Metode	Hasil dan Kesimpulan
		yang sama.		konstan di kisaran pH 4-10. Berdasarkan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa modifikasi sederhana dan layak dari MVT juga merupakan pendekatan yang efektif untuk meningkatkan kinerja komposit superabsorben organik-anorganik.
5.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Demitri</li> <li>• Scalera</li> <li>• Madaghiele</li> <li>• Sannino</li> <li>• Maffezzoli</li> </ul> (2013)	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi penggunaan selulosa untuk superabsorben di bidang pertanian.	Sintesis Hidrogel dan Pengujian Swelling	Kemampuan pembengkakan diuji dalam kondisi lingkungan yang berbeda, yaitu, kekuatan ion dan pH, yang mungkin secara signifikan mempengaruhi penerapan tergambar dalam tanah. Berdasarkan data bengkak, formulasi hidrogel tertentu (satu diperoleh untuk konsentrasi selulosa sebesar 4%) dipilih untuk analisis lebih lanjut, karena ditampilkan tertinggi kapasitas memegang air. Menjadi polielektrolit, maka hidrogel yang dipilih juga sensitif terhadap kekuatan dan pH ion variasi, meskipun kemampuan pembengkakan cukup tinggi di segala kondisi yang berbeda diuji. Sebuah studi percontohan difokuskan pada budidaya tomat dengan tanah hidrogel-diubah menunjukkan bahwa hidrogel

No	Penyusun	Tujuan	Metode	Hasil dan Kesimpulan
				<p>secara signifikan dapat meningkatkan kemampuan retensi air tanah, serta memungkinkan pelepasan berkelanjutan air untuk tanaman untuk waktu yang lama, tanpa penyiraman tambahan yang dibutuhkan. Namun, hasil awal dari penelitian ini menunjukkan bahwa hidrogel diusulkan mungkin menjadi sarana yang ampuh untuk mengoptimalkan pengelolaan air di bidang pertanian, yang sangat penting di daerah di mana kelangkaan air adalah masalah berat.</p>

## 2.7 Hipotesis Sementara

Hipotesis sementara dari penelitian ini adalah selulosa limbah kulit pisang dan poliakrilamida dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan superabsorbent polimer dengan menggunakan iradiasi sinar Ultra Violet (UV).

## **BAB III**

### **METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Umum**

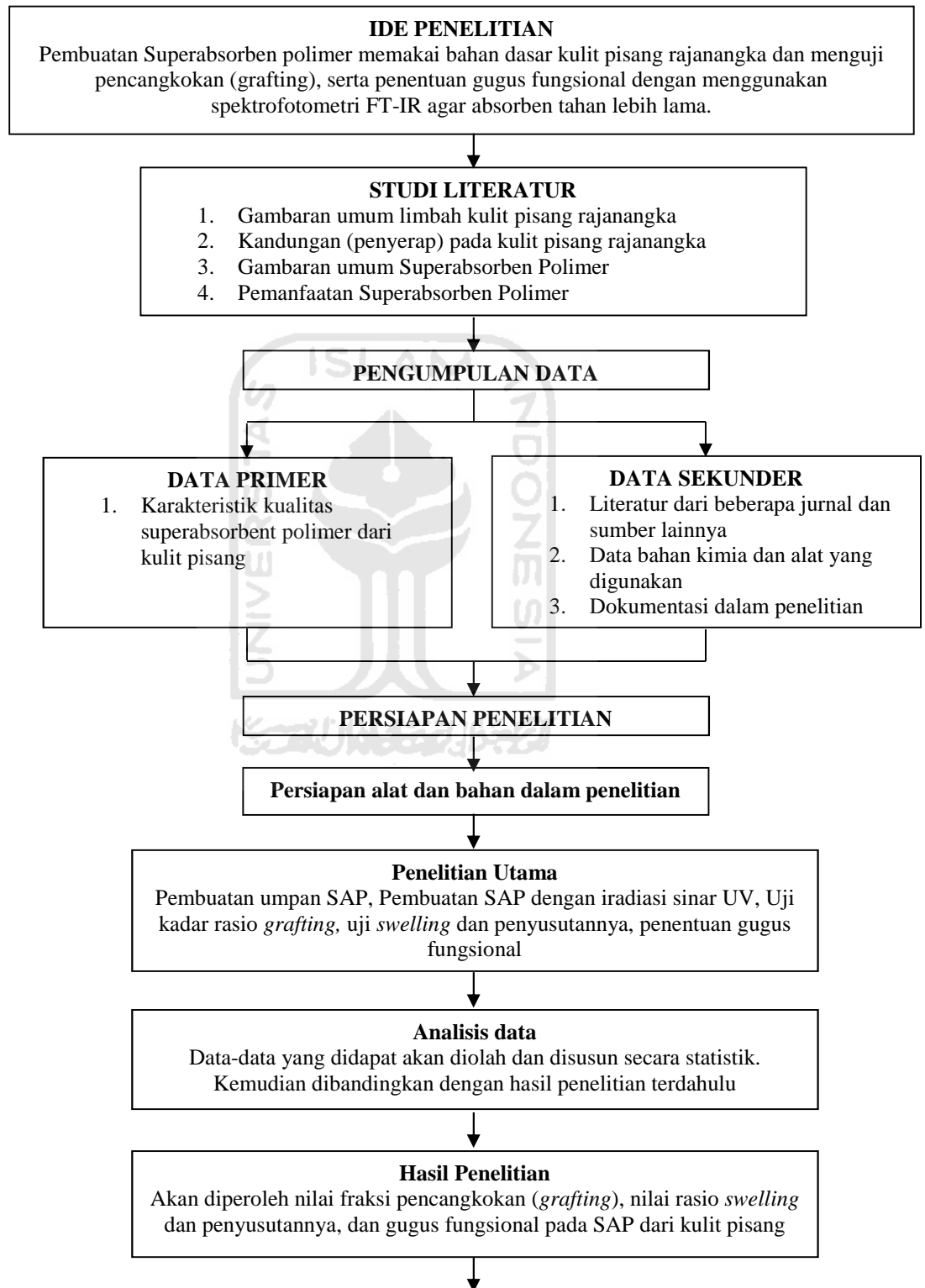
Pada penelitian ini penulis menggunakan pendekatan kuantitatif dengan mengumpulkan data primer dan data sekunder. Data primer berasal dari pengujian karakteristik meliputi pengujian kadar selulosa, identifikasi ikatan polimer super absorben (FTIR), Pengujian fraksi pencangkokkan (*Grafting*) SAP dan pengujian fraksi kemampuan penyerapan air (rasio *swelling*). Sedangkan data sekunder didapat dari jurnal dan *literature* yang mendukung penelitian ini.

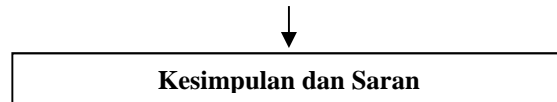
#### **3.2 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April sampai bulan Agustus 2016. Pengujian sampel ini akan dilakukan di dua tempat. Penyiapan umpan untuk pembuatan selulosa dari bahan kulit pisang, pembuatan selulosa, penentuan kadar selulosa dengan metode gravimetric, pembuatan SAP, pemurnian SAP, penentuan fraksi kemampuan penyerapan air (ratio swelling), dan uji SEM (Scanning Electron Microscope) dilaksanakan di Laboratorium Kualitas Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Karakterisasi SAP dengan uji FTIR (Fourier Transform Infra Red) dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.

### 3.3 Kerangka Penelitian

Kerangka penelitian dapat dilihat pada gambar 3.1 sebagai berikut:





**Gambar 3.1 Kerangka Penelitian**

Gambar 3.1 diatas menjelaskan urutan kerangka penelitian dari mulai ide penelitian, studi literatur, pengumpulan data yang berupa data primer dan data sekunder, persiapan penelitian, penelitian utama, analisis data, hasil penelitian hingga didapatkan kesimpulan dan saran.

### 3.4 Tahap Penelitian

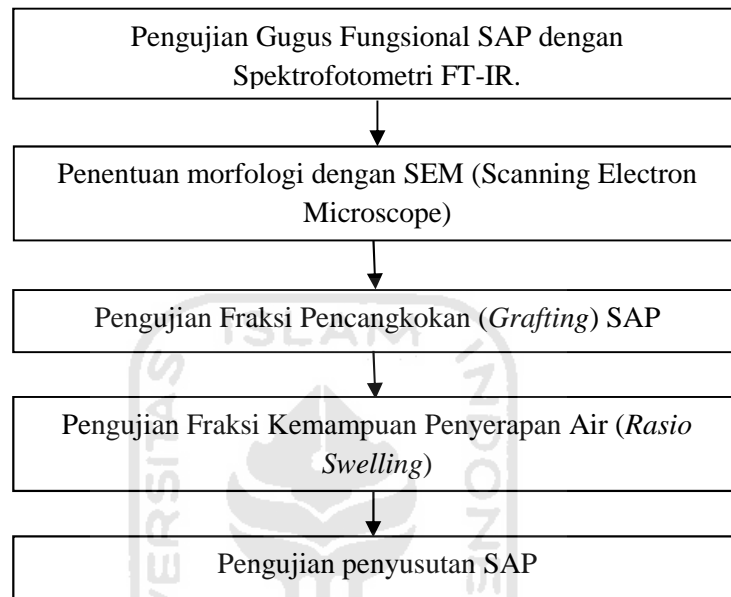
Pada penelitian ini ada beberapa tahapan yang perlu dilakukan dalam pembuatan *Superabsorbent Polymer (SAP)*, diantaranya dapat dilihat pada gambar 3.2 (Andriyanti dkk, 2012).



**Gambar 3.2 Tahap Pembuatan SAP**

Tahapan pembuatan SAP dimulai dari penyiapan umpan untuk isolasi Selulosa. Pada tahap ini kulit pisang dicuci, dikeringkan dan dihaluskan sampai menjadi serbuk. Tahapan selanjutnya pengisolasian selulosa yaitu pemisahan lignin dan selulosa dengan NaOH dan dihidrolisis menggunakan HCl. Kemudian menguji kadar selulosa dengan metode gravimetric. Setelah diketahui kadar selulosanya, dilakukan pembuatan SAP dengan iradiasi sinar UV dan dimurnikan.

Setelah dilakukan tahapan-tahapan pada pembuatan SAP maka dilakukan pengujian untuk mengetahui karakteristiknya, diantaranya dilakukan pengujian seperti ditunjukkan pada gambar 3.3 (Andriyanti dkk, 2012).



**Gambar 3.3 Tahap Pengujian SAP**

Ada beberapa tahap pengujian SAP antara lain pengujian gugus fungsional dengan Spektrofotometri FT-IR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi SAP yang sudah dilakukan penyinaran sinar Ultra Violet, penentuan morfologi dengan SEM (Scanning Electron Microscope) untuk mengetahui struktur permukaan SAP, Pengujian Fraksi Pencangkokan (Grafting) untuk mengetahui berapa efektif radiasi sinar UV yang digunakan dalam pembuatan SAP, pengujian *Ratio Swelling* dilakukan untuk mengetahui kemampuan SAP dalam penyerapan air dengan cara merendam SAP kedalam air selama 48 jam dan pengujian penyusutan SAP untuk mengetahui kemampuan suatu polimer superabsorben dalam mempertahankan banyaknya jumlah air yang telah diserap oleh SAP tersebut.



### 3.5 Metode Pengujian

Data yang diperlukan dan metode yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.1 sebagai berikut:

**Tabel 3.1 Data yang dicari dan Metode Penelitian**

No	Data yang dicari	Metode	Acuan Metode
1	Kadar selulosa kulit pisang	Gravimetri	Penelitian Wiwien (2012)
2	Gugus Fungsi	Spektrofotometri FTIR	Penelitian Wiwien (2012)
3	Morfologi	Scanning Electron Microscope	Penelitian Wiwien (2012)
4	Fraksi Pencangkakan	Gravimetri	Penelitian Wiwien (2012)
5	Ratio Swelling	Gravimetri	Penelitian Wiwien (2012)
6	Penyusutan SAP	Gravimetri	Penelitian Wiwien (2012)

### 3.6 Analisis Data

Setelah dilakukan pengujian pada produk SAP kulit pisang, data-data yang didapat akan diolah dan disusun secara statistik. Kemudian dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu sehingga dapat dikatakan apakah produk SAP kulit pisang memiliki kualitas yang lebih baik atau lebih buruk daripada hasil penelitian terdahulu dan apakah produk SAP ini termasuk superabsorbent yang memiliki nilai swelling 10 – 1000 kali berat polimernya atau hanya absorben biasa.

## **BAB IV**

### **HASIL PENELITIAN DAN ANALISIS DATA**

#### **4.1 Pembuatan Umpun Selulosa**

Pembuatan umpun selulosa pada penelitian ini menggunakan limbah kulit pisang rajanangka yang didapatkan dari pedagang gorengan di Jalan Kaliurang kilometer 12. Dipilihnya limbah kulit pisang sebagai umpun selulosa yaitu karena kulit pisang mengandung kadar selulosa yang cukup tinggi. Selain itu, limbah kulit pisang juga mudah dijumpai serta sangat ekonomis. Pemanfaatan limbah kulit pisang ini merupakan pengelolaan lingkungan yang baik karena selama ini limbah tersebut hanya sebatas dijadikan makanan ternak ataupun dibuang begitu saja.

Limbah kulit pisang yang telah diambil dari lokasi dicuci dengan air supaya bersih dari kotoran-kotoran yang menempel karena limbah kulit pisang tersebut diambil dari tempat sampah, kemudian dipotong kecil-kecil agar lebih cepat dalam proses pengeringan menggunakan panas matahari kurang lebih selama tiga hari menghilangkan kadar air pada kulit pisang tersebut sampai benar-benar kering, setelah itu limbah kulit pisang yang sudah kering dihancurkan menggunakan mesin penghancur (blender) sampai kulit pisang berbentuk serbuk agar memudahkan pada proses isolasi selulosa dan pencampuran dengan serbuk poliakrilamida dapat tercampur dengan sempurna. Serbuk kulit pisang selanjutnya di ayak menggunakan alat dan diambil hasilnya dengan ukuran ayakan 100 mesh, ukuran ini cukup halus untuk dijadikan pembuatan umpun selulosa.

#### **4.2 Selulosa Kulit Pisang**

Isolasi selulosa pada penelitian ini dibuat menjadi 3 sampel, yaitu dengan variasi penggunaan NaOH pada masing-masing sampel. Pada tahapan pembuatan

selulosa terdapat senyawa-senyawa yang berikatan didalamnya, untuk memisahkan ikatan yang ada tersebut digunakan NaOH sebagai proses optimasi isolasi selulosa. NaOH digunakan untuk memisahkan lignin dan selulosa. Sampel 1 menggunakan NaOH dengan kadar 5%, sampel 2 menggunakan NaOH dengan kadar 10%, dan sampel 3 menggunakan NaOH dengan kadar 15%. Dengan menggunakan 3 sampel tersebut diharapkan dapat diketahui kadar NaOH yang dapat mengisolasi selulosa yang paling optimum. Serbuk kulit pisang yang telah dilarutkan dengan NaOH selanjutnya dimurnikan dengan HCl yang berfungsi untuk menghilangkan logam-logam yang mungkin lolos pada saat proses pembuatan umpan selulosa. Setelah serbuk kulit pisang dimurnikan menggunakan HCl dilakukan uji kadar selulosa.

Pada proses uji kadar selulosa, ketiga sampel direfluk terlebih dahulu menggunakan waterbath. Setelah direfluk, ketiga sampel disaring menggunakan kertas saring seperti pada gambar 4.1 dibawah ini:



**Gambar 4.1 Penyaringan Setelah Proses Refluk**

Dari gambar 4.1 diatas terlihat bahwa sampel 1 memiliki air hasil saringan yang paling bening daripada air hasil saringan sampel 2 dan sampel 3. Hal itu dapat menunjukkan bahwa sampel 1 dapat mengisolasi selulosa paling banyak daripada sampel 2 dan sampel 3.

Dari perhitungan kadar selulosa didapatkan kadar selulosa sampel 1 sebesar 48%, sampel 2 sebesar 39%, dan sampel 3 sebesar 42%. Hasil ini menunjukkan bahwa sampel 1 dengan menggunakan NaOH 5% memiliki kadar optimasi selulosa tertinggi yaitu 48% sehingga untuk selanjutnya sampel 1 ini yang akan dijadikan sebagai Superabsorbent Polymer. Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Wiwien (2012) dalam pembuatan superabsorbent polymer menggunakan ampas tebu didapatkan kadar selulosa sebesar 95% dengan NaOH sebesar 15%. Perbedaan hasil ini mungkin terjadi karena bahan yang digunakan tidak sama sehingga kandungan selulosa didalamnya pun akan berbeda pula.

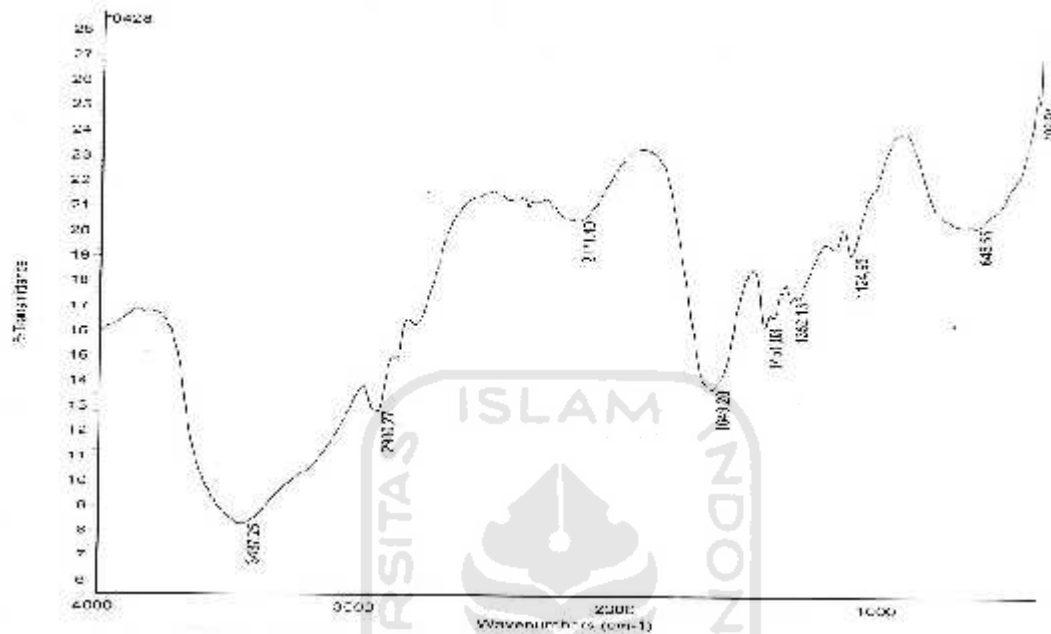
#### **4.3 Superabsorbent Polymer**

Pada tahap pembuatan *Superabsorbent Polymer* (SAP) sampel yang terpilih dilakukan penambahan dengan *Polyacrylamide* (PAM). Setelah bereaksi dengan sempurna menjadi gel dilakukan proses polimerisasi menggunakan iradiasi sinar Ultraviolet (UV) selama 6 jam. Penyinaran yang dilakukan membuat perubahan yang signifikan pada saat larutan yang belum dilakukan penyinaran dengan larutan yang sudah disinari, secara kasat mata dapat dilihat bahwa hasil dari penyinaran iradiasi sinar Ultraviolet membuat larutan menjadi keras, hal ini mungkin disebabkan karena terjadi ikatan baru yang dapat dilihat gugus fungsinya saat dilakukan pengujian FT-IR. Dari pembuatan SAP tersebut didapatkan SAP yaitu SAP dengan kadar selulosa sebesar 48%.

#### **4.4 Penentuan Gugus Fungsi SAP dengan Spektrofotometri FT-IR**

*Superabsorbent Polymer* yang telah diiradiasi dilakukan penentuan gugus fungsi menggunakan spektrofotometri FT-IR guna mengetahui gugus fungsi SAP tersebut.

Gambar 4.2 menunjukkan hasil analisis FT-IR pada sampel komposit superabsorbent polymer kulit pisang.



**Gambar 4.2 Hasil Analisis FT-IR Komposit Superabsorbent Polymer Kulit Pisang**

Bilangan gelombang  $3437\text{ cm}^{-1}$  adalah pita serapan gugus O-H, pada bilangan  $2930,27\text{ cm}^{-1}$  adalah pita serapan gugus CH, pada bilangan  $2171,40\text{ cm}^{-1}$  adalah pita serapan C=N, pada bilangan  $1649,20\text{ cm}^{-1}$  adalah pita serapan gugus C=O, pada bilangan  $1451,03\text{ cm}^{-1}$  adalah pita serapan gugus CH<sub>2</sub>, pada bilangan  $1352,13\text{ cm}^{-1}$  adalah pita serapan gugus NO<sub>2</sub>, pada bilangan  $648,55\text{ cm}^{-1}$  adalah pita serapan gugus C-H, dan pada bilangan  $408,94$  adalah pita serapan gugus C-N-C.

Pada penelitian tentang pembuatan SAP yang sudah pernah dilakukan dengan beberapa metode yang berbeda yaitu polimerisasi, menggunakan radiasi MBE dan menggunakan sinar UV, dapat dibandingkan gugus fungsi dari masing-masing penelitian seperti yang terlihat pada tabel berikut.

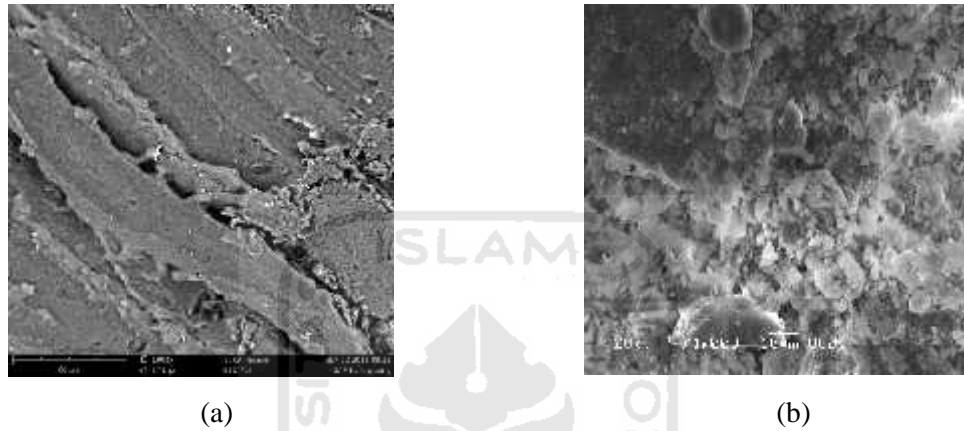
**Tabel 4.1. Interpretasi Gugus Fungsi *Superabsorbent Polymer* dari Beberapa Penelitian**

SAP Kulit Pisang	Wiwien (2012)	Saesario (2012)	Irwan (2013)
O-H	C-C	O-H	O-H
CH	C-O	C-H	C=O
C=N	C-H	C-O	C-H
C=O	C-OH	C=O	C-O
CH <sub>2</sub>	C-H		
NO <sub>2</sub>	C=O		
C-H	C-H		
C-N-C	C-H		
	O-H		
	OH		

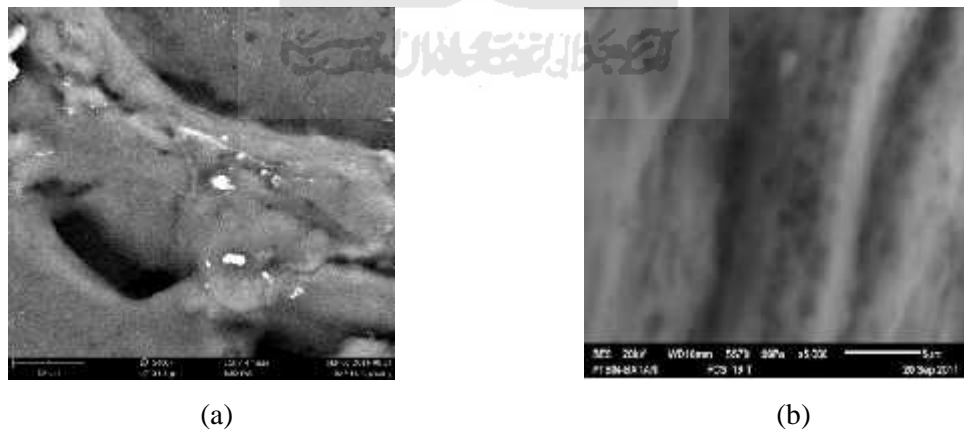
Dari hasil beberapa penelitian tersebut, semua SAP mengandung gugus fungsi O-H, gugus fungsi C-H, dan gugus fungsi C=O yang mana merupakan gugus hidrofilik yang berasal dari ikatan utama pada SAP. Gugus-gugus hidrofilik di dalam struktur polimer inilah yang dapat terdisosiasi dan mengakibatkan ion-ion dengan molekul kecil terperangkap.

#### 4.5 Penentuan Morfologi dengan *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Untuk mengamati morfologi SAP Kulit Pisang dilakukan pada perbesaran mikroskop 1000x dan 5000x.

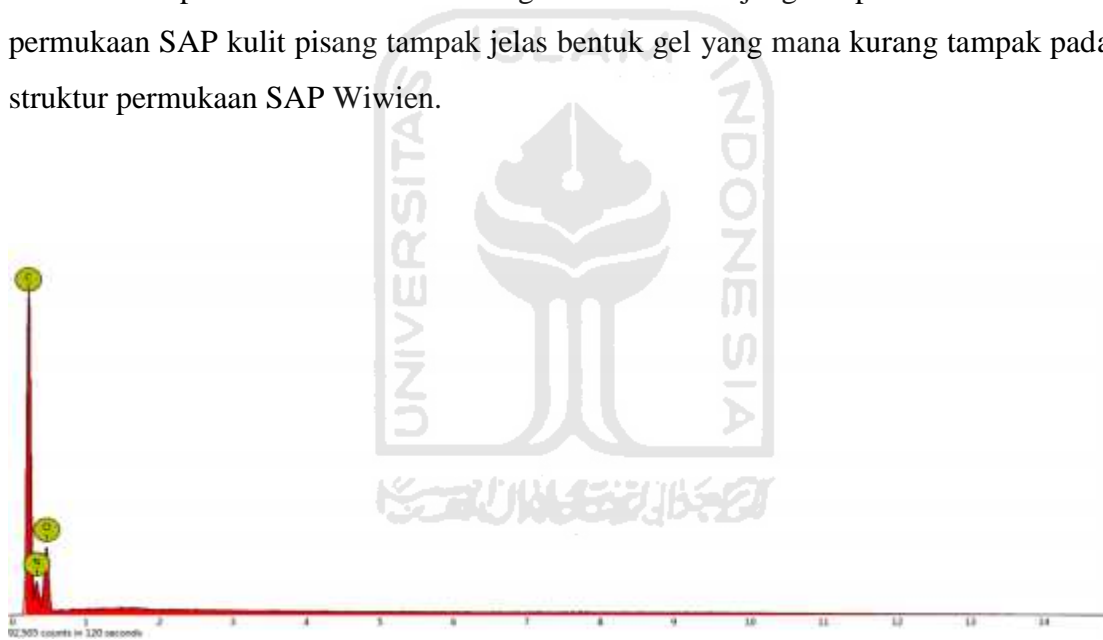


**Gambar 4.2 Struktur Mikro Perbesaran 1000x (a). SAP Kulit Pisang, (b). SAP hasil penelitian Deni (2008)**



**Gambar 4.3 Struktur Mikro Perbesaran 5000x (a). SAP Kulit Pisang, (b). SAP hasil penelitian Wiwien (2012)**

Pada perbesaran mikroskop 1000x, morfologi SAP kulit pisang dibandingkan dengan SAP hasil penelitian Deni (2008) seperti yang ditunjukkan pada gambar 4.2. Pada struktur permukaan SAP kulit pisang terlihat pori-pori rekahan seperti lembah yang memanjang, sedangkan struktur pori-pori permukaan pada SAP Deni lebih terlihat berbentuk butir-butir. Perbedaan struktur permukaan ini dapat terjadi karena ukuran material SAP kulit pisang lebih besar dari pada SAP Deni. Pada perbesaran mikroskop 5000x, morfologi SAP kulit pisang dibandingkan dengan SAP ampas tebu hasil penelitian Wiwien (2012). Kedua struktur permukaan SAP hampir sama yaitu berbentuk seperti lembah-lembah dengan alur memanjang berpori. Pada struktur permukaan SAP kulit pisang tampak jelas bentuk gel yang mana kurang tampak pada struktur permukaan SAP Wiwien.



**Gambar 4.4 Hasil Analisis SEM Komposit Superabsorbent Polymer Kulit Pisang**

**Tabel 4.2 Hasil perbandingan analisis unsur sampel menggunakan SEM**

Nama Sampel	C	N	O	Si	Na	Cl
SAP kulit pisang	25,7	16,6	57,7	-	-	-
SAP ampas tebu	38,16	15,77	45,53	0,01	0,043	0,02



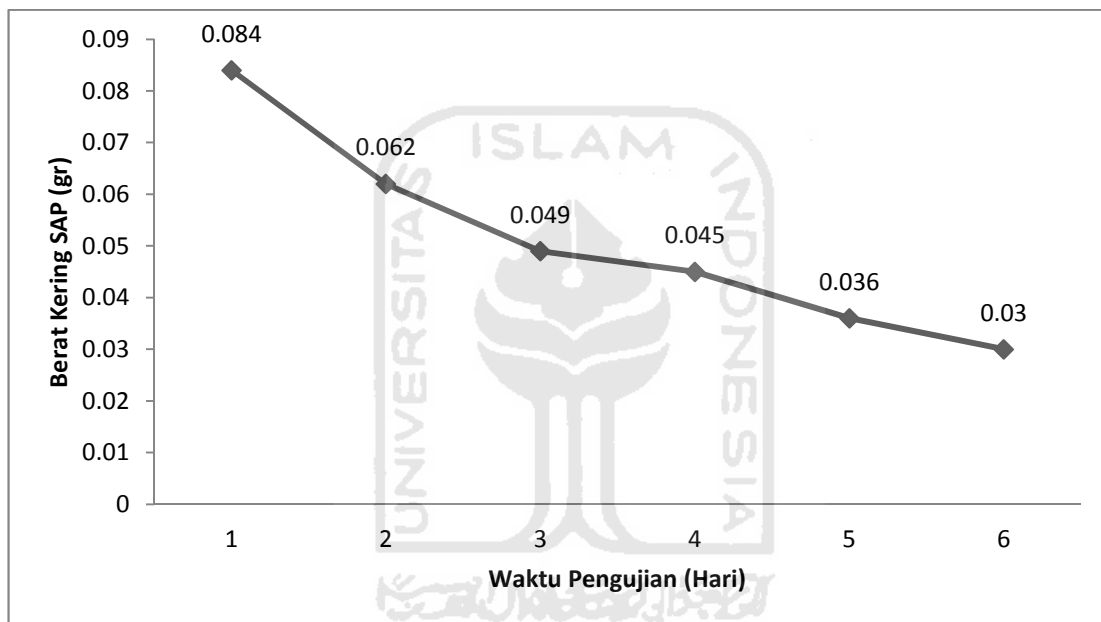
Hasil analisis SEM menunjukkan bahwa SAP kulit pisang mempunyai unsur yang sama dengan SAP ampas tebu hasil penelitian Wiwien (2012) yaitu mengandung unsur C, N, dan O. Bedanya pada SAP ampas tebu juga terdapat Si, Na, serta Cl yang mungkin terdapat juga pada SAP kulit pisang namun dalam kadar yang sangat rendah.

#### **4.6 Kemampuan Penyerapan Air (*Rasio Swelling*) *Superabsorbent Polymer***

Penentuan Fraksi *grafting* dan rasio *swelling* merupakan parameter utama dalam pembuatan *superabsorbent polymer* (SAP) pada penelitian ini karena pengujian dilakukan untuk mengetahui seberapa besar SAP mampu dalam mengabsorbsikan air. SAP yang telah dimurnikan diuji absorpsi untuk menentukan kapasitas absorpsinya. Uji absorpsi dilakukan dengan cara memasukkan SAP kedalam air lalu dibiarkan selama 48 jam untuk mengetahui daya serap SAP. Air akan terdifusi oleh SAP karena adanya gugus hidrofilik, air akan terserap dan terikat dengan gugus karboksilat untuk membentuk ikatan hidrogen, air akan terserap dan tetap tertahan pada SAP sehingga SAP menjadi mengembang.

Pada pengujian rasio *swelling* sampel dicuplik untuk mengetahui rasio *swelling*nya, lalu dilakukan pengujian dengan cara memasukkan sampel kedalam air selama 48 jam dan untuk mengetahui kapasitas penyerapan airnya. Kemampuan polimer superabsorben mengembang ditentukan dengan menimbang berat sampel mengembang (setelah proses absorpsi). Dari perhitungan hasil uji, SAP kulit pisang mempunyai rasio *swelling* sebesar 180%. Hasil uji *swelling* SAP kulit pisang ini sedikit lebih baik dari hasil uji *swelling* SAP hasil penelitian Deni (2008) yaitu 115.9%, tetapi jauh lebih kecil daripada rasio uji *swelling* SAP ampas tebu hasil penelitian Wiwien (2012) yang sampai 957,53% dimana kedua SAP pembanding ini menggunakan iradiasi Mesin Berkas Elektron dalam proses polimerisasinya yang berbeda dengan SAP kulit pisang yaitu menggunakan iradiasi sinar UV.

Setelah diketahui rasio swellingnya maka selanjutnya dilakukan uji penyusutan SAP. Penentuan uji penyusutan air pada polimer superabsorben merupakan salah satu parameter untuk mengetahui kemampuan suatu polimer superabsorben dalam mempertahankan banyaknya jumlah air yang telah diserap oleh polimer superabsorben tersebut.



**Gambar 4.5 Grafik Penyusutan SAP Kulit Pisang**

Dari grafik diatas menunjukkan bahwa SAP dari waktu ke waktu terjadi penyusutan dan kehilangan air. Penyusutan terjadi paling tinggi yaitu pada hari 1 menuju hari 2. Untuk seterusnya terjadi penyusutan dengan berat penyusutan yang bervariasi sampai SAP kembali ke berat awal yaitu berat kering 0,03 gram pada hari ke enam. Ini menunjukkan SAP kulit pisang memiliki kemampuan untuk menyimpan dan mempertahankan air hasil serapan selama 6 hari.

#### 4.7 Fraksi Pencangkokan (*Grafting*) *Superabsorbent Polymer*

Dalam pengujian fraksi *grafting* masing-masing SAP dicuplik seperti pada pengujian rasio *swelling* dan penyusutan untuk didapatkan besarnya dari fraksi pencangkokan. Mula-mula SAP direndam kedalam air lalu dilakukan pengadukan selama 5 jam, setelah SAP mengabsorpsi air selanjutnya disentrifugasi selama 15 menit dengan kecepatan 2000 rpm agar terjadinya pencangkokan pada SAP-nya, lalu SAP ditimbang hingga beratnya konstan untuk mengetahui berapa persen fraksi pencangkokannya.

Dari hasil pengujian didapatkan bahwa pada sampel SAP kulit pisang memiliki fraksi pencangkokan sebesar 27%. Fraksi *grafting* SAP kulit pisang ini jauh lebih kecil daripada SAP ampas tebu hasil penelitian Wiwien yang nilainya sampai 96,15%. Hal ini bisa terjadi karena perbedaan bahan dan iradiasi yang digunakan, dimana penelitian Wiwien menggunakan Mesin Berkas Elektron yang memiliki kelebihan yaitu kapasitas pemrosesan besar, luasan bahan yang akan digrafting dapat dikendalikan, efisiensi pemanfaatan energi yang tinggi, dan keselamatan radiasi aman. Semakin besar nilai *grafting* maka semakin baik pula kualitas SAP nya. Fraksi pencangkokan (*grafting*) menunjukkan nilai efisiensi dari proses dalam sintesis hidrogel, bergantung pada kepekaan dari bahan terhadap iradiasi yang dipaparkan. Semakin peka bahan terhadap radiasi, maka semakin tinggi efisiensi dari proses sintesis hidrogel. (Erizal, 2007)

#### 4.8 Perbandingan Karakteristik SAP dari Penelitian Terdahulu

Perbandingan antara karakteristik SAP kulit pisang dan penelitian terdahulu ditunjukkan pada tabel 4.3 sebagai berikut :

**Tabel 4.3 Perbandingan Karakteristik SAP dari Penelitian Terdahulu**

<b>Nama</b>	<b>Bahan SAP</b>	<b>Metode</b>	<b>Kadar Selulosa (%)</b>	<b>Fraksi Grafting (%)</b>	<b>Rasio Swelling (%)</b>
Hasil Penelitian	Kulit Pisang + Poliakrilamida	Iradiasi Sinar UV	48	27	180
Wiwien, 2012	Ampas Tebu + Poliakrilamida	MBE	95,00	96,15	500
Deni, 2008	Zeolit Alam + Akrilamida	MBE	-	97,827	115,9
Irwan, 2013	Pati Bonggol Pisang + Akrilamida	Polimerisasi	-	-	33 26,86 23,38
Saesario, 2012	Onggok Tapioka + Akrilamida	Polimerisasi	-	-	788,94

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa setiap penelitian yang sudah dilakukan memiliki hasil yang berbeda-beda tergantung pada bahan dan metode masing-masing penelitian. Sebagai contoh penelitian Wiwien pada tahun 2012 dengan SAP ampas tebu yang juga berbasis selulosa, memiliki kadar selulosa, hasil uji grafting dan swelling yang jauh lebih tinggi apabila dibandingkan dengan SAP kulit pisang.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pembuatan komposit *Superabsorbent Polymer* (SAP) dari kulit pisang dan *polyacrylamide* dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Kadar NaOH yang dapat menghasilkan selulosa paling optimum adalah NaOH 5% dengan hasil kandungan selulosa sebesar 48%.
2. Hasil interpretasi gugus fungsi yang didapatkan dari SAP kulit pisang dan dibandingkan dengan SAP penelitian terdahulu yaitu memiliki kesamaan gugus fungsi O-H, C-H, dan C=O yang merupakan gugus hidrofilik yang berasal dari ikatan utama pada SAP dan hasil uji SEM pada perbesaran 1000 kali dan 5000 kali menunjukkan SAP kulit pisang memiliki unsur utama yaitu C, N, dan O.
3. Kemampuan SAP kulit pisang dalam menyerap air (*rasio swelling*) yang diperoleh hasil pengujian *swelling* dengan perendaman SAP dalam air selama 48 jam adalah 180% dengan penyusutan pada hari ke enam berat kering SAP sudah kembali ke berat awalnya yaitu 0,03 gram.
4. Fraksi pencangkokan (*grafting*) dari SAP kulit pisang didapatkan hasil pengujian sebesar 27%. Nilai grafting ini tidak cukup bagus apabila dibandingkan dengan fraksi grafting hasil penelitian Andriyanti dkk (2012) dan hasil penelitian dari Swantomo dkk (2008).
5. Produk Superabsorben yang dihasilkan belum termasuk dalam kategori Superabsorben, tetapi masuk dalam kategori Absorben, karena daya swelling (pembungannya) masih dibawah standar Superabsorben (nilai swelling Superabsorben berkisar antara 10-1.000 kali berat Superabsorben).

## 5.2 Saran

Untuk mendapatkan hasil yang lebih optimal dalam penelitian ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut diantaranya:

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai pembuatan SAP kulit pisang menggunakan iradiasi Mesin Berkas Elektron (MBE) dan dilakukan perbandingan antara sampel yang diiradiasi dan tidak diiradiasi.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kadar HCl untuk proses hidrolisis dalam menghasilkan selulosa yang optimum.
3. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai efektifitas Superabsorben Polimer dalam pengaplikasiannya pada tanah.



## DAFTAR PUSTAKA

- Andriyanti Wiwien, Suyanti, Ngasifudin. 2012, **Pembuatan dan Karakterisasi Polimer Superabsorbent dari Ampas Tebu**. ISSN 1411-1349 Vol. 13, Januari 2012 : 1 - 7.
- Aulia Azizah, 2012. **Sintesis Dan Karakterisasi Polimer Superabsorben Berbasis Selulosa Dari Tanaman Purun Tikus (Eleocharis Dulcis) Tercangkok Akril Amida(AAM)**. Sains dan Terapan Kimia: Vol.6, No. 1 (Januari 2012), 59-70.
- Azidi Irwan, Sunardi, dan Annisa Syabatini, 2013, **Polimer Superabsorben Berbasis Akrilamida (AAM) Tercangkok Pati Bonggol Pisang (Musa paradisiaca)**. Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung.
- Baroroh Umi L.U., 2014. **Uji Pengaruh Pengikat-Silang Metilenbisakrilamida (MBA) Terhadap Karakteristik Polimer Superabsorben Kitosan Tercangkok Asam Akrilat (AA)**. Sains dan Terapan Kimia: Vol.8, No. 1 (Januari 2014), 37–46
- Cahyonugroho Okik H. 2010. **Pengaruh Intensitas Sinar Ultraviolet dan Pengadukan Terhadap Reduksi Jumlah Bakteri E.Coli**. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol.2 No.1.
- Demitri C, F.Scalera, M.Madaghiele, A.Sannino, A.Maffezzoli. 2013. **Potential of Cellulose-Based Superabsorbent Hydrogels as Water Reservoir in Agriculture**. International Journal of Polymer Science Volume 2013.
- Erizal, Tita P., Dan Dewi S. P., 2007, **Sintesis Hidrogel Poliakrilamida (PAAM)-Ko-Alginat dengan Iradiasi Sinar Gamma dan Karakterisasinya**, Jurnal ilmu Kefarmasian, Jakarta.

- Liang R, Yuan H, Gouxu, Zhou Q. 2009. **Syntesis of Wheat Straw-g-poly(acrylic acid) Superabsorbent Composites and Release of Urea from It.** Carbohydr Polym 77:181-187.
- Lubis, Z. 2012. **Pengaruh Penambahan Tepung Kulit Pisang Raja (Musa paradisiaca) Terhadap Daya Terima Kue Donat.** Universitas Sumatera Utara.
- Mashur, 2011. **Manfaat Kulit Pisang.** Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia LIPI.
- Saesario M.I, 2012, **Sintesis Polimer Superabsorben Onggok Tapioka-Akrilamida: Pengaruh Konsentrasi Monomer dan Inisiator,** Istitut Pertanian Bogor, Bogor
- Sari D.K. 2010, **Operasi Mesin Berkas Elektron (MBE) PTAPB – BATAN Tipe BA 350 keV / 10 mA,** Laporan Praktikum, Yogyakarta
- Sudarso, 2013, **Pemanfaatan Limbah Setar Pati Aren Sebagai Material Komposit-Poliester,** Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Lingkungan Hidup.
- Susanti. 2006. **Evaluasi Kandungan Nutrisi Energi Metabolisme Semu Dan Energi Metabolisme Sejati Berbagai Jenis Tepung Kulit Buah Pisang Pada Ayam Pedaging.** Universitas Muhammadiyah Malang.
- Swantomo D, Megasari K, Dan Saptaaji R, 2008, **Pembuatan Komposit Polimer Superabsorben Dengan Mesin Berkas Elektron,** JFN, Vol 2 No.2, Sdm Teknologi Nuklir, Yogyakarta.
- Xie Yun-Tao, Ai-Qin Wang. 2010. **Preparation and Swelling Behaviour of Chitosan-g-poly(acrylic acid)/Muscovite Superabsorbent Composites.** Iranian Polymer Journal. 19 (2), 131-141



Zhang J, Li A, Wang A. 2006. **Study on Superasorbent Composite. VI. Preparation, Characterization and Swelling Behaviors of Starch Phosphate Graft-Acrylamide/Attapulgite Superabsorbent Composite.** Carbohydrate Polymers 65:150-158.



## LAMPIRAN

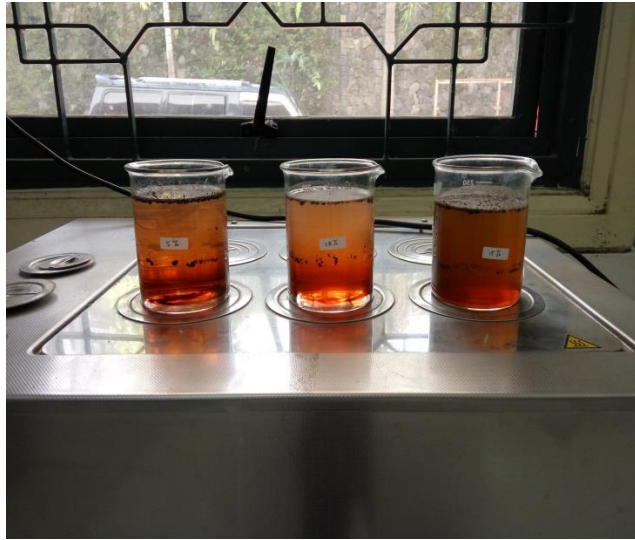
### Lampiran 1, Dokumentasi Pengerjaan di Laboratorium



Pemanasan pada proses hidrolisis dengan HCl



Penyaringan setelah proses hidrolisis



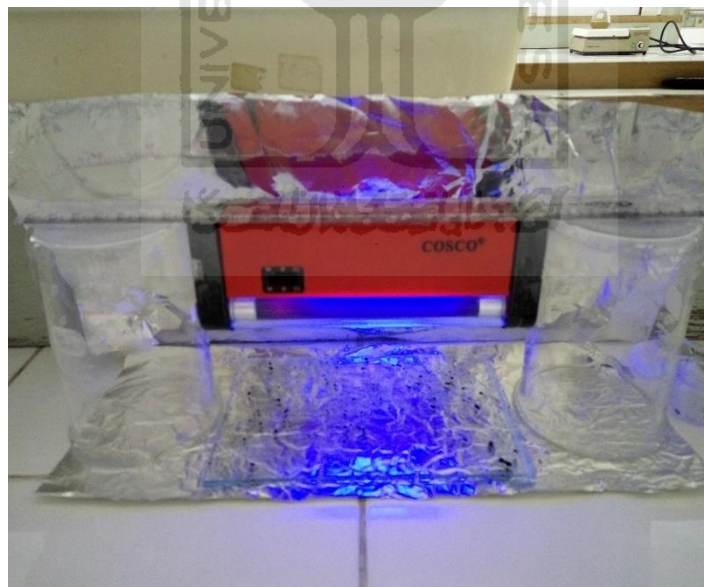
Refluk menggunakan waterbath



Penyaringan setelah proses refluk



Pemanasan pada campuran selulosa serbuk kulit pisang dan PAM



Iradiasi SAP dengan sinar UV



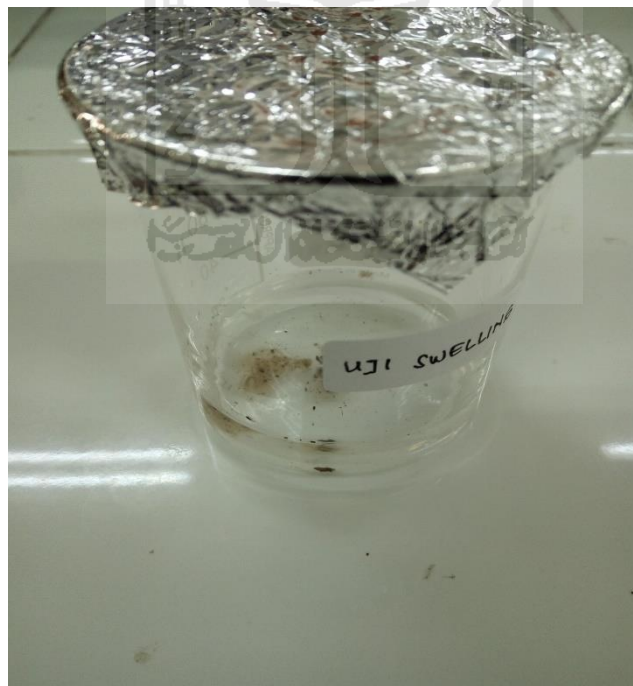
SAP sebelum dimurnikan



Sentrifugasi SAP



Sampel SAP kering



Uji Swelling SAP



SAP setelah uji Swelling



## Lampiran 2,

Perhitungan uji kadar selulosa

Sampel	Berat (gr)		
	a	b	c
1	20	3,5121	2,9096
2	20	12,3985	2,8658
3	20	11,4743	2,9195

**a** : Berat sampel awal

**b** : Berat sampel setelah ekstraksi NaOH (sampel 1 = 5%; sampel 2 = 10%; sampel 3 = 15%)

**c** : Berat sampel setelah aktivasi menggunakan HCl 0,1%

Sampel	Berat (gr)				% Selulosa
	A	B	C	D	
1	1	0,9412	0,859	0,3839	47,51%
2	1	0,7694	0,62	0,2303	38,97%
3	1	0,8326	0,6869	0,2623	42,46%

**A** : Berat awal

**B** : Berat setelah waterbath menggunakan aquades

**C** : Berat setelah waterbath menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 150 ml

**D** : Berat setelah waterbath menggunakan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 72%

Perhitungan kadar selulosa menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar selulosa} = \frac{\text{Berat C} - \text{Berat D}}{\text{Berat A}} \times 100\%$$

$$\text{Kadar selulosa sampel 1} = \frac{0,859 - 0,3839}{1} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Selulosa sampel 1} = 0,4751 \times 100\%$$



$$\text{Kadar Selulosa sampel 1} = 47,51\%$$

$$\text{Kadar Selulosa sampel 2} = \frac{0,62 - 0,2302}{1} \times 100\%$$

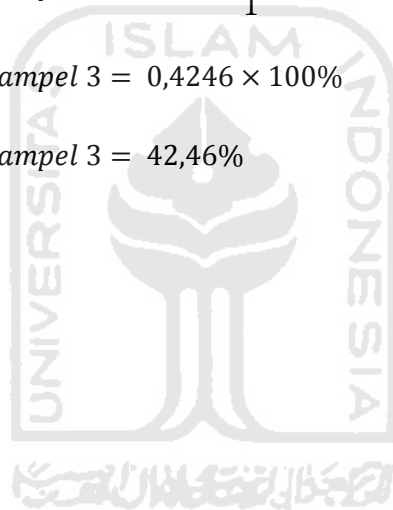
$$\text{Kadar Selulosa sampel 2} = 0,3897 \times 100\%$$

$$\text{Kadar Selulosa sampel 2} = 38,97\%$$

$$\text{Kadar Selulosa sampel 3} = \frac{0,6869 - 0,2623}{1} \times 100\%$$

$$\text{Kadar Selulosa sampel 3} = 0,4246 \times 100\%$$

$$\text{Kadar Selulosa sampel 3} = 42,46\%$$



### Lampiran 3,

Perhitungan pengujian kemampuan penyerapan air (*rasio swelling*) *Superabsorbent Polymer* dan penyusutannya

Sampel	Berat (gr)		% Swelling
	Wo	Ws 48 jam	
1	0,03	0,084	180%

Wo : Berat awal sampel

Ws : Berat akhir sampel setelah swelling

Perhitungan % *Swelling* SAP menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{ swelling} = \frac{W_s - W_0}{W_0} \times 100\%$$

$$\% \text{ swelling} = \frac{0,084 - 0,03}{0,03} \times 100\%$$

$$\% \text{ swelling} = 180\%$$

Tabel Penyusutan SAP

Sampel	Berat (gr)							
	Ws	Wo	WH 1	WH 2	WH 3	WH 4	HW 5	WH 6
SAP	0,084	0,03	0,084	0,062	0,049	0,045	0,036	0,030

Wo : Berat awal sampel

Ws : Berat akhir sampel

WH 1- WH 6 : Berat sampel pada hari pengujian 1-6

#### Lampiran 4,

Perhitungan Pengujian Kemampuan Fraksi Pencangkakan (*Grafting*)

*Superabsorbent Polymer*

Sampel	Berat (gr)		% Grafting
	Wo	W1	
1	0,03	0,038	27%

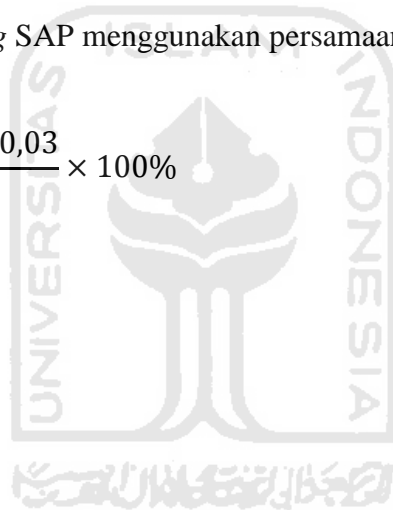
Wo : Berat awal cuplikan

W1 : Berat akhir cuplikan

Perhitungan fraksi *grafting* SAP menggunakan persamaan berikut:

$$\% \textit{grafting} = \frac{0,038 - 0,03}{0,03} \times 100\%$$

$$\% \textit{grafting} = 27\%$$



## Lampiran 5

### Tabel Korelasi Spektrofotometri FT-IR

**Table 10B.2.** Simplified Correlation Chart of Molecular Vibrations by Type\*

Type of vibration		Frequency (cm <sup>-1</sup> )	Intensity <sup>†</sup>
C—H	Alkanes (stretch)	3000–2850	s
	CH <sub>3</sub> (bend)	1450 and 1375	m
	CH <sub>2</sub> (bend)	1465	m
	Alkenes (stretch)	3100–3000	m
	(out-of-plane bend)	1000–650	s
	Aromatics (stretch)	3150–3050	s
	(out-of-plane bend)	900–690	s
	Alkyne (stretch)	ca. 3300	s
	Aldehyde	2900–2800	w
			2800–2700
C—C	Alkane	not interpretatively useful	
C=C	Alkene	1680–1600	m-w
	Aromatic	1600 and 1475	m-w
C≡C	Alkyne	2250–2100	m-w
C=O	Aldehyde	1740–1720	s
	Ketone	1725–1705	s
	Carboxylic acid	1725–1700	s
	Ester	1750–1730	s
	Amide	1670–1640	s
	Anhydride	1810 and 1760	s
	Acid chloride	1800	s
	C—C	Alcohols, ethers, esters, carboxylic acids, anhydrides	1300–1000
O—H	Alcohols, phenols		
	Free	3650–3600	m
	H-bonded	3500–3200	m
	Carboxylic acids	3400–2400	m
N—H	Primary and secondary amines and amides (stretch)	3500–3100	m
	(bend)	1640–1550	m-s
C—N	Amines	1350–1000	m-s
C=C	Imines and oximes	1690–1640	w-s
C≡N	Nitriles	2260–2240	m
X=C=Y	Allenes, ketenes, isocyanates, isothiocyanates	2270–1950	m-s
N=O	Nitro (R—NO <sub>2</sub> )	1550 and 1350	s
S—H	Mercaptans	2550	w
S=O	Sulfoxides	1050	s
	Sulfones, sulfonyl chlorides	1375–1300 and	s
	Sulfates, sulfonamides	1200–1140	s
C—X	Fluoride	1400–1000	s
	Chloride	800–600	s
	Bromide, iodide	<667	s

\*Data from Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S. 1979. *Introduction to Spectroscopy: A Guide for Students of Organic Chemistry*.

<sup>†</sup>s = strong, m = medium, w = weak.

**TABLE 7-3 A Numerical Listing of Wavenumber Ranges in Which Some Functional Groups and Classes of Compounds Absorb in the Infrared**

Range (cm <sup>-1</sup> ) and Intensity <sup>a</sup>	Group and Class	Assignment and Remarks
3700-3600 (s)	-OH in alcohols and phenols	OH stretch (dil soln)
3520-3320 (m-s)	-NH <sub>2</sub> in aromatic amines, primary amines and amides	NH stretch (dil soln)
3420-3250 (s)	-OH in alcohols and phenols	OH stretch (solids & liquids)
3360-3340 (m)	-NH <sub>2</sub> in primary amides	NH <sub>2</sub> antisym stretch (solids)
3320-3250 (m)	-OH in oximes	O-H stretch
3300-3250 (m-s)	≡CH in acetylenes	≡CH-H stretch
3300-3280 (s)	-NH in secondary amides	NH stretch (solids); also in polypeptides and proteins
3200-3180 (s)	-NH <sub>2</sub> in primary amides	NH <sub>2</sub> sym stretch (solids)
3200-3000 (v br)	-NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> in amino acids	NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> antisym stretch
3100-2400 (v br)	-OH in carboxylic acids	H-bonded OH stretch
3100-3000 (m)	=CH in aromatic and unsaturated hydrocarbons	=C-H stretch
2990-2850 (m-s)	-CH <sub>3</sub> and -CH <sub>2</sub> - in aliphatic compounds	CH antisym and sym stretching
2850-2700 (m)	-CH <sub>3</sub> attached to O or N	CH stretching modes
2750-2650 (w-m)	-CHO in aldehydes	overtone of CH bending (Fermi resonance)
2750-2350 (br)	-NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> in amine hydrohalides	NH stretching modes
2720-2560 (m)	-OH in phosphorus oxyacids	associated OH stretching
2600-2540 (w)	-SH in alkyl mercaptans	S-H stretch; strong in Raman
2410-2280 (m)	-PH in phosphines	P-H stretch; sharp peak
2300-2230 (m)	N≡N in diazonium salts	N≡N stretch, aq soln
2285-2250 (s)	N=C=O in isocyanates	N=C=O antisym stretch
2260-2200 (m-s)	C≡N in nitriles	C≡N stretch
2260-2190 (w-m)	C≡C in alkynes (disubst)	C≡C stretch; strong in Raman
2190-2130 (m)	C≡N in thiocyanates	C≡N stretch
2175-2115 (s)	N≡C in isonitriles	N≡C stretch
2160-2080 (m)	N=N=N in azides	N=N=N antisym stretch
2140-2100 (w-m)	C≡C in alkynes (monosubst)	C≡C stretch
2000-1650 (w)	substituted benzene rings	several bands from overtone and combination bands
1980-1950 (s)	C=C=C in allenes	C=C=C antisym stretch
1870-1650 (vs)	C=O in carbonyl compounds	C=O stretch
1870-1830 (s)	C=O in β-lactones	C=O stretch
1870-1790 (vs)	C=O in anhydrides	C=O antisym stretch; part of doublet
1820-1800 (s)	C=O in acid halides	C=O stretch; lower for aromatic acid halides
1780-1760 (s)	C=O in γ-lactones	C=O stretch
1765-1725 (vs)	C=O in anhydrides	C=O sym stretch; part of doublet
1760-1740 (vs)	C=O in α-keto esters	C=O stretch; enol form
1750-1730 (s)	C=O in δ-lactones	C=O stretch
1750-1740 (vs)	C=O in esters	C=O stretch; 20 cm <sup>-1</sup> lower if unsaturated
1740-1720 (s)	C=O in aldehydes	C=O stretch; 30 cm <sup>-1</sup> lower if unsaturated
1720-1700 (s)	C=O in ketones	C=O stretch; 20 cm <sup>-1</sup> lower if unsaturated
1710-1690 (s)	C=O in carboxylic acids	C=O stretch; fairly broad
1690-1640 (s)	C=N in oximes	C=N stretch; also imines
1680-1620 (s)	C=O and NH <sub>2</sub> in primary amides	two bands from C=O stretch and NH <sub>2</sub> deformation
1680-1635 (s)	C=O in ureas	C=O stretch; broad band
1680-1630 (m-s)	C=C in alkenes, etc.	C=C stretch
1680-1630 (vs)	C=O in secondary amides	C=O stretch (Amide I band)

<sup>a</sup>v = very, s = strong, m = medium, w = weak, br = broad.

TABLE 7-3 (Continued)

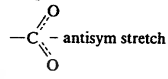
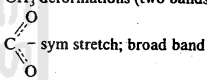


Range (cm <sup>-1</sup> ) and Intensity*	Group and Class	Assignment and Remarks
1670-1640 (s-vs)	C=O in benzophenones	C=O stretch
1670-1650 (vs)	C=O in primary amides	C=O stretch (Amide I band)
1670-1630 (vs)	C=O in tertiary amides	C=O stretch
1655-1635 (vs)	C=O in $\beta$ -ketone esters	C=O stretch; enol form
1650-1620 (w-m)	N-H in primary amides	NH deformation (Amide II band)
1650-1580 (m-s)	NH <sub>2</sub> in primary amines	NH <sub>2</sub> deformation
1640-1580 (s)	NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> in amino acids	NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> deformation
1640-1580 (vs)	C=O in $\beta$ -diketones	C=O stretch; enol form
1620-1610 (s)	C=C in vinyl ethers	C=C stretch; doublet due to rotational isomerism
1615-1590 (m)	benzene ring in aromatic compounds	ring stretch; sharp peak
1615-1565 (s)	pyridine derivatives	ring stretch; doublet
1610-1580 (s)	NH <sub>2</sub> in amino acids	NH <sub>2</sub> deformation; broad band
1610-1560 (vs)	COO <sup>-</sup> in carboxylic acid salts	 antisym stretch
1590-1580 (m)	NH <sub>2</sub> primary alkyl amide	NH <sub>2</sub> deformation (Amide II band)
1575-1545 (vs)	NO <sub>2</sub> in aliphatic nitro compounds	NO <sub>2</sub> antisym stretch
1565-1475 (vs)	NH in secondary amides	NH deformation (Amide II band)
1560-1510 (s)	triazine compounds	ring stretch; sharp band
1550-1490 (s)	NO <sub>2</sub> in aromatic nitro compounds	NO <sub>2</sub> antisym stretch
1530-1490 (s)	NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> in amino acids or hydrochlorides	NH <sub>3</sub> <sup>+</sup> deformation
1530-1450 (m-s)	N=N-O in azoxy compounds	N=N-O antisym stretch
1515-1485 (m)	benzene ring in aromatic compounds	ring stretch, sharp band
1475-1450 (vs)	CH <sub>2</sub> in aliphatic compounds	CH <sub>2</sub> scissors vibration
1465-1440 (vs)	CH <sub>3</sub> in aliphatic compounds	CH <sub>3</sub> antisym deformation
1440-1400 (m)	OH in carboxylic acids	in-plane OH bending
1420-1400 (m)	C-N in primary amides	C-N stretch (Amide III band)
1400-1370 (m)	<i>t</i> -butyl group	CH <sub>3</sub> deformations (two bands)
1400-1310 (s)	COO <sup>-</sup> group in carboxylic acid salts	 sym stretch; broad band
1390-1360 (vs)	SO <sub>2</sub> in sulfonyl chlorides	SO <sub>2</sub> antisym stretch
1380-1370 (s)	CH <sub>3</sub> in aliphatic compounds	CH <sub>3</sub> sym deformation
1380-1360 (m)	isopropyl group	CH <sub>3</sub> deformations (two bands)
1375-1350 (s)	NO <sub>2</sub> in aliphatic nitro compounds	NO <sub>2</sub> sym stretch
1360-1335 (vs)	SO <sub>2</sub> in sulfonamides	SO <sub>2</sub> antisym stretch
1360-1320 (vs)	NO <sub>2</sub> in aromatic nitro compounds	NO <sub>2</sub> sym stretch
1350-1280 (m-s)	N=N-O in azoxy compounds	N=N-O sym stretch
1335-1295 (vs)	SO <sub>2</sub> in sulfones	SO <sub>2</sub> antisym stretch
1330-1310 (m-s)	CF <sub>3</sub> attached to a benzene ring	CF <sub>3</sub> antisym stretch
1300-1200 (vs)	N-O in pyridine <i>N</i> -oxides	N-O stretch
1300-1175 (vs)	P=O in phosphorus oxyacids and phosphates	P=O stretch
1300-1000 (vs)	C-F in aliphatic fluoro compounds	C-F stretch
1285-1240 (vs)	Ar-O in alkyl aryl ethers	C-O stretch
1280-1250 (vs)	Si-CH <sub>3</sub> in silanes	CH <sub>3</sub> sym deformation
1280-1240 (m-s)	C-O-C in epoxides	C-O stretch
1280-1180 (s)	C-N in aromatic amines	C-N stretch
1280-1150 (vs)	C-O-C in esters, lactones	C-O-C antisym stretch

TABLE 7-3 (Continued)

Range (cm <sup>-1</sup> ) and Intensity <sup>a</sup>	Group and Class	Assignment and Remarks
1255-1240 (m)	<i>t</i> -butyl in hydrocarbons	skeletal vibration; second band near 1200 cm <sup>-1</sup>
1245-1155 (vs)	SO <sub>2</sub> H in sulfonic acids	S=O stretch
1240-1070 (s-vs)	C—O—C in ethers	C—O—C stretch; also in esters
1230-1100 (s)	C—C—N in amines	C—C—N bending
1225-1200 (s)	C—O—C in vinyl ethers	C—O—C antisym stretch
1200-1165 (s)	SO <sub>2</sub> Cl in sulfonyl chlorides	SO <sub>2</sub> sym stretch
1200-1015 (vs)	C—OH in alcohols	C—O stretch
1170-1145 (s)	SO <sub>2</sub> NH <sub>2</sub> in sulfonamides	SO <sub>2</sub> sym stretch
1170-1140 (s)	SO <sub>2</sub> — in sulfones	SO <sub>2</sub> sym stretch
1160-1100 (m)	C=S in thiocarbonyl compounds	C=S stretch; strong in Raman
1150-1070 (vs)	C—O—C in aliphatic ethers	C—O—C antisym stretch
1120-1080 (s)	C—O—H in secondary or tertiary alcohols	C—O stretch
1120-1030 (s)	C—NH <sub>2</sub> in primary aliphatic amines	C—N stretch
1100-1000 (vs)	Si—O—Si in siloxanes	Si—O—Si antisym stretch
1080-1040 (s)	SO <sub>3</sub> H in sulfonic acids	SO <sub>3</sub> sym stretch
1065-1015 (s)	CH—O—H in cyclic alcohols	C—O stretch
1060-1025 (vs)	CH <sub>2</sub> —O—H in primary alcohols	C—O stretch
1060-1045 (vs)	S=O in alkyl sulfoxides	S=O stretch
1055-915 (vs)	P—O—C in organophosphorus compounds	P—O—C antisym stretch
1030-950 (w)	carbon ring in cyclic compounds	ring breathing mode; strong in Raman
1000-950 (s)	CH=CH <sub>2</sub> in vinyl compounds	=CH out-of-plane deformation
980-960 (vs)	CH=CH— in trans disubstituted alkenes	=CH out-of-plane deformation
950-900 (vs)	CH=CH <sub>2</sub> in vinyl compounds	CH <sub>2</sub> out-of-plane wag
900-865 (vs)	$\begin{array}{c} \text{R} \\   \\ \text{CH}_2=\text{C} \\   \\ \text{R}' \end{array}$ in vinylidenes	CH <sub>2</sub> out-of-plane wag
890-805 (vs)	1,2,4-trisubst benzenes	CH out-of-plane deformation (two bands)
860-760 (vs, br)	R—NH <sub>2</sub> primary amines	NH <sub>2</sub> wag
860-720 (vs)	Si—C in organosilicon compounds	Si—C stretch
850-830 (vs)	1,3,5-trisubst benzenes	CH out-of-plane deformation
850-810 (vs)	Si—CH <sub>3</sub> in silanes	Si—CH <sub>3</sub> rocking
850-790 (m)	$\begin{array}{c} \text{R} \\   \\ \text{CH}=\text{C} \\   \\ \text{R}' \end{array}$ in trisubst alkenes	CH out-of-plane deformation
850-550 (m)	C—Cl in chloro compounds	C—Cl stretch
830-810 (vs)	<i>p</i> -disubst benzenes	CH out-of-plane deformation
825-805 (vs)	1,2,4-trisubst benzenes	CH out-of-plane deformation
820-800 (s)	triazines	CH out-of-plane deformation
815-810 (s)	CH=CH <sub>2</sub> in vinyl ethers	CH <sub>2</sub> out-of-plane wag
810-790 (vs)	1,2,3,4-tetrasubst benzenes	CH out-of-plane deformation
800-690 (vs)	<i>m</i> -disubst benzenes	CH out-of-plane deformation (two bands)
785-680 (vs)	1,2,3-trisubst benzenes	CH out-of-plane deformation (two bands)
775-650 (m)	C—S in sulfonyl chlorides	C—S stretch; strong in Raman
770-690 (vs)	monosubst benzenes	CH out-of-plane deformation (two bands)
760-740 (s)	<i>o</i> -disubst benzenes	CH out-of-plane deformation
760-510 (s)	C—Cl alkyl chlorides	C—Cl stretch
740-720 (w-m)	—(CH <sub>2</sub> ) <sub>n</sub> — in hydrocarbons	CH <sub>2</sub> rocking in methylene chains; intensity depends on chain length
730-665 (s)	CH=CH in cis disubst alkenes	CH out-of-plane deformation
720-600 (s, br)	Ar—OH in phenols	OH out-of-plane deformation

TABLE 7-3 (Continued)

Range (cm <sup>-1</sup> ) and Intensity <sup>a</sup>	Group and Class	Assignment and Remarks
710-570 (m)	C-S in sulfides	C-S stretch; strong in Raman
700-590 (s)	O=C=O in carboxylic acids	O=C=O bending
695-635 (s)	C-C-CHO in aldehydes	C-C-CHO bending
680-620 (s)	C-OH in alcohols	C-O-H bending
680-580 (s)	C≡C-H in alkynes	C≡C-H bending
650-600 (w)	S-C≡N in thiocyanates	S-C stretch; strong in Raman
650-600 (s)	NO <sub>2</sub> in aliphatic nitro compounds	NO <sub>2</sub> deformation
650-500 (s)	Ar-CF <sub>3</sub> in aromatic trifluoro-methyl compounds	CF <sub>3</sub> deformation (two or three bands)
650-500 (s)	C-Br in bromo compounds	C-Br stretch
645-615 (m-s)	naphthalenes	in-plane ring deformation
645-575 (s)	O-C-O in esters	O-C-O bend
640-630 (s)	=CH <sub>2</sub> in vinyl compounds	=CH <sub>2</sub> twisting
635-605 (m-s)	pyridines	in-plane ring deformation
630-570 (s)	N-C=O in amides	N-C=O bend
630-565 (s)	C-CO-C in ketones	C-CO-C bend
615-535 (s)	C=O in amides	C=O out-of-plane bend
610-565 (vs)	SO <sub>2</sub> in sulfonyl chlorides	SO <sub>2</sub> deformation
610-545 (m-s)	SO <sub>2</sub> in sulfones	SO <sub>2</sub> scissoring
600-465 (s)	C-I in iodo compounds	C-I stretch
580-530 (m-s)	C-C-CN in nitriles	C-C-CN bend
580-520 (m)	NO <sub>2</sub> in aromatic nitro compounds	NO <sub>2</sub> deformation
580-430 (s)	ring in cycloalkanes	ring deformation
580-420 (m-s)	ring in benzene derivatives	in-plane and out-of-plane ring deformations (two bands)
570-530 (vs)	SO <sub>2</sub> in sulfonyl chlorides	SO <sub>2</sub> rocking
565-520 (s)	C-C=O in aldehydes	C-C=O bend
565-440 (w-m)	C <sub>n</sub> H <sub>2n+1</sub> in alkyl groups	chain deformation modes (two bands)
560-510 (s)	C-C=O in ketones	C-C=O bend
560-500 (s)	 in amino acids	 rocking
555-545 (s)	=CH <sub>2</sub> in vinyl compounds	=CH <sub>2</sub> twisting
550-465 (s)	C-C=O in carboxylic acids	C-C=O bend
545-520 (s)	naphthalenes	in-plane ring deformation
530-470 (m-s)	NO <sub>2</sub> in nitro compounds	NO <sub>2</sub> rocking
520-430 (m-s)	C-O-C in ethers	C-O-C bend
510-400 (s)	C-N-C in amines	C-N-C bend
490-465 (variable)	naphthalenes	out-of-plane ring bending
440-420 (s)	Cl-C=O in acid chlorides	Cl-C=O in-plane deformation
405-400 (s)	S-C≡N in thiocyanates	S-C≡N bend

Joseph B. Lambert, et al.  
Introduction to Organic  
Spectroscopy, Macmillan  
 Publ. N.Y. (1987)



## Lampiran 6

Proses pegerjaan

### 1. Penyiapan Umpan untuk Isolasi Selulosa

#### Alat dan Bahan :

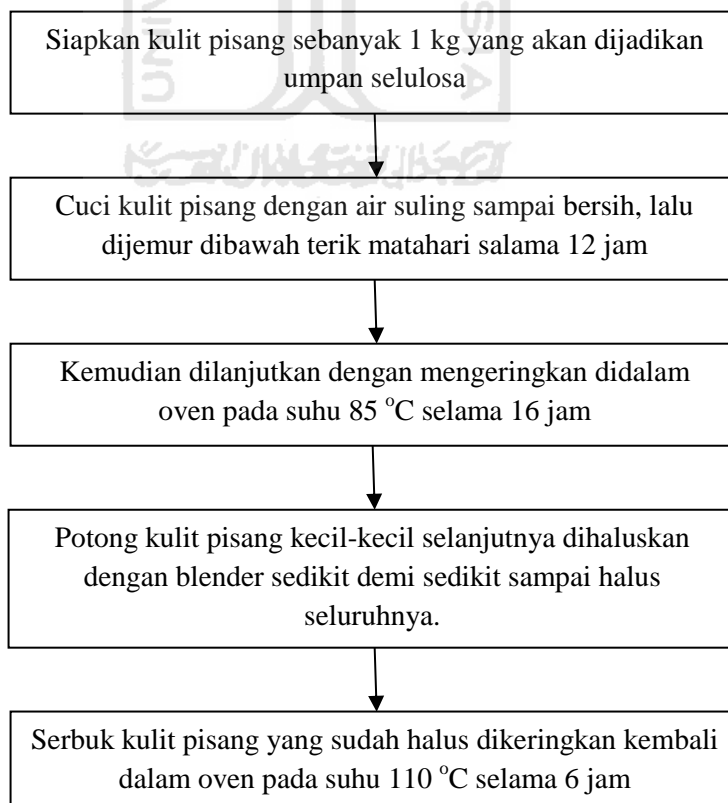
Alat

1. Oven
2. Blender
3. Gunting
4. Gelas Beker

Bahan

1. Kulit Pisang
2. Air Suling
3. Aquadest

#### Cara Kerja :



## 2. Pengisolasian Selulosa

### Alat dan Bahan :

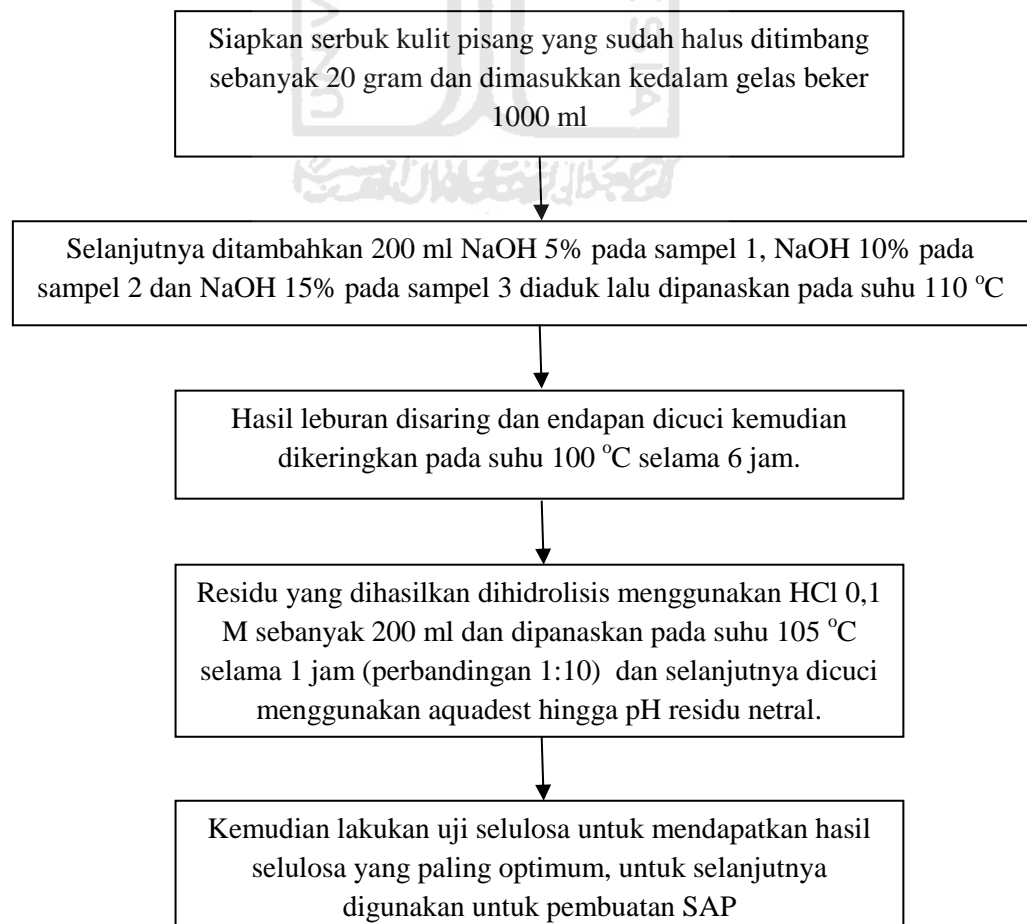
#### Alat

1. Oven
2. Stirer
3. Gelas Beker
4. Erlenmeyer
5. Timbangan
6. Corong
7. Kertas Saring

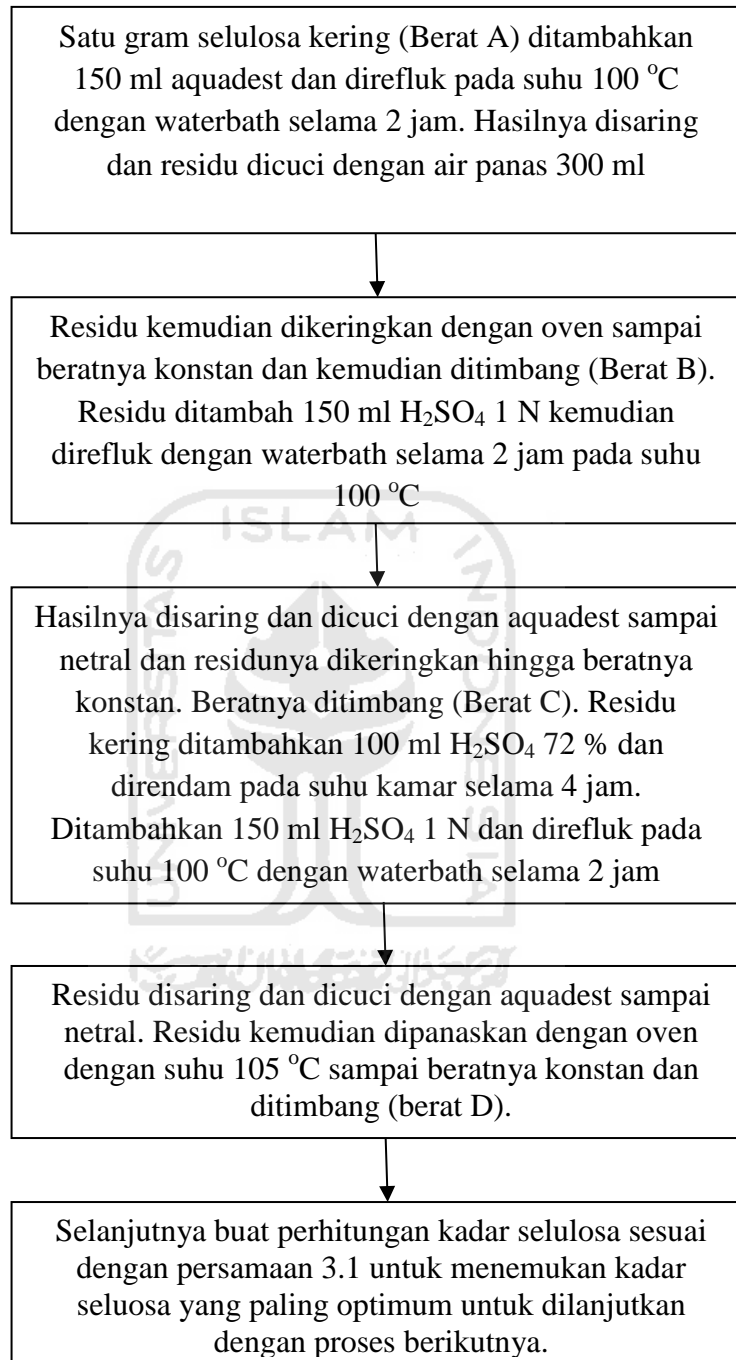
#### Bahan

1. Serbuk Kulit Pisang
2. Aquadest
3. NaOH
4. HCl
5. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

### Cara Kerja :



### 3. Uji kadar selulosa



$$\text{Kadar selulosa} = \frac{\text{Berat C} - \text{Berat D}}{\text{Berat A}} \times 100\% \dots\dots\dots (3.1)$$

#### 4. Pembuatan SAP dengan Iradiasi Menggunakan Sinar UV

##### Alat dan Bahan :

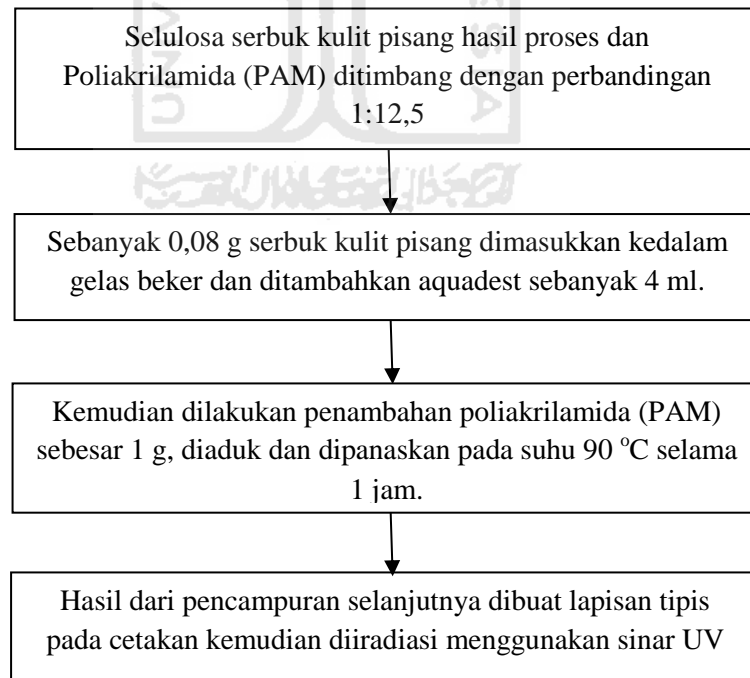
###### Alat

1. Lampu Sinar Ultra Violet
2. Gelas Beker
3. Timbangan
4. Kompor
5. Cetakan
6. Spatula

###### Bahan

1. Selulosa Kulit Pisang
2. Poliakrilamida
3. Aquadest

##### Cara Kerja :



## 5. Pemurnian SAP

### Alat dan Bahan :

#### Alat

1. Oven
2. Cawan Penghalus
3. Gunting
4. Gelas Beker

#### Bahan

1. SAP hasil iradiasi sinar UV
2. Aquades

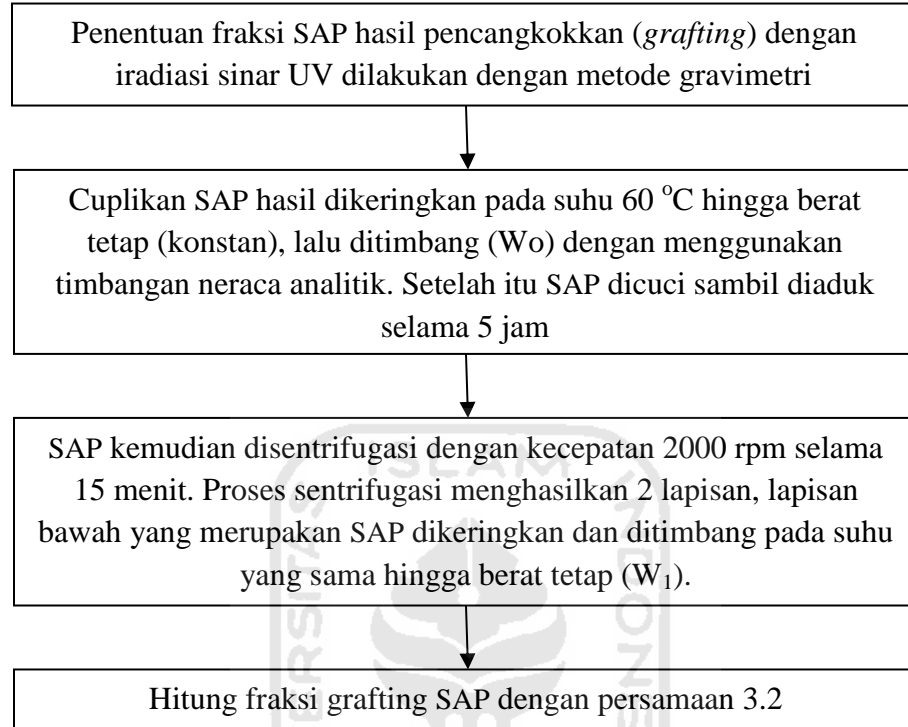
### Cara Kerja :

SAP hasil iradiasi sinar UV, dicuci dengan air, lalu dikeringkan pada suhu 85 °C selama 4 jam.

Untuk memisahkan SAP yang tidak bereaksi, pertama kali hidrogel hasil iradiasi tersebut diubah menjadi bubuk halus

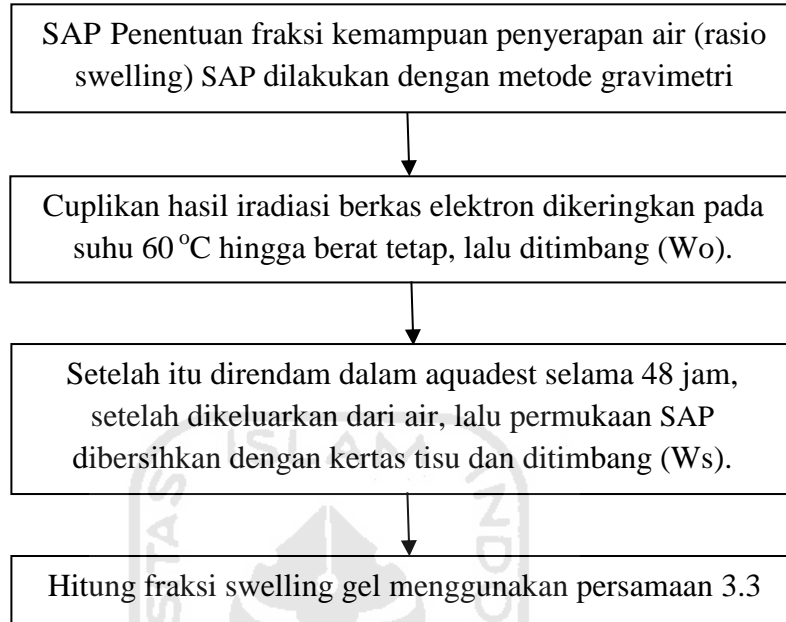
Larutkan dalam air selama 2 jam sambil disentrifugasi hingga terbentuk dua lapisan. Setelah itu dilapisan bagian bawah yang berupa endapan dari SAP dipisahkan dengan lapisan bagian atas berupa cairan yang tidak bereaksi. Kemudian endapan dikeringkan dan dikarakterisasi.

## 6. Pengujian fraksi pencangkokkan (*Grafting*) SAP.



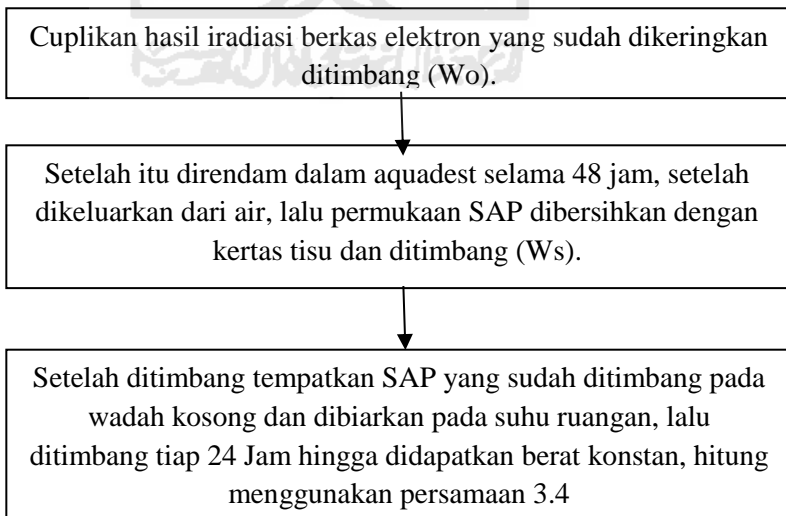
$$\text{Fraksi Grafting} = \frac{W_1}{W_0} \times 100\% \dots\dots\dots (3.2)$$

**7. Pengujian fraksi kemampuan penyerapan air (*rasio swelling*)**



$$Rasio Swelling = \frac{W_s - W_0}{W_0} \times 100\% \dots\dots\dots (3.3)$$

**8. Pengujian Penguapan *Superabsorbent Polymer***



$$Rasio Penguapan = \frac{W_s - W_i}{W_s} \times 100\% \dots\dots\dots (3.4)$$