TUGAS AKHIR – TL184834

# REVIEW JENIS SUMBER MATERIAL POLISAKARIDA SEBAGAI BAHAN UNTUK APLIKASI SUPERABSORBEN

SAKINAH MIRFA SOLEHUDIN PUTRI
NRP. 02511640000122

Dosen Pembimbing
Amaliya Rasyida, ST., M.Sc.
Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si., PhD.

DEPARTEMEN TEKNIK MATERIAL DAN METALURGI
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

**TUGAS AKHIR − TL184834**

# REVIEW JENIS SUMBER MATERIAL POLISAKARIDA SEBAGAI BAHAN UNTUK APLIKASI SUPERABSORBEN

SAKINAH MIRFA SOLEHUDIN PUTRI
NRP. 02511640000122

Dosen Pembimbing
Amaliya Rasyida, ST., M.Sc.
Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si., PhD.

DEPARTEMEN TEKNIK MATERIAL DAN METALURGI
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

**FINAL PROJECT − TL 184834**

# REVIEW TYPE OF POLYSACCHARIDE MATERIAL SOURCES AS A MATERIAL FOR SUPERABSORBEN APPLICATION

SAKINAH MIRFA SOLEHUDIN PUTRI
NRP. 02511640000122

Supervisor
Amaliya Rasyida, ST., M.Sc.
Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si., PhD.

MATERIALS AND METALLURGICAL ENGINEERING DEPARTMENT
Faculty of Industrial Technology and System Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2020

(*This page is intentionally left blank*)

**REVIEW JENIS SUMBER MATERIAL POLISAKARIDA SEBAGAI BAHAN UNTUK APLIKASI SUPERABSORBEN**

**TUGAS AKHIR**
Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
pada
Program Studi S-1 Departemen Teknik Material dan Metalurgi
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh:
**SAKINAH MIRFA SOLEHUDIN PUTRI**
NRP 02511640000122

Disetujui Oleh Tim Penguji Tugas

1. Amaliya Rasyida, ST., M.Sc..... (Pembimbing I)
2. Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si., PhD..... (Pembimbing II)

**SURABAYA**
**AGUSTUS 2020**

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

**REVIEW JENIS SUMBER MATERIAL POLISAKARIDA SEBAGAI BAHAN UNTUK APLIKASI SUPERABSORBEN**


| | |
|---|---|
| **Nama** | **: Sakinah Mirfa Solehudin Putri** |
| **NRP** | **: 02511640000122** |
| **Departemen** | **: Teknik Material dan Metalurgi** |
| **Pembimbing I** | **: Amaliya Rasyida, ST., M.Sc.** |
| **Pembimbing II** | **: Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si., PhD.** |



**Abstrak**

*Popok sekali pakai (diapers) marupakan kebutuhan utama bagi masyarakat khususnya bayi dan lansia. Terbuat dari material superabsorben yang memiliki kemampuan tinggi dalam hal penyerapan, namun superabsorben yang beredar dipasaran saat ini memiliki harga yang tinggi dan juga kemampuan terurai yang buruk. Pada review kali ini telah dilakukan analisa melalui studi literatur sumber material polisakarida yang memiliki kemampuan terurai secara hayati dan aman untuk digunakan. Terdapat 4 sumber yang dijadikan sebagai literatur, berbasis tumbuhan (sagu, jagung, pati beras), alginat, kitosan, dan juga limbah (limbah kertas dan limbah tekstil) dengan tujuan untuk mengetahui gugus fungsi dan morfologi yang dimiliki superabsorben serta material yang memiliki potensi terbaik jika dilihat dari nilai kapasitas penyerapan dan juga degree of substitution (DS). Dari analisa tersebutlah diketahui bahwa material superabsorben yang melalui proses sintesis carboxymethy cellulose (CMC) berbasis limbah sagu memiliki nilai (DS) tertinggi sebesar 0.821. Umumnya kemampuan penyerapan superabsorben disebabkan oleh keberadaan gugus fungsi yaitu OH, COO-, C=O. Selain itu juga memiliki morfologi permukaan yang kasar dan berpori. Hasil kapasitas penyerapan terbaik didapatkan dari bahan alternatif superabsorben yaitu limbah tekstil kapas sebesar 4227 g/g.*



**Kata Kunci:** ***Degree of substitution (DS), kapasitas penyerapan, polisakarida, superabsorben***

(*halaman ini sengaja dikosongkan*)

**REVIEW TYPE OF POLYSACCHARIDE MATERIAL SOURCES AS A MATERIAL FOR SUPERABSORBEN APPLICATION**

**Student Name : Sakinah Mirfa Solehudin Putri**
**NRP : 02511640000122**
**Department : Material and Metallurgical Engineering**
**Supervisor : Amaliya Rasyida, ST., M.Sc.**
**Co-Supervisor : Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si., PhD.**

**Abstract**

*Diapers are the primary needs of infants and elder. Made of superabsorbent material that has a high ability in absorption, but superabsorbent available in the market today has a high price, and also poor unravel ability. In this review, literature studies uses the source of polysaccharide material that has biodegradable and safe ability to use. There are 4 sources used as literature, Plant-based (sago, corn, rice starch), alginate, chitosan, and also waste (waste paper and textile waste) as a superabsorbent material to know the function and morphology of superabsorbent and material that has the best potential if viewed from the value of absorption capacity and also the degree of substitution (DS). From the analysis is known that superabsorbent material through the synthesis process of carboxymethyl cellulose (CMC) based on sago waste has the highest value (DS) of 0821. Generally, superabsorbent absorption capability causes by the existence of a function group, i.e. OH, COO-, C = O. It also has rough and porous surface morphology. The best absorption capacity reveals from the alternative material superabsorbent cotton textile waste of 4227 g/g.*

**Keywords:** ***degree of substitution (DS), absorption capacity, polysaccharides, superabsorbents***

(*This page is intentionally left blank*)

# KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan seluruh rangkaian penyusunan Tugas Akhir dengan judul "**REVIEW JENIS SUMBER MATERIAL POLISAKARIDA SEBAGAI BAHAN UNTUK APLIKASI SUPERABSORBEN**". Adapun laporan ini disusun dan diajukan untuk memenuhi sebagian persyaratan studi di Departemen Teknik Material dan Metalurgi Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan dukungan, bimbingan dan bantuan kepada penulis hingga Laporan Tugas Akhir ini dapat diselesaikan, diantaranya:

1. Allah SWT atas segala berkat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan tugas akhir.
2. Kedua Orang Tua, M. Solehudin, S.H. dan juga Yanyan Mulyaningsih, S.P., M.P. yang selalu memberikan dukungan moril dan materil serta doa yang tidak henti untuk penulis.
3. Ibu Amaliya Rasyida, S.T., M.Sc. selaku dosen pembimbing 1 Tugas Akhir yang telah membimbing, membantu serta memberikan ilmu dan saran kepada penulis dalam pengerjaan tugas akhir.
4. Bapak Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si., Ph. D selaku Ketua Departemen Teknik Material dan Metalurgi sekaligus dosen pembimbing 2 Tugas Akhir yang telah membimbing, membantu serta memberikan ilmu dan saran kepada penulis dalam pengerjaan tugas akhir.
5. Dr. Eng. Hosta Ardhyananta ST., M.Sc. selaku Kaprodi Departemen Teknik Material dan Metalurgi FTIRS ITS.
6. Bapak Tubagus Noor Rohmannudin, S.T., M.Sc. selaku dosen wali yang telah membantu penulis menjalani

pendidikan di Departemen Teknik Material dan Metalurgi FTIRS ITS.

Penulis menyadari dengan keterbatasan ilmu, laporan ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca agar karya berikutnya bisa lebih baik. Penulis berharap Laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan dimanfaatkan dengan sebaik-baiknya.

Surabaya, 15 Juli 2020
Penulis,

Sakinah Mirfa Solehudin Putri
02511640000122

## DAFTAR ISI

**HALAMAN JUDUL** ..... **i**
**LEMBAR PENGESAHAN** ..... **v**
**ABSTRAK** ..... **vii**
**ABSTRACT** ..... **ix**
**KATA PENGANTAR** ..... **xi**
**DAFTAR ISI** ..... **xiii**
**DAFTAR GAMBAR** ..... **xv**
**DAFTAR TABEL** ..... **xvii**
**BAB I PENDAHULUAN**
1.1 Latar Belakang ..... 1
1.2 Perumusan Review ..... 3
1.3 Batasan Review ..... 3
1.4 Tujuan Review ..... 3
1.5 Manfaat Review ..... 4
**BAB II TINJAUAN PUSTAKA**
2.1 Polimer Superabsorben ..... 5
2.2 Polisakarida Sebagai Material Superabsorben ..... 7
2.2.1 Selulosa ..... 9
2.2.2 Pati ..... 11
2.2.3 Alginat ..... 12
2.2.4 Kitosan ..... 12
2.3 *Disposable Diapers* ..... 13
**BAB III METODOLOGI PENELITIAN**
3.1 Diagram Alir ..... 17
3.2 Tabel Bahan dan Metode ..... 18
3.3 Pengujian ..... 26
3.3.1 Perhitungan degree of substitution (DS) ..... 26
3.3.2 Pengujian FTIR ..... 27
3.3.3 Pengujian SEM ..... 27
3.3.4 Pengujian Kapasitas Penyerapan ..... 27
3.4 Tabel Ruang Lingkup Pembahasan ..... 28
**BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**
4.1 Analisa Data ..... 31
4.1.1 Tumbuhan ..... 31

4.1.2 Alginat ..... 46
4.1.3 Kitosan ..... 50
4.1.4 Limbah ..... 54
4.2 Pembahasan ..... 60
4.2.1 Pengujian FTIR Superabsorben ..... 60
4.2.2 Pengujian SEM Superabsorben ..... 62
4.2.3 Pengujian *Degree of Substitution* (DS) dan Kapasitas Penyerapan ..... 65
**BAB V KESIMPULAN DAN KRITIK**
5.1 Kesimpulan ..... 69
5.2 Kritik ..... 69
**DAFTAR PUSTAKA ..... 71**
**LAMPIRAN ..... 79**
**UCAPAN TERIMA KASIH ..... 87**
**BIODATA PENULIS ..... 89**

## DAFTAR GAMBAR

**Gambar 2.1** Diagram Proses Sintesis Polimer Superabsorben .....7
**Gambar 2.2** Struktur Selulosa.....10
**Gambar 2.3** Struktur Carboxymethyl Cellulose (CMC).....10
**Gambar 2.4** Struktur dasar dari (a) unit glukosa; (b) amilosa; dan (c) amilopektin .....11
**Gambar 2.5** Struktur Alginat .....12
**Gambar 2.6** Struktur Kitosan.....13
**Gambar 2.7** Komposisi dan Kapasitas Popok Sekali Pakai .....14
**Gambar 3.1** Diagram Alir.....18
**Gambar 4.1** Hasil Pengujian SEM (a) Pati sagu (b) CMSS (c) 28.6% *citric acid* (d) 33.3% *citric acid*.....34
**Gambar 4.2** (a) NaAlg-g-PAA, (b) NaAlg-g-PAA/SH.....47
**Gambar 4.3** (a) Persentase berat residu (b-d) morfologi permukaan degradasi tanah pada 10,50,90 hari.....59
**Gambar 4.4** Perbandingan DS Terbaik Pada Setiap Polisakarida .....65
**Gambar 4.5** Perbandingan Kapasitas Penyerapan Terbaik Pada Setiap Polisakarida.....67

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

## DAFTAR TABEL

**Tabel 2.1** Klasifikasi Polisakarida Berdasarkan Sumbernya .....9
**Tabel 3.1** Tabel Bahan Tumbuhan dan Metode.....18
**Tabel 3.2** Tabel Bahan Alginat dan Metode .....22
**Tabel 3.3** Tabel Bahan Kitosan dan Metode.....23
**Tabel 3.4** Tabel Bahan Limbah dan Metode.....24
**Tabel 3.5** Tabel Ruang Lingkup Pembahasan Pada Bahan Tumbuhan.....28
**Tabel 3.6** Tabel Ruang Lingkup Pembahasan Pada Bahan Alginat .....29
**Tabel 3.7** Tabel Ruang Lingkup Pembahasan Pada Bahan Kitosan.....29
**Tabel 3.8** Tabel Ruang Lingkup Pembahasan Pada Bahan Limbah.....30
**Tabel 4.1** Hasil Pengujian DS Dari Pati Sagu .....31
**Tabel 4.2** Hasil FTIR SAP-Pati Sagu .....33
**Tabel 4.3** Hasil FTIR SAP-Jagung .....35
**Tabel 4.4** Hasil Pengujian SEM Dari Jagung .....36
**Tabel 4.5** Hasil Pengujian Kapasitas Penyerapan Dari Jagung.....38
**Tabel 4.6** Hasil Pengujian DS Dari Pati Beras .....40
**Tabel 4.7** Hasil FTIR SAP-Pati Beras .....41
**Tabel 4.8** Hasil Penelitian SEM Dari Pati Beras .....43
**Tabel 4.9** Hasil Pengujian Kapasitas Penyerapan Dari Pati Beras .....43
**Tabel 4.10** Kadar Amilosa Dari Penelitian Pati Besar.....45
**Tabel 4.11** Hasil FTIR SAP-Alginat .....46
**Tabel 4.12** Hasil Pengujian Kapasitas Penyerapan Dari Alginat .....47
**Tabel 4.13** Hasil FTIR SAP-Kitosan .....50
**Tabel 4.14** Hasil Pengujian SEM Kitosan .....52
**Tabel 4.15** Hasil Pengujian Kapasitas Penyerapan Kitosan .....53
**Tabel 4.16** Hasil Pengujian DS Pada Limbah Kertas .....55

**Tabel 4.17** Hasil Pengujian Kapasitas Penyerapan Dari Limbah Kertas ..... 56
**Tabel 4.18** Hasil Pengujian Kapasitas Penyerapan Dari Limbah Tekstil..... 58
**Tabel 4.19** Gugus Fungsi Khas Jenis Polisakarida ..... 60
**Tabel 4.20** Gugus Fungsi Pada Superabsorben..... 61
**Tabel 4.21** Morfologi SEM Pada Superabsorben ..... 63

# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Pada tahun 1960an popok sekali pakai (*Disposable diapers*) pertama kali diperkenalkan dan perlahan lahan industri ini mulai meningkat. Dengan menawarkan kenyamanan, praktis, dan juga kemudahan membuat konsumen menjadikan popok sekali pakai sebagai kebutuhan sehari hari. Di Eropa lebih dari 4 juta ton limbah dihasilkan dari popok sekali pakai pada tahun 2017 dan meningkat setiap tahunnya dan hampir 69% limbah hanya berakhir di tempat pembuangan akhir (Colón, *et al*., 2010). Sedangkan di indonesia limbah popok sekali pakai juga sangat besar, data menunjukkan bahwa 97,1% masyarakat menggunakan popok sekali pakai dikehidupan sehari-hari.

Popok sekali pakai merupakan masalah besar dikarenakan proses penguraian limbah ini membutuhkan waktu yang sangat lama sekitar 250-500 tahun (Nawawi, *et al*., 2019). Dampak yang terjadi pun beragam dan umumnya hal tersebut menyebabkan dampak negatif. Menurunnya kualitas keindahan pada alam karena lingkungan yang tercemar akan terlihat kumuh dan menimbulkan bau yang tidak sedap, selain itu yang paling membahayakan adalah dampak kesehatan yang akan dirasakan dalam kurun waktu yang lama.

Popok sekali pakai umumnya terbuat dari beberapa bahan penyusun dengan polimer superabsorben sebagai salah satu bahan yang memiliki persentase besar didalamnya yaitu 31%. Superabsorben memiliki struktur jaringan tiga dimensi yang saling berhubung karena hal tersebutlah material ini memiliki keunggulan dapat menyerap air dalam jumlah banyak terutama air suling murni (Kabiri & Zohuriaan-Mehr, 2004). Pada proses

pembuatannya, hampir kebanyakan superabsorben dibantu oleh proses *crosslinker* yang bertujuan agar polimer yang ada tidak larut dalam air, semakin baik proses ini maka semakin kuat pula jaringannya. Superabsorben material memiliki sifat pembengkakkan yang tinggi dan ideal untuk berbagai macam aplikasi potensial, seperti pada industri farmasi, pertanian, popok sekali pakai, dan tekstil (Kabiri, *et al*., 2011). Terlepas dari keuntungan yang dimiliki oleh superabsorben material ada kekurangan yang dimiliki yaitu biaya bahan produksi yang tinggi. Sebagai contoh superabsorben material yang tersedia secara komersial adalah asam poliakrilat atau poliakrilamida. Selain harga yang tinggi bahan tersebut juga memiliki kekurangan tidak dapat terdegradasi dan dapat memberi dampak buruk bagi lingkungan (Yoshimura & M. Matsunaga, 2009). Alternatif yang kini marak digunakan adalah superabsorben berbasis polisakarida seperti pati, alginat, *carboxymethyl cellulose*, kitosan, dan lain sebagainya (Marandi, *et al*., 2010). Karena sifat yang dimiliki oleh material polisakarida sangat sesuai dengan apa yang dibutuhkan oleh suatu superabsorben dan dapat menutupi kekurang yang menjadi penyebab permasalahannya selama ini.

Oleh karena itu untuk mengetahui polisakarida yang memiliki potensi baik untuk menjadi bahan alternatif pembuatan superabsorben, akan dilakukan *review* dari beberapa penelitian sebelumnya. Bahan polisakarida yang akan dibahas kali ini terdiri dari beberapa kategori yaitu yang berasal dari Tumbuhan (sagu, jagung, pati beras), alginat, kitosan, dan juga limbah (limbah kertas, limbah tekstil). Dengan mengutamakan pertimbangan sumber daya yang berlimbah dan juga memiliki kemampuan penyerapan ataupun nilai *degree of substitution* (DS) yang cukup baik. Sehingga nantinya dapat diketahui bahan apakah yang memiliki keunggulan dari segi kemampuan penyerapan yang

ditunjang oleh pengujian *degree of substitution* (DS) untuk bahan yang melalui proses karboksimetilasi dan juga mengertahui pengaruh bahan terhadap pengujian karakteristik FTIR dan SEM untuk mengetahui gugus fungsi dan morfologi yang dimiliki oleh material superabsorben.

## 1.2 Perumusan *Review*

Adapun rumusan permasalahan pada *review* jurnal kali ini adalah

1. Bagaimana pengaruh sumber polisakarida terhadap gugus fungsi yang dimiliki oleh material superabsorben?
2. Bagaimana pengaruh sumber polisakarida terhadap morfologi yang dimiliki oleh material superabsorben?
3. Material apakah yang memiliki potensi terbaik sebagai bahan alternatif superabsorben jika dilihat dari nilai kapasitas penyerapan dan juga nilai *degree of substitution* (DS)?

## 1.3 Batasan *Review*

Adapun batasan masalah dari *review* kali ini adalah sebagai berikut:

1. Review ini tidak membahas mengenai pengaruh PH pada larutan dalam pengujian kapasitas penyerapan
2. Review ini tidak membahas mengenai perbedaan metode dan bahan penunjang yang digunakan

## 1.4 Tujuan *Review*

Adapun tujuan pada *review* jurnal kali ini adalah

1. Menganalisa pengaruh sumber polisakarida terhadap gugus fungsi yang dimiliki oleh material superabsorben.
2. Menganalisa pengaruh sumber polisakarida terhadap morfologi yang dimiliki oleh material superabsorben.
3. Menganalisa material yang memiliki potensi terbaik sebagai bahan alternatif superabsorben jika dilihat dari nilai

kapasitas penyerapan dan juga nilai *degree of substitution* (DS)

## 1.5 Manfaat *Review*

Manfaat dari *review* ini adalah sebagai referensi material polisakarida yang memiliki hasil terbaik untuk bahan pembuatan superabsorben.

# BAB II
# TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Polimer Superabsorben

Polimer superabsorben adalah struktur jaringan tiga dimensi yang saling berhubung dan memiliki keunggulan dapat menyerap air dalam jumlah banyak terutama air suling murni (Kabiri & Zohuriaan-Mehr, 2004). Superabsorben material memiliki manfaat pada berbagai macam sektor seperti bidang farmasi, pertanian, popok sekali pakai, dan tekstil (Kabiri, *et al*., 2011). Superabsorben yang ideal umumnya memiliki beberapa kriteria yaitu memiliki kapasitas penyerapan yang tinggi hinggal 10-1000 kali beratnya sendiri, tingkat penyerapan yang dapat disesuai dengan aplikasinya, fraksi gel yang tinggi ketika telah melalui proses pengikat silang mulai dari 85% hingga 95%, biaya rendah, memiliki stabilitas yang sangat baik selama proses pembengkakkan atau selama proses penyimpanan, nontoksisitas, dan kemampuan untuk melepaskan cairan yang diserap (Mignon, *et al.*, 2019). Kemampuan superabsorben untuk menyerap air dipengaruhi oleh keberadaan gugus fungsi didalamnya. Beberapa jenis gugus fungsi yang dapat mempengaruhi sifat penyerapan air yaitu gugus OH, -CONH, -$CONH_2$, -$SO_3H$, C=O, COO-, dll. Namun tidak mungkin jika sampel super absorben polimer mampu memenuhi seluruh kriteria tersebut, sehingga pengoptimalam kriteria sesuai dengan kebutuhan aplikasinya. Serta pada superabsorben umumnya memiliki struktur permukaan yang tidak rata atau cenderung kasar dan berpori jika dibandingkan dengan bahan dasarnya. Struktur berpori tersebutlah yang menjadi ruang bagi superabsorben untuk melakukan proses penyerapan air (Kanafi, *et al*., 2009)

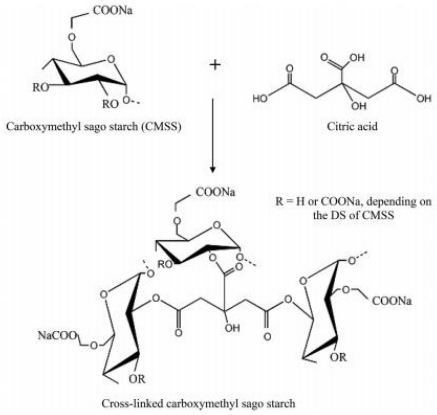
Polimer superabsorben biasanya diklasifikasikan berdasarkan beberapa aspek, seperti yang pertama yaitu dari segi ada atau tidaknya muatan listrik yang terletak dirantai pengikat silang dimana polimer superabsorben yang ditemuka n dipasaran termasuk kedalam kategori bersifat anionik. Polimer

superabsorben juga dikategorikan berdasarkan jenis unit monomer yang digunakan dalam struktur kimianya. Klasifikasi yang paling umum adalah berdasarkan sumbernya yang dibagi menjadi dua yaitu polimer super absorben sintetis dan juga alami (Zohuriaan-Mehr & Kabiri, 2008).

Superabsorben di proses melalui penambahan beberapa sintesis ke bagian substrat alami. Salah satu metode sintesis polimer adalah *grafting* secara kimia dengan menggunakan monomer seperti akrilonitril, akrilamid, dan asam akrilik pada polisakarida seperti tepung. Sedangkan untuk kitosan ataupun selulosa diproses menggunakan berbagai sistem penginisiasian dan diikuti oleh proses *crosslinking* dengan *crosslinker* hidrofilik (Ayu Dian, 2019). Proses yang terjadi ditunjukkan oleh reaksi yang ada pada Gambar 2.1 dimana pati sagu di crosslink menggunakan *citric acid* dan menghasilkan superabsorben. Karena pada dasarnya pati dan selulosa memiliki struktur yang sama, hanya saja satu satunya perbedaan yang ada adalah hubungan antara glikosidik dan *anhydroglucose* unit monomer (AGU) (Nordin, *et al*., 2018).

Umumnya sebelum melalukan proses *crosslinking* dengan crosslinker hidrofilik, material yang digunakan disintesis terlebih dahulu menjadi *carboxymethyl* yang memiliki sifat yaitu tidak berwarna, tidak beracun, tidak memiliki bau yang menyengat, biodegradabel, biokompatibel (Tufan, *et al*., 2016), stabil terhadap lemak, dan juga berbentuk butiran berwarna putih hingga krem yang dapat larut dalam air namun tidak larut dalam pelarut organik (Ayuningtiyas, *et al*., 2017). Parameter terbentuknya CMC dapat dilihat dari *degree of substitution* (DS) atau derajat substitusi yang merupakan jumlah dari gugus hidroksil yang berhasil disubstitusi menjadi gugus karboksimetil (Ferdiansyah, *et al*., 2017). *Degree of substitution* (DS) juga merupakan faktor utama CMC dapat larut dalam air. Pada umumnya nilai DS yang berada dibawah 0,4 tidak dapat larut dalam air namun memiliki sifat swellable. Seiring dengan bertambahnya nilai *degree of substitution* (DS) maka nilai

hidroafinitas akan meningkat dan dapat larut dalam air (Waring & Parsons, 2010). Namun kemampuan biodegradabel pada CMC akan menurun seiring dengan bertambahnya nilai *degree of substitution* (DS) (Lacoste, *et al*., 2018). Nilai DS juga memiliki beberapa kategori yaitu CMC SNI mutu I (*food* grade) dengan nilai sebesar 0,7-1,2 yang digunakan untuk produk pangan, obat-obatan, ataupun kosmetik. Dan juga CMC SNI mutu II dengan nilai 0,4-1,0 yang digunakan untuk kebutuhan industri lainnya. Umumnya CMC yang dapat ditemukan di pasaran memiliki DS sebesar 0,84 (Takene, 2019).




**Gambar 2.1** Diagram Proses Sintesis Polimer Superabsorben (Sumber: Nordin, *et al*., 2018)

## 2.2 Polisakarida Sebagai Material Superabsorben

Karbohidrat merupakan senyawa penyusun yang terdiri atas monisakarida, disakarida, oligosakarida, dan juga polisakarida. Polisakarida merupakan polimer alami yang dihasilkan oleh proses menghubungkan aldosis atau ketosis melalui ikatan glikosida dan tersusun lebih dari sepuluh monosakarida dengan rumus $(C_6H_{10}O_5)n.H_2O$ atau $(C_5H_8O_4)n.H_2O$, yang mana n merupakan jumlah monosakarida (Zheng, 2020). Polisakarida memiliki sifat amorf, tidak berwarna, dan juga tidak memiliki

rasa. Struktur rantai polisakarida dikategorikan dua macam yaitu rantai lurus dan juga rantai bercabang. Kemudian jika diklasifikasikan berdasarkan struktur kimianya, maka polisakarida terbagi menjadi tiga yaitu homopolisakarida yang tersusun atas beberapa unit monosakarida yang sejenis, lalu heteropolisakarida yang tersusun atas dua atau lebih komponen berbeda, dan yang terakhir adalah polisakarida majemuk yang tersusun atas sakarida dan protein atau lipida (Sugiyono, 2004).

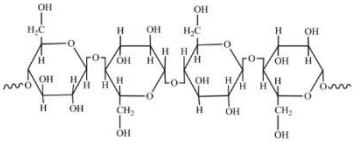
Bahan superabsorben sintesis yang tersedia dipasaran adalah asam poliakrilat atau poliakrilamida yang memiliki sifat yaitu tidak dapat terdegradasi sehingga bahan ini memberikan dampak yang buruk bagi lingkungan ketika jumlah yang dihasilkan cukup besar, serta memiliki sifat toksisitas dan karsinogen. Karena sifatnya itulah bahan ini memiliki keterbatasan dalam aplikasi bidang biomaterial (Hosseinzadeh, *et al*., 2006; Yoshimura & M. Matsunaga, 2009; T. Yoshimura, 2005). Berbeda dengan bahan superabsorben berbasis polimer sintesis, bahan superabsorben berbasis polisakarida menunjukkan kelebihan yang sangat spesifik seperti biokompatibilitas yang sangat baik, kemampuan terurai secara hayati, nontoksisitas, dan juga keberadaannya berlimpah sehingga mudah diperoleh. Oleh karena itu, polisakarida dapat digunakan sebagai bahan alternatif polimer superabsorben pengganti bahan polimer sintesis. Telah banyak penelitian yang dilakukan untuk membuktikan hal tersebut, bahan polisakarida yang dimaksud antara lain kitosan, pati, karboksimetil selulosa, pektin, pullulan, alginat, dan lain-lainnya yang telah diteliti dapat dijadikan bahan superabsorben yang berguna bagi berbagai aplikasi salah satunya hidrogel dengan adanya gugus fungsional (terutama OH, COOH, dan $NH_2$) (Demitri, *et al*., 2008).

**Tabel 2.1** Klasifikasi Polisakarida Berdasarkan Sumbernya (Maiti, 2019)

| Sumber | Polisakarida |
|---|---|
| Tumbuhan / Limbah | Pati, Selulosa, Guar, Pectin |
| Algae dan Linchens | Arabinans, Alginates, |
| Hewan | Kitin, Kitosan, Heparin, Glycosaminoglycans |
| Bacterial dan Fungal | Xanthan, Dextran, Curdlan, Pullan, Gellan |

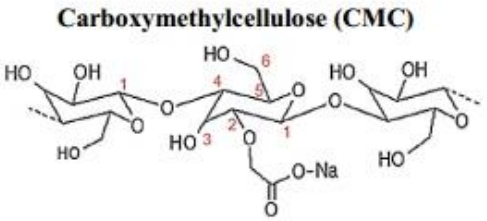
### 2.2.1 Selulosa

Selulosa adalah polimer alam yang keberadaannya mudah ditemukan dan memiliki sifat biokompatibel, ramah lingkungan, tidak beracun serta dapat diperaharui (Mulyadi, 2019). Selulosa merupakan senyawa organik dengan rumus kimia $(C_6H_{10}O_5)_n$, dengan n adalah derajat polimerisasi atau jumlah unit gula yang nilainya bervariasi tergantung jenis atau sumber selulosa dan perlakuan yang diterimanya. Kebanyakan serat yang digunakan untuk membuat *pulp* mempunyai derajat polimerisasi 600-1500. Selulosa memiliki sifat antara lain tidak larut dalam pelarut organik, tidak larut dalam alkali, larut dalam asam pekat, terhidrolisis relatif lebih cepat pada temperatur tinggi. Molekul selulosa seluruhnya berbentuk linier dan mempunyai kecenderungan kuat untuk membentuk ikatan-ikatan hidrogen, baik dalam satu rantai polimer selulosa maupun antar rantai polimer yang berdampingan. Ikatan hidrogen ini menyebabkan selulosa bisa berada dalam ukuran molekul yang besar, dan memiliki sifat kekuatan tarik yang tinggi (Dewi, *et al*., 2010). Rantai struktur selulosa ditunjukkan pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Struktur Selulosa (Sumber : Mulyadi, 2019)

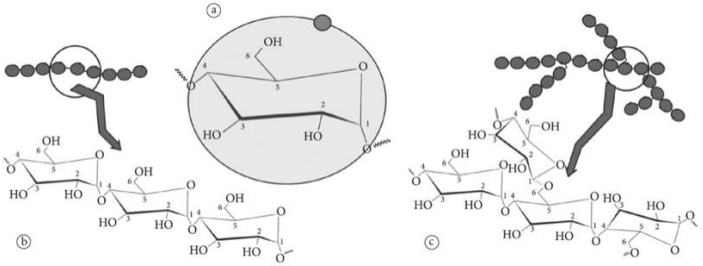
Salah satu selulosa yang paling umum dan termasuk senyawa anion (Ayuningtiyas, *et al*., 2017) serta merupakan turunan utama eter polimer linear yang memiliki gugus karboksimetilasi (-CH2-COOH) yang terikat pada beberapa gugus OH dari monomer glukopiranosa seperti pada Gambar 2.3 adalah *carboxymethyl cellulose* (CMC) (Silsia, *et al*., 2018). Memiliki sifat yaitu tidak berwarna, tidak beracun, tidak memiliki bau yang menyengat, biodegradabel, biokompatibel (Tufan, *et al*., 2016), stabil terhadap lemak, dan juga berbentuk butiran berwarna putih hingga krem yang dapat larut dalam air namun tidak larut dalam pelarut organik (Ayuningtiyas, *et al*., 2017). CMC juga memiliki fungsi yang beragam yaitu sebagai penstabil emulsi, *stabilizer*, agen pembentuk gel, bahan pengikat, dan pengental *(Rowe, et al*., 2009; Kamal, 2010; Puteri, *et al*., 2015). Karena sifat dan fungsinya yang memiliki keunggulan tersendiri, *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) sering dimanfaatkan dalam industri pengolahan bahan makanan ataupun industri pengolahan non bahan makanan seperti semen, perekat, tekstil, pestisida, kertas, dalam kosmetik, keramik, farmasi, dan lain sebagainya (P. Rachtanapun, 2012).




**Gambar 2.3** Struktur Carboxymethyl Cellulose (CMC) (Sumber :Lacoste, *et al*., 2018)

### 2.2.2 Pati

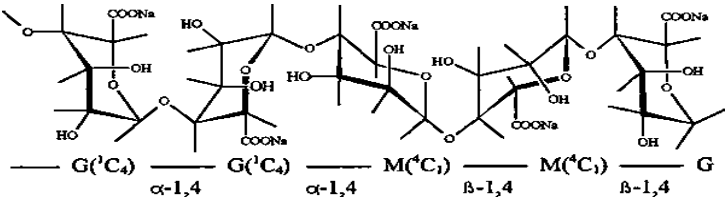
Pati juga merupakan bahan alternatif yang sering digunakan untuk proses pembuatan superabsorben. Pati adalah polimer alami yang terdiri dari amilopektin yang memiliki struktur bercabang dengan ikatan α (1,4) D-glukosa sebanyak 4-5 % dari berat total dan juga bersifat tidak larut, serta amilosa yang memiliki struktur yang lurus dengan ikatan α (1,4) D-glukosa dan bersifat terlarut. Struktur pati digambarbarkan seperti pada Gambar 2.4. Selain itu pati merupakan homopolimer glukosa α- glikosidik. Umumnya sifat pati tergantung pada rantai C yang dimiliki serta lurus atau bercabangnya struktur yang dimiliki. Namun ketika suatu pati memiliki kadar amilosa yang terlalu tinggi biasanya akan membuat pasti menjadi kering, kurang lekat, dan bersifat higriskopis (Risnoyatiningsih, 2011). Kebaradaan pati sangat mudah dijumpai dialam seperti pada sagu, singkong, jagung, kentang, ubi jalar, beras, biji buah-buahan dan lain sebagainya (Sakinah & Kurniawansyah, 2018). Selain karena keberadaannya yang mudah dijumpai pati juga memiliki keunggulan yaitu biaya rendah, tidak beracun, biodegradabel, biokompatibel, dapat diperbaharui, dan tentunya banyak ditemukan dialam. Sehingga keberadaannya sering dimanfaatkan untuk aplikasi biopolimer (Nordin, *et al*., 2018).



**Gambar 2.4** Struktur dasar dari (a) unit glukosa; (b) amilosa; dan (c) amilopektin (Pérez & Bertoft, 2010)

### 2.2.3 Alginat

Alginat merupakan bahan polisakarida hasil ekstrasi dari rumput laut coklat. Di Indonesia rumput laut coklat adalah sumber daya hayati yang keberadaannya sangat mudah ditemui karena umumnya tumbuh disepanjang pantai yang ada di Indonesia (Septiani dan Asnani, 2012). Alginat adalah kopolimer acak linier dari (1,4 ') yang terhubung dengan asam β-Dmannuronic dan monomer asam α-L-guluronat. Umumnya alginat digunakan pada beberapa bidang seperti industri pangan, non pangan, kedokteran, ataupun farmasi. Peran penting yang dimiliki oleh alginat adalah sebagai penguat dinding sel dengan kandungan yang berlimpah dan mencapai 40% dari rumput laut kering.

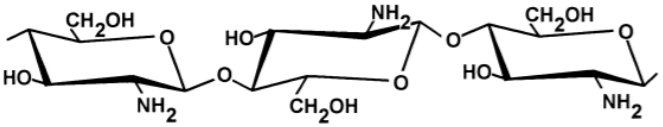



**Gambar 2.5** Struktur Alginat (Winarno, 2018)

### 2.2.4 Kitosan

Kitosan merupakan polisakarida alami yang tersusun oleh bahan kitin yang sudah terdeasetilasi sebagian dan memiliki struktur linear. Kitosan memiliki rumus kimia poli(2-amino-2-dioksi-β-D-Glukosa) seperti pada Gambar 2.6. Sedangkan kitin memiliki rumus kimia poli(2- asetamida-2-dioksi-β-D-Glukosa) dengan ikatan βglikosidik (1,4) yang menghubungkan antar unit ulangnya. Sturktur kimia yang dimiliki tidak jauh berbeda dengan selulosa, yang membedakan hanya ikatan yang terikat pada atom C2 (Hargono, 2008). Kitosan memiliki sifat yang lebih baik dari kitin yang memiliki sifat tidak dapat larut dalam air sehingga aplikasinya terbatas, sedangkan kitosan merupakan salah satu bahan yang keberadaannya sering digunakan untuk bahan alternatif karena memiliki keunggulan antara lain

biokompatibilitas yang baik, biodegradabel sehingga mudah terurai secara hayati, non-toksisitas, dan juga memiliki berbagai bioaktivitas karena memiliki gugus amino dan gugus hidroksi yang melimpah dalam rantai utamanya sehingga dapat mengoptimalkan keberadaan kitosan untuk berbagai aplikasi (Dong, *et al*., 2014; Rui, *et al*., 2017).



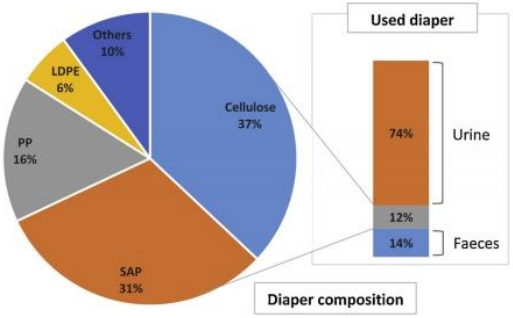

**Gambar 2.6** Struktur Kitosan (Shahidi, 1999)

Material yang sudah dijelaskan diatas merupakan beberapa polisakarida yang keberadaannya mudah dijumpai. Umumnya *carboxymethyl cellulose* (CMC) berasal dari bahan bahan yang memiliki kadar selulosa tinggi. Pati pun tersebar luas dilingkungan kita utamanya pada tumbuhan umbi-umbian, dedaunan, atau bahkan pada buah-buahan. Demikian pula dengan alginat dan kitosan yang ternyata memiliki manfaat yang sangat luas untuk berbagai macam industri. Hal ini lah yang menjadikan polisakarida sangat berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan alternatif suatu aplikasi.

## 2.3 *Disposable Diapers*

Salah satu aplikasi superabsorben adalah sebagai material pembuatan popok sekali pakai (*Disposable Diapers*). *Disposable Diapers* adalah produk yang dirancang untuk menyerap kotoran, yang pada umumnya digunakan oleh bayi dan juga lansia (Budyk & Fullana, 2019). Popok sekali pakai mulai diperkenalkan sejak tahun 1960an dan perlahan lahan industri popok sekali pakai meningkai dengan berkembangnya zaman. Popok jenis ini menawarkan kenyamanan yang tinggi, praktis, dan juga kemudahan membuat konsumen menjadikan popok sekali pakai sebagai kebutuhan sehari hari (Khoo, *et al*., 2018), hingga kini eksistensi popok sekali pakai tengah mencapai puncaknya.

Keberadaannya mendominasi pasar dunia sebesar 66% sejak 2013 (Shende, 2014). Sebuah penelitian menunjukkan sekitar 6-8 popok sekali pakai digunakan setiap harinya oleh setiap anak, yang ketika diakumulasikan menjadi 6.300 popok sekali pakai yang digunakan oleh anak selama 30 bulan sebelum mereka mampu untuk menggunakan toilet (Sheila, 2016). Di indonesia limbah popok sekali pakai juga sangat besar, data menunjukkan bahwa 97,1% masyarakat menggunakan popok sekali pakai dikehidupan sehari-hari. Popok jenis ini merupakan masalah besar dikarenakan proses penguraikan limbah popok sekali pakai membutuhkan waktu yang sangat lama sekitar 250-500 tahun (Nawawi, *et al*., 2019). Popok sekali pakai menggunakan lebih banyak bahan baku untuk produksi dan menggunakan bahan kimia untuk lapisan dalamnya yang dapat memicu reaksi alergi. Popok sekali pakai sering mengandung pewarna dan dioksin, yang dibentuk sebagai produk sampingan dari proses pemutihan klorin. Dioksin adalah karsinogen, yang berarti dapat menyebabkan kanker. Ketika dilepaskan ke lingkungan (Wambui, *et al*., 2015). Pada umumnya popok sekali pakai memiliki komposisi dan kapasitasnya tersendiri, seperti yang ditunjukkan pada Gambar




**Gambar 2.7** Komposisi dan Kapasitas Popok Sekali Pakai (Khoo, *et al*.,2018)

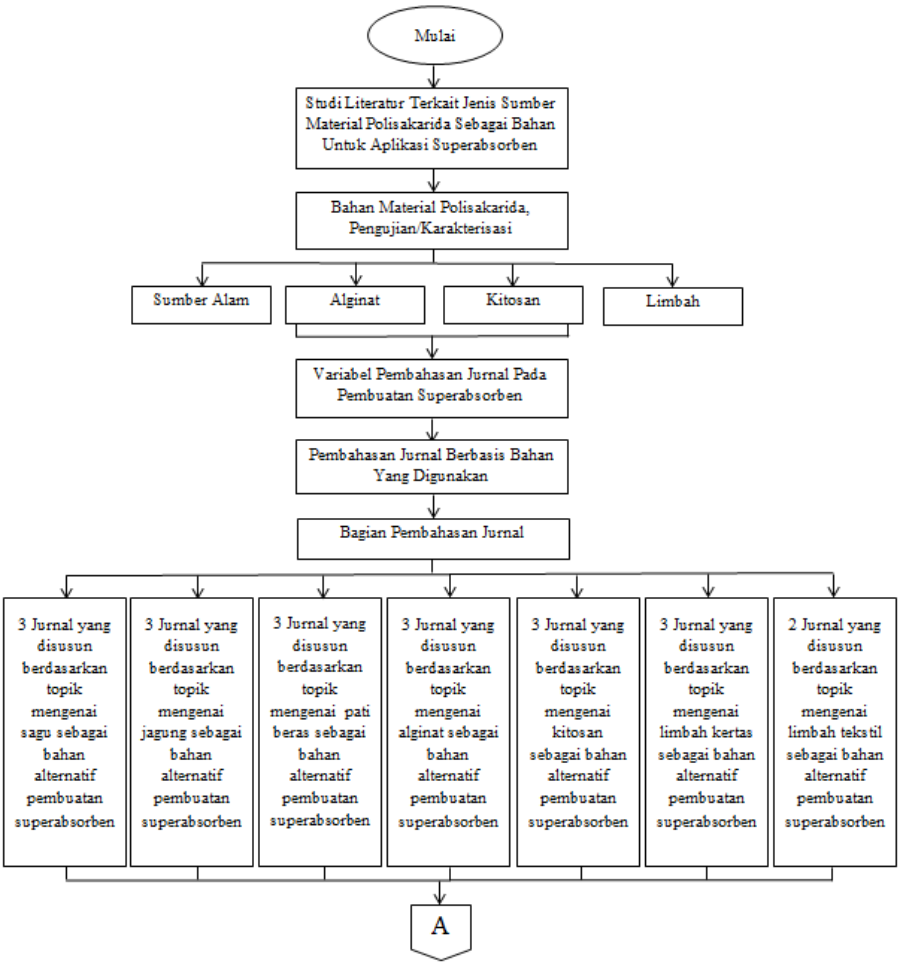
Popok sekali pakai dikategorikan sebagai limbah padat kota karena memiliki dampak yang buruk bagi lingkungan seperti

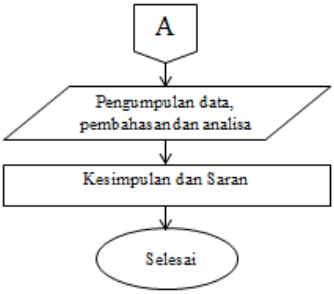
degradasi lahan, polusi udara, polusi air, tanah erosi, dan juga efek rumah kaca (Khoo, *et al*., 2018). Popok bekas memiliki kandungan kotoran dan urin, dan kemungkinan mengandung bahan infeksius. Limbah berbahaya adalah kategori limbah yang memiliki efek kesehatan segera atau jangka panjang dan Virus yang diekskresikan dalam feses manusia dapat menimbulkan masalah kesehatan dalam jangka panjang (GOA, 2009). Sehingga pembuangan dan juga pembakaran bukannya pilihan yang tepat untuk dilakukan. Perlakuan lain pun banyak dilakukan untuk menangani limbah popok sekali pakai termasuk perlakuan mekanis-biologis, pemisahan dan daur ulang mekanis, pencernaan anaerobik, dan pengomposan. Namun perlakuan ataupun perawaatan yang disebutkan tadi umumnya memiliki biaya tinggi dan memerlukan proses yang kompleks (Budyk & Fullana, 2019).

(*Halaman ini sengaja dikosongkan)*

# BAB III
# METODOLOGI PENELITIAN

## 3.1 Diagram Alir






**Gambar 3.1** Diagram Alir

## 3.2 Tabel Bahan dan Metode

**Tabel 3.1** Tabel Bahan Tumbuhan dan Metode

| Bahan | | Fokusan /Topik | Variabel | Metode | Referensi |
|---|---|---|---|---|---|
| Sagu | Pati Sagu | Pembuatan karboksimetil pati sagu dengan *crosslinker citric acid* untuk aplikasi *drug delivery* | Waktu pengadukan sintesis CMC<br>1. 1 jam (CMSS1)<br>2. 2 jam (CMSS2)<br>3. 3 jam (CMSS3)<br>4. 4 jam (CMSS4)<br><br>Konsentrasi *Citric acid* pada SAP<br>1. 0%<br>2. 5%<br>3. 10%<br>4. 15%<br>5. 20% | Karboksimetilasi dan *crosslink* | Nordin, 2018 |
| | Pati Sagu | Produksi Pati Na-Karboksimetil Dengan Perbedaan | Konsentrasi NaOH dan Tipe Pengadukan<br><br>A = NaOH 1,8 | Karboksimetilasi | Fachrudin, 2017 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | Tipe Pengadukan Pada Tahap Alkalisasi | mol/mol AGU : *magnetic stirrer*<br>B = NaOH 1,9 mol/mol AGU : *magnetic stirrer*<br>C = NaOH 1,8 mol/mol AGU : *homogenizer*<br>D = NaOH 1.9 mol/mol AGU : *homogenizer* | | |
| | Limbah Sagu | Optimalisasi Kondisi Reaksi Untuk Pembuatan Karboksimetil Selulosa Dari Limbah Sagu | jenis pelarut (air, dimetilformamida, metanol, dimetilsulfoksida, isopropil alkohol, etanol dan butanol)<br><br>Rasio air : pelarut (0:100 20:80 40:60 60:40 80:20 100:0)<br><br>Periode Reaksi (60,90,120,150,180,210,240)<br><br>Suhu (35, 40 45, 50, 55, 60)<br><br>Jumlah NaMCA (2g, 3g, 4g, 5g, 6g, 7g) | Karboksimetilasi | Pushpamalar, 2006 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | Persentase NaOH (10%, 20%, 25%, 30%, 35%, 40%) | | |
| Jagung | Jagung | Persiapan dan Karakterisasi Superabsorbent Polimer Berdasarkan Pati Aldehid dan *Carboxymethyl Cellulose* | 1.Komposisi saat preparasi *starch aldehydes*<br><br>2.Komposisi SAP | Sintesis Pati Aldehid dan *crosslink* | Lee, 2018 |
| | Pati Jagung | Sintesis satu langkah superaborben akrilat pati jagung berbasis urea | SAP = tanpa tambahan urea<br><br>USAP = menggungakan urea<br><br>PAA = tanpa pati dan urea | *Grafting* | Liu, 2017 |
| | Jerami Jagung | Persiapan dan Karakteristik Jerami Jagung-Co-AMPS-Co-AA Superabsorben Hidrogel | Melakukan variasi pada jumlah setiap bahan yang digunakan | *Grafting* | Cheng, 2017 |
| P | Pati | Superabsorbe | Jenis Pati Beras: | Karboksimetilas | Sangse |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| a t i B e r a s | Beras | n Hidrogel dari Pati Beras Dengan Kadar Amilosa Yang Berbeda | 1. Pati beras ketan (GRS)<br>2. Pati beras melati (JRS)<br>3. Pati beras normal (NRS)<br><br>Konsentrasi *citric acid* :<br>1. 0.02 (a)<br>2. 0.04 (b)<br>3. 0.08 (c)<br>4. 0.12 (d)<br>5. 0.24 (e) | i dan *crosslink* | ethong, 2018 |
| | Pati Beras | Karakterisasi Struktural Dan Fungsional Dari Bahan Polimer Superabsorbe n Berbasis Pati Beras | Jenis pati beras :<br>1. *Japonica Rice*<br>2. *Indica Rice*<br>3.*Glutinous Rice* | *Grafting* | Zhang, 2019 |
| | Pati Beras | Pengaruh konsentrasi natrium hidroksida pada sifat pati beras karboksimetil | Konsentrasi NaOH (10,20,30,40,50, dan 60 % b/v) | Karboksimetilas i | Rachta napun, 2012 |

**Tabel 3.2** Tabel Bahan Alginat dan Metode

| Bahan | | Fokusan /Topik | Variabel | Metode | Referensi |
|---|---|---|---|---|---|
| Alginat | NaAlg | Sintesis Superabsorben Dari Natrium Alginat Dengan Metode *Grafting* Dengan Dan Tanpa Komposit | 1.Rasio monomer AA:AAm yang digunakan<br><br>2.Metode penelitian | *Grafting* | Kezia, 2018 |
| | NaAlg | Sintesis superabsorben dari natrium alginat dengan penambahan larutan ion sebagai pengikat silang | Jenis Ion untuk pengikat silang:<br>1. $Ca^{2+}$<br>2. $Ba^{2+}$<br>3. $Zn^{2+}$<br><br>Viskositas<br>1. LV ( rendah)<br>2. MV (sedang) | *Crosslink* | Mallepally, 2013 |
| | NaAlg | Sintesis, karakterisasi dan perilaku pembengkakan natrium alginat-g-poli (asam akrilat)/ superabsorben natrium humat | Melakukan variasi pada jumlah setiap bahan yang digunakan | *Grafting* | Hua, 2009 |

**Tabel 3.3** Tabel Bahan Kitosan dan Metode

| Bahan | | Fokusan /Topik | Variabel | Metode | Referensi |
|---|---|---|---|---|---|
| Kitosan | Kitosan | Pengaruh Pengikat-Silang Metilenbisakrilamida (Mba) Terhadap Karakteristik Polimer Superabsorben Kitosan Tercangkok Asam Akrilat (Aa) | variasi berat agen pengikat-silang MBA terhadap asam akrilat (AA). Berat agen pengikat-silang yang digunakan adalah 1,00; 1,25; 1,50; 1,75, 2,00; 2,25 dan 2,50% (b/b) dari asam akrilat. | *Grafting* | Baroroh, 2014 |
| | Kitosan | Sintesis Dan Karakterisasi Hidrogel Superabsorben Berdasarkan Kitosan-G-Poli (Asam Akrilat-Koakrilonitril) | Jumlah bahan yang digunakan<br><br>1. kitosan (0,15-1,2 g)<br>2. APS (0,03-0,13g) dalam 5 ml $H_20$<br>3. AA (2,0-4,5 ml)<br>4. AN (0,5-3,0 ml)<br>5. MBA (0,01-0,13 g dalam 5 ml $H_20$) | *Grafting* | Sadeghi, 2011 |
| | Kitosan | Sintesis Polimer Superabsorbe | Jumlah bahan Yang digunakan (PACS, APS, AM, dan juga | *Grafting* | Fang, 2019 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | n Berdasarkan Kitosan Turunan Asam Akrilat (Akrilat-Ko-Akrilamida) Dan Pengujian Propertinya | MBA) | | |

**Tabel 3.4** Tabel Bahan Limbah dan Metode

| Bahan | | Fokusan /Topik | Variabel | Metode | Referensi |
|---|---|---|---|---|---|
| Limbah kertas | Kertas Kardus | Pembuatan SAP dari CMC berbahan dasar limbah kertas untuk aplikasi popok | Material Dasar<br>1. Limbah Kertas Kardus (RCC)<br>2. A1 (Panjang serat = 300µm)*<br>3. A2 (Panjang serat = 23µm)<br>4. A3 (Panjang serat = 8µm)*<br>5. Bahan Komersial<br>*Kayu lunak yang diekstraksi menjadi selulosa melalui proses kraft<br><br>Konsentrasi *Citric acid*<br>1. 0%<br>2. 5% | Karboksimetilasi dan *crosslink* | Lacoste, 2018 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 3. 10%<br>4. 15%<br>5. 20% | | |
| | Kertas HVS | Sintesis Superabsorben Aerogel Selulosa Dari Kertas Bekas | Konsentrasi Urea<br>1. 0%<br>2. 2%<br>3. 4%<br>4. 6%<br>5. 8%<br>6. 10% | 1.Pembuatan pulp dari kertas HVS<br>2.Sintesis superabsorben aerogel selulosa | Prakasa& Matahari, 2015 |
| | Kertas perkantoran | Sintesis dan Karakterisasi Karboksimetil Selulosa dari Limbah Kertas Perkantoran | Konsentrasi NaOH (M) = 0.063; 0.094; 0.125; 0.156<br><br>Konsentrasi SMCA (M) = 0,075; 0,086; 0,097; 0,108; 0,119<br><br>Temperatur (C) = 40; 50; 60; 70<br><br>*Reaction Time* (h) = 1; 2; 3; 4 | Karboksimetilasi | Joshi, 2015 |
| Limbah | Kapas dan *Viscos* | Pembuatan Superabsorben Selulosa Karboksimetil dari Limbah Tekstil | 1.Komposisi tekstil<br><br>2.Metode Pemisahan Selulosa | Karboksimetilasi dan *crosslink* | Bidgoli, 2014 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Tekstil | | | 3.Metode Pendinginan pada NMMO | | |
| | Benang Rami | Sintesis dan Perilaku Pelepasan Urea Berkelanjutan Dari Superabsorben Ramah Lingkungan Berbasis Limbah Benang Rami | 1.APS to *cellulose mass ratio*<br>2. AA + AM (AA/AM = 3:1) to *cellulose mass ratio*<br>3.MBA to *cellulose mass ratio*<br>4.*Reaction temperature*<br>5.*Reaction time* | *Grafting* | Zhang, 2013 |

## 3.3 Pengujian

### 3.3.1 Perhitungan degree of substitution (DS)

Pada proses ini sampel (4 gr) disiapkan dan dicampukan pada 100 ml aseton dan diaduk selama 5 menit. Kemudian ditambahkan 12 ml asam klorat (6 M) dan diaduk selama 30 menit. Hasil yang diperoleh disaring dibawah vakum dan residu yang ada dicuci dengan metanol. Residu yang dihasilkan kemudian dimasukkan kedalam aseton selama 5 menit kemudian disaring dan dikeringkan pada 60$^{o}$C selama 2 jam. Larutan H-CMC (0,5 gr) dicampurkan dengan 20 ml larutan NaOH 0,2 M dan 50 ml air suling. Tahap berikutnya adalah mentitrasi larutan dengan 0,05 M HCL dengan indikator fenolftalein.

Untuk mengetahui nilai DS maka dapat dihitung dengan Persamaan (3.1) dan (3.2).

$$A = \frac{BC-DE}{\mathrm{F}} \qquad (3.1)$$

$$DS = \frac{0.162 \text{ X } A}{1-(0{,}058 \text{ X } A)} \quad (3.2)$$

Keterangan :

A = milli-ekuivalen dari HCL yang digunakan per gram spesimen
B = volume NaOH
C = molaritas NaOH
D = volume HCL yang digunakan
E = molaritas HCL
F = CMC dalam gram
162 Da = berat unit molekul glukosa
58 Da = kenaikan bersih dalam unit glukosa anhidrat untuk setiap kelompok karboksimetil yang tersubstitusi (Lacoste, *et al*., 2018).

### 3.3.2 Pengujian FTIR

*Fourier Transform Infrared* (FTIR) ini dilakukan untuk menganalisa gugus fungsi yang terdapat di dalam material. Prinsip kerja dari pengujian FTIR adalah Inframerah melewati celah sampel, dimana celah tersebut berfungsi mengontrol jumlah energi yang disampaikan kepada sampel. Kemudian beberapa inframerah diserap oleh sampel dan yang lainnya ditransmisikan melalui permukaan sampel sehingga sinar *infrared* lolos ke detektor dan sinyal yang terukur kemudian dikirim ke komputer.

### 3.3.3 Pengujian SEM

*Scanning Electron Microscopy* (SEM) merupakan mikroskop yang memanfaatkan pancaran elektron berenergi tinggi untuk memeriksa objek dalam skala yang sangat kecil. Pengamatan ini memberikan informasi mengenai topografi (jenis permukaan objek), morfologi (bentuk dan ukuran partikel).

### 3.3.4 Pengujian Kapasitas Penyerapan

Pada proses ini sampel superabsoren material (200 mg) ditempatkan dalam gelas kimia 50 ml dan direndam dalam sejumlah air suling atau 0.9% NaCl selama kurun waktu tertentu

12 jam. Gel yang mengalami pembengkakkan dipisahkan dari air dan di seka dengan kertas saring untuk menghilangkan kelebihan cairan dan gel tersebut ditimbang dengan hati-hati. Kapasitas pembengkakkan dapat dihitung dengan Persamaan (3.3) (Lacoste, *et al*., 2018).

$$Q\ (g/g) = \frac{\text{Ms}-\text{Mo}}{\text{Mo}} \qquad (3.3)$$

Keterangan :

Mo = Barat gel kering

Ms = Berat gel yang mengalami pembengkakkan

## 3.4 Tabel Ruang Lingkup Pembahasan

**Tabel 3.5** Tabel Ruang Lingkup Pembahasan Pada Bahan Tumbuhan

| Bahan | | Pengujian | | | | Referensi |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | DS | FTIR | SEM | Kapasitas Penyerapan | |
| Pati Sagu | Pati Sagu | ✓ | ✓ | ✓ | ✓ | Nordin, 2018 |
| | Pati Sagu | ✓ | - | - | - | Fachrudin, 2017 |
| | Limbah Sagu | ✓ | - | - | - | Pushpamalar, 2006 |
| Jagung | Jagung | - | ✓ | ✓ | ✓ | Lee, 2018 |
| | Pati Jagung | - | ✓ | ✓ | ✓ | Liu, 2017 |
| | Jerami | - | ✓ | ✓ | ✓ | Cheng,2017 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Jagung | | | | | |
| Pati Beras | Pati Beras | ✓ | - | - | ✓ | Sangseethong, 2018 |
| | Pati Beras | - | ✓ | ✓ | ✓ | Zhang, 2019 |
| | Pati Beras | ✓ | ✓ | ✓ | - | Rachtanapun, 2012 |

**Tabel 3.6** Tabel Ruang Lingkup Pembahasan Pada Bahan Alginat

| Bahan | | Pengujian | | | | Referensi |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | DS | FTIR | SEM | Kapasitas Penyerapan | |
| Alginat | NaAlg | - | - | - | ✓ | Kezia, 2018 |
| | NaAlg | - | - | - | ✓ | Mallepally, 2013 |
| | NaAlg | - | - | - | ✓ | Hua, 2009 |

**Tabel 3.7** Tabel Ruang Lingkup Pembahasan Pada Bahan Kitosan

| Bahan | | Pengujian | | | | Referensi |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | DS | FTIR | SEM | Kapasitas Penyerapan | |
| Kitosan | Kitosan | - | ✓ | ✓ | ✓ | Baroroh,2014 |
| | Kitosan | - | ✓ | ✓ | ✓ | Sadeghi,2011 |
| | Kitosan | - | ✓ | ✓ | ✓ | Fang,2019 |

**Tabel 3.8** Tabel Ruang Lingkup Pembahasan Pada Bahan Limbah

| Bahan | | Pengujian | | | | | Referensi |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | DS | FTIR | SEM | Kapasitas Penyerapan | Kemampuan Degradasi | |
| Limbah Kertas | Kertas Kardus | ✓ | - | - | ✓ | - | Lacoste, 2018 |
| | Kertas HVS | - | - | - | ✓ | - | Prakasa& Matahari, 2015 |
| | Kertas Perkan-Toran | ✓ | - | - | - | - | Joshi, 2015 |
| Limbah Tekstil | Kapas& Viskos | - | - | - | ✓ | - | Bidgoli, 2014 |
| | Benang Rami | - | - | ✓ | ✓ | ✓ | Zhang, 2013 |

# BAB IV
# HASIL DAN PEMBAHASAN

## 4.1 Analisa Data

Terdapat dua puluh penelitian yang membahas sumber polisakarida untuk aplikasi superabsorben yang dibagi menjadi 4 jenis yaitu tumbuhan, alginat, kitosan, dan juga limbah. Masing-masing metode dan juga variasi dari penelitian yang digunakan disebutkan pada bab 3 dan juga pada lampiran.

### 4.1.1 Tumbuhan

Berikut ini adalah bahan bahan yang berasal dari Tumbuhan dan memiliki kemampuan yang baik untuk dijadikan sebagai bahan pembuatan superabsorben.

**1. Sagu**

Dari ketiga penelitian yang membahas tentang sagu seperti yang sudah dijelaskan pada bab 3 terdapat beberapa pengujian yang dilakukan untuk membuktikan kualitas hasil yang didapatkan sesuai dengan teori atau tidak. Pengujian DS dilakukan untuk mengetahui kualitas CMC hasil sintesis dari masing-masing bahan baku, hasil yang didapatkan disajikan pada Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Hasil Pengujian DS Dari Pati Sagu

| Bahan | Variabel | DS | Referensi |
|---|---|---|---|
| Pati Sagu | CMSS1 | 0,30 | Nordin, 2018 |
| | CMSS2 | 0,33 | |
| | CMSS3 | 0,44 | |
| | CMSS4 | 0,38 | |
| Pati Sagu | A | 0,54±0,02 | Fachrudin, 2017 |
| | B | 0,55±0,02 | |
| | C | 0,70±0,01 | |
| | D | 0,73±0,02 | |
| Limbah Sagu | | 0,821 | Pushpamalar, 2006 |

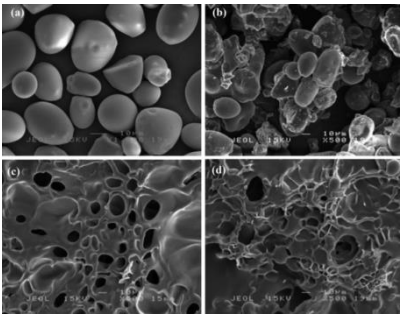
Pati sagu terdiri dari dua komponen yaitu 27% amilosa dan juga 73% amilopektin. Sedangkan limbah sagu memiliki kandungan selulosa didalamnya. Dari semua hasil pengujian DS dapat dilihat bahwa limbah sagu memiliki hasil yang cukup tinggi yang dihasilkan karena perpaduan yang baik antara kandungan yang dimiliki dan juga proses yang diberikan. Sedangkan pada penelitian yang lainnya hanya beberapa variasi yang dilakukian. Pada Nordin, 2018 yaitu waktu reaksi dan Fachrudin, 2017 variasi NaOH dan metode pengadukan. Sesuai dengan teori yang ada ketika nilai DS tertinggi yang dimiliki oleh ketiga jurnal ini memiliki nilai yang cukup jika dikaitkan untuk aplikasi superabsorben dimana membutuhkan nilai diatas 0.4 atau termasuk kedalam golongan SNI CMC mutu II.

Penelitian yang dilakukan oleh Nordin tahun 2018 memiliki proses tambahan dikarenakan tujuan dari penelitian ini adalah sintesis superabsorben. Variasi yang dilakukan pada proses sintesis superabsorben ini adalah konsentrasi *citric acid* sebesar 9.1% ; 16,7% ; 28.6% dan 33.3%. Dilakukan pengujian karakterisasi yaitu FTIR dan SEM untuk melihat apakah sampel yang dihasilkan memiliki kesamaan dengan teori yang ada atau tidak. Untuk pengujian FTIR pada lampiran 7 terdapat peak umum yang dimiliki oleh pati yaitu pada 3288,36 $cm^{-1}$ dan 2915,78 $cm^{-1}$ milik OH dan CH. Setelah diproses menjadi CMSS ditemukan peak baru yang muncul pada 1400 $cm^{-1}$ hingga 1600 $cm^{-1}$ yang merupakan hasil dari CMSS1 hingga CMSS4 yang menunjukkan proses karboksimetilasi pati sagu berhasil karena munculnya COO- atau karboksil dengan begitu sampel yang ada mampu disintesis kembali menjadi superabsorben hidrogel dengan bantuan *citric acid*. Keberhasilan dari proses crosslink dibuktikan dengan munculnya peak pada 1706,23 $cm^{-1}$ milik karbonil ester (C=O) dan juga peregangan ester (C-O streching) yang terlihat pada 1250 $cm^{-1}$ hasil reaksi *citric acid* dengan gugus hidroksil. Tabel 4.2 menunjukkan gugus yang berpengaruh pada sintesis superabsorben.

**Tabel 4.2** Hasil FTIR SAP-Pati Sagu

| Angka Gelombang ($cm^{-1}$) | Keterangan | Referensi Nordin, 2018 |
|---|---|---|
| 3000-3500 | Gugus Hidroksil (OH) | ✓ |
| 1400-1600 | Gugus Karboksil (COO-) | ✓ |
| 1600-1800 | Ester (C=O) | ✓ |

Hasil dari pengujian SEM disajikan pada Gambar 4.1. Pada gambar tersebut terlihat bahwa pati sagu memiliki permukaan yang halus dan berbentuk butiran. Setelah diproses menjadi CMSS bentuknya terlihat mengalami perubahan, menjadi tidak beraturan dan permukaannya terlihat kasar. Hal ini terjadi karena proses tersebut membuat kerusakan pada ikatan kimia dalam molekul pati. Dan ketika penambahan *citric acid* dilakukan struktur sampel terlihat memiliki pori-pori yang terbuka dan granula yang dimiliki oleh CMSS sudah tidak terlihat kembali. Struktur itu pula yang menyebabkan sampel ini memiliki kemampuan dalam menyerap air. Setelah dilakulan pengujian kapasitas penyerapan, diketahui bahwa sampel dengan konsentrasi *citric acid* 28,6% dan juga 33,3% memiliki nilai tertinggi dimana kapasitas air pada sampel 33,3% dua kali lebih besar dibandingkan dengan 28,6%. sedangan kedua sampel lainnya tidak mendapatkan hasil sesuai dengan yang diinginkan.



**Gambar 4.1** Hasil Pengujian SEM (a) Pati sagu (b) CMSS (c) 28.6% *citric acid* (d) 33.3% *citric acid* (Nordin, 2018)

Dari ketiga penelitian tersebut hanya satu penelitian yang bertujuan untuk aplikasi superabsorben yaitu penelitian Nordin tahun 2018, namun 2 penelitian lainnya juga memiliki kemungkinan yang sangat besar untuk diproses kembali menjadi superabsorben. Karena umumnya pati atau selulosa yang telah diproses menjadi *carboxymethyl* dengan penambahan agen *crosslinker* akan memiliki kemampuan penyerapan yang lebih besar. Jika dilihat dari DS yang dihasilkan, Pushpamalar tahun 2006 memiliki nilai DS yang paling tinggi dibandingkan dengan penelitian lainnya yaitu 0,821. Jika dilihat dari teori yang ada umumnya semakin tinggi DS maka semakin baik pula sifat *swellable* yang dimiliki. Sehingga penelitian dari Pushpamalar dengan bahan dasar limbah sagu adalah penelitian yang memiliki kemampuan paling baik dalam hal penyerapan dibadingan dengan dua penelitian lainnya.

**2. Jagung**

Terdapat tiga penelitian yang telah melakukan percobaan untuk membuktikan apakah jagung dapat dijadikan sebagai bahan alternatif pembuatan superabsorben atau tidak. Dan dari ketiga penelitian yang sudah disebutkan pada bab 3 dilakukan beberapa pengujian untuk mengetahui apakah superabsorben yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik atau tidak. Pengujian yang

dilakukan adalah FTIR, SEM, dan juga pengujian kapasitas penyerapan dari produk yang dihasilkan. Pengujian FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada produk hasil sintesis, namun hanya 2 penelitian saja yang melakukan pengujian ini yaitu Liu, 2017 dan juga Cheng, 2015. Tabel 4.3 menunjukkan gugus fungsi yang dimiliki oleh masing masing penelitian dan memiliki peran dalam penyerapan seperti yang disebutkan pada teori.

**Tabel 4.3** Hasil FTIR SAP-Jagung

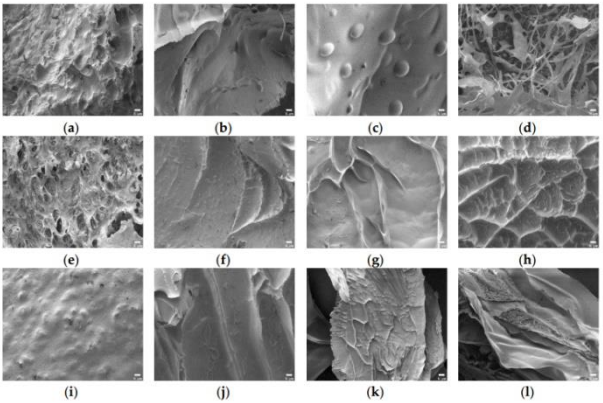
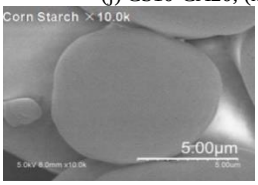
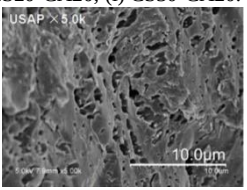
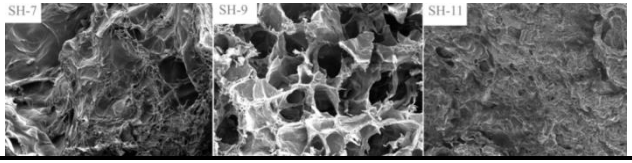
| Angka Gelombang ($cm^{-1}$) | Keterangan | Referensi | |
|---|---|---|---|
| | | Liu, 2017 | Cheng, 2015 |
| 3000-3600 | Gugus Hidroksil (OH) | ✓ | ✓ |
| 1400-1600 | Gugus Karboksil (COO-) | ✓ | ✓ |
| 1600-1800 | Ester (C=O) | ✓ | - |

Penelian Liu tahun 2017 antara SAP dan juga USAP memiliki pola yang hampir sama jika dibandingkan dengan PAA seperti yang disajikan pada lampiran 8. Puncak serapan yang serupa muncul di daerah 3500 dan 2800 $cm^{-1}$ milik OH streching dan juga CH streching 1600 $cm^{-1}$ yang merupakan COO- serta sekitar 1710 $cm^{-1}$ yang menunjukkan adalahnya gugus C=O sebagai karakteristik superabsorben. Sedangkan pada penelitian Cheng, 2015 seperti pada Lampiran 8, hasil FTIR setelah sintesis superabsorben didapatkan puncak getaran peregangan dari kelompok -OH selulosa dan kelompok S = O dari gugus asam sulfonat masing-masing muncul pada 3440 dan 1139 $cm^{-1}$. Puncak getaran peregangan pada 1440 dan 1596 $cm^{-1}$ yang

dikaitkan dengan tulang punggung C = C dari cincin aromatik dan COO-.

Kemudian pengujian lainnya adalah SEM yang dilakukan untuk mengetahui morfologi dari setiap sampel yang dihasilkan, hasil dari pengujian tersebut disajikan pada Tabel 4.4. Hasil yang didapatkan dari pengujian SEM tersebut membuktikan bahwa proses yang dilakukan telah berhasil.

**Tabel 4.4** Hasil Pengujian SEM Dari Jagung

| Bahan | Pengujian SEM | Referensi |
|---|---|---|
| Jagung |  (a) CS-CA0;(b) CS10-CA0; (c) CS20-CA0; (d) CS30-CA0; (e) CS-CA10; (f) CS10-CA10; (g) CS20-CA10;(h) CS30-CA10; (i) CS-CA20; (j) CS10-CA20; (k) CS20-CA20; (l) CS30-CA20. | Lee, 2018 |
| Pati Jagung |     | Liu, 2017 |
| Jerami Jagung |   | Cheng, 2015 |

Pada penelitian Lee, 2018 terlihat bahwa CS-CA0 menunjukkan permukaan cembung dan bentuk seperti itu tidak menguntungkan dalam menahan sejumlah besar air. CS10-CA0, CS20-CA0, dan CS30-CA0 menunjukkan bahwa struktur jaringan yang kasar dan luas. Selain itu, memili pori dengan ukuran yang berbeda-beda. CS10-CA0 memiliki pori-pori kecil, tetapi CS20-CA0 memiliki pori-pori yang sangat bundar. CS30-CA0 menunjukkan pori yang lebih besar lagi. Dimana morfologi berpori membuktikan bahwa sampel memiliki kemampuan menyerap air. Untuk sampel yang menggunakan *citric acid* secara umum bentuknya tidak teratur, namun untuk sampel yang tidak melalui proses aldehid memiliki permukaan yang cembung mirip dengan CS-CA0, dan untuk sampel yang memiliki kandungan pati aldehid terlihat kerutan pada permukaannya. Kerutan yang dimiliki itulah yang memungkinkan proses pembengkakkan terjadi karena adanya interaksi antara air dan hidrofilik pada SAP. Namun kerutan ini sama saja dengan struktur semi berpori atau memiliki pori yang berukuran kecil sehingga kadar air yang diserap akan lebih kecil.

Sedangkan untuk penelitian yang dilakukan oleh Liu, 2017 struktur yang dihasilkan oleh USAP terlihat jelas perbeda dengan pati jagung sebelum diproses. Pati jagung memiliki struktur halus dan juga padat. Setelah proses polimerisasi struktur USAP menjadi kencang dan juga terlihat keropos. Hal ini membuktikan bahwa proses polimerisasi berhasil dilakukan. Dan juga proses tersebut tidak merusak seluruh rantai polimer pati dan sebagian strukturnya terdapat dalam struktus USAP. Dan untuk Chang, 2015 gambar SH-7, SH09, SH-11 Permukaan hidrogel bergelombang dan diisi dengan mikropori dan kapiler Ukuran mikropori hidrogel adalah sebagai berikut: SH-9> SH-7> SH-11. Dimana struktur berpori membuktikan sampel ini memiliki kemampuan dalam menyerap air. Hasil SEM tersebut juga di buktikan oleh pengujian kapasitas penyerapan dimana pengujian ini mengukur berapa besar air yang mampu diserap oleh

superabsorben dari setiap penelitian, dan didapatkan hasil seperti pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5** Hasil Pengujian Kapasitas Penyerapan Dari Jagung

| Bahan | Variabel | Kapasitas Penyerapan | Referensi |
|---|---|---|---|
| Jagung | CS30-CA0 | 77.1 g/g | Lee, 2018 |
| | CS30-CA10 | 29.4 g/g | |
| | CS20-CA0 | 87 g/g | |
| | CS20-CA10 | 37.8 g/g | |
| | CS-CA0 | 15.2 g/g | |
| | CS-CA10 | 14.9 g/g | |
| | CS10 | 83.1 g/g | |
| Pati jagung | SAP | Air suling = 2546±180 g/g<br>0.9% NaCl = 95±5 g/g | Liu, 2017 |
| | PAA | Air suling = 2704±22 g/g<br>0.9% NaCl = 100±5 g/g | |
| | USAP | Air suling = 2927±71 g/g<br>0.9% NaCl = 110±4 g/g | |
| Jerami Jagung | SH-2 | 263 g/g | Cheng, 2015 |
| | SH-9 | 326 g/g | |

Pada penelitian Lee, 2018 saat menggunakan aldehid pati jagung dan CMC penyerapan yang didapat jauh lebih besar hal ini dikarenakan struktur jaringan yang lebih longgar dengan niali maksimum yaitu 87 g/g milik CS20-CA0. Namun ketika *citric acid* bertemu dengan aldehid dan juga CMC kemampuan penyerapannya menurun hal ini disebabkan oleh ketidak cocokan yang membuat proses penetrasi air terganggu.

Sedangan untuk penelitian yang dilakukan oleh Liu, 2017 Pengaruh penambahan urea dan juga jumlah pati yang dilakukan memberikan efek tersendiri terhadap hasil yang didapatkan terutama pada kemampuan penyerapan air. Semakin meningkatnya jumlah urea umumnya nilai penyerapan akan semakin tinggi hingga mencapai dosis optimal. Hal ini

disebabkan karena pada proses pemanasan dan penambahan air selama proses berlangsung membuat urea mengalami proses hidrolisis dan menghasilkan molekul $NH_3$. Molekul tersebut mampu bereaksi dengan asam akrilat yang digunakan hingga mencapai keadaan netral dan membuat kemampuan pembengkakkan semakin baik (Wu J, 2003) . Selain itu urea juga memiliki kemampuan untuk menghasilkan pori pada hidrogel yang diproses. Sama hal dengan konsentrasi pati, kemampuan penyerapat akan meningkat pesat dan mencapai nilai maksimum pada 0,9% berat pati. Karena ketika pati yang digunakan terlalu sedikit maka rantai polimer pati sulit berhubungan dengan agen agen lainnya sehingga struktur yang terbentuk akan longgar. Namun sebaliknya ketika pati yang digunakan terlalu tinggi akan membuat pergerakan rantai polimer menjadi sulit dikendalikan dan daya serapnya juga cenderung lebih rendah. Q terbaik didahasilkan oleh USAP adalah 2704 dan 100 kali berat keringnya sendiri dalam air suling dan 0,9% larutan NaCl.

Dan pengujian yang dilakukan oleh Cheng, 2015 didapatkan dua sampel dengan kemampuan penyerapan terbaik yaitu SH-2 dan SH-9 dengan nilai penyerapan masing masing 263 g/g dan 326 g/g. Hasil optimum yang didapatkan adalah pada kondisi kandungan pengikat silang 1,2%, rasio jerami jagung / monomer *pretreated*, 1: 7, kandungan inisiator, 2%; Tingkat netralisasi AA 50%; dan suhu, 50$^{o}$C.

Jika dilihat dari kapasitas penyerapan yang dimiliki, ketiga penelitian memiliki nilainya masing-masing yang juga sejalan dengan morfologi yang dimiliki. Penelitian yang dilakukan oleh Liu tahun 2017 memiliki hasil yang paling tinggi yaitu dapat menyerap air sebesar 2704 dan 100 kali berat keringnya sendiri dalam air suling dan 0,9% larutan NaCl, yang dimiliki oleh sampel USAP dimana sampel ini menggunakan urea dan juga pati jagung untuk sintesis superabsorben dibandingkan dengan dua penelitian lainnya.

### 3. Pati Beras

Dari ketiga penelitian yang membahas tentang pati beras seperti yang disebutkan pada bab 3, terdapat dua penelitian yaitu yang dilakukan oleh Sangseethong pada tahun 2019 dan juga oleh Rachtanapun tahun 2012 dimana menggunakan metode serupa yaitu terdapat tahapan sintesis CMC, pada tahapan ini terdapat satu pengujian penting untuk mengetahui keberhasilan yang didapatkann, yaitu pengujian DS seperti yang tertera pada teori. Hasil DS dari kedua penelitian tersebut disajikan pada Tabel 4.6.

**Tabel 4.6** Hasil Pengujian DS Dari Pati Beras

| Bahan | Variasi | DS | Referensi |
|---|---|---|---|
| Pati Beras | Jenis GRS | 0.82 ± 0.02 | Sangseethong, 2018 |
| | Jenis JRS | 0.77 ± 0.01 | |
| | Jenis NRS | 0.79 ± 0.05 | |
| Pati Beras | 10% NaOH | 0.08 | Rachtanapun, 2012 |
| | 40%NaOH | 0.38 | |

Pada penelitian yang dilakukan oleh Sangseethong tahun 2018, ketiga jenis pati beras diketahui memiliki kadar amilosa yang berbeda-beda. Pati beras jenis GRS, JRS, dan NRS berturut-turut memiliki kadar amilosa seperti pada tabel 4.10. Dapat dilihat bahwa pada penelitian kali ini semakin tinggi kadar amilosa yang dimiliki maka semakin kecil pula nilai DS yang dihasilkan. Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Rachtanapun tahun 2019 yang melalukan sintesis dengan beberapa konsentrasi NaOH. Didapatkan hasil terendah saat konsentrasi NaOH sebanyak 10% sebesar 0.08 dan juga nilai tertinggi saat konsentrasi NaOH 40% sebesar 0.38. Penurunan nilai DS ketika konsentrasi terlalu tinggi disebabkan oleh semakin banyaknya hasil samping yang terbentuk dibandingkan dengan produk aslinya (Khalil *et al*., 1990).

Kemudian dari tiga penelitian itu pula, terdapat dua penelitian yaitu yang dilakukan oleh Sangseethong tahun 2018 dan juga Zhang tahun 2019 melakukan penelitian dengan tujuan

yang sama yaitu untuk aplikasi superabsorben. Dilakukan pengujian karakteristik FTIR dan juga SEM untuk mengetahui keberhasilan yang didapatkan. Untuk pengujian FTIR hasil yang didapatkan pada kedua penelitian tersebut yang disesuaikan dengan gugus fungsi dan juga teori yang ada disajikan pada Tabel 4.7.

**Tabel 4.7** Hasil FTIR SAP-Pati Beras

| Angka Gelombang ($cm^{-1}$) | Keterangan | Referensi | |
|---|---|---|---|
| | | Sangseethong, 2018 | Zhang, 2019 |
| 3000-3500 | Gugus Hidroksil (OH) | ✓ | ✓ |
| 1400-1600 | Gugus Karboksil (COO-) | ✓ | ✓ |
| 1600-1800 | Ester (C=O) | ✓ | - |

Pada penelitian Sangseethong, 2018 dengan grafik seperti pada lampiran 10, pati beras memunjukkan hasil yang sama seperti pati pada umumnya. Sedangkan CMRS selain memiliki spektrum yang sama seperti pati lainnya, terdapat pula kehadiran puncak baru pada 1590, 1418 dan 1322 $cm^{-1}$ yaitu (COO-), –CH2 scissoring dan O – H bending dan hasil tersebut mengkonfirmasi pembentukan pati karboksimetil. Sedangkan untuk hidrogel sperktum yang dihasilkan pada semua sampel menunjukkan hasil yang sama yaitu terdapat puncak baru pada 1718 $cm^{-1}$ yang merupakan pita karakteristik dari gugus karbonil (C = O) dalam ikatan ester, menunjukkan adanya hubungan kimia antara *citric acid* dan pati.

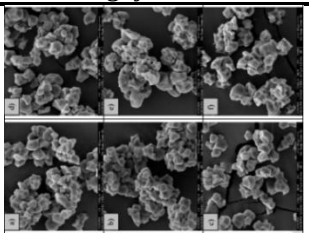
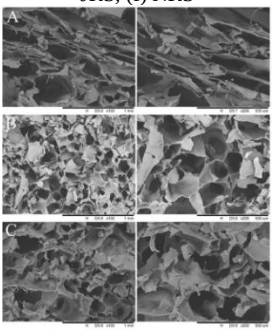
Pada penelitian Zhang, 2019 hasil yang didapatkan tidak jauh berbeda dengan peneliat sebelumnya seperti yang ditunjukkan pada lampiran 10. Terdapat puncak karakteristik utama pati padi berada di 3405 $cm^{-1}$ (OH stretch), 2930 $cm^{-1}$ (CH stretch).

Terdapat puncak tambahan ketika proses sintesis superabsorben dilakukan yaitu pada 1581 $cm^{-1}$ yang merupakan COO- dan menunjukkan bahwa proses pencangkokkan asam akrilat ke pati berhasil dilakukan.

Untuk pengujian SEM pada penelitian Sangseethong, 2018 sampel pati beras memiliki bentuk poligonal dengan permukaan yang halus. Untuk CMRS permukaan yang dimiliki menjadi kasar dan beberapa area pada permukaan menjadi runtuh hingga sebagian menyatu dengan butiran lainnya. Setelah diproses menjadi hidrogel, struktur yang dimiliki menjadi berpori. Peningkatan konsentrasi *citric acid* menghasilkan hidrogel dengan struktur yang lebih menyatu dan ukuran pori yang lebih kecil serta kepadatan yang lebih rendah pula. Hal ini pula yang membuat hasil pengujian kapasitas penyerapan pada 0.9%wt NaCl memiliki nilai yang rendah seiring dengan bertambahnya konsentrasi *citric acid*. Hal ini disebabkan karena meningkatkan kepadatan ikatan silang membatasi jaringan hidrogel sehingga kapasitas penyerapan berkurang. Dan juga pada konsentrasi yang sama dengan kadar amilosa berbeda didapatkan hasil semakin tinggi amilosa maka kemampuan penyerapan semakin menurun.

Sedangkan untuk penelitian Zhang, 2019 hasil SEM yang juga berpori yang menunjukkan proses sintesis berjalan dengan baik. Untuk beras indica (IRS) memiliki struktur yang lebih seragam, dan memiliki prositas yang lebih tinggi dibandingan dengan variasi lainnya sehingga air lebih mudah meresap dan bertahan. Pada beras melati (JRS) dan ketan (GRS) memili pori yang tidak besar sehingga porositas lebih rendah dan jumlah air yang dapat diserap juga lebih sedikit. Hasil Pengujian SEM pada kedua penelitian ini disajikan Tabel 4.8.

**Tabel 4.8** Hasil Penelitian SEM Dari Pati Beras

| Bahan | Pengujian SEM | Referensi |
|---|---|---|
| Pati Beras |  Pati Beras (a) GRS, (b) JRS, (c) NRS dan CMRS (d) GRS, (e) JRS, (f) NRS | Sangseethong, 2018 |
| Pati Jagung |  (a) GRS, (b) IRS, (c) JRS | Zhang, 2019 |

Namun kedua penelitian tersebut memiliki perbedaan yaitu pada penelitian Sangseethong dilakukan variasi pada penambahan *citric acid* yaitu 0,02 (a), 0,04 (b), 0,08 (c), 0,12 (d), dan 0,24 (e). Sehingga kedua penelitian tersebut melakukan pengujian yang dapat melihat kualitas produk tersebut ditahap akhir, yaitu pengujian kapasitas penyerapan. Hasil dari pengujian kapasitas penyerapan dari kedua penelitian ini disajikan pada tabel 4.9.

**Tabel 4.9** Hasil Pengujian Kapasitas Penyerapan Dari Pati Beras

| Bahan | Variasi | Kapasitas Penyerapan | Referensi |
|---|---|---|---|
| Pati Beras | GRS (a) | 46,51 ± 2,03 g/g | Sangseethong, 2018 |
| | GRS (b) | 35,51 ± 0,03 g/g | |

| Bahan | Variasi | Kapasitas Penyerapan | Referensi |
|---|---|---|---|
| Pati Beras | GRS (c) | 23,01 ± 1,06 g/g | Sangseethong, 2018 |
| | GRS (d) | 17,80 ± 2,24 g/g | |
| | GRS (e) | 9,72 ± 2,61 g/g | |
| | JRS (a) | 39,34 ± 3,39 g/g | |
| | JRS (b) | 29,92 ± 2,44 g/g | |
| | JRS (c) | 20,27 ± 0,64 g/g | |
| | JRS (d) | 17,15 ± 0,69 g/g | |
| | JRS (e) | 9,49 ± 1,47 g/g | |
| | NRS (a) | 35,69 ± 2,34 g/g | |
| | NRS (b) | 30,00 ± 3,58 g/g | |
| | NRS (c) | 21,96 ± 1,65 g/g | |
| | NRS (d) | 17,41 ± 0,93 g/g | |
| | NRS (e) | 10,38 ± 0,93 g/g | |
| Pati Beras | IRS | 439 g/g | Zhang, 2019 |
| | GRS | ≤ IRS | |
| | JRS | ≤ GRS | |

Pada kedua penelitian tersebut memiliki jenis pati beras yang hampir sama, namun kandungan amilosa yang dimiliki oleh pati beras pada penelitian Zhang tahun 2019 berbeda dari penelitian Sangseethong tahun 2018 yang sudah disebutkan sebelumnya. Kadar amilosa dari kedua penelitian ini disajikan pada tabel 4.10. Pada penelitian Sangseethong terlihat bahwa kadar amilosa terendah hampir memiliki nilai kapasitas pembengkakkan yang tinggi namun semakin tinggi konsentrasi *citric acid* kapasitas penyerapan semakin menurut hal ini disebabkan oleh semakin menyatunya struktur yang dimiliki sehingga pori pori yang dimiliki semakin kecil pula yang akan membatasi jaringan hidrogel. Sedangkan untuk penelitian yang dilakukan oleh Zhang tahun 2018 terlihat bahwa IRS memiliki nilai kapasitas pembengkakkan yang paling tinggi dibandingkan dengan sampel lainnya dikarenakan kadungan amilosa yang tinggi. Hal ini betolak belakang dengan penelitian yang dilakukan oleh

Sangseethong tahun 2018. Semakin besar kandungan amilosa maka pati akan bersifat kering dan lengket. kekompakkan pada suatu sampel dipengaruhi oleh kadar amilosa, sedangkan amilopektin memiliki fungsi untuk menjaga kestabilannya (Nisah, 2017). Amilosa dapat membantu pembentukan struktur jaringan gel dalam bahan penyerap air melalui bahan ikatan hidrogen, dan meningkatkan interaksi dan kekuatan struktural antara rantai polimer. Namun ketika sampel memiliki kadar amilosa yang rendah dan juga amilopektin tinggi hasilkan tidak akan jauh berbeda karena amilopektin memiliki kekuatan dan struktur yang bercabang sehingga jaringan yang terbentuk akan padat dan memiliki kapasitas penahanan air yang relatif lebih baik (Zhang & Xu, 2016). Kedua penelitian ini merupakan penelitian dan menggunakan metode yang berbeda dan juga agen *crosslinker* yang berbeda pula, sehingga tidak menutup kemungkinan jika kesimpulan yang dihasilkan juga memiliki perbedaan.

**Tabel 4.10** Kadar Amilosa Dari Penelitian Pati Besar

| Bahan | Variasi | Amilosa (%) | Referensi |
|---|---|---|---|
| Pati Beras | GRS | 6.52±0.02 | Sangseethong, 2018 |
| | JRS | 18.10±0.31 | |
| | NRS | 29.60±0.39 | |
| Pati Beras | JRS | 20.2±0.3 | Zhang, 2019 |
| | IRS | 23.6±0.3 | |
| | GRS | 1.5±0.2 | |

Dari kedua penelitian pertama yang melakukan pengujian DS, dimana sesuai dengan teori semikin tinggi DS maka kemampuan penyerapan yang dimiliki juga akan meningkat. Penelitian yang dilakukan oleh Sangseethong pada tahun 2018 akan memiliki nilai kapasitas penyerapan yang lebih besar. Pada penelitian tersebut nilai tertinggi didapatkan sebesar 46.51 ± 2.03 g/g yang merupakan hasil dari pati beras ketan dengan konsentrasi *citric acid* sebesar 0.02%. Namun pada saat dibandingan dengan penelitian yang dilakukan oleh Zhang tahun 2019 hasil kapasitas

penyerapan terbesar dimiliki oleh pati beras indica dengan nilai sebesar 439 g/g. Jika dilihat dari nilai kapasitas penyerapannya maka penelitian pati beras terbaik adalah yang dilakukan oleh Zhang tahun 2019 dalam hal ini pati beras jenis indica.

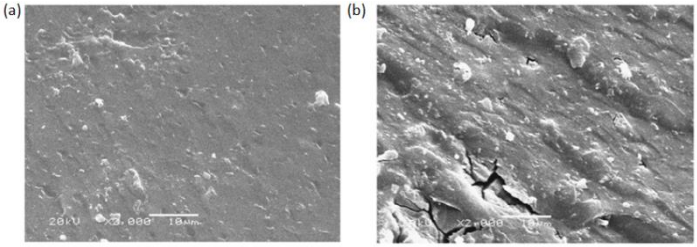
### 4.1.2 Alginat

Dari ketiga penelitian yang membahas tentang alginat sebagai bahan superabsorben, terdapat satu penelitian yang melakukan pengujian karakteristik yaitu FTIR dan SEM yang dilakukan oleh Hua, 2019. Untuk pengujian FTIR dengan grafik pada lampiran 11. Terjadi perubahan angka gelombang antara NaAlg-g-PAA dan juga bahan dasar awalnya yaittu NaAlg. Pada 1612 $cm^{-1}$ dan 1417 $cm^{-1}$ untuk kelompok COO- bergeser ke 1567 $cm^{-1}$ dan 1452 $cm^{-1}$serta angka gelombang pada 947 dan 892 $cm^{-1}$ menghilang. Dan antara NaAlg-g-PAA / SH dan juga SH itu sendiri juga memiliki perbadaan yaitu terdapat beberapa penurunan ketika proses sintesis dilakukan. Namun jika dilihat dari proses yang dilakukan dilihat bawah umumnya proses pencangkokkan AA ditandakan dengan adanya gugus COO- serta masih adanya gugus khas polisakarida yaitu OH, hal itulah yang meyatakan bahwa proses polimerisasi berhasil dilakukan. Hasil FTIR ditunjukkan pada Tabel 4.11.

**Tabel 4.11** Hasil FTIR SAP-Alginat

| Angka Gelombang ($cm^{-1}$) | Keterangan | Referensi |
|---|---|---|
| | | Hua, 2009 |
| 3000-3500 | Gugus Hidroksil (OH) | ✓ |
| 1400-1600 | Gugus Karboksil (COO-) | ✓ |
| 1600-1800 | Ester (C=O) | - |

Untuk pengujian SEM yang dilakukan oleh Hua, 2009 terlihat bahwa kedua sampel memiliki hasil yang berbeda. Untuk NaAlg-g-PAA terlihat lebih halus dan juga kencang. Sedangkan untuk NaAlg-g-PAA / SH terlihat struktur yang dimiliki lebih kasar dan juga keriput yang memiliki arti sama dengan pori tertutup yang berukuran kecil, hal ini lah yang membuat proses penetrasi air berlangsung didalamnya dan dapat digunakan sebagai aplikasi superabsorben. Gambar 4.2 Menunjukkan hasil SEM pada penelitian Hua, 2009.




**Gambar 4.2** (a) NaAlg-g-PAA, (b) NaAlg-g-PAA/SH

Selain itu pada ketiga jurnal yang ada, dilakukan penelitian kapasitas penyerapan untuk melihat kualitas produk yang dihasilkan. Hasil dari pengujian tersebut disajikan pada Tabel 4.12.

**Tabel 4.12** Hasil Pengujian Kapasitas Penyerapan Dari Alginat

| Bahan | Variasi | Kapasitas Penyerapan | Referensi |
|---|---|---|---|
| Natrium Alginat | 1 | ±20 g/g | Kezia, 2018 |
| | 2 | ±25 g/g | |
| | 3 | ±72 g/g | |
| | 4 | ±60 g/g | |
| | 5 | 98.1307 g/g | |
| | 6 | 93.4010 g/g | |
| | 7 | ±40 g/g | |

| Bahan | Variasi | Kapasitas Penyerapan | Referensi |
|---|---|---|---|
| Natrium Alginat | 8 | ±42 g/g | Kezia, 2018 |
| | 9 | ±85 g/g | |
| | 10 | ±78 g/g | |
| Natrium Alginat | MV- $Ca^{2+}$ | 120 g/g | Mallepally, 2013 |
| | LV- $Ca^{2+}$ | 70 g/g | |
| Natrium Alginat | SH | 1380 g/g | Hua, 2009 |

Dari penelitian yang dilakukan oleh Kezia pada tahun 2018 didapatkan nilai kapasitas penyerapan tertinggi yaitu 98.1307 g/g. Nilai tersebut didapatkan oleh sampel dengan ratio monomer yaitu AA:AAm = 1:1 dengan metode penelitian tanpa menggunakan komposit bentonit. Dari hasil percobaan dapat disimpulkan bahwa sampel yang mengandung AA lebih besar umumnya memiliki kapasitas penyerapan yang lebih baik. Jika dilihat dari strukturnya AA memiliki struktur –COOH yang memiliki sifat mampu menyerap dan menahan air, sedangkan AAm memiliki struktur $–CONH_2$ memiliki sifat jaringan yang rapat dan kompak. Karena itulah monomer AA memiliki sifat yang lebih hidrofilik. Dimana gugus –COOH dapat melepaskan ion $H^+$ dan terbentuk COO- yang membuat polimer menjadi lebih fleksibel dan dapat menyerap air karena gaya tolak menolak yang dimiliki (Nesrinne, 2013). Namun nilai terbesar tetap dihasilkan oleh monomer dengan rasio 1:1 karena sifat yang dimiliki oleh kedua jenis monomer yang digunakan memiliki keuntungan satu sama lain. Sehingga dapat menghasilkan produk yang menyerap banyak air dan dapat dipertahankan dengan baik. Sedangkan pada sampel yang menggunakan komposit bentonit memiliki kemampuan penyerapan yang lebih kecil karena umumnyaa menyebabkan sedikit pori pada morfologi superabsorben yang menyebabkan kandungan air yang dapat diserap berkurang.

Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Mallapelly pada tahun 2013 dari sekian banyak sampel yang diproses,

sampel yang memiliki nilai kemampuan penyerapan terbaik dimiliki oleh MV-Alginat dengan penambahan $Ca^{2+}$ sebagai *crosslinker* sebesar 120 g/g. Perbedaan yang paling mendasar dari kedua bahan yang digunakan yaitu LV dan juga MV adalah berat molekulnya atau dalam hal ini adalah viskositasnya, dimana MV-alginat lebih kental dibandingkan dengan LV-alginat. Karena hal itulah proses difusi ion pada proses crosslink terhambat dan MV-aerogel memiliki morfologi kepadatan hasil ikatan silang yang lebih kecil jika dibandingkan dengan LV-alginat. Sehingga struktur yang terbentuk menjadi lebih berongga dan menyebabkan lebih banyaknya air yang dapat terserap (Agulhon, 2012).

Lalu pada penelitian ketiga yang dilakukan oleh Hua tahun 2019 didapatkan hasil terbesar terdapat pada sampel dengan variasi SH 10%, dengan kondisi MBA dan NaAlg sebesar 0.11 dan 11 wt% dengan nilai kapasitas penyerapan sebesar 1380 g/g. Hal ini dapat terjadi karena kandungan yang ada didalam SH itu sendiri. SH mengandung beberapa gugus hidrofilik seperti karboksilat, -OH, dan juga gugus amino (Amir, 2002). Sehingga ketika SH bereaksi dengan NaAlg-g-PAA menghasilkan reaksi yang sangat optimal. Namun hal ini hanya terjadi persentase hingga 10%, diatas itu pengaruh SH akan menyebabkan kemampuan penyerapan menurut karena membuat gugus hidrofilik pada polimer menurun dan juga penurunan tekanan osmotik.

Dari ketiga penelitian tersebut membuktikan bahwa alginat adalah salah satu Tumbuhan yang keberadaannya dapat dimanfaatkan sebagai bahan alternatif super absorben. Dan jika dilihat dari kemampuan dalam penyerapan, alginat memiliki nilai yang cukup baik jika dibandingkan dengan superabsorben pada umumnya. Namun nilai tertinggi didapatkan pada penelitian yang dilakukan oleh Hua tahun 2019 dengan nilai sebesar 1380 g/g dan metode yang digunakan adalah variasi pada bahan yang digunakan.

### 4.1.3 Kitosan

Pada ketiga penelitian yang membahas tentang kitosan sebagai bahan superabsorben, dilakukan pengujian karakterisasi yaitu FTIR dan SEM untuk melihat keberhasilan sintesis superabsorben yang dilakukan. Hasil dari pengujian FTIR dirangkup pada tabel 4.13 yang membuktikan bahwa sintesis yang dilakukan berhasil.

**Tabel 4.13** Hasil FTIR SAP-Kitosan

| Angka Gelombang ($cm^{-1}$) | Keterangan | Referensi | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Baroroh, 2014 | Sadeghi, 2011 | Fang, 2019 |
| 3000-3500 | Gugus Hidroksil (OH) | ✓ | ✓ | ✓ |
| 1400-1600 | Gugus Karboksil (COO-) | ✓ | ✓ | ✓ |
| 1600-1800 | Ester (C=O) | ✓ | - | - |

Baroroh tahun 2014 menguji salah satu variasi sampelnya yaitu berat MBA 1.75% dengan pengujian FTIR. Terlihat serapan yang dihasilkan berada pada 3471.87 $cm^{-1}$ yang menunjukkan adanya gugus hidroksil yang menyatu dengan gugus –NH sehingga nilai yang dihasilkan lebih lebar. Pada FTIR yang dilakukan pada kitosan, monomer AA, dan juga MBA terdapat gelombang pada 1720.5 $cm^{-1}$ milik gugus –C=O. Ditemukan spektrum khas pada monomer AA yaitu sebesar 1635.64 milik gugus –C=C, namun pada FTIR superabsorben terdapat pergeseran karena sebagian dari gugus tersebut telah digunakan untuk proses polimerisasi dan membentuk rantai polimer, karena monomer AA digunakan pada proses pencangkokkan.

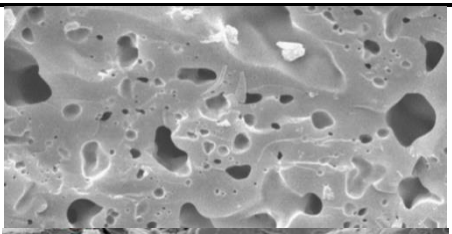
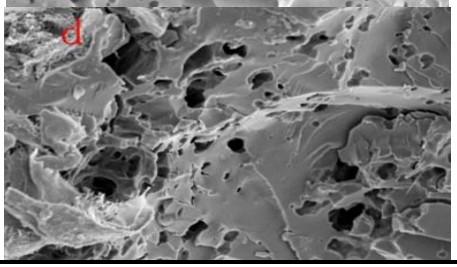
Pengujian FTIR yang dilakukan oleh Sadeghi tahun 2011 yang disajikan pada lampiran 13, menunjukkan adanya gugus –OH pada 3418 $cm^{-1}$ dikarenakan peregangan gugus hidroksil,

puncak pada 1611 $cm^{-1}$ milik NH hasil dari deformasi kitosan. Produk hidrogel superabsorben terdiri dari gugus fungsi natrium karboksilat dan sianida yang dibuktikan oleh puncak baru pada 1576 dan 2246 $cm^{-1}$. Terdapat serapan yang sangat kuat pada 1576 $cm^{-1}$ disebabkan oleh peregangan C=O asimetris pada anion karboksilat yang dikonfirmasi ulang oleh puncak tajam lainnya pada 1448 $cm^{-1}$ yang terkait dengan mode peregangan simetris dari anion karboksil.

Sedangkan pada penelitian Fang, 2019 yang disajikan pada lampiran 14, pada sampel PACS-SAP ditemukan tambahan pada 1320 $cm^{-1}$ dikaitkan dengan C=N *band* amida. Puncak pada 1405 $cm^{-1}$ dan 1451 $cm^{-1}$ ditugaskan untuk penyerapan karakteristik -COO-, yang merupakan kelompok fungsional utama polimer superabsorben. Pada saat yang sama, puncak penyerapan pada 1667 $cm^{-1}$ dikaitkan dengan puncak getaran peregangan C-O dari akrilamida.

Pengujian karakteristik lainnya adalah pengujian SEM yang disajikan pada Tabel 4.14. namun hanya dua penelitian saja yang melakukan pengujian ini. Pada gambar morfologi dari penelitian Sadeghi terlihat bahwa terdapat struktur berpori yang sangat baik dan saling berhubungan satu sama lain, dan hal itulah yang dapat meningkatkan kapasitas penyerapan dan juga kecepatan penyerapan air. Sama halnya dengan morfologi yang dihasilkan oleh penelitian Fang, 2019 menunjukkan bahwa sampel memiliki struktur berpori yang menjadi tempat permeasi air dan juga tempat interaksi rangsangan eksternal dengan kelompok hidrofilik. Namun pori yang dimiliki kedua penelitian tersebut memiliki perbedaan dari segi pendistribusian, pada gambar Sadeghi pori lebih merata jika dibandingkan dengan Fang, 2019.

**Tabel 4.14** Hasil Pengujian SEM Kitosan

| Bahan | Gambar SEM | Referensi |
|---|---|---|
| SAP kitosan |  | Sadeghi, 2011 |
| PACS-SAP |   | Fang, 2019 |

Selain pengujian karakteristik dilakukan pula pengujian kapasitas penyerapan pada setiap sampel superabsorben dengan hasil seperti pada Tabel 4.15 Hasil dari penelitian Baroroh tahun 2014 memiliki nilai tertinggi sebesar 140.22 g/g yang dihasilkan oleh variasi pengikat silang yaitu MBA dengan berat 1.75%. Dapat dilihat bahwa kapasitas penyerapan terus meningkat seiring dengan bertambahnya berat MBA hingga titik maksimal hal ini disebabkan proses yang berjalan membuat struktur yang terbentuk menjadi lebih banyak sehingga lebih banyak ruang yang memungkinkan untuk masuknya air. Namun diatas berat 1.75% nilai kapasitas penyerapan berangsur mengalami penurunan. Ini memungkinkan terjadi karena ketika MBA yang ditambah semakin banyak maka jaringan yang dihasilkan pun semakin padat dan membuat rongga atau pori yang terbentuk semakin kecil sehingga tidak banyak ruang yang dapat digunakan untuk menyerap air.

Penelitian Sadeghi tahun 2011 menghasilkan nilai kapasitas penyerapan tertinggi pada saat variasi monomer AA/AN (1.3)

dilakukan yaitu sebesar ±560 g/g kemudian pada variasi MBA (0.013 mol/L) didapatkan hasil tertinggi sebesar ±380 g/g dan pada variasi APS (0.114 mol/L) sebagai inisiator didapatkan hasil tertinggi sebesar ±223 g/g. Variasi tersebut dilakukan dengan kondisi optimum pada komponen lainnya.

Fang tahun 2019 mendapatkan nilai kapasitas penyerapan tertinggi yaitu 615 g/g pada variasi PACS:(AA&AM) yaitu 1:12 yang merupakan perbandingan terbesar. Keberadaan PACS akan membuat nilai kapasitas penyerapan menurun jika perbandingannya terlalu sedikit karena AA dan AM membawa gugus karboksil yang merupakan kelompok penyerap air. Untuk variasi APS didapatkan nilai maksimal pada ±600 g/g pada konsentrasi 1.5% dan setelah itu mengalami penurunan. Sedangkan pada variasi MBA nilai tertinggi terdapat pada konsentrasi 0.4% sebesar ±610 g/g dan kemudian mengalami penurunan. Pada variasi APS penurunan disebabkan karena kehadiran radikal bebas dan juga pada MBA penurunan disebabkan karena pori yang dihasilkan lebih sedikit namun ketika kadar MBA terlalu kecil maka sifat mekanik yang dimiliki tidak begitu baik dan umumnya tidak dapat mempertahankan bentuk setelah mengalami proses pembengkakkan. Hasil yang didapatkan tidak jauh berbeda seperti dua penelitian sebelumnya karena metode dan bahan yang digunakan juga memiliki kemiripan satu sama lain.

**Tabel 4.15** Hasil Pengujian Kapasitas Penyerapan Kitosan

| Bahan | Variasi | Kapasitas Penyerapan (g/g) | Referensi |
|---|---|---|---|
| Kitosan | Rasio MBA 1.00% | 22.56 | Baroroh, 2014 |
| | Rasio MBA 1.25% | 28.67 | |
| | Rasio MBA 1.50% | 46.00 | |
| | Rasio MBA 1.75% | 140.22 | |
| | Rasio MBA 2.00% | 74.44 | |
| | Rasio MBA 2.25% | 45.89 | |
| | Rasio MBA 2.50% | 20.89 | |

| Bahan | Variasi | Kapasitas Penyerapan (g/g) | Referensi |
|---|---|---|---|
| Kitosan | AA/AN | 560 | Sadeghi, 2011 |
| | MBA | 380 | |
| | APS | 223 | |
| | PACS:(AA&AM) 1:4 | 200 | |
| | PACS:(AA&AM) 1:6 | 230 | |
| | PACS:(AA&AM) 1:8 | 300 | |
| | PACS:(AA&AM) 1:10 | 600 | |
| | PACS:(AA&AM) 1:12 | 615 | |
| Kitosan | APS 0.5% | 375 | Fang, 2019 |
| | APS 1.0% | 550 | |
| | APS 1.5% | 600 | |
| | APS 2.0% | 520 | |
| | APS 3.0% | 490 | |
| | MBA 0.2% | 425 | |
| | MBA 0.4% | 610 | |
| | MBA 0.6% | 570 | |
| | MBA 0.8% | 500 | |
| | MBA 1% | 350 | |

Dari ketiga penelitian yang dilakukan, masing-masing dapat membuktikan bahwa hasil pengujian FTIR dan juga SEM sesuai seperti apa yang diharapkan. Jika dilihat dari nilai kapasitas penyerapan penelitian yang dilakukan oleh Fang tahun 2019 memiliki nilai yang paling tinggi dibandingkan dua penelitian lainnya. Nilai tersebut didapatkan pada variasi PACS:(AA&AM) yaitu 1:12 dengan kapasitas penyerapan sebesar 615 g/g.

### 4.1.4 Limbah

Berikut ini adalah bahan bahan yang berasal dari limbah dan memiliki kemampuan yang baik untuk dijadikan sebagai bahan alternatif pembuatan superabsorbent.

**1. Limbah Kertas**

Dari ketiga penelitian yang menggunakan limbah kertas seperti yang sudah disebutkan pada bab 3, terdapat dua penelitian yaitu Lacoste, 2018 dan juga Joshi, 2015 yang memiliki metode serupa yaitu melakukan tahapan sintesis CMC. Para peneliti yang melakukan sintesis CMC, umumnya melakukan pengujian DS untuk mengetahui keberhasilan penelitian yang dilakukan. Begitu pula dengan dua penelitian ini, hasil pengujian DS disajikan pada tabel 4.16.

**Tabel 4.16** Hasil Pengujian DS Pada Limbah Kertas

| Bahan | Variasi | DS | Referensi |
|---|---|---|---|
| Limbah kertas kardus | CMC_A1 | 1.40 ± 0.01 | Lacoste, 2018 |
| | CMC_A2 | 1.29 ± 0.01 | |
| | CMC_A3 | 1.35 ± 0.40 | |
| | CMC_RCC | 1.41 ± 0.14 | |
| Limbah kertas bekas perkantoran/HVS | | 1.07 | Joshi, 2015 |

Dari penelitian yang dilakukan oleh Lacoste, 2018 dengan variasi dimensi terlihat tidak ada pengaruh yang signifikan terlihat dari nilai DS yang dihasilkan, Nilai DS dari CMC_RCC merupakan nilai DS terbesar jika dibandingkan dengan sampel lainnya. Sedangkan penelitian yang dilakukan oleh Joshi tahun 2015 dengan variasi metode yang dilakukan pada konsentrasi NaOH, SMCA, temperatur, dan juga waktu reaksi didapatkan nilai maksimum DS sebesar 1.07 pada kondisi temperatur 50$^{o}$C dengan konsentrasi NaOH dan SMCA 0,094 M dan 0,108 M masing-masing selama 3 jam waktu reaksi. Dari hasil tersebut dapat diketahui bahwa nilai DS memiliki kemungkinan untuk meningkat ketika dilakukan variasi pada metode sintesisnya.

Pengujian lain yang dilakukan yaitu pengujian kapasitas penyerapan, dimana pengujian ini dilakukan oleh dua penelitian yaitu Lacoste, 2018 dan juga Prakasa dan Matahari, 2015 yang

memiliki tujuan yaitu aplikasi superabsorben. Hasil dari pengujian kapasitas penyerapan disajikan pada Tabel 4.17.

**Tabel 4.17** Hasil Pengujian Kapasitas Penyerapan Dari Limbah Kertas

| Bahan | Variasi | Kapasitas Penyerapan | Referensi |
|---|---|---|---|
| Limbah Kertas Kardus | SAP_A1 | 33,8 g/g | Lacoste, 2018 |
| | SAP_A2 | 36,0 g/g | |
| | SAP_A3 | 38,4 g/g | |
| | SAP_RCC | 31,5 g/g | |
| Limbah Kertas HVS | 0% urea | 24,015 g/g | Prakas dan Matahari, 2015 |
| | 2% urea | ±21,9 g/g | |
| | 4% urea | ±21,5 g/g | |
| | 6% urea | ±20,8 g/g | |
| | 8% urea | ±18 g/g | |
| | 10% urea | ±14 g/g | |

Dari penelitian yang dilakukan oleh Lacoste pada tahun 2018 terlihat bahwa tiga sampel yang menjadi bahan perbandingan yaitu SAP_A1, SAP_A2, SAP_A3 memiliki nilai kapasitas pembengkakkan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan sampel limbah kertas kardus atau SAP_RCC itu sendiri. Berbeda dengan teori yang mengatakan bahwa nilai DS yang dimiliki memiliki hubungan dengan kemampuan penyerapan pada suatu sampel. Pada pengujian DS yang menunjukkan bahwa variasi panjang serat selulosa yang diberikan tidak mempengaruhi hasil yang ada. Namun pada pengujian kapasitas penyerapan ini sampel yang memiliki panjang serat terbesar memiliki kemapuan penyerapan yang lebih baik dan juga sebaliknya. Hal ini memungkinkan terjadi ketika reaksi yang dilakukan antara produk CMC dan juga agen *crosslinker* yaitu *citric acid* tidak berjalan dengan maksimal. Seperti halnya waktu reaksi yang berjalan tidak sama dan juga nilai kekakuan yang berbeda menyebabkan sempel yang lebih kaku memiliki pergerakan reaksi yang lambat sehingga rantai polimer seharusnya berikatan dengan sempurna

menjadi kesulitan bergerak. Selain itu Karena pada penelitian ini tidak menunjukkan PH larutan yang dimiliki, PH juga memiliki pengaruh yang besar terhadap kemampuan penyerapan suatu sampel. Umumnya semakin tinggi PH kemampuan penyerapan meningkat hingga titik optimumnya sendiri (Kezia, *et al*., 2018).

Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Prakasa nilai dari kapasitas penyerapan yang dimiliki berbanding terbalik dengan konsentrasi urea yang ditambahkan. Urea pada penelitian ini digunakan untuk membantu NaOH dalam mengisolasi selulosa yang dimiliki oleh limbah kertas HVS dan kemudian diproses dengan metode yang jauh berbeda dengan yang dilakukan oleh Lacoste tahun 2018. Didapatkan nilai kapasitas penyerapan tertinggi saat konsentrasi urea sebesar 0% yaitu 24.015 g/g. Hal ini dapat saja terjadi karena porositas yang dihasilkan akan berbeda seiring dengan bertambahnya konsentrasi urea. Keberadaan urea pada proses ini akan membuat NaOH lebih mudah masuk kedalam selulosa, sehingga memubuat molekul dari selulosa menjadi berdekatan dan padat karena inilah porositas yang dimiliki akan semakin kecil ketika melalui proses *freeze drying.*

Dari ketika penelitian yang menggunakan bahan limbah kertas, terdapat dua penelitian yaitu Lacoste 2018 dan juga Joshi 2015 yang melakukan sintesis CMC dan pengujian DS. Didapatkan DS tertinggi dimiliki oleh penelitian yang dilakukan oleh Lacoste pada tahun 2018 dengan nilai sebesar 1.41 ± 0.14 yang menggunakan bahan limbah kertas kardus. CMC yang dihasilkan kemudian diproses menjadi superabsorben. Dilakukan pengujian kapasitas penyerapan untuk mengetahui kadar air yang mampu diserap oleh sampel tersebut dan didapatkan nilai sebesar 31.5 g/g. Hasil kapasitas penyerapan tersebut kemudian dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan oleh Prakasa dan Matahari tahun 2015 dengan bahan limbah kertas HVS. Dimana memiliki nilai kapasitas penyerapan maksimal sebesar 24.015 g/g. Oleh karena itu jika dilihat dari kemampuan dalam penyerap air

limbah kertas kardus memiliki potensi yang lebih besar untuk menjadi superabsorben.

**2. Limbah Tekstil**

Kedua penelitian yang menggunakan limbah tekstil memiliki tujuan yang sama yaitu membuat superabsorben hanya saja bahan yang digunakan berbeda. Selain itu terdapat pengujian yang sama pula yang dilakukan oleh keduanya yaitu kapasitas penyerapan. Hasil dari pengujian tersebut disajikan pada tabel 4.18.

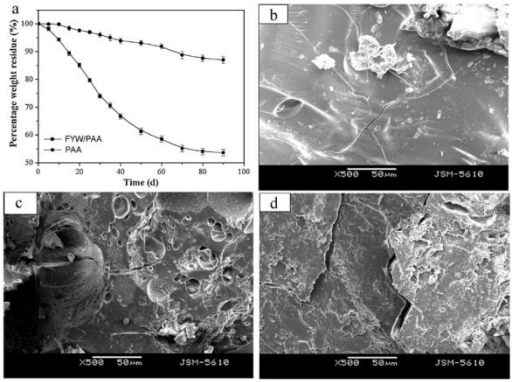
**Tabel 4.18** Hasil Pengujian Kapasitas Penyerapan Dari Limbah Tekstil

| Bahan Kapas&Viscose (Bidgoli, 2014) | | | Limbah Benang Rami (Zhang, 2013) | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Kode | DS | Kapasitas Penyerapan (g/g) | Kode | Kapasitas Penyerapan (g/g) | Kode | Kapasitas Penyerapan (g/g) |
| 1 | 0,50 | 734 | 1 | 785,3 | 9 | 827,6 |
| 2 | 0,66 | 2124 | 2 | 847,6 | 10 | 738,0 |
| 3 | 0,65 | 743 | 3 | 774,5 | 11 | 799,0 |
| 4 | 0,86 | 4227 | 4 | 821,2 | 12 | 675,9 |
| 5 | 0,59 | 1361 | 5 | 873,9 | 13 | 762,6 |
| 6 | 0,53 | 1295 | 6 | 842,8 | 14 | 706,9 |
| 7 | 0,69 | 804 | 7 | 610,3 | 15 | 778,5 |
| 8 | 0,70 | 593 | 8 | 728,8 | 16 | 724,6 |

Pada penelitian yang dilakukan oleh Bidgoli tahun 2014 didapatkan nilai kapasitas penyerapan tertinggi dimiliki oleh sampel nomer 4 sebesar 4227 g/g, yaitu sampel yang menggunakan bahan dasar 50% polyester dan 50% kapas dengan metode pemisahan karboksimetilasi. Hal ini sesuai dengan teori yang mengatakan bahwa semakin tinggi DS maka kemampuan penyerapan akan semakin meningkat. Nilai DS tertinggi dimiliki oleh sampel 4 dan terendah dimiliki oleh sampel 1. Secara umum nilai DS yang didapat dari proses karboksimetil saja lebih tinggi

dibandingkan dengan yang diproses melalui NMMO terlebih dahulu. Hal ini disebabkan karena efek samping karena adanya proses pembuangan air dari selulosa setelah proses NMMO. Dan juga proses pengeringan yang terjadi pada tahapan NMMO memungkinkan runtuhnya struktur selulosa yang membuat reaksi tidak berlangsung sempurna.

Sedangkan pada penelitian yang dilakukan oleh Zhang tahun 2013 Hasil optimal pada percobaan kali ini didapatkam pada sampel nomer 5. Setiap komposisi memiliki pengaruhnya masing-masing pada kemampuan penyerapan yang terjadi. Dari percobaan yang dilakukan pada air suling didapatkan bahwa suhu reaksi memiliki pengaruh yang sangat tinggi dalam proses ini, yang kedua adalah AA/AM, kemudian APS, MBA, dan yang terakhir adalah waktu reaksi. Selain memiliki nilai kemampuan penyerapan yang baik. Superabsorben ini juga memiliki kemampuan biodegradabel, terbukti setelah dilakukan percobaan degradasi pada tanah selama 10, 50, dan 90 hari dengan residu sebesar 94,3%, 61,3%, dan 53,6%. Pada Gambar 4.3 Dapat terlihat bahwa semakin lama waktu penguburan semakin banyak permukaan yang hancur, ini jelas terjadi dikarenakan oleh fraktur dan juga degradasi rantai makromolekul selulosan dalam superabsorbent.




**Gambar 4.3** (a) Persentase berat residu (b-d) morfologi permukaan degradasi tanah pada 10,50,90 hari (Zhang, 2013)

Dari kedua penelitian tersebut diketahui bahwa limbah tekstil merupakan bahan yang memungkinkan untuk dijadikan bahan alternatif superabsorben. Namun, jika dilihat dari nilai kapasitas penyerapan maksimum pada penelitian oleh Bidgoli tahun 2014 sebesar 4227 g/g sedangan pada penelitian Zhang tahun 2013 sebesar 473,9 g/g. Dapat disimpulkan bahwa penelitian Bidgoli memiliki kemampuan lebih baik dalam menyerap air dengan bahan yang digunakan adalah limbah tekstil yaitu kapas dengan campuran polyester.

## 4.2 Pembahasan

Terdapat 4 jenis polisakarida yang menjadi menjadi pembahasan dalam review kali ini yaitu polisakarida yang berasal dari Tumbuhan (sagu, jagu, pati beras), alginat, kitosan, dan juga yang berasal dari limbah (limbah kertas, limbah tekstil). Dengan pengujian yang dilakukan secara umum antara lain FTIR, SEM, DS dan juga kapasitas penyerapan.

### 4.2.1 Pengujian FTIR Superabsorben

Pengujian FTIR merupakan pengujian karakteristik untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung didalamnya. Menurut teori gugus fungsi yang menjadi karakteristik dari keempat polisakarida yang digunakandisajikan pada Tabel 4.19.

**Tabel 4.19** Gugus Fungsi Khas Jenis Polisakarida

| Jenis Polisakarida | Gugus Khas |
|---|---|
| Selulosa | OH |
| Alginat | OH |
| Pati | OH, CH |
| Kitosan | OH, gugus amino |

Beberapa penelitian yang bertujuan untuk membuat aplikasi superabsorben umumnya melalui proses sintesis CMC terlebih dahulu. Pada proses ini getaran OH cenderung akan menurun karena membuat gugus lainnya meningkat dan juga memunculkan

gugus baru yaitu kelompok COO- karboksil yang membuktikan bahwa proses karboksimetilasi terlah berhasil dilakukan dan siap diproses kembali menjadi superabsorben. Tidak banyak perubahan yang terjadi ketika sintesis superabsorben dilakukan. Terjadi penurunan ataupun peningkatan pada gugus fungsi yang sudah tersedia dan tentunya akan hadir gugus fungsi baru tergantung pada metode dan juga bahan yang digunakan. Pada review kali ini didapatkan dua metode yang berbeda, yang pertama adalah proses sintesis superabsorben dengan *crosslinker citric acid* dan yang kedua adalah pencangkokkan menggunakan asam akrilat. Pada proses pertama umumnya ditandakan dengan kehadiran puncak karbonil ester yang menandakan *citric acid* berhasil direaksikan, dan untuk proses kedua umumnya ditandakan dengan gugus COO- untuk membuktikan bahwa proses pencangkokkan asam akrilat berhasil dilakukan. Tabel 4.20 Menyajikan gugus fungsi beserta angka getaran yang ditemukan pada review kali ini dan merupakan gugus yang berpengaruh pada proses penyerapan air.

**Tabel 4.20** Gugus Fungsi Pada Superabsorben

| Bilangan Gelombang | | 3000-3500 (OH) | 1400-1600 (COO-) | 1600-1800 (C=O) |
|---|---|---|---|---|
| Tumbuhan | Pati Sagu (Nordin, 2018) | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Jagung (Liu, 2017) | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Jerami Jagung (Cheng, 2015) | ✓ | ✓ | - |
| | Pati Beras (Sangseethong, 2018) | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Pati Beras (Zhang, 2019) | ✓ | ✓ | - |
| Alginat | NaAlg (Hua, 2009) | ✓ | ✓ | - |

| Bilangan Gelombang | | 3000-3500 (OH) | 1400-1600 (COO-) | 1600-1800 (C=O) |
|---|---|---|---|---|
| Kitosan | Kitosan (Baroroh, 2014) | ✓ | ✓ | ✓ |
| | Kitosan (Sadeghi, 2011) | ✓ | ✓ | - |
| | Kitosan (Fang, 2019) | ✓ | ✓ | - |

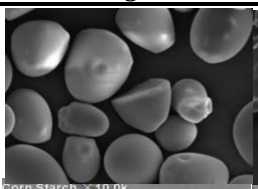
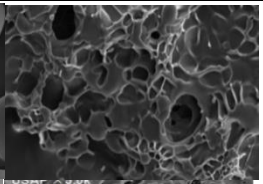
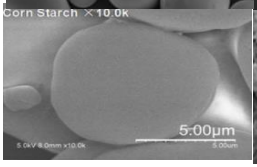
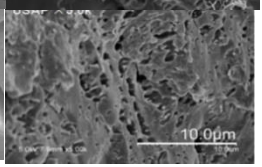
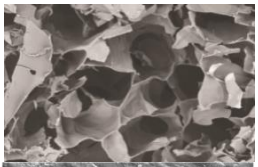
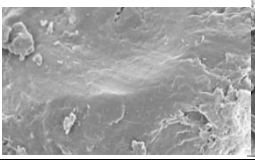
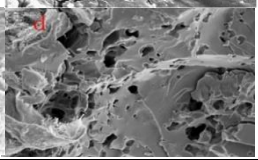
Pada dasarnya sumber polisakarida yang berbeda memang memiliki ciri khasnya masing masing jika dilihat dari gugus fungsi karena kandungan yang dimiliki juga berbeda. Namun tidak semua gugus khas yang dimiliki memberikan pengaruh khusus pada kemampuannya dalam hal menyerap air. Secara keseluruhan gugus fungsi yang dihasilkan tergantung pada metode yang digunakan, seperti yang sudah dijelakan sebelumnya bahwa setiap metode memiliki gugus fungsi masing masing yang dijadikan sebagai parameter keberhasilan proses pembuatan superabsorben. Maka bahan yang memiliki gugus fungsi khas berbeda tersebut tidak memiliki pengaruh pada hasil FTIR dan juga superabsorben itu sendiri, yang mempengaruhi muncul atau tidaknya paramer gugus fungsi superabsorben atau terbentuk atau tidaknya produk yang diharapkan adalah metode yang digunakan dan juga gugus OH yang dimiliki oleh polisakarida secara umum seperti yang sudah dijelaskan sebelumnya.

### 4.2.2 Pengujian SEM Superabsorben

Pengujian SEM merupakan pengujian karakteristik untuk melihat morfologi dari sampel yang digunakan. Pada review kali ini tidak semua sumber dari jenis polisakarida melakukan pengujian SEM pada hasil superabsorbennya, hanya 2 sumber yang melalukan pengujian ini yaitu sumber tamanam (sagu, jagung, pati beras) dan juga kitosan. Setelah dilakukan proses analisa antara morfologi dan juga kapasitas penyerapan, didapatkan masing-masing satu penelitian dari setiap sumbernya

yang memiliki hasil terbaik. Tabel 4.21 Menunjukkan gambar morfologi dari setiap sampelnya.

**Tabel 4.21** Morfologi SEM Pada Superabsorben

| Bahan | Morfologi Bahan | Morfologi SAP | Referensi |
|---|---|---|---|
| Pati Sagu |  |  | Nordin, 2018 |
| Pati Jagung |  |  | Liu, 2017 |
| Pati Beras | - |  | Zhang, 2019 |
| Alginat | - | | Hua, 2009 |
| Kitosan |  |  | Fang, 2019 |

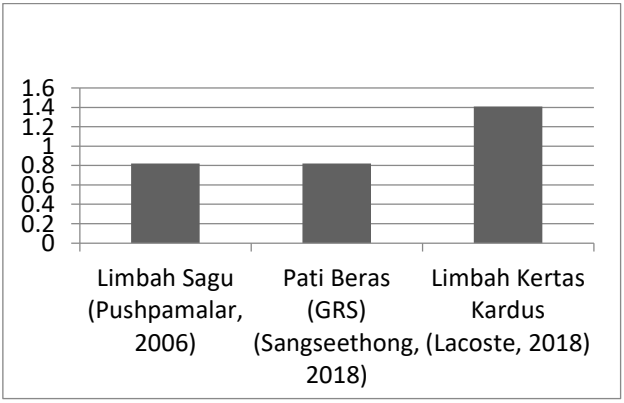
Dari data yang disajikan sebelumnya juga, morfologi sangat menentukan hasil akhir dari superabsorben, umumnya nilai kapasitas penyerapan yang besar memiliki morfologi pada permukaan terlihat kasar dan juga memiliki banyak pori seperti

gambar-gambar pada Tabel 4.21 yang merupakan sampel terbaik dari beberapa sumber, sehingga akan lebih banyak air yang terserap karena rongga yang tersedia pun lebih banyak. Hal ini menunjukkan bahwa sintesis yang dilakukan berhasil membentuk jaringan polimer, dan interaksi yang terjadi membuat jaringan tersebut seolah berbelit dan menghasilkan bentuk yang tidak beraturan namun menguntungkan. Namun walaupun semua struktur memiliki pori dan juga terlihat kasar, terdapat perbedaan dari segi bentuk, distribusi, ukuran yang dimiliki oleh setiap sampel. Pori terbagi atas tiga ukuran yaitu mikro, menengah, dan juga makro. Umumnya pori berukuran mikro dan juga menengah memiliki bentuk pori yang cenderung tertutup, sedangkan pori yang besar cenderung memiliki bentuk terbuka. Pada penelitian Nordin, 2018 jika disesuaikan dengan literatur maka tipe pori yang dimiliki adalah terbuka namun tidak merata karena salahs atu ciri-ciri pori terbuka adalah berbentuk bulat lonjong seperti bola. Liu, 2017 dan juga Fang, 2019 terlihat memiliki pori tertutup yang memiliki ukuran pori campuran yaitu mikro dan juga menengah, namun pada penelinian Liu pori yang dihasilakan lebih merata dari segi distribusinya. Sedangkan Zhang, 2019 terlihat bahwa ini adalah jenis pori terbuka tiga dimensi dimana bentuk yang ditampilkan terlihat seperti polyhedron. Sedangakan pada Hua, 2019 bentuk yang dihasilkan terlihat yang paling berbeda dengan yang lain tidak terlihat banyak pori, namum terlihat keriput dan kasar, bentuk keriput yang dimiliki oleh sampel sama dengan bentuk pori dengan ukuran yang lebih kecil dan tertutup namun bentuk tersebut memiliki kegunaan ataupun kemampuan yang sama dalam hal menyerap air. Pori tertutup dan juga terbuka dipengaruhi oleh ukuran dari pori tersebut. (Liu, 2014). Dari morfologi tersebutlah yang nantinya akan berpengaruh pada kemampuan penyerapan, dan tentunya hasil yang didapatkan akan sesuai jika metode pengujian penyerapan yang dilakukan memiliki keseragaman. Dari analisa yang dilakukan, umumnya pori yang dimiliki pada setiap sampel dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu bahan yang digunakan dalam

hal ini jenis, ukuran serta komposisi dimana semakin tinggi maka pori yang terbentuk akan semakin baik namun tetap memiliki batas maksimumnya. Selain itu distribus pori juga mempengaruhi hasil yang akan terbentuk semakin merata maka hasil akan semakin baik dan umumnya secara visual dapat dilihat jika semakin merata sekat antar pori maka distribusi pori semakin merata juga. Namun terlepas dari itu semua keadaan dapat berbalik ketika temperatur ataupun metode yang digunakan tidak sesuai, karena temperatur dan juga metode memiliki pengaruh yang cukup tinggi pada proses pembuatan superabsorben (Nurmaiyatri, 2013).

### 4.2.3 Pengujian *Degree of Substitution* (DS) dan Kapasitas Penyerapan

Dari yang sudah dijelaskan sebelumnya bahwa terdapat 3 bahan yaitu limbah sagu, pati beras, dan juga limbah kertas kardus yang pada penelitiannya melakukan sintesis *carboxymethyl cellulose*. Hasil pengujian DS disajikan pada Gambar 4.4.



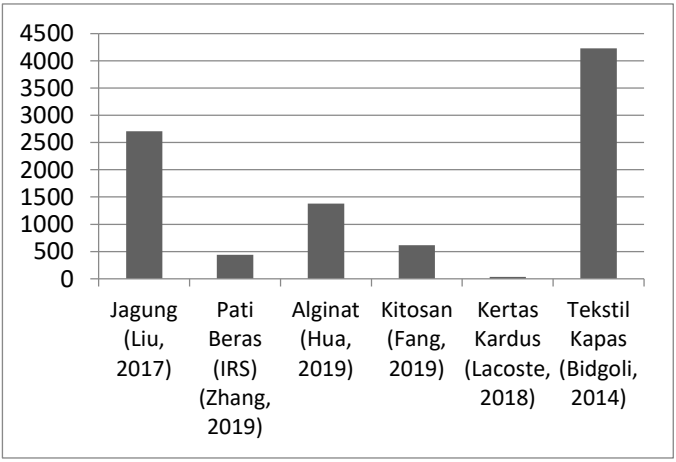

**Gambar 4.4** Perbandingan DS Terbaik Pada Setiap Polisakarida

Dari ketiga bahan diatas hasil yang didapatkan pada limbah sagu dan pati beras (GRS) tidak jauh berbeda, namun untuk

limbah kertas kardus memiliki hasil yang sangat jauh berbeda. DS sendiri merupakan parameter dari terbentuknya CMC yang merupakan bahan polisakarida dan sering dijadikan sebagai sintesis awal sebelum dijadikan superabsorben. Nilai DS pada CMC terbagi menjadi dua yaitu CMC SNI mutu I (*food* grade) dengan nilai sebesar 0,7-1,2 yang digunakan untuk produk pangan, obat-obatan, ataupun kosmetik. Dan juga CMC SNI mutu II dengan nilai 0,4-1,0 yang digunakan untuk kebutuhan indusrti lainnya. Untuk aplikasi superabsorben CMC SNI mutu II lah yang dijadikan patokan untuk keberhasilan suatu CMC. DS limbah kertas pada penelitian yang dilakukan oleh Lacoste tahun 2018 memiliki DS diatas 1, yang artinya tidak termasuk dalam kategori. Maka dari itu bahan yang memiliki nilai DS paling tinggi dan juga sesuai dengan kategori pada *review* kali ini adalah Limbah Sagu pada peneliatan Pushpamalar tahun 2006 dengan DS sebesar 0,821. Teori juga mengatakan umumnya semakin besar DS maka kepasitas penyerapan yang dimiliki semakin besar untuk itu limbah sagu juga memiliki potensi yang baik jika dilakukan eksperimen lanjutan dengan penambahan pengikat silang untuk aplikasi superabsorben. DS yang dihasilkan sangat di pengaruhi oleh proses yang diberikan karena pada dasarkan semakin tinggi kandungan yang dimiliki oleh suatu bahan maka belum tentu kandungan CMC ataupun DS yang dihasilkan juga memiliki nilai yang tinggi jika dibandingkan dengan bahan berkandungan rendah. Namun sumber polisakarida yang memiliki kandungan tinggi pada dasarnya sangat berpeluang untuk medapatkan hasil yang maksimal. (Agustriono & Hasanah, 2016)

Beberapa penelitian yang sudah dijelaskan juga sudah memiliki tujuan untuk aplikasi superabsorben, dan melakukan pengujian kapasitas penyerapan untuk melihat kemampuan dari produk yang dihasilkan. Jika dilihat pada teori umumnya superabsorben yang ditemukan dipasaran memiliki nilai kapasitas penyerapan sebesar 10-1000 kali dari berat aslinya dan juga dipengaruhi oleh gugus fungsi yang dimiliki dari pengujian FTIR dan juga morfologi pada pengujian SEM seperti yang sudah

dijelaskan sebelumnya. Gambar 4.5 Menunjukkan hasil kapasitas penyerapan terbesar dari setiap bahan polisakarida yang digunakan. Bahan polisakarida umumnya sudah mempunyai gugus hidrofilik dan mempunyai daya afinitas yang tinggi terhadap air namun tentu saja denga kemampuan yang kurang baik. Kemampuan penyerapan yang dimiliki setiap sampelnya tidak terlalu bergantung pada besar atau kecilnya kandungan polisakarida didalamnya seperti yang sudah dijelaskan pada pengujian DS. Untuk itu proses pengikatan ataupun pencangkokkan sangat berpengaruh pada hasil yang didapatkan. Karena ketika memiliki kandungan polisakarida yang tinggi tetapi tidak didukung dengan proses yang optimal maka hasil yang didapatkanpun bisa saja lebih kecil dari bahan yang kandungannya tidak terlalu tinggi tetapi menggunakan proses yang optimal (Agustriono & Hasanah, 2016).




**Gambar 4.5** Perbandingan Kapasitas Penyerapan Terbaik Pada Setiap Polisakarida

Nilai kapasitas penyerapan pada setiap bahannya memiliki perbedaan yang signifikan. Namun dapat dilihat bahwa nilai tertingga adalah 4337 g/g yang dihasilkan oleh penelitian

Bidgoli tahun 2014. Sampel tersebut merupakan hasil sintesis superabsorben limbah tekstil yaitu kapas yang diproses dengan karboksimetilasi terlebih dahulu dan proses *crosslinker* dengan *divinylsulfone*. Selain itu bahan tersebut juga memiliki karakteristik yang terbaik dan sesuai dengan teori sehingga hasil yang didapatkan juga maksimal.

# BAB V
# KESIMPULAN DAN KRITIK

## 5.1 Kesimpulan

1. Material sumber polisakarida yang digunakan secara umum tidak memiliki pengaruh terhadap gugus fungsi yang dihasilkan pada proses sintesis superabsorben. Parameter terbentuknya superbasorben yang ditemukan pada review kali ini adalah munculnya gugus OH, COO-, C=O yang sangat dipengaruhi oleh proses yang diberikan.
2. Morfologi dapat dipengaruhi oleh bahan dalam hal ini jenis, ukuran, dan komposisi dimana semakin besar akan semakin baik. Namun hal tersebut tidak akan terjadi ketika temperatur dan metode yang digunakan tidak sesuai. Morfologi umum superabsorben yang ditemukan pada review kali ini adalah berstruktur kasar dan juga memiliki pori-pori.
3. Bahan yang dapat menghasilkan superabsorben dengan hasil optimal pada review kali ini yang dilihat dari dua pengujian berbeda yaitu limbah sagu dengan nilai DS terbaik sebesar 0.821 dan limbah tekstik kapas dengan nilai kapasitas penyerapan terbaik sebesar 4227 g/g.

## 5.2 Kritik

Setelah dilakukan review pada beberapa jurnal yang dipilih didapatkan beberapa kekurangan yang perlu diperbaiki kedepannya antara lain:

1. Banyaknya penjelasan yang hanya dijelaskan oleh grafik tanpa keterangan angka dan lain sebagainya sehingga menyulitkan pembaca untuk mengetahui grafik tersebut.
2. Terdapat beberapa gambar yang kurang terlihat secara jelas.
3. Beberapa jurnal tidak memiliki penjelasan yang spesifik terhadap apa yang disajikan.

(*Halaman ini sengaja dikosongkan*)

## DAFTAR PUSTAKA


Agustriono, F. R. & Hasanah, A. N., 2016. "Pemanfaatan Limbah Sebagai Bahan Baku Sintesis Karboksimetil Selulosa : REVIEW". **Farmaka**, 14(3), pp. 87-94.

Arfah, M., 2017. "Pemanfaatan Limbah Kertas Menjadi Kertas Daur Ulang Bernilai Tambah Oleh Mahasiswa". **Buletin Utama Teknik**, 13(1), pp. 28-31.

Ayuningtiyas, S., Desiyana, F. D. & MZ, S., 2017. "Pembuatan Karboksimetil Selulosa Dari Kulit Pisang Kepok Dengan Variasi Konsentrasu Natrium Hidroksida, Natrium Dengan Variasi Konsentrasi Natrium Monokloroasetat, Temperatur dan Waktu Reaksi". **Jurnal Teknik Kimia USU**, 6(3), pp. 47-51.

Baroroh, U., Irwan, A. & Mahmudah, M., 2014. "Uji Pengaruh Pengikat Silang Metilenbisakrilamida (MBA) Terhadap Karakteristik Polimer Superabsorben Kitosan Tercangkok Asam Akrilat (AA)". **Sains dan Terapan Kimia**, 8(1), pp. 37-46.

Bidgoli, H., Zamani, A., Jeihanipour, A. & Taherzadeh, M. J., 2014. "Preparation of Carboxymethyl Cellulose Superabsorbents from Waste Textiles". **Fibers and Polymers**, Volume 15, pp. 431-436.

Budyk, Y. & Fullana, A., 2019. "Hydrothermal carbonization of disposable diapers". **Journal of Environmental Chemical Engineering**, Volume 7, pp. 1-7

Cheng, W.-M., Hu, X.-M., Wang, D.-M. & Liu, G.-H., 2015. "Preparation and Characteristics of Corn Straw-Co-AMPS-Co-AA Superabsorbent Hydrogel". **Polymers**, Volume 7, pp. 2431-2445.

Colón, J. *et al*., 2010. "Possibilities of composting disposable diapers with municipal solid wastes". **Waste Management & Research**, pp. 249-259.

Darrah, L., McMullen, M. & Zuber, M., 2013. "Breeding, Genetics and Seed Corn Production". **American Association of Cereal Chemistry Inc**.

Demitri, C. *et al*., 2008. ”Novel Superabsorbent Cellulose-Based Hydrogels Crosslinked with Citric Acid". **Journal of Applied Polymer Science**, Volume 110, pp. 2453-2460.

Dewi, T. K., Dandy & Akbar, W., 2010. "Pengaruh Konsentrasi NaOH, Temperatur Pemasakkan, dan Lama Pemasakkan Pada Pembuatan Pulp Dari Batang Rami Dengan Proses Soda". **Jurnal Teknik Kimia** , 17(2), pp. 68-74.

Dong, C., Chen, W. & Liu, C., 2014. "Flocculation of Algal Cells By Amphoteric Chitosan-Based Flocculant". **Bioresource Technology**, Volume 170, pp. 239-247.

Ekowati, D. & Nasir, M., 2011. "Pertumbuhan Tanaman Jagung (Zea Mays L.) Varietas Bisi-2 Pada Pasir Reject dan Pasir Asli di Pantai Trisik Kulonprogo". **J. Manusia dan Lingkungan**, 18(3), pp. 220-231.

Fachrudin, R., 2017. "Produksi Pati Na-Karboksimetil Dengan Perbedaan Tipe Pengadukan Pada Tahap Alkalisasi", Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Fang, S. *et al*., 2019. "Synthesis of superabsorbent polymers based on chitosan derivative graft acrylic acid-co-acrylamide and its property testing". **International Journal of Biological Macromolecules**, Volume 132, pp. 575-584.

Ferdiansyah, M. K., Marsen, D. W. & Pranoto, Y., 2017. "Optimasi Sintesis Karboksi Metil Selulosa (CMC) dari Pelepah Kelapa Sawit Menggunakan Response Surface Methodology(RSM)". **Agritech**, 37(2), pp. 158-164.

GOA, 2009. **Hazardous Material Management**. Department of resources, energy and tourism, Australia: Government of Australia,GOA.

Hargono, Abdullah & Sumantri, I., 2008. "Pembuatan Kitosan Dari Limbah Cangkang Udang Serta Aplikasinya Dalam

Mereduksi Kolesterol Lemak Kambing". **Reaktor**, 12(1), pp. 53-57.

Hosseinzadeh, H., Pourjavadi, A. & Madhavinia, G., 2006. "Full-polysaccharide Superabsorbent hydrogels based on carboxymethylcellulose and sodium alginate". **J. Polymer Materials**, Volume 23, pp. 21-29.

Hua, S. & Wang, A., 2009. "Synthesis, characterization and swelling behaviors of sodium alginate-g-poly(acrylic acid)/sodium humate superabsorbent. **Carbohydrate Polymers**, Volume 75, pp. 79-84.

Joshi, G. *et al*., 2014. "Synthesis and characterization of carboxymethyl cellulose from office waste paper: A greener approach towards waste management". **Waste Management.**

Kabiri, K., Omidian, H., Zohuriaan-Mehr, M. & Doroudiani, S., 2011. "Superabsorbent Hydrogels Composite and Nanocomposite: a review". **Polymer Composite**, Volume 32, pp. 277-289.

Kabiri, K. & Zohuriaan-Mehr, M., 2004. "Porous Superabsorbent Hydrogel Composites: Synthesis, Morphology, and Swelling Rate". **Macromolecular Materials and Engineering**, Volume 289, pp. 653-661.

Kamal, N., 2010. ”Pengaruh Bahan Aditif CMC (Carboxymethyl Cellulose) Terhadap Beberapa Parameter Pada Larutan Sukrosa". **Jurnal Teknologi** , 1(17), pp. 78-84.

Kanafi, N. M., Rahman, N. A. & Rosdi, N. H., 2009. "Citric Acid Cross-linking of Highly Porous Carboxymethyl Cellulosa/Poly (ethylene oxide) Composite Hydrogel Films For Controlled Release Applications". **Materials Today: Proceedings**, Volume 7, pp. 721-731.

Kesuma, 2011. "Pengaruh dan Jenis Konsentrasi Sagu Terhadap Karakteristik Tepung Nanas (Ananas Comolus (L) Merr) dan Pengaruh CMC Terhadap Karakteristik Velva Berbahan Dasar Tepung Nanas", Bandung: Institut Teknologi Bandung.

Kezia, M. F., Witono, J. R. & Martina, A., 2018. "Sintesa Superabsorben dari Natrium Alginat dengan Metode GraftingCrosslinking dengan dan Tanpa Komposit", Yogyakarta: **Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan" Pengembangan Teknologi Kimia untuk Pengolahan Sumber Daya Alam Indonesia** .

Khoo, S. C. et al., 2018. "Recent Technologies For Treatment and Recycling of Used Disposable". **Process Safety and Environmental Protection**, Volume 123, pp. 116-129.

Kumar, V., Kuma, V. & Bhardwaj, N. K., 2019. "Waste paper: An underutilized but promising source". **Elsevier**, Issue 102, pp. 281-303.

Lacoste, C., Lopez-Cuesta, J.-M. & Bergeret, A., 2018. "Development Of a Biobased Superabsorbant Polymer From Recycled Cellulose For Diapers Applications". **European Polymer Journal**, pp. 1-18.

Lee, H. V., Hamid, S. B. A. & Zain, S. K., 2014. "Conversion of Lignocellulosic Biomass to Nanocellulose: Structure and Chemical Process". **Sci. World** , pp. 1-20.

Lee, J. *et al*., 2018. "Preparation and Characterization of Superabsorbent Polymers Based on Starch Aldehydes and Carboxymethyl Cellulose". **Polymers**, 10(605), pp. 1-16.

Liu, P.S., & Chen, G. F. 2014. **Characterization Methods. Porous Materials,** pp. 1-6.

Liu, T. G. *et al*., 2017. "One-step Synthesis of Corn Starch Urea Based Acrylate Superabsorbents". **Journal of Apllied Polymer Science**, Volume 45175, pp. 1-10.

Luna, P., Herawati, H. & Prianto, a. B., 2015. "Pengaruh Kandungan Amilosa Terhadap Karakter Fisik dan Organoleptik Nasi Instan". **Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian**, 12(1), pp. 1-10.

Maiti, S. & Jana, S., 2019. "Functional Polysaccharides for Biomedical Applications". United Kingdom: Elsevier.

Mallepally, R. R. *et al.*, 2013. ”Superabsorbent Alginate Aerogels". **The Journal of Supercritical Fluids**, pp. 1-23.

Marandi, G. B., Mahdavinia, G. R. & Ghafary, S., 2010. "Swelling Behavior of Novel Protein-Based". **Journal of Applied Polymer Science**, 120(2), pp. 1170-1179.

Mignon, A., Belie, N. D., Dubruel, P. & Vlierberghe, S. V., 2019. "Superabsorbent polymers: A review on the characteristics and applications of synthetic, polysaccharide-based, semi-synthetic and‘smart’ derivatives". **European Polymer Journal**, Volume 117, pp. 165-178.

Mulyadi, I., 2019. "Isolasi dan Karakterisasi Selulosa : REVIEW". **Jurnal Saintika Unpam**, 1(2), p. 177 – 182.

Nawawi, M. I. N., Azizah, M. N. T. & Andini, 2019. "Pelipob: Pemanfaatan Limbah Popok Bayi Sebagai Alternatif Media Tanam". S1-Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan AlamUniversitas Sebelas Maret.

Nurmaiyatri, Y., Budi, E. & Nasbey, H., 2013. "Morfologi Pori Karbon Aktif Berbahan Dasar Arang Tempurung Kelapa Dengan Variasi Temperatur Aktivasi". **Seminar Nasional Fisika Universitas Negeri Jakarta**, pp. 58-61.

Nordin, N. A., Rahman, N. A., Talip, N. & Yacob, N., 2018. "Citric Acid Cross-Linking of Carboxymethyl Sago Starch Based Hydrogel for Controlled Release Application". **Macromolecular Symposia**, Volume 382, pp. 1-8.

P. Rachtanapun, S. L. K. T. a. R., 2012. "Carboxymethyl Cellulose film From Durian Rind". **LWT-Food Science and Technology**, 48(1), pp. 52-58.

Pérez, S. & Bertoft, E., 2010. "The Molecular Structures of Starch Components and Their Contribution to the Architecture of Starch Granules: A Comprehensive Review". **Starch/Staerke**, 62(8), pp. 389-420.

Phan, T. D., Debeaufort, F., Luu, D. & Voilley, A., 2005. "Functional Properties of Edible Agar-Based and Starch-Based Films for Food Quality Preservation". **Jurnal of Agricultural and Food Chemistry**, 53(4), pp. 973-981.

Prakasa, B. A. A. & Matahari, S., 2015. "Sintesa Superabsorben Aerogel Selulosa Dari Kertas Bekas", Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Pratiwi, R., 2014. "Manfaat Kitin dan Kitosan Bagi Kehidupan Manusia". **Oseana**, Volume 39, pp. 35-43.

Pushpamalar, V., Langford, S., Ahmad, M. & Lim, Y., 2006. "Optimization of Reacttion Conditions For Preparing Carboxymethyl Cellulosa From Sago Waste". **Carbohydrate Polymers**, Volume 64, pp. 312-318.

Puteri, F., Nainggolan, R. & Limbong, L., 2015. "Pengaruh Konsentrasi CMC (Carboxy Methyl Cellulose) dan Lama Penyimpanan Terhadap Mutu Sorbet Sari Buah". **Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian**, 3(4).

Rachtanapun, Simasatitkul, P., Chaiwan, W. & Watthanaworasakun, Y., 2012. "Effect of sodium hydroxide concentration on properties of carboxymethyl rice starch". **International Food Research Journal** , 19(3), pp. 923-931.

Risnoyatiningsih, S., 2011. "Hidrolisis Pati Ubi Jalar Kuning Menjadi Glukosa Secara Enzim". *Jurnal Reknik Kimia*, 5(2), pp. 417-424.

Rowe, R. C., Sheskey, P. J. & Quinn, M. E., 2009. **Handbook of Pharmaceutical Excipients**. 6 penyunt. London: Pharmaceutical Press.

Rui, L. *et al*., 2017. "Enhanced solubility and antioxidant activity of chlorogenic acid-chitosan conjugates due to the conjugation of chitosan with chlorogenic acid". **Carbohydrate Polymers**, Volume 170, pp. 206-216.

Sadeghi, M. & Yarahmadi, M., 2011. ”Synthesis and characterization of superabsorbent hydrogel based on

chitosan-g-poly (acrylic acid-coacrylonitrile)". **African Journal of Biotechnology**, 10(57), pp. 12265-12275.

Sakinah, A. R. & Kurniawansyah, I. S., 2018. "Isolasi Karakterisasi Sifat Fisikokimia, dan Aplikasi Pati Jagung Dalam Bidang Farmasetik". **Farmaka**, 16(2), pp. 430-442.

Sangseethong, K., Chatakanonda, P. & Sriroth, K., 2018. "Superabsorbent hydrogels from rice starches with different amylose contents", Thailand: Department of Biotechnology, Faculty of Agro-Industry, Kasetsart University, Bangkok.

Shahidi, F., Arachchi, J. K. V. & Jeon, Y.-J., 1999. "Food Applications of Chitin and Chitosans". **Trends in Food Science & Technology**, Volume 10, pp. 37-51.

Sheila, S., 2016. **Soiled diapers stuck in landfills**. URL : https://www.thestar.com.my/metro/community/2016/05/23/soiled-diapersstuck-in-landfills-recycling-is-the-way-forward-says-expert/.

Shende, S., 2014. **Global Opportunity Analysis and Industry Forecast** 2013-2020. URL : https://www.alliedmarketresearch.com/baby-diapers-market.

Silsia, D., Efendi, Z. & Timotius, F., 2018. "Characterizatin Of Carboxymethyl Cellulose (CMC) Of Palm". **Jurnal Agroindustri**, 8(1), pp. 53-61.

Sugiyono., 2004. **Kimia Pangan.** Yogyakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta

T. Yoshimura, K. S. R. F., 2005. "Pectin-Based Superabsorbent Hydrogels Crosslinked by Some Chemicals: Synthesis and Characterization". **Polymer Bulletin**, Volume 55, pp. 123-129.

Takene, C. M., 2019. "Pembuatan Dan Karakterisasi Carboxymethyl Cellulose (Cmc) Dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (Elaesis Guineensis Jack) Melalui

Proses Karboksimetilasi" , Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Tirta, P., Indrianti, N. & Ekafitri, R., 2012. "Potensi Tanaman Sagu (Metroxylon sp.) to Support Food Security in Indonesia". **Pangan**, Volume 1, pp. 61-76.

Tufan, M., Uraz, E., Tosun, C. & Gercel, H., 2016. "Synthesis and Characterization Carboxymethyl Cellulose Film From Pistachio Shells". **International Journal of Advances in Science, Engineering and Technology**, 4(1), pp. 153-155.

Wambui, K. E., Joseph, M. & Makindi, D. S., 2015. "Soiled Diapers Disposal Practices among Caregivers in Poor and Middle Income Urban Settings". **International Journal of Scientific and Research Publications**, 5(10), pp. 1-10.

Waring, M. & Parsons, D., 2010. "Physico-chemical characterization of carboxymethylated spun cellulose fibres". **Biomaterials** *22*, pp. 903-912.

Yoshimura, T. & M. Matsunaga, R. F., 2009. "Alginate-based superabsorbent hydrogelsComposed of Carboxylic Acid-amine Interaction: Preparation and Characterization". **e-Polymers**, Volume 80, pp. 1-8.

Zhang, Q. *et al*., 2019. "Structural and functional characterization of rice starch-based superabsorbent polymer materials" , Canada: Elsevier B.V.

Zhang, Y., Wu, F., Liu, L. & Yao, J., 2013. "Synthesis and Urea Sustained-Release Behavior of an Eco-Friendly Superabsorbent Based on Flac Yarn Wates". **Carbohydrate Plymers**, Volume 91, pp. 277-283.

Zhang, Y.-n. & Xu, S.-a., 2016. "Effects of amylose/amylopectin starch on starch-based superabsorbent polymers prepared by g-radiation". **Starch-Stärke**, Volume 68, pp. 1-2.

Zohuriaan-Mehr, M. J. & Kabiri, K., 2008. "Superabsorbent Polymer Materials: A Review". **Iranian Polymer Journal**, 17(6), pp. 451-477.

## LAMPIRAN

*Lampiran 1*

**Variasi Tahap Pertama Penelitian Lee, 2018 Berbahan jagung**

| Kode Sampel | Komposisi |
|---|---|
| CS | Corn starch 24.3 g |
| CS10 | CS + $NaIO_4$ 10.69 g |
| CS20 | CS + $NaIO_4$ 21.38 g |
| CS30 | CS + $NaIO_4$ 32.07 g |

**Variasi Tahap Kedua Penelitian Lee, 2018 Berbahan jagung**

| Kode Sampel | Komposisi |
|---|---|
| CS-CA0 | CS + CMC |
| CS10-CA0 | CS10 + CMC |
| CS20-CA0 | CS20 + CMC |
| CS30-CA0 | CS30 + CMC |
| CS-CA10 | CS+ CMC + *Citric acid* 10% |
| CS10-CA10 | CS10+ CMC + *Citric acid* 10% |
| CS20-CA10 | CS20+ CMC + *Citric acid* 10% |
| CS30-CA10 | CS30+ CMC + *Citric acid* 10% |
| CS-CA20 | CS+ CMC + *Citric acid* 20% |
| CS10-CA20 | CS10+ CMC + *Citric acid* 10% |
| CS20-CA20 | CS20+ CMC + *Citric acid* 10% |
| CS30-CA20 | CS30+ CMC + *Citric acid* 10% |

*Lampiran 2*

**Variasi Penelitian Cheng, 2015 Berbahan Jerami Jagung**

| Kode | Selulosa (g) | AA (g) | MBA/ AA (g) | KPS/ AA (%) | Neutralization value (%) | ($^oC$) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SH-0 | 0 | 6 | 0.8 | 1.5 | 70 | 40 |
| SH-1 | 0 | 6 | 0.4 | 1.5 | 70 | 40 |
| SH-2 | 1 | 6 | 0.8 | 1.5 | 70 | 40 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| SH-3 | 1 | 6 | 1.2 | 1.5 | 70 | 40 |
| SH-4 | 1 | 6 | 1.6 | 1.5 | 70 | 40 |
| SH-5 | 1 | 6 | 2.0 | 1.5 | 70 | 40 |
| SH-6 | 1 | 6 | 2.4 | 1.5 | 70 | 40 |
| SH-7 | 1 | 4 | 0.8 | 1.5 | 70 | 40 |
| SH-8 | 1 | 5 | 0.8 | 1.5 | 70 | 40 |
| SH-9 | 1 | 7 | 0.8 | 1.5 | 70 | 40 |
| SH-10 | 1 | 8 | 0.8 | 1.5 | 70 | 40 |
| SH-11 | 1 | 9 | 0.8 | 1.5 | 70 | 40 |
| SH-12 | 1 | 6 | 0.8 | 1.0 | 70 | 40 |
| SH-13 | 1 | 6 | 0.8 | 2.0 | 70 | 40 |
| SH-14 | 1 | 6 | 0.8 | 2.5 | 70 | 40 |
| SH-15 | 1 | 6 | 0.8 | 3.0 | 70 | 40 |
| SH-16 | 1 | 6 | 0.8 | 3.5 | 70 | 40 |
| SH-17 | 1 | 6 | 0.8 | 1.5 | 30 | 40 |
| SH-18 | 1 | 6 | 0.8 | 1.5 | 40 | 40 |
| SH-19 | 1 | 6 | 0.8 | 1.5 | 50 | 40 |
| SH-20 | 1 | 6 | 0.8 | 1.5 | 60 | 40 |
| SH-21 | 1 | 6 | 0.8 | 1.5 | 80 | 40 |
| SH-22 | 1 | 6 | 0.8 | 1.5 | 70 | 35 |
| SH-23 | 1 | 6 | 0.8 | 1.5 | 70 | 45 |
| SH-24 | 1 | 6 | 0.8 | 1.5 | 70 | 50 |
| SH-25 | 1 | 6 | 0.8 | 1.5 | 70 | 55 |
| SH-26 | 1 | 6 | 0.8 | 1.5 | 70 | 60 |

*Lampiran 3*

**Variasi Penelitian Kezia, 2018 Berbahan Alginat**

| Kode | Monomer Ratio AA:AAm | Metode pembuatan |
|---|---|---|
| 1 | 0:1 | Reaksi grafting + crosslinking |
| 2 | | Grafting + crosslinking + Bentonit |
| 3 | 1:0 | Reaksi grafting + crosslinking |
| 4 | | Grafting + crosslinking + Bentonit |
| 5 | 1:1 | Reaksi grafting + crosslinking |
| 6 | | Grafting + crosslinking + Bentonit |

| | | |
|---|---|---|
| 7 | 1:3 | Reaksi grafting + crosslinking |
| 8 | | Grafting + crosslinking + Bentonit |
| 9 | 3:1 | Reaksi grafting + crosslinking |
| 10 | | Grafting + crosslinking + Bentonit |

*Lampiran 4*

**Variasi Penelitian Hua, 2009 Berbahan Alginat**

| Kode | AA(g) | MBA(g) | NaAlg(g) | SH(g) | APS(g) |
|---|---|---|---|---|---|
| $MBA_1$ | 7 | 0.010 | 1 | 1 | 0.05 |
| $MBA_2$ | 7 | 0.012 | 1 | 1 | 0.05 |
| $MBA_3$ | 7 | 00.015 | 1 | 1 | 0.05 |
| $MBA_4$ | 7 | 0.018 | 1 | 1 | 0.05 |
| $MBA_5$ | 7 | 0.020 | 1 | 1 | 0.05 |
| $NaAlg_1$ | 7 | 0.010 | 0.25 | 1 | 0.05 |
| $NaAlg_2$ | 7 | 0.010 | 0.50 | 1 | 0.05 |
| $NaAlg_3$ | 7 | 0.010 | 1.00 | 1 | 0.05 |
| $NaAlg_4$ | 7 | 0.010 | 1.50 | 1 | 0.05 |
| $NaAlg_5$ | 7 | 0.010 | 2.00 | 1 | 0.05 |
| $SH_1$ | 7 | 0.010 | 1 | 0 | 0.05 |
| $SH_2$ | 7 | 0.010 | 1 | 0.43 | 0.05 |
| $SH_3$ | 7 | 0.010 | 1 | 1.00 | 0.05 |
| $SH_4$ | 7 | 0.010 | 1 | 1.43 | 0.05 |
| $SH_5$ | 7 | 0.010 | 1 | 2.00 | 0.05 |

*Lampiran 5*

**Variasi Penelitian Bidgoli, 2014 Berbahan Limbah Tekstil Kapas dan Viskos**

| Kode | Bahan | Metode Pemisahan | Metode Pendinginan |
|---|---|---|---|
| 1 | Kapas | NMMO | Udara |
| 2 | Kapas | NMMO | Freeze-dried |
| 3 | Kapas | NMMO | Dengan udara setelah inversi dengan isopropanol |
| 4 | Kapas | Karboksimetilasi | - |
| 5 | Viscose | NMMO | Udara |

| | | | |
|---|---|---|---|
| 6 | Viscose | NMMO | Freeze-dried |
| 7 | Viscose | NMMO | Dengan udara setelah inversi dengan isopropanol |
| 8 | Viscose | Karboksimetilasi | - |

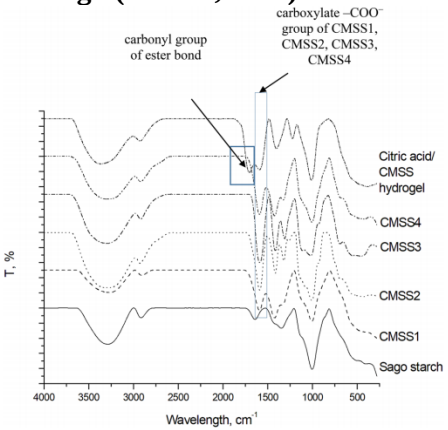
*Lampiran 6*

**Variasi Penilian Zhang, 2013 Berbahan Limbah Tekstil Benang Rami**

| Kode | APS (g/g) | AA/AM 3/1 (g/g) | MBA | T($^{O}$C) | t(h) |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 0.05 | 4 | 0.02 | 50 | 1.5 |
| 2 | 0.05 | 6 | 0.03 | 60 | 2.0 |
| 3 | 0.05 | 8 | 0.04 | 70 | 2.5 |
| 4 | 0.05 | 10 | 0.05 | 80 | 3.0 |
| 5 | 0.10 | 4 | 0.03 | 70 | 3.0 |
| 6 | 0.10 | 6 | 0.02 | 80 | 2.5 |
| 7 | 0.10 | 8 | 0.05 | 50 | 2.0 |
| 8 | 0.10 | 10 | 0.04 | 60 | 1.5 |
| 9 | 0.15 | 4 | 0.04 | 80 | 2.0 |
| 10 | 0.15 | 6 | 0.05 | 70 | 1.5 |
| 11 | 0.15 | 8 | 0.02 | 60 | 3.0 |
| 12 | 0.15 | 10 | 0.03 | 50 | 2.5 |
| 13 | 0.20 | 4 | 0.05 | 60 | 2.5 |
| 14 | 0.20 | 6 | 0.04 | 50 | 3.0 |
| 15 | 0.20 | 8 | 0.03 | 80 | 1.5 |
| 16 | 0.20 | 10 | 0.02 | 70 | 2.0 |

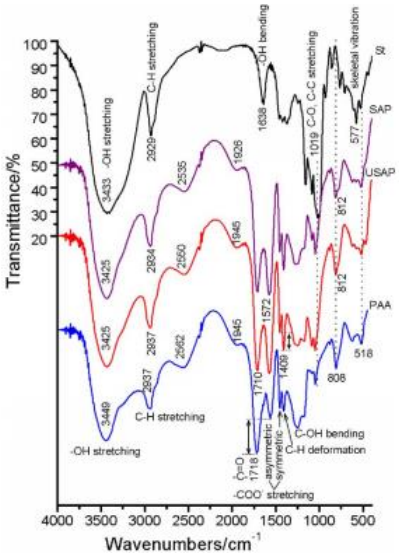
*Lampiran 7*

**Hasil FTIR Pati Sagu (Nordin, 2008)**



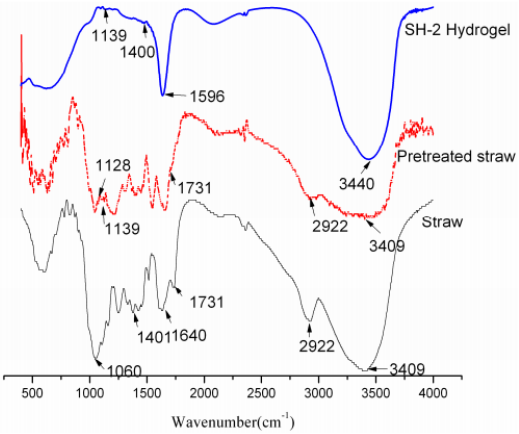

*Lampiran 8*

**Hasil FTIR pati jagung, SAP, USAP, dan PAA (Liu, 2017)**



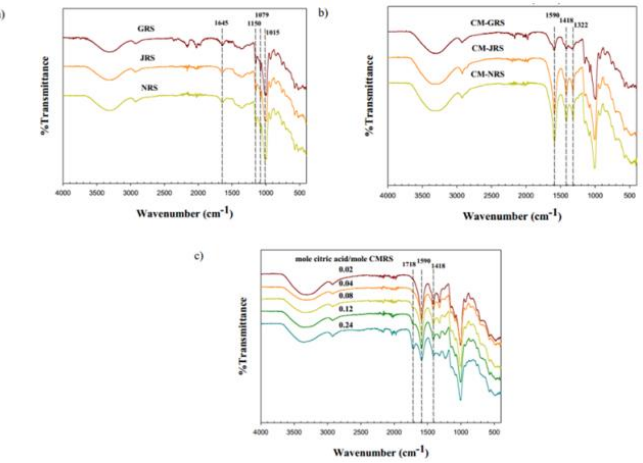
*Lampiran 9*

**Hasil FTIR Jerami Jagung (Cheng, 2015)**



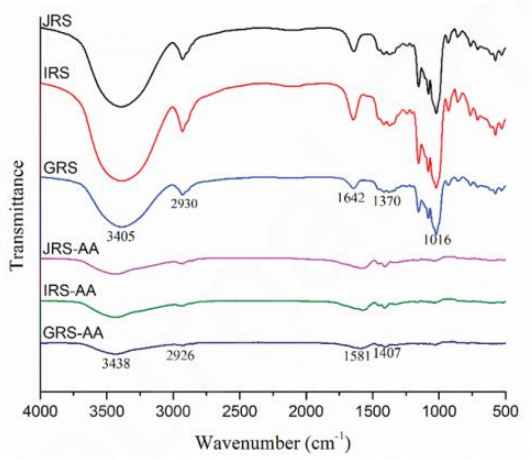

*Lampiran 10*

**Hasil FTIR Pati Beras, CMRS, Hidrogel (Sangseethong, 2018)**



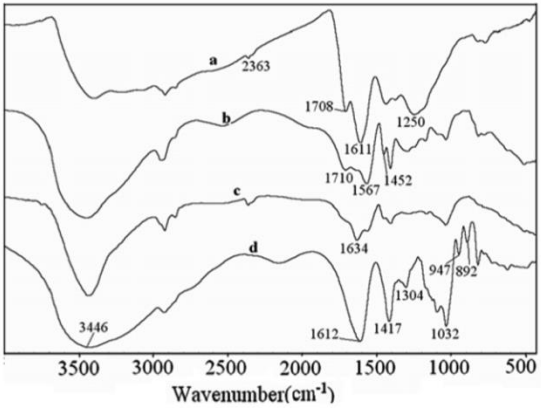
*Lampiran 11*

**Hasil FTIR Pati Beras (Zhang, 2019)**



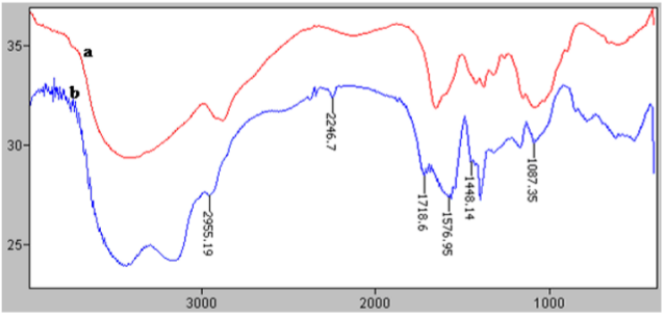

*Lampiran 12*

**Hasil FTIR Algiinat (Hua, 2009)**



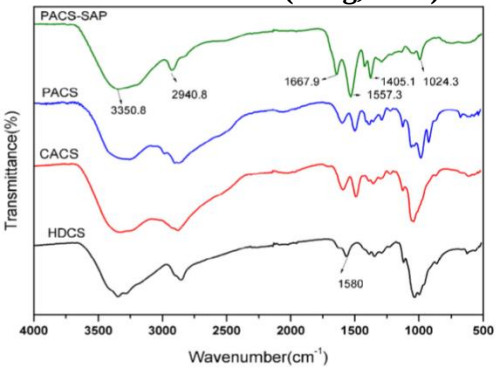
*Lampiran 13*

**Hasil FTIR (a) Kitosan (b) SAP (Sadeghi, 2011)**




*Lampiran 14*

**Hasil FTIR Berbahan Kitosan (Fang, 2019)**



## UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam mengerjakan laporan penelitian tugas akhir ini, penulis juga mendapat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh sebab itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak-pihak yang telah mendukung dan membantu. Diantaranya:

1. Allah SWT atas segala nikmat, kekuatan, kesehatan yang selalu diberikan kepada penulis.
2. Kedua orang tua dan adik penulis yang selalu mendoakan, memberikan motivasi dan semangat selama proses pengerjaan Tugas Akhir ini.
3. Seluruh dosen dan Tenaga Kerja Departemen Teknik Material dan Metalurgi FTIRS ITS, yang telah mencurahkan segala tenaga dan juga ilmu yang dimiliki demi kebaikan dan kesuksesan mahasiswanya.
4. Ria Natasha dan juga Gary Nathaniel Reynara selaku *partner* Tugas Akhir penulis yang berjuang bersama dalam suka-suka penelitian ini.
5. Muhandis Haras Ali Mohamad yang selalu menemani hari-hari penulis selama masa perkuliahan, tak lupa juga selalu ada dan mensupport penulis dalam keadaan apapun baik susah maupun senang, yang selalu berjuang dan mendoakan untuk kesuksesan bersama.
6. Teman-teman Lab Inovasi Material yang selama masa pengerjaan Tugas Akhir yang selalu menemani, menghibur, berkeluh kesah, dan tak lupa perjuangan yang kita lakukan untuk sampai ditahap ini.
7. Keluarga besar MT18 yang menjadi rumah dan selalu menghiasi hari-hari penulis dengan canda tawa dari tahun pertama sampai tahun terakhir.
8. Bagas, Nadya, Aden, Erlangga, Alief, Radite sebagai teman dalam berorganisasi yang memberikan begitu banyak pengalaman dan kesan selama masa perkuliahan ini.

9. Fungsio PSDM Konsen dan juga staff PSDM Rapi yang telah memberikan kesan terbaiknya dan juga banyak pembelajaran bagi penulis.
10. *Crazy Rich Ranted*, teman-teman yang selalu memberikan tempat , support dan semangat dalam perkuliahan dan juga untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini.
11. HMMT FTI ITS yang selalu mewadahi penulis dengan berbagai pengalaman dan kesempatan yang tidak bisa dilupakan.
12. Keluarga besar Pemandu Panah Emas, Pemandu Andalas, dan juga Pemandu Kontras memberikan kesan sangat baik bagi penulis untuk bisa mengenal orang-orang hebat diluar jurusan dan juga memberikan pembelajaran serta pengalaman yang berharga.
13. MT16, MT17, MT19, MT20 yang banyak memberikan pengalaman, pembelajaran, dan kenangan yang berharga selama penulis berkuliah.
14. Serta semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.
15. Terakhir terima kasih kepada Sakinah Mirfa Solehudin Putri, diri saya sendiri yang selalu berusaha dan berjuang untuk sampai pada tahap ini, semoga kedepannya terbuka jalan lebar untuk kesuksesan dan juga kebahagiaan yang tak ternilai harganya. Serta tak lupa penulis selalu memberikan do'a terbaik bagi temen temen yang menghiasi hari-hari penulis selama berkuliah di ITS.

Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua yang membutuhkan.

Surabaya, 15 Juli 2020
Penulis

## BIODATA PENULIS

Penulis lahir di Sukabumi pada 30 Juni 1998. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari padangan M. Solehudin dan Yanyan Mulyaningsih. Riwayat pendidikan yang ditempuh oleh penulis yaitu SD Daar El-Salam, SMPN 12 Bekasi, SMA Tunas Jakasampurna dan sekarang melanjutkan di Departemen Teknik Material dan Metalurgi, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Selama berkuliah, penulis pernah mengikuti seminar, kerja praktik, pelatihan, organisasi dan kepanitiaan. Penulis pernah mengikuti pelatihan Pra-TD, LKMM TD, juga pelatihan Pemandu dan pernah menjabat menjadi Sekertaris Departemen PSDM HMMT 2018/2019. Selain itu penulis pernah mengikuti beberapa kepanitiaan baik tingkat Jurusan, Fakultas, ataupun Institut dan berperan aktif didalamnya.

Penulis juga memiliki Pengalaman kerja praktik di PT Astra Honda Motor, Jakarta Utara yang dilaksanakan pada bulan Juli – Agustus 2019. Pada saat kerja praktik, penulis mendapatkan topik mengenai "Analisa Proses dan Kegagalan Pembuatan Komponen Mesin Dengan Metode Low Pressure Die Casting dan High Pressure Die Casting". Untuk menyelesaikan Pendidikan S1, penulis melakukan proses penelitian dan analisa dalam bidang studi Material Inovatif dengan tugas akhir yang berjudul "Review Jenis Sumber Material Polisakarida Sebagai Bahan Untuk Aplikasi Superabsorben".

Email: sakinah.mirfa30@gmail.com