

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK BERBASIS
SELULOSA ASETAT LIMBAH TEBU – KITOSAN – GLISEROL**

SKRIPSI

Disusun Untuk Memenuhi Syarat Guna Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Dalam Ilmu Kimia



Oleh:

MALIK AFIF ROJTICA

1708036014

**PROGAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG**

2021

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Malik Afif Rojtica

NIM : 1708036014

menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa proposal skripsi saya berjudul

SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK BERBASIS SELULOSA ASETAT LIMBAH TEBU - KITOSAN - GLISEROL

adalah hasil karya sendiri dan bukan jiplakan hasil karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarbenarnya. Jika dikemudian hari terbukti bahwa proposal praktikum mandiri saya merupakan hasil jiplakan maka saya bersedia menerima sanksi yang diberikan.

Semarang, 22 September 2021

Malik Afif Rojtica

NIM 1708036014

LEMBAR PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini :

Judul : Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Selulosa Asetat Limbah Tebu – Kitosan - Gliserol

Penulis : Malik Afif Rojtica

NIM : 1708036014

Jurusan : Kimia

Telah diujikan dalam sidang munaqosyah oleh dewan penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam ilmu Kimia.

Semarang, 12 Oktober 2021

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang



Atik Rahmawati, S.Pd., M.Si.
NIP. 197505162006042002

Sekretaris Sidang



Dr. Ervin Tri Suryandari, M.Si.
NIP. 197407162009122001

Penguji I



Mulyatun, S.Pd., M.Si.
NIP. 198305042011012008

Penguji II



Rai Nur Latifah, M.Si.
NIP. 199203042019032019



Pembimbing I



Zidni Azizati, M.Sc.
NIP. 1990111720181012001

Pembimbing II



Dr. Ervin Tri Suryandari, M.Si.
NIP. 197407162009122001

NOTA DINAS

Semarang 16 Agustus 2021

Yth. Ketua Program Studi Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum wr,wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan dan arahan serta koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Sintesis Dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Selulosa

Asetat Limbah Tebu – Kitosan – Gliserol

Nama : **Malik Afif Rojtica**

NIM : 1708036014

Jurusan : Kimia

Saya memandang bahwa naskah tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam siding munaqosyah.

Wassalamualaikum wr,wb

Pembimbing I



Zidni Azizati, M.Sc

NIP.199011172018012001

NOTA DINAS

Semarang 16 Agustus 2021

Yth. Ketua Program Studi Kimia

Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Walisongo Semarang

Assalamualaikum wr,wb

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan dan arahan serta koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : Sintesis Dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Selulosa

Asetat Limbah Tebu – Kitosan – Gliserol

Nama : **Malik Afif Rojtica**

NIM : 1708036014

Jurusan : Kimia

Saya memandang bahwa naskah tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang untuk diajukan dalam siding munaqosyah.

Wassalamualaikum wr,wb

Pembimbing II



Dr. Ervin Tri Suryandari, M.si

NIP.197407162009122001

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mensintesis dan mengkarakterisasi bioplastik selulosa asetat-kitosan-gliserol. Selulosa diisolasi dari ampas tebu dan diasetilisasi menjadi selulosa asetat. Selulosa asetat dikarakterisasi dengan FTIR, terdapat gugus fungsi C=O dan C-C-O asetat dengan panjang gelombang 1715,65 cm^{-1} dan 1215,98 cm^{-1} yang mengindikasikan terbentuknya selulosa asetat. Bioplastik selulosa asetat, selulosa asetat-kitosan, selulosa asetat-kitosan-gliserol berhasil disintesis dan dikarakterisasi. Dari data FTIR menunjukkan bioplastik memiliki gugus fungsi C=O dan C-O pada bilangan gelombang 1644,99 cm^{-1} , 1059,86 cm^{-1} yang mengindikasikan selulosa asetat dan gugus fungsi N-H pada bilangan gelombang 1559,66 cm^{-1} yang mengindikasikan adanya kitosan dan terjadi kenaikan intensitas serapan pada gugus fungsi O-H mengindikasikan gliserol telah berhasil ditambahkan dalam bioplastik. Bioplastik yang memiliki kinerja baik adalah SA-K-G5, dengan kuat tarik 2,8540 MPa, persen elongasi 18,6210 %, daya serap 69% serta waktu terdegradasi 9 hari.

Kata kunci: Ampas Tebu, Selulosa Asetat, Bioplastik, Kitosan, Gliserol.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah puji syukur segala puji bagi Allah SWT yang telah melimpahkan nikmat, taufik, rahmat, serta hidayah-Nya sehingga saya bisa menyelesaikan seluruh penelitian dan skripsi saya yang berjudul " **SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK BERBASIS SELULOSA ASETAT LIMBAH TEBU - KITOSAN - GLISEROL**" tepat pada waktunya.

Penyusunan skripsi ini dilakukan setelah menyelesaikan penelitian di Laboratorium Kimia UIN Walisongo Semarang, dan analisis di berbagai universitas lain. Skripsi ini diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar Strata Satu Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharap kritik dan saran.

Terselesaikannya skripsi ini, penulis telah banyak mendapat bimbingan, saran-saran serta berbagai motivasi sehingga pada kesempatan ini dengan penuh rasa hormat penulis menghaturkan terima kasih kepada semua pihak yang membantu, khususnya kepada:

1. Bapak Dr. H. Ismail, M.Ag, selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang.
2. Hj. Malikhatul Hidayah, S.T., M.Pd, selaku Ketua Program Studi Kimia UIN Walisongo Semarang.
3. Ibu Mulyatun, M.Si, selaku wali dosen Penulis yang telah memberikan arahan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Ibu Zidni Azizati M.Sc selaku dosen pembimbing pertama yang telah memberikan saran dan kritik serta arahan yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi.
5. Ibu Dr. Ervin Tri Suryandari, M.Si selaku dosen pembimbing kedua yang telah memberikan kritik dan saran serta arahan yang sangat berguna dalam penyusunan skripsi.
6. Bapak/Ibu dosen dan staff di lingkungan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo Semarang terutama Jurusan Kimia yang telah banyak membantu dalam penyusunan skripsi.
7. Orang tua penulis, bapak Carna dan Ibu Titi Sumarni yang selalu mendoakan dan memberi dukungan yang tiada hentinya.
8. Uly Alvionita yang selalu memberikan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
9. Teman-teman yang selalu memberikan semangat dan hiburan disaat semuanya terasa sulit, terutama Juhan, Zidan, Riyan dan Fikri .
10. Semua rekan-rekan Kimia 2017 yang selalu memberikan semangat serta motivasi.

11. Teman-teman KKN MIT DR 11 (posko 34) tercinta yang selalu menghibur dan menyemangati.

12. Serta seluruh pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu atas motivasi dan dukungannya.

Dengan segala harapan dan do'a, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca pada umumnya.

Aamiin Yaa Rabbal'alamiin.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Semarang, 16 Agustus 2021

Penulis



Malik Afif Rojtica

NIM. 1708036014

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Proposal skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk dilaksanakan Seminar Proposal Skripsi.

Disetujui Pada

Hari : Sabtu

Tanggal : 1 Mei 2021

Pembimbing I



Zidni Azizati, M.Sc

(199011172018012001)

Pembimbing II



Dr. Ervin Tri Suryandari, M.si.

(197407162009122001)

DAFTAR ISI

| | |
|---|------|
| PERSETUJUAN PEMBIMBING | viii |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiii |
| BAB I | 1 |
| PENDAHULUAN..... | 1 |
| A. Latar Belakang | 1 |
| B. Rumusan Masalah | 11 |
| C. Tujuan Penelitian..... | 12 |
| D. Manfaat Penulisan | 12 |
| BAB II | 13 |
| LANDASAN TEORI | 13 |
| A. Bioplastik | 13 |
| B. Selulosa Asetat | 16 |
| C. Kitosan | 19 |
| D. Gliserol | 21 |
| E. Karakterisasi Bioplastik | 23 |
| 1. Uji Kuat Tarik (<i>Tensile strength</i>) | 23 |
| 2. Analisis FT-IR..... | 26 |
| 3. Uji Biodegradasi..... | 31 |
| 4. Uji Daya Serap Air | 31 |
| F. Kajian Pustaka..... | 32 |

| | |
|---------------------------------------|----|
| BAB III..... | 34 |
| METODE PENELITIAN | 34 |
| A. Alat dan Bahan | 34 |
| B. Cara Kerja | 35 |
| BAB IV | 40 |
| PEMBAHASAN | 40 |
| A. Preparasi Selulosa..... | 41 |
| B. Preparasi Selulosa Asetat | 43 |
| C. Sintesis Bioplastik | 46 |
| D. Uji Karakterisasi Bioplastik | 51 |
| BAB V..... | 64 |
| PENUTUP | 64 |
| A. Kesimpulan..... | 64 |
| B. Saran..... | 65 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 66 |

DAFTAR TABEL

| | |
|--|----|
| Tabel 2.1 Standar mutu bioplastik..... | 16 |
| Tabel 4.1 Hasil Serapan Selulosa..... | 40 |
| Tabel 4.2 Hasil Serapan Selulosa Asetat..... | 41 |
| Tabel 4.3 Perbandingan Serapan Selulosa Asetat dengan Selulosa..... | 43 |
| Tabel 4.4 Hasil Uji FTIR Bioplastik..... | 49 |
| Tabel 4.5 Hasil Uji Kuat Tarik..... | 51 |
| Tabel 4.6 Uji Elongasi..... | 54 |
| Tabel 4.7 Daya Serap Air..... | 56 |
| Tabel 4.8 Uji Biodegradasi..... | 58 |
| Tabel 4.9 Pengurangan Masa Bioplastik..... | 60 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|--|----|
| Gambar 2.1 Reaksi asetilasi selulosa | 18 |
| Gambar 2.2 Struktur Kitosan..... | 19 |
| Gambar 2.3 Alat Uji Tarik | 24 |
| Gambar 2.4 Hasil Singkat Uji Tarik dan Datanya..... | 25 |
| Gambar 2.5 Skema Alat Spektrofotometer Inframerah | 28 |
| Gambar 2. 6 Spektrum Selulosa Asetat (Kusumawati, 2014) | 29 |
| Gambar 2.7 Spektrum Kitosan (Dompeipen, 2017) | 30 |
| Gambar 2.8 Spektrum Gliserol Standar (NIST <i>Chemistry WebBook 2018</i>) | 30 |
| Gambar 4.1 Spektra FTIR Selulosa Ampas Tebu | 42 |
| Gambar 4.2 Spektra FTIR Selulosa Asetat..... | 44 |
| Gambar 4.3 Gambar Bioplastik SA..... | 47 |
| Gambar 4.4 Gambar bioplastik SA-K..... | 48 |
| Gambar 4.5 Gambar Bioplastik SA-K-G 1 | 49 |
| Gambar 4.6 Gambar Bioplastik SA-K-G 5 | 50 |
| Gambar 4.7 Spektrum FTIR Bioplastik SA, SA-K, dan SA-K-G | 51 |
| Gambar 4.8 Pengaruh Penambahan Kitosan dan Gliserol Terhadap Daya Serap Air(%) Bioplastik..... | 59 |

DAFTAR LAMPIRAN

| | |
|---|----|
| Lampiran 1 Data FTIR..... | 73 |
| Lampiran 2 Uji Daya Serap..... | 75 |
| Lampiran 3 Uji Biodegradasi..... | 76 |
| Lampiran 4 Uji Kuat Tarik dan Persen Elongasi..... | 77 |
| Lampiran 5 Dokumentasi | 78 |

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sampah merupakan salah satu permasalahan kompleks yang dihadapi oleh negara-negara berkembang maupun negara-negara maju di dunia, termasuk Indonesia (Damanhuri, 2010). Dilansir dari data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan bahwa sampah plastik di Indonesia mencapai 64 juta ton, bulan Juni tahun 2021. Sebanyak 3,2 juta ton merupakan sampah plastik yang terbuang ke laut. Di sisi lain, kantong plastik yang terbuang ke lingkungan sebanyak 10 miliar lembar per tahun atau sebanyak 85.000 ton kantong plastik. Jumlah ini menempatkan Indonesia di urutan kedua sebagai negara dengan jumlah pencemaran sampah plastik ke laut terbesar setelah Tiongkok, maka tidak heran sampah plastik di Indonesia kian penting mengingat Indonesia merupakan negara terpadat urutan ke-4 di dunia setelah Amerika Serikat, Tiongkok, dan India. Masalah perkembangan teknologi yang pesat, tingkat pertumbuhan ekonomi yang tinggi serta kenaikan tingkat permintaan yang kompleks mengakibatkan timbulnya berbagai macam industri yang semata-mata hanya menjawab kebutuhan masyarakat, tidak

terkecuali pada kebutuhan plastik. Hal ini terjadi karena meningkatnya populasi manusia yang berpengaruh terhadap kebutuhan akan sesuatu bagi kelangsungan hidup manusia serta aktivitas ekonomi dan sosial, tidak terkecuali plastik (Ahmad Rafi dkk, 2018)

Penggunaan plastik dapat kita temui pada hampir setiap produk. Plastik umumnya sebagai wadah dari suatu produk. Selain digunakan sebagai wadah atau pembungkus, ternyata plastik juga memiliki nilai komersil yang tinggi untuk suatu kontennya itu sendiri. Namun seringkali plastik yang biasa digunakan manusia sehari-hari adalah jenis plastik yang tidak ramah lingkungan dan susah terurai di alam sehingga dapat mengganggu ekosistem yang ada disekitarnya. (Manggrove & Langsa, 2018)

Menurut Karuniastuti (2013), penggunaan plastik yang tidak sesuai persyaratan dapat menimbulkan berbagai gangguan kesehatan, karena dapat mengakibatkan kanker dan kerusakan jaringan pada tubuh manusia (karsinogenik). Selain itu plastik pada umumnya sulit untuk didegradasikan oleh mikro organisme. Limbah plastik dapat bertahan sampai bertahun-tahun sehingga menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan. Sampah plastik berbahaya apabila dibakar di udara terbuka akan menghasilkan gas yang

akan menimbulkan polutan sehingga mengakibatkan pencemaran udara serta mengancam sistem pernafasan manusia, dan jika sampah plastik ditimbun dalam tanah maka akan mencemari tanah, air tanah. Limbah plastik yang dibuang ke lingkungan perairan akan mengakibatkan pencemaran untuk ekosistem ikan. Dampaknya ketika dibiarkan dan tidak ada gerakan masif untuk mengatasinya, maka ikan yang mengandung mikroplastik akan semakin banyak. Mikroplastik berbahaya untuk kehidupan biota yang ada diperairan karena didalam mikroplastik terkandung di(2-ethylhexyl) adipate (DEHA), bifenil poliklorin (PCB), dan lain-lain. Manusia jika mengonsumsi ikan yang mengandung mikroplastik secara terus menerus berpotensi mengalami kanker.

Pada dasarnya manusia mempunyai tugas dan kewajiban untuk melestarikan dan menjaga alam serta mengembangkan manusianya menjadi umat yang islami atau manusia yang menghamba kepada Allah Swt. Dalam peranannya manusia sebagai khalifah di bumi, manusia menerima amanah dari Allah Swt. Sebagai pemakmur alam semesta. Sebagaimana yang terkandung dalam QS. Al Ahzab ayat 72. Maka setidaknya ada beberapa perilaku positif yang harus dimiliki seorang khalifah yaitu tidak membuat

kerusakan di muka bumi serta memberi solusi untuk tiap permasalahan di lingkungan. Berbagai program pengolahan limbah plastik seperti 3R yaitu mengurangi (*reduce*), menggunakan kembali (*reuse*) dan mendaur ulang (*recycle*) telah dilakukan namun tetap saja masalah plastik bagi lingkungan belum menemui solusi yang tepat (Selpiana, 2016).

Plastik konvensional yang bahan dasarnya polifen (polipropilen, polietilen) memiliki keunggulan kuat, ringan, dan stabil namun memiliki kelemahan yaitu sulit terombak oleh mikroorganisme dalam lingkungan sehingga menimbulkan masalah lingkungan yang sangat serius (Ahmad, 2012). Masalah sampah plastik dapat diatasi dengan beberapa pendekatan seperti daur ulang, teknologi pengolahan sampah plastik, dan pengembangan bahan plastik baru yang dapat hancur dan terurai dalam lingkungan yang dikenal dengan sebutan plastik *biodegradable*. Plastik *biodegradable* dirancang untuk memudahkan proses degradasi terhadap reaksi enzimatik mikroorganisme seperti bakteri dan jamur (Avella, 2009).

Bioplastik yang bersifat *biodegradable* dapat disintesis dari bahan alam seperti selulosa, kitosan, dan tapioka. Selulosa merupakan prekursor alam yang jumlahnya cukup besar di alam. Namun, selulosa

mempunyai kekurangan sukar larut dalam beberapa pelarut organik serta air, maka diperlukan reagen tambahan seperti 1-butil-3-metilimidazolium asetat (BmimAc) namun kelemahannya memiliki harga yang mahal. Hal ini memotivasi peneliti untuk menggantikan selulosa dengan bahan turunannya yaitu selulosa asetat yang mudah untuk terlarut dengan pelarut-pelarut non polar. Selulosa harus melalui proses asetilisasi dengan asetat anhidrida terlebih dahulu untuk membentuk turunan senyawa tersebut, agar dapat menghasilkan selulosa asetat (Teknologi & Pertanian, 2014).

Selulosa asetat (SA) merupakan salah satu ester asam organik dari selulosa. Produksi selulosa asetat merupakan yang terbesar dari semua turunan selulosa. Selulosa asetat memiliki struktur mikrofibril terorganisir yang memiliki sifat kimia larut dalam aseton, dimetilformamida (DMF), dioksan tetrahidrofuran (THF), asam asetat, dimetilsulfoksida (DMSO), dimetilasetamida (DMAc) (Fouling, 2017). Menurut Dana Iswara Putra (2017) dimetilasetamida (DMAc) merupakan senyawa yang mempunyai sifat pelarut yang tinggi. DMAc memiliki kemampuan melarutkan selulosa asetat yang baik sampai dapat membentuk larutan homogen (Stecher dkk, 1960). Selulosa asetat memiliki kekuatan mekanik yang tinggi,

transparansi yang baik, *biodegradabel*, dan tidak toksik. Sifat tersebut membuat selulosa asetat banyak diaplikasikan sebagai bahan film (Safriani, 2000), *packaging*, bioplastik (Bahmid dkk, 2014), tekstil, filter rokok, pelapis kertas dan membran (Wahyusi dkk, 2017). Sifat fisik selulosa asetat sangat potensial untuk pembuatan bioplastik (Bahmid dkk, 2014). Selulosa dapat disintesis dari kulit pisang, serat kayu, ampas tebu dan lain-lain. Kulit pisang memiliki kandungan selulosa 35-40% hemiselulosa 20-30%, dan lignin 20-30%. Serat kayu memiliki kandungan selulosa 40-45% namun serat yang dihasilkan kasar dan kurang tepat untuk menjadi bahan bioplastik (Tjahyono, 1998). Ampas tebu selama ini dipandang memiliki tingkat ekonomi rendah dan hanya dijadikan sampah pada berbagai industri seperti pada industri gula (ampas tebu), sebagaimana dilaporkan oleh Maddahi dkk, (2012) dan Khumar dkk, (2013). Ampas tebu merupakan limbah lignoselulosa yang dihasilkan oleh pabrik gula setelah tebu diambil niranya. Komponen yang terkandung dalam ampas tebu yaitu 43-52% serat (*fiber*), 46,52% air, dan 2-3% padatan terlarut (Paturau, 1982). Kandungan serat yang tinggi pada ampas tebu dan tingkat pemanfaatan yang masih rendah menjadi peluang yang sangat besar bagi peneliti untuk

meningkatkan nilai ekonomi ampas tebu sebagai sumber alami dalam pembuatan selulosa sekaligus menerapkan prinsip *green chemistry* dari bahan utama yang digunakan yaitu memanfaatkan bahan yang sudah menjadi limbah untuk dijadikan produk plastik *biodegradable*.

Plastik *biodegradable* umumnya dibuat dari bahan selulosa. Bioplastik yang terbuat dari selulosa memiliki kelebihan yaitu nilai kuat tarik yang tinggi serta kemampuan mengikat yang kuat. Hal ini karena fleksibilitas yang tinggi pada selulosa dapat memberikan pengaruh terhadap perpanjangan elongasi sehingga nilai kuat tarik meningkat (Intandiana, Dawam, Denny & Firman, 2019). Namun, selulosa memiliki sifat tidak dapat larut dalam kebanyakan pelarut, mengakibatkan selulosa tidak dapat langsung diproses menjadi bioplastik (Bahmid & Syamsu, 2014) . Untuk mengubah selulosa menjadi selulosa asetat, selulosa diasetilasi dengan asetat anhidrida sehingga menghasilkan selulosa asetat. Selulosa asetat memiliki kualitas sangat baik dengan transparansi yang baik, kekuatan tarik tinggi, tahan panas, daya serap air rendah, dan mudah terdegradasi secara alami. Namun, salah satu penelitian dari Universitas Sriwijaya (2020) menginformasikan bioplastik berbahan dasar selulosa

asetat saja memiliki struktur yang mudah pecah dan rusak (Effect dkk, 2020). Kelemahan bioplastik selulosa asetat yang teksturnya mudah rusak perlu untuk memperbaiki dengan ditambahkan polimer lain, diantaranya adalah kitosan. Menurut Najih (2018) bioplastik yang dibentuk dari polimer murni memiliki nilai kuat tarik yang lemah sehingga diperlukan kitosan yang sifatnya kuat, dan sulit dirobek ketika diaplikasikan dalam bioplastik (Najih, 2018).

Kitosan merupakan polisakarida kedua yang sangat berlimpah di alam setelah selulosa. Kitosan memiliki kegunaan yang sangat luas dalam kehidupan sehari-hari (Arie Fitry Apriyanti, F. Widhi Mahatmanti dan Warlan Sugiyo, 2013). Kitosan adalah biopolimer sebagai bahan anti *microbial* (Mahatmanti dkk, 2010) dan juga dapat berfungsi sebagai penguat, sehingga dapat meningkatkan *tensile strength* dan *elongation at break* (Zivanovic dkk, 2007). Kitosan memiliki sifat membentuk film dan membran yang baik (Setiani dkk, 2013). Kitosan juga merupakan salah satu senyawa yang bersifat hidrofobik (tidak larut dalam air) (Nugroho, 2017). Polimer kitosan diharapkan mampu menambah kekuatan struktur bioplastik. Bioplastik selain kuat juga harus memiliki sifat kemuluran yang baik (lentur) agar saat dilakukan uji kuat mekaniknya

struktur bioplastik tidak mudah putus. Penelitian yang dilakukan Afiifah Radhiyatullah dkk, (2015) membuktikan bahwa bioplastik yang dilakukan variasi penambahan volume *plastisizer* gliserol (1% v, 2 % v, dan 3 % v) akan berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik dan pemanjangan saat putus dari bioplastik yang dihasilkannya. Nilai kekuatan tarik akan semakin menurun seiring dengan bertambahnya volume gliserol yang diberikan, sebaliknya nilai pemanjangan saat putus akan semakin meningkat (Afiifah Radhiyatullah, Novita Indriani & Hendra S. Ginting, 2015).

Hamid (2019) menyebutkan dalam penelitiannya pengaruh kitosan dan *plasticizer* gliserol dalam pembuatan plastik *biodegradable*, bahwa penggunaan konsentrasi kitosan yang semakin besar maka akan semakin banyak ikatan hidrogen yang terdapat dalam bioplastik sehingga ikatan kimianya akan semakin kuat dan sulit untuk diputus karena memerlukan energi yang besar untuk memutuskan ikatan tersebut. (Hamid & Hamid I, 2019).

Peningkatkan fleksibilitas (sifat lentur) dari plastik *biodegradable* biasanya menggunakan *plasticizer*. *Plasticizer* merupakan bahan non volatil, bertitik didih tinggi, jika ditambahkan pada material lain dapat mengubah sifat material menjadi lebih elastis. *Plasticizer*

berfungsi untuk mengurangi kerapuhan bioplastik, meningkatkan permeabilitas terhadap gas, uap air, dan zat terlarut serta meningkatkan fleksibilitas dari bioplastik. Jenis *plasticizer* yang paling umum digunakan pada pembuatan *edible* film atau plastik biodegradable adalah sorbitol, minyak sereh dan gliserol (Suppakul, 2006). Gliserol merupakan suatu bahan yang memiliki kemampuan untuk menurunkan kekuatan intermolekul meningkatkan fleksibilitas dan menurunkan sifat barrier suatu film (Afiifah Radhiyatullah dkk, 2015).

Plasticizer gliserol selain memiliki kemampuan meningkatkan elastisitas plastik juga memiliki keunggulan mengurai plastik *biodegradable*. Penelitian yang dilakukan Ketintang (2013) menyebutkan bahwa gliserol dengan konsentrasi 20% memiliki sifat terdegradasi cukup baik, yaitu mampu membuat plastik *biodegradable* terdegradasi sampai menjadi 23,51% dalam waktu 45 hari. Pada tahun berikutnya 2015 Afiifah Radhiyatullah dkk, melakukan penelitian mengenai pengaruh gliserol terhadap bioplastik yang disintesis dari umbi talas. Afiifah menyebutkan setiap terjadi penambahan 1 % volume gliserol dapat mengalami nilai pemanjangan saat putus sebesar 2,1290 % serta terjadi penurunan nilai kekuatan mekanik bioplastik menjadi 18,4992 MPa. Angka

kekuatan mekanik paling kecil ditunjukkan pada variasi penambahan 3% v gliserol yaitu 1,7583 Mpa. Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan gliserol dapat menurunkan kekuatan intermolekuler bioplastik diantara rantai polimer dan meningkatkan fleksibilitas bioplastik (Afiifah Radhiyatullah dkk, 2015)

Penelitian kali ini dilakukan sintesis bioplastik berbahan selulosa asetat, kitosan dan gliserol. Penambahan gliserol pada penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan kemampuan sifat mekanik biplastik yang didapatkan.

B. Rumusan Masalah

Sehubungan dengan berbagai latar belakang diatas, maka dapat diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik bioplastik SA, SA-kitosan, SA-kitosan-gliserol?
2. Bagaimana pengaruh penambahan gliserol terhadap kekuatan mekanik plastik *biodegradable* ?
3. Bagaimana sifat biodegradasi dari bioplastik SA, SA-kitosan, SA-kitosan-gliserol ?

C. Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui karakteristik bioplastik SA, SA-kitosan, SA-kitosan-gliserol
2. Untuk mengetahui pengaruh penambahan gliserol terhadap kekuatan mekanik plastik *biodegradable*
3. Untuk mengetahui sifat biodegradasi dari bioplastik SA, SA-kitosan, SA-kitosan-gliserol

D. Manfaat Penulisan

1. Dapat mengembangkan potensi peneliti dalam hal penelitian ilmiah.
2. Mengetahui bahwa semua yang ada di dunia ini memiliki manfaat, (seperti limbah ampas tebu yang memiliki manfaat jika diolah kembali).
3. Mengetahui potensi sumber daya alam lokal yang lebih ramah lingkungan.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Bioplastik

Bioplastik merupakan salah satu biopolimer yang dapat terurai secara alami oleh bantuan jamur, bakteri, alga atau mengalami hidrolisis dalam larutan berair. Plastik *biodegradable* atau lebih dikenal dengan bioplastik merupakan plastik ramah lingkungan karena mudah diurai oleh mikroorganisme dibandingkan plastik konvensional. (Sari, Mairisya, Kurniasari & Purnavita, 2019). Bioplastik memiliki kegunaan yang sama dengan plastik konvensional tetapi bahan baku pembuatannya sebagian besar atau seluruhnya lebih ramah lingkungan sehingga mudah didapatkan, bersifat dapat didaur ulang dan diperbaharui.

Plastik *biodegradable* dibagi menjadi tiga jenis, yaitu *biodegradable film*, *biodegradable coating*, dan enkapsulasi. *Biodegradable coating* adalah jenis film yang langsung melapisi produk, sedangkan pada plastik *biodegradable* pembentukannya tidak secara langsung melainkan sebagai pelapis dan pengemas. Enkapsulasi merupakan *biodegradable packaging* yang memiliki fungsi sebagai pembawa zat *flavour*

berbentuk serbuk. *Biodegradable* film berfungsi sebagai penghambat perpindahan uap air, penghambat pertukaran gas, pencegah kehilangan aroma, pencegah perpindahan lemak, peningkatan karakteristik fisik, dan pembawa zat aditif (Austin, 1985).

Komponen utama penyusun plastik *biodegradable* terbagi menjadi tiga kelompok yaitu hidrokoloid, lipida, dan komposit. Hidrokoloid yang cocok digunakan antara lain senyawa protein, polisakarida, alginat, pektin, dan pati. Bahan dasar protein dapat berasal dari jagung, kedelai, kasein, kolagen, gelatin, cornzein, protein susu dan protein ikan. Polisakarida yang digunakan dalam pembuatan plastik *biodegradable* adalah selulosa dan turunannya, pati dan turunannya, pektin, ekstrak ganggang laut (alginat, karagenan dan agar), gum (gumarab dan gum karaya), xanthan, kitosan dan lain-lain. Lipida yang biasa digunakan adalah gliserol, waxes, asil gliserol dan asam lemak, sedangkan komposit merupakan material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuknya melalui pencampuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Komposit terdiri dari matriks yang berfungsi

untuk perekat atau pengikat dan pelindung filler (pengisi) dari kerusakan eksternal dan *filler* berfungsi sebagai penguat gabungan lipida dengan hidrokoloid (Sriwita, 2014).

Biodegradasi film pada lingkungan alam diawali dengan tahap degradasi kimia yaitu dengan proses oksidasi molekul menghasilkan polimer dengan berat molekul yang rendah kemudian akan berhadapan dengan mikroorganismenya sehingga melalui proses dekomposisi.

Sintesis plastik *biodegradable* yang sangat efektif dan efisien adalah dengan cara *blending* berbagai polimer alam. Polimer alam bersifat *biodegradable*, akan tetapi memiliki sifat mekanik yang relatif rendah, rapuh, dan mudah rusak oleh pengaruh termal. Peningkatan sifat mekanik bioplastik perlu dilakukan penambahan pemlastis (Marbun, 2012).

Menurut Haryati, dkk (2017) standar mutu bioplastik dapat ditunjukkan pada Tabel 2.1

Tabel 1.1 Standar mutu bioplastik

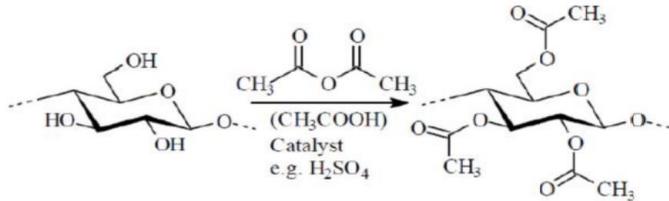
| No Standar MutuBioplastik | Nilai |
|----------------------------------|--------------------|
| 1. Kuat tarik (Mpa) | 1-10 MPa |
| 2. Persen elongasi (%) | 10-20% |
| 3. Biodegradasi | 100% dalam 60 Hari |

B. Selulosa Asetat

Selulosa merupakan polisakarida yang sangat melimpah di alam. Selulosa merupakan alternatif yang ideal untuk polimer berbasis petroleum pada berbagai aplikasi (Lucia dan Rojas, 2007), seperti serat, film, dan kemasan makanan (Turner dkk, 2004). Film berbasis selulosa mengalami perkembangan yang sangat pesat, namun dalam aplikasinya sebagai film yang bersifat *biodegradable*, selulosa memiliki kelemahan yaitu adanya ikatan hidrogen yang kuat di antara rantai selulosa. Kebanyakan selulosa diproduksi dalam bentuk kristalin. Bentuk kristalin merupakan keistimewaan selulosa, karena merupakan bentuk yang tak lazim di dunia polisakarida. Bentuk kristalin terdiri dari dua bentuk yang dibedakan berdasarkan pengemasan kristal, konformasi molekuler dan pola ikatan hidrogen intramolekuler. Perbedaan ini mungkin berpengaruh terhadap sifat-

sifat fisik selulosa (Noishiki dkk, 2002). Di samping struktur kristalin, selulosa juga tersusun dari struktur non kristalin (amorf). Jumlah dan perbandingan antara struktur kristalin dan non kristalin ini berbeda beda tergantung organismenya (Coughlan dkk, 1985). Selulosa terbentuk dari fibril-fibril, sedangkan fibril tersusun atas mikrofibril-mikrofibril. Struktur seperti ini menyebabkan selulosa tidak larut dalam kebanyakan pelarut (Hafidz, 2012). Karena adanya ikatan hidrogen yang kuat pada kerangka struktur, selulosa tidak dapat dilarutkan pada berbagai pelarut. Dibutuhkan pelarut khusus untuk dapat melarutkan selulosa namun, pelarut tersebut memiliki harga yang sangat mahal. Oleh karena itu, dibutuhkan material turunan selulosa yang dapat lebih mudah terlarut dalam beberapa pelarut, yaitu selulosa asetat. Selulosa asetat berguna karena dapat larut dalam DmAc, bersifat termoplastis, serta memiliki kestabilan dan ketahanan yang baik pada bentuk lapisan pada plastiknya (Wahyusi dkk, 2017). Selulosa asetat merupakan selulosa dengan gugus hidroksil yang telah tergantikan oleh gugus asetil. Selulosa asetat dapat diproduksi dengan dua cara, yaitu dengan asam asetat sebagai agen asetilasi sekaligus sebagai pelarut, dan asam sulfat sebagai katalis, atau dengan asam

asetat anhidrida sebagai agen asetilasi, metilen klorida sebagai pelarut, dan asam sulfat sebagai katalis. Reaksi asetilasi selulosa ditunjukkan pada Gambar 2.2.

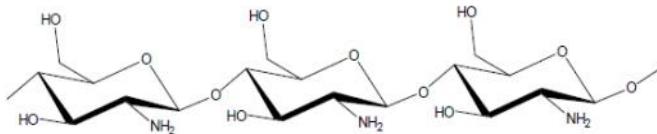


Gambar 2.1 Reaksi asetilasi selulosa (Souhoka dkk, 2018)

Selulosa asetat yang memiliki beberapa variasi derajat substitusi dapat disintesis dengan reaksi antara selulosa dengan asam asetat, dilanjutkan dengan asetat anhidrid, dan dikatalisis dengan asam mineral/sulfat. Derajat substitusi yang diinginkan dapat dicapai dari reaksi antara produk yang terasetilasi dengan air. Hidrolisis dengan air menghasilkan triasetat (selulosa yang hampir terasetilasi sempurna). Hidrolisis lanjutan menghasilkan asetat sekunder yang dapat terlarut dengan aseton. Sebagai bahan bioplastik, maka selulosa asetat dapat direaksikan dengan bahan-bahan lain yang mampu mendukung sifat kelenturannya. (Wahyusi dkk, 2017).

C. Kitosan

Kitosan memiliki rumus molekul $(C_6H_{11}NO_4)_n$ dapat diperoleh dari deasetilasi kitin. Kitosan dapat ditemukan di alam pada beberapa organisme. Kitosan merupakan senyawa kimia yang berasal dari bahan kitin, suatu senyawa organik yang melimpah di alam ini setelah selulosa. Kitosan ini umumnya didapatkan dari kerangka hewan invertebrata dari kelompok arthropoda sp, molusca sp, coelenterata sp, annelida sp, nematoda sp, dan beberapa dari kelompok jamur. Selain dari kerangka hewan invertebrata, kitosan ditemukan pada bagian insang ikan, trachea, dinding usus dan pada kulit cumi - cumi. Sumber utama kitosan adalah cangkang crustaceae sp, yaitu udang, lobster, kepiting, dan hewan yang bercangkang lainnya, terutama asal laut (Meriatna, 2008). Struktur kitosan dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.2 Struktur Kitosan

Kitosan memiliki rumus molekul $[C_6H_{11}NO_4]_n$. Kitosan berbentuk serpihan putih kekuningan, tidak

berbau dan tidak berasa. Kitosan tidak larut dalam air, dalam larutan basa kuat, dalam asam 14 sulfat, dalam pelarut-pelarut organik seperti dalam alkohol, dalam aseton, dalam dimetilformamida, dan dalam dimetilsulfoksida. Sedikit larut dalam asam klorida dan dalam asam nitrat, larut dalam asam asetat 1%-2%, dan mudah larut dalam asam format 0,2%-1,0%.

Kitosan merupakan produk biologis yang bersifat kationik, nontoksik, *biodegradable* dan biokompatibel. Kitosan memiliki gugus amino (NH₂) yang relatif lebih banyak dibandingkan kitin sehingga lebih nukleofilik dan bersifat basa. Kristalinitas kitosan yang disebabkan oleh ikatan hidrogen intermolekuler maupun intramolekuler lebih rendah dibandingkan kitin sehingga lebih mudah diaplikasikan dalam beberapa reagen. Kitosan tidak larut dalam air dan beberapa pelarut organik seperti dimetilsulfoksida (DMSO), dimetilformamida (DMF), pelarut alkohol organik dan piridin. Pelarut yang baik untuk kitosan adalah asam format, asam asetat dan asam glutamat (Antuni, 2009).

Kitosan merupakan biopolimer yang sumbernya melimpah dan dapat terbarukan sehingga termasuk sumber daya alternatif yang harus dimanfaatkan semaksimal mungkin. Sifat polikationik

kitosan menjadi dasar pemanfaatan kitosan dalam berbagai bidang. Kitosan dimanfaatkan dalam bidang pertanian karena sifatnya yang *biodegradable*. Tanaman yang diperlakukan dengan kitosan memiliki ketahanan yang baik terhadap serangan jamur. Dalam bidang kesehatan, kitosan bermanfaat dalam program diet karena kemampuannya menurunkan jumlah kolesterol, antikoagulan dalam darah serta digunakan sebagai agen antibakteri. Bidang bioteknologi memanfaatkan kitosan sebagai zat yang berperan dalam imobilisasi enzim, pemisahan protein dan regenerasi sel. Dalam industri makanan, kitosan digunakan sebagai antioksidan, pengawet alami, penyerap zat warna dan pengemulsi. Kitosan juga dimanfaatkan sebagai adsorben/pengkhelat logam (Antuni, 2009).

D. Gliserol

Gliserol adalah produk samping produksi biodisel dari reaksi transesterifikasi dan merupakan senyawa alkohol dengan gugus hidroksil berjumlah tiga buah. Gliserol (1,2,3 propanetriol) merupakan cairan yang tidak berwarna, tidak berbau dan merupakan cairan kental yang memiliki rasa manis (Pagliaro dan Rossi, 2008). Gliserol dapat dimurnikan

dengan proses destilasi agar dapat digunakan pada industri makanan, farmasi atau juga dapat digunakan untuk pengolahan air. Gliserol sebagai produk samping industri biodiesel, belum banyak diolah sehingga nilai jualnya masih rendah. Penelitian tentang proses produksi turunan gliserol dalam satu dekade ini telah mulai banyak dilakukan. Industri turunan gliserin klasik, gliserol tri-nitrat yang digunakan sebagai bahan peledak, secara bertahap kehilangan dominasinya. Resin alkid berasal dari gliserin mewakili penggunaan tunggal terbesar dari gliserin dikombinasikan akhir-akhir ini. Ester gliserin dalam barang-barang toilet dan bidang makanan, terutama ester parsial (mono-dan digliserida) telah menjadi komponen yang sangat khusus produk emulsi, memberikan kontribusi pengendalian atas kelembutan dari kecantikan, juga untuk margarin (Miner dan Dalton, 1953). Proses esterifikasi gliserol adalah salah satu metode yang banyak digunakan untuk memproduksi produk turunan gliserol. Reaksi esterifikasi disini menghasilkan bermacam-macam ester yang mempunyai banyak kegunaan dan bernilai lebih tinggi. Produk dari konversi gliserol ini bersifat ramah

lingkungan (*green chemistry*) dan terbarukan karena bukan merupakan turunan dari minyak bumi.

E. Karakterisasi Bioplastik

1. Uji Kuat Tarik (*Tensile strength*)

Uji tarik merupakan salah satu uji stress-strain mekanik yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan bahan terhadap gaya tarik. Mekanisme pengujiannya, bahan yang akan di uji ditarik sampai bahan tersebut putus. Untuk mengetahui sifat-sifat suatu bahan, maka kita harus mengadakan pengujian terhadap bahan tersebut. Pengujian disini memiliki empat jenis uji coba yang biasa dilakukan, yaitu : uji tarik (*tensile test*), uji tekan (*compression test*), uji torsi (*torsion test*), dan uji geser (*shear test*) (Purnomo, 2017).

Uji tarik adalah salah satu cara pengujian bahan yang paling mendasar. Pengujiannya sangat sederhana, tidak mahal, dan sudah mengalami standarisasi di seluruh dunia, misalnya di Amerika dengan ASTM E8 dan Jepang dengan JIS 2241. Suatu bahan hanya perlu ditarik, kemudian dapat diketahui bagaimana reaksi bahan tersebut terhadap tenaga tarikan dan sejauh mana material itu mengalami

pertambahan panjang. Alat eksperimen untuk uji tarik ini harus memiliki cengkeraman (*grip*) yang kuat dan kekakuan yang tinggi (*highly stiff*) (Purnomo, 2017).



Gambar 2.3 Alat Uji Tarik

Pada uji tarik, kedua ujung benda uji dijepit, salah satu ujung dihubungkan dengan perangkat pengukur beban dari mesin uji dan ujung lainnya dihubungkan ke perangkat peregang. Regangan diterapkan melalui kepala-silang yang digerakkan motor dan elongasi beban uji ditunjukkan dengan pergerakan relative dari benda uji. Beban yang diperlukan untuk menghasilkan regangan tersebut ditentukan dari defleksi elastic suatu balok atau proving ring, yang diukur dengan menggunakan metode hidrolik, optic, atau

elektromekanik. Cara terakhir ini (dimana kemungkinan terjadi perubahan tahanan pada pengukur regangan yang ditempelkan pada balok) dengan sendirinya, mudah disesuaikan dengan sistem untuk mencatat otografik dari kurva beban-elongasi.

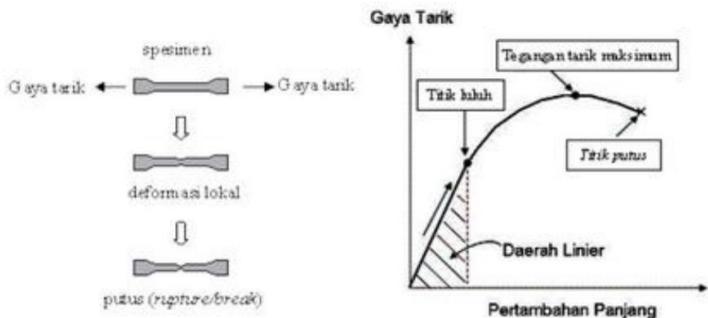
Elongasi dihitung dengan rumus

$$\text{elongasi} = \frac{L - L_0}{L_0} \quad \text{I.1 (Febriyanti$$

Ratnaningtyas, 2019).

Dengan, L merupakan panjang akhir sedangkan L_0 merupakan panjang mula-mula.

Proses pengujian dilakukan, akan diperoleh profil tarikan yang lengkap berupa kurva. Kurva disini akan menunjukkan hubungan antara gaya tarikan dengan perubahan panjang yang terjadi.



Gambar 2.4 Hasil Singkat Uji Tarik dan Datanya

$$TS = F/A \quad (1.II)$$

Dimana nilai TS merupakan Tensile Strengeth atau kuat tarik yang dimiliki oleh bioplastik yang diuji (kg/cm^2), sedangkan nilai F merupakan gaya maksimum atau beban maksimum yang diberikan pada bioplastik yang diuji (kg) dan nilai A merupakan besarnya luas permukaan awal dari bioplastik (Abdul Karim dan Rustam Mustofa, 2019).

Umumnya yang menjadi fokus perhatian adalah kemampuan maksimum bahan tersebut dalam menahan beban. Kemampuan ini umumnya disebut, "*Ultimate Tensile Strength*" disingkat dengan istilah UTS, dalam bahasa indonesia disebut tegangan tarik maksimum (Purnomo, 2017).

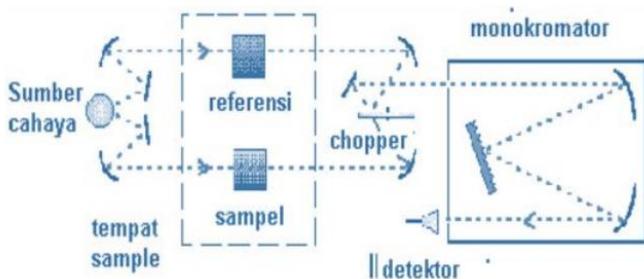
2. Analisis FT-IR

Spektroskopi infra merah adalah salah satu teknik analisis spektroskopi absorpsi dengan memanfaatkan sinar infra merah dari spektrum elektromagnetik, sehingga akan menghasilkan spektrum mewakili senyawanya. Seperti teknik spektroskopi lainnya, teknik ini dapat digunakan

untuk menentukan kandungan dalam sebuah sampel (Ardiansyah, 2011).

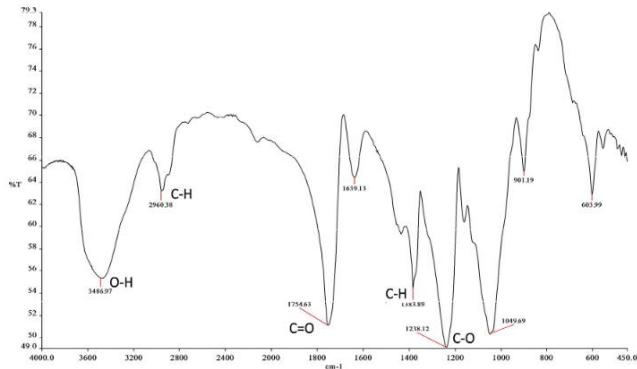
Spektroskopi *Infra Red* (IR) digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi dan identifikasi senyawa-senyawa organik. Prinsip dari spektroskopi IR didasarkan pada interaksi antara tingkat energi getaran (vibrasi). Vibrasi atom yang berikatan dalam molekul dengan mengadsorpsi radiasi gelombang elektromagnetik. Molekul yang menyerap radiasi gelombang elektromagnetik IR dalam keadaan vibrasi tereksitasi akan mengalami kenaikan amplitude getaran atom-atom yang terikat. Apabila molekul kembali ke keadaan dasar maka, energi yang terserap akan dibuang dalam keadaan panas. Penyerapan radiasi infrared tergantung dari tipe ikatan suatu molekul. Apabila tipe ikatan yang dimiliki suatu molekul berbeda-beda atau berlainan maka penyerapan radiasi infrared pada panjang gelombang yang berlainan (Supratman, 2006). Penyerapan energi yang beranekaragam dapat dipengaruhi oleh perubahan dalam momen dipol. Penyerapan energinya lemah ketika ikatan bersifat nonpolar contohnya seperti ikatan C-H atau C-C sedangkan,

absorpsinya lebih kuat ketika ikatannya bersifat polar contohnya seperti ikatan O-H, N-H dan C=O. Ikatan dari molekul dapat mengalami vibrasi (bergetar pada tempatnya). Tipe vibrasi ada dua yaitu vibrasi regangan (*Stretching*) dan vibrasi bengkok (*Bending*). Vibrasi regangan terjadi perpanjangan atau pemendekan ikatan sepanjang ikatan sedangkan, vibrasi bengkok terjadi pembesaran atau pengecilan sudut ikatan. Penyerapan ikatan suatu molekul dapat menyerap lebih dari satu panjang gelombang tergantung dari frekuensi penyerapan energinya. (Supratman, 2006). Komponen-komponen dari FTIR terdiri dari sumber energi, monokromator, wadah sampel, detektor dan rekorder. Berikut gambar skema alat spektrofotometer inframerah (Dachriyanus, 2004) :



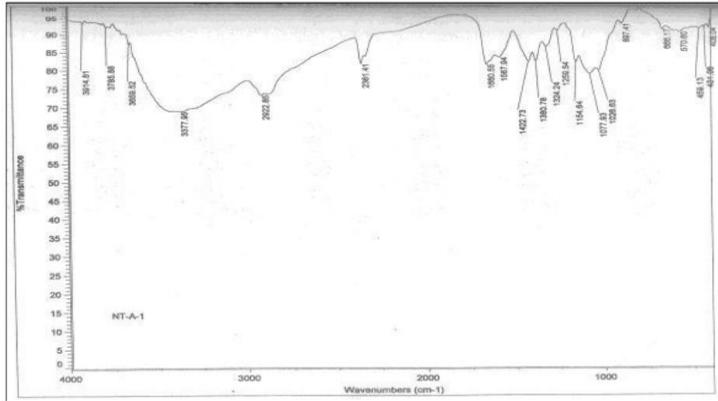
Gambar 2.5 Skema Alat Spektrofotometer Inframerah

Adanya gugus fungsi O-H, C-H, C=O, dan C-O mengindikasikan bahwa spektrum mengandung selulosa asetat, kemudian adanya serapan yang khas dari selulosa asetat yaitu serapan gugus karbonil dan regang C-O (Roganda dkk, 2013). Spektrum selulosa asetat ditunjukkan gambar 2.6 ;



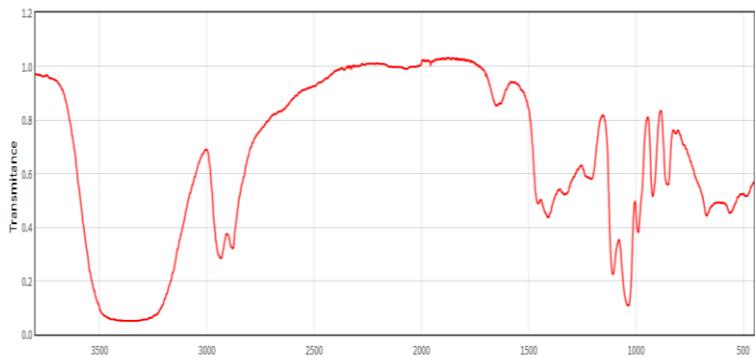
Gambar 2. 6 Spektrum Selulosa Asetat (Kusumawati, 2014)

Gugus fungsi N-H dan C-O yang muncul, mengindikasikan bahwa spektrum yang mengandung kitosan. Spektrum kitosan standar ditunjukkan pada gambar 2.7 dibawah ;



Gambar 2.7 Spektrum Kitosan (Dompeipen, 2017)

Daerah serapan O-H serta C-H ulur yang muncul mengindikasikan bahwa spektrum mengandung gliserol. Spektrum gliserol standar ditunjukkan pada gambar 2.8 dibawah ;



Gambar 2.8 Spektrum Gliserol Standar (NIST *Chemistry WebBook, 2018*)

3. Uji Biodegradasi

Uji biodegradasi atau kemampuan pengamatan degradasi plastik dilakukan untuk mengetahui lamanya waktu yang dibutuhkan oleh plastik untuk terurai di alam secara sempurna. Pada penelitian pembuatan bioplastik ini salah satu uji yang dilakukan untuk mengetahui sifat plastik yang dihasilkan adalah uji biodegradasi. Plastik akan terdegradasi secara sempurna ditinjau dari persen hilangnya berat plastik (*% weight loss*) yang mencapai 100% (Sri Wahyuni, 2018). Nilai uji biodegradasi diketahui dengan persamaan berikut.

$$\%W = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100\% \quad (\text{II.3})$$

Nilai W_i merupakan berat kering awal sebelum diletakan dalam media (g) sedangkan nilai W_f merupakan berat kering akhir (g) (Nur, 2014).

4. Uji Daya Serap Air

Plastik *konvensional* berbahan polipropilen (PP) umumnya memiliki kemampuan daya serap air sebesar 1% dan ketahanan air sebesar 99%. Sehingga plastik tersebut efektif digunakan

sebagai wadah makanan yang banyak mengandung air karena memiliki ketahanan air yang sangat tinggi. Uji daya serap air ini diperlukan untuk mengetahui sifat bioplastik hasil penelitian sudah mendekati sifat plastik konvensional atau belum, karena penggunaan plastik yang cukup beragam maka plastik yang dihasilkan harus memiliki ketahanan air yang cukup tinggi. Perhitungan persen penyerapan air pada plastik dapat menggunakan persamaan:

$$\text{Serapan Air (\%)} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\% \quad (\text{I.3})$$

Dengan keterangan :

W = Massa bioplastik setelah perendaman

W_0 = massa awal bioplastik

(Ilmiati illing dan Satriawan MB, 2017).

F. Kajian Pustaka

1. Penelitian dari Rahmatullah dkk, (2019), penelitian yang dilakukan Rahmatullah mengenai bioplastik selulosa asetat-gliserol membuktikan bahwa Bioplastik yang disintesis dari selulosa asetat saja, cenderung mudah pecah dan rapuh.
2. Penelitian dari Hamid (2019), pada penelitiannya pengaruh kitosan dan *plasticizer* gliserol dalam

pembuatan plastik *biodegradable*, bahwa penggunaan konsentrasi kitosan yang semakin besar maka akan semakin banyak ikatan hidrogen sehingga ikatan kimianya akan semakin kuat, akibatnya sifat plastiknya pun makin kuat.

3. Penelitian dari Afiifah Radhiyatullah dkk, (2015) pada penelitiannya dibidang bioplastik membuktikan bahwa bioplastik yang dilakukan variasi penambahan volume *plasticizer* gliserol (1% v, 2 % v, dan 3 % v) akan berpengaruh terhadap nilai kekuatan tarik dan pemanjangan saat putus dari bioplastik yang dihasilkannya (kemulurannya).
4. Penelitian dari Ketintang dkk, (2013) pada penelitiannya mengenai plastik *biodegradable* menyebutkan bahwa gliserol dengan konsentrasi 20% memiliki sifat terdegradasi cukup baik, yaitu mampu membuat plastik *biodegradable* terdegradasi sampai menjadi 23,51% dalam waktu 45 hari

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Alat dan Bahan

1. Alat

Peralatan yang dipakai antara lain peralatan gelas laboratorium, pengaduk magnet, cawan porselen, alat penggerus (lumpang dan mortar), termometer alkohol, ayakan ukuran 80 mesh, oven, neraca analitis, hotplate, cawan petri. Alat analisis meliputi: FTIR (Shimadzu), alat uji biodegradasi dan alat uji kuat tarik (Gaoxin).

2. Bahan

Bahan baku yang digunakan dalam proses sintesis bioplastik adalah ampas tebu yang diambil dari limbah industri pabrik gula Rendeng di daerah kudu sebagai sumber selulosa asetat, DMAc (Dimethylacetamide) dari Merck, Gliserol, Asam asetat glasial 98% dari Merck, kitosan dari toko kimia chem mix, aquadest, H₂PO₄, H₂O₂, NaOH, NaOCl, etil eter, dan bahan yang digunakan untuk uji biodegradasi bioplastik yaitu tanah kompos.

B. Cara Kerja

1. Preparasi Selulosa

Preparasi selulosa diawali dengan ampas tebu yang diperoleh dari limbah industri pabrik gula Rendeng Kudus dipotong kecil-kecil dengan ukuran $\pm 0,5$ cm. Kemudian ditumbuk menjadi serat dan dijemur hingga kering. 200 gram serat dipanaskan selama 1 jam, ditambahkan dengan 800 mL NaOH 10% pada suhu 100°C selama 2 jam. Pulp dipisahkan dan dicuci dengan akuades hingga bersih. Selanjutnya dilakukan bleaching dengan 1 L H_2O_2 2% dan 125 mL NaOCl 5% pada suhu 60°C selama 2 jam. Pulp yang terbentuk dicuci dan dikeringkan pada suhu 105°C selama 1 jam menggunakan oven. Hasil dikarakterisasi dengan FTIR. (Wahyusi dkk, 2017)

2. Sintesis Selulosa Asetat

Sintesis selulosa asetat pada penelitian ini menggunakan metode pelarutan (Solution process), yang terdiri dari tahap aktivasi, asetilasi, hidrolisis, dan presipitasi. Proses aktivasi dilakukan pada saat sintesis selulosa. Kemudian proses asetilasi dilakukan melalui pelarutan 5 gram selulosa dengan 100 mL asam fosfat 85%,

kemudian ditambahkan dengan 60 mL asam asetat glasial dengan kecepatan pengadukan 500 rpm. Kemudian dilanjutkan dengan proses presipitasi dan hidrolisis dengan penambahan etil eter selama 10 menit, dilanjutkan dengan penyaringan dan pencucian menggunakan air hangat. Hasil dikeringkan dan dianalisis dengan FTIR (Wahyusi dkk, 2017).

3. Sintesis Bioplastik SA

Selulosa asetat yang terbentuk dari pencampuran 0,804 g selulosa asetat dalam 25 mL DmAc diaduk pada suhu kamar selama 1 jam. Gel yang terbentuk dicetak dengan cawan petri dan dimasukkan dalam oven pada suhu 100 °C hingga kering. Plastik yang terbentuk dikelupas dan dianalisis dengan FTIR, uji biodegradasi, uji kekuatan mekanik, uji daya serap air. (Rohmawati, Atikah, Sya & Alighiri, 2018)

4. Sintesis Bioplastik (SA-K)

Selulosa asetat yang terbentuk dari pencampuran 0,804 g selulosa asetat dalam 25 mL DmAc. Kemudian dimasukan kitosan 0,4 gram. Campuran diaduk pada suhu kamar selama 1 jam.

Gel yang terbentuk dicetak dengan cawan petri dan dimasukkan dalam oven pada suhu 100 °C hingga kering. Plastik yang terbentuk dikelupas dan dianalisis dengan FTIR, uji biodegradasi, uji kekuatan mekanik, uji daya serap air.

5. Sintesis Bioplastik (SA-K-G)

Selulosa asetat yang terbentuk dari pencampuran 0,804 g selulosa asetat dalam 25 mL DmAc. Kemudian dimasukan kitosan 0,4 gram. Selanjutnya ditambahkan gliserol 20% dengan variasi 1ml dan 5ml. Campuran diaduk pada suhu kamar selama 1 jam. Gel yang terbentuk dicetak dengan cawan petri dan dimasukkan dalam oven pada suhu 100 °C hingga kering. Plastik yang terbentuk dikelupas dan dianalisis dengan FTIR, uji biodegradabel, uji kekuatan mekanik, uji daya serap air.

6. Uji Biodegradabilitas Bioplastik (SA, SA-K, SA-K-G)

Bioplastik selulosa asetat, bioplastik selulosa asetat - kitosan dan bioplastik selulosa asetat - kitosan - gliserol dipotong ukuran 2x5 cm kemudian ditimbang. Setelah itu dipendam dalam

100 gram tanah kompos dengan posisi kedalaman yang seragam dalam botol gelas plastik transparan selama interval waktu perhari, yaitu 0 hari, 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hari, 5 hari, 6 hari, dan 7 hari. Kemudian diamati berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mendegradasi bioplastik hingga hilang sempurna di dalam tanah kompos.

7. Analisis Gugus Fungsi FTIR

Pada analisis FTIR ini akan ditampilkan spektra inframerah dari Selulosa asetat, bioplastik selulosa asetat, bioplastik selulosa asetat – kitosan dan bioplastik selulosa asetat-kitosan-glisierol. Lapisan tipis, diletakkan pada wadah sampel uji, kemudian spektrum gugus selulosa diukur pada *range* panjang gelombang 4000 cm^{-1} - 400 cm^{-1} (Risfidian Mohadi, dkk, 2014).

8. Uji Kekuatan Mekanik

Hasil analisis uji kekuatan mekanik berupa harga kuat tarik dengan satuan MPa dan elongasi dalam bentuk persentase. Uji kuat tarik dilakukan dengan alat instrumen (tensile strength), sampel bioplastik ditarik dari dua arah sehingga panjangnya bertambah dan diameternya mengecil.

9. Uji Daya Serap Air

Teknisnya Sampel bioplastik dipotong dengan ukuran 2 x 2 cm. Kemudian ditimbang sebagai massa awal (W_0). Kemudian dimasukkan ke dalam gelas berisi akuades selama 10 detik lalu diangkat dari gelas dan diletakkan diatas kertas saring. Timbang kembali massa bioplastik (W). Untuk menghitung daya serap air menggunakan rumus I.3

BAB IV

PEMBAHASAN

Pada bab ini akan diuraikan hasil penelitian dan pembahasan tentang sintesis dan karakterisasi bioplastik berbasis selulosa asetat limbah tebu–kitosan–gliserol. Pembuatan bioplastik pada penelitian ini dibuat dengan menggunakan metode *blending* yaitu suatu metode pencampuran dua bahan atau lebih menjadi satu (Sri Wahyuni, 2018). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah selulosa asetat, kitosan, dan gliserol yang digunakan sebagai bahan dasar pembuatan bioplastik. Selulosa asetat dilarutkan dengan DMAc karena selulosa asetat diketahui larut cukup baik oleh pelarut ini. Kitosan dilarutkan dengan asam asetat karena kitosan dapat larut baik dengan menggunakan pelarut asam organik. Pemanfaatan gliserol dalam penelitian ini dikarenakan gliserol memiliki sifat biodegradabilitas yang baik serta mempunyai kemampuan menurunkan kekuatan intermolekuler dan fleksibilitas yang cukup baik. (Afiifah dkk, 2015).

Bioplastik berbahan dasar selulosa asetat memiliki kelebihan harganya murah serta tingkat degradasi dari selulosa asetat juga cenderung baik namun umumnya strukturnya bersifat mudah rusak sehingga perlu ditambahkan filler kitosan sebagai penguat bioplastik. Selain

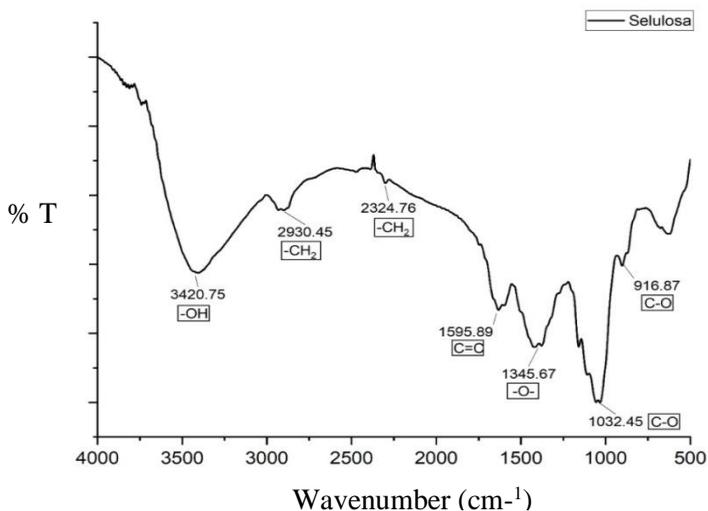
sifatnya yang mudah rusak bioplastik jenis ini juga bersifat kaku, sehingga diperlukan pemlastis untuk meningkatkan kelenturan dan kelembutan plastik yang dihasilkan. Pada penelitian ini menggunakan gliserol sebagai bahan pemlastis.

A. Preparasi Selulosa

Selulosa merupakan alternatif yang ideal untuk polimer berbasis petroleum pada berbagai aplikasi (Lucia dan Rojas, 2007).

Preparasi selulosa dibuat dengan menggunakan limbah ampas tebu yang sebelumnya sudah dikeringkan terlebih dahulu dengan cara dijemur. Ampas tebu yang sudah kering ditumbuk menjadi serat kemudian diayak dengan ayakan 80 mesh. Serat ini kemudian dimasukan oven suhu 70° C selama 1 jam, hal ini bertujuan supaya serat terbebas dari kandungan air. Hasil serat tersebut kemudian ditambahkan dengan NaOH 10% sebanyak 800 ml pada suhu 100°C disertai dengan pengadukan, tujuannya sebagai pengembang serta untuk mengaktifkan gugus OH⁻ pada molekul-molekul selulosa secara merata sehingga terbentuk pulp dan filtrat. Pulp dipisahkan dan dicuci dengan akuades. Pulp ini kemudian di bersihkan dengan metode *bleaching* menggunakan 1 L H₂O₂ 2% dan 125 mL NaOCl 5% pada suhu 60°C selama 2 jam sehingga terbentuk pulp hasil. Pulp selulosa ini kemudian dicuci dan dikeringkan pada oven suhu

105°C sampai kering (selulosa). Selulosa yang dihasilkan dalam penelitian ini kemudian dikarakterisasi dengan FTIR. Hasil spektra FTIR selulosa dapat dilihat pada gambar 4.1.



Gambar 4.1 Spektra FTIR Selulosa Ampas Tebu

Berdasarkan pada Gambar 4.1 terlihat bahwa hasil spektrum FTIR selulosa terdapat puncak pada panjang gelombang 1595,89 cm⁻¹ yang menunjukkan keberadaan gugus C=C pada cincin aromatik lignin. Selain itu, selulosa dapat dianalisa berdasarkan serapan gugus regangan -OH yang muncul pada daerah serapan 3600 cm⁻¹ - 3300 cm⁻¹. Pada spektrum hasil sintesis selulosa ampas tebu muncul gugus regangan -OH pada panjang gelombang 3420,75 cm⁻¹. Kemudian munculnya panjang gelombang sekitar 2930,45 cm⁻¹ menunjukkan adanya vibrasi ulur CH₂ yang merupakan

kerangka utama pembangun senyawa selulosa yang diperkuat dengan vibrasi pada bilangan 2324,76 cm^{-1} . Kemudian terlihat adanya Gugus -O- yang merangkai selulosa muncul pada bilangan gelombang 1345,67 cm^{-1} . Terlihat gugus fungsi C-O glikosida (bending) pada panjang gelombang sekitar 916,87 cm^{-1} dan puncak serapan C-O bending diwakili oleh spektrum dengan puncak serapan pada bilangan gelombang 1032,45 cm^{-1} . Tanda adanya gugus-gugus spesifik selulosa yaitu munculnya gugus -OH, -CH₂, -O- yang muncul berulang (Dewi dkk, 2017). Sehingga dari data spektra FTIR hasil sintesis selulosa ampas tebu diatas dapat disimpulkan bahwa selulosa telah berhasil didapatkan.

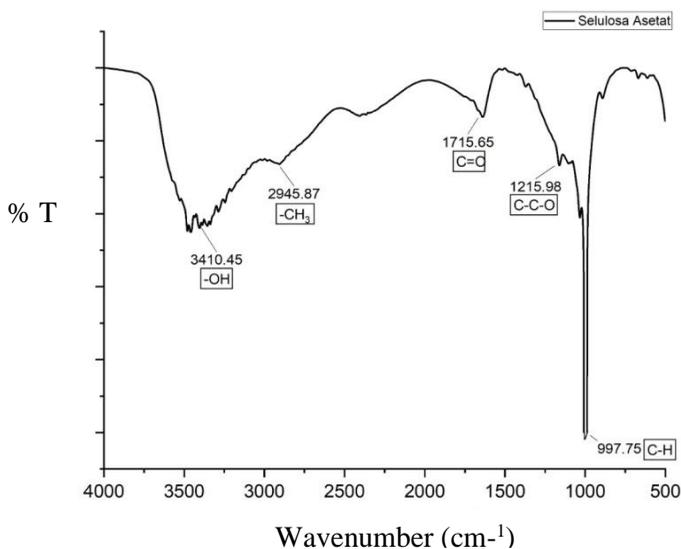
Tabel 4.1 Hasil Serapan Selulosa

| No | Gugus Fungsi | Hasil serapan Selulosa Sintesis (cm^{-1}) | Hasil Serapan Selulosa Literatur (cm^{-1}) |
|----|--------------|--|---|
| 1 | O-H | 3420,75 | 3348,42 |
| 2 | C-H | 2930,45 | 2900,94 |
| 3 | -O- | 1345,67 | 1319,31 |
| 4 | C-O | 916,87 | 927,76 |

B. Preparasi Selulosa Asetat

Selulosa hasil sintesis diproses sampai terbentuk selulosa asetat menggunakan metode pelarutan. 5 gram selulosa dilarutkan dengan 100 mL asam fosfat 85%. Asam fosfat berfungsi sebagai katalis reaksi. Asam asetat glasial

ditambahkan sebanyak 60mL sambil dilakukan pengadukan selama 30 menit, hal ini bertujuan untuk melemahkan gaya intramolekul pada ikatan hidrogen yang sifatnya cukup kuat dalam susunan rantai lignoselulosa. Proses selanjutnya prespitasi menggunakan etil eter selama 10 menit , kemudian proses hidrolisis dengan cara melakukan *bleaching* dengan menggunakan air panas. Hasil yang terbentuk kemudian dikeringkan sehingga terbentuk selulosa asetat hasil sintesis. Selulosa asetat hasil sintesis ini kemudian dikarakterisasi menggunakan FTIR. Hasil spektra FTIR selulosa asetat dapat dilihat pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Spektra FTIR Selulosa Asetat

Seluruh gugus fungsi selulosa asetat dapat dilihat pada serapan gelombang pada grafik hasil FTIR di atas, yaitu adanya serapan pada bilangan gelombang $3410,45\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan puncak karakteristik dari gugus fungsi OH dari ikatan glikosida (Widyaningsih dkk, 2007), $2945,87\text{ cm}^{-1}$ untuk puncak CH_3 asimetrik, kemudian serapan yang khas dari SA yaitu pada 1715.65 cm^{-1} untuk puncak $\text{C}=\text{O}$ yang merupakan daerah serapan gugus karbonil dan puncak regangan $\text{C}-\text{C}-\text{O}$ asetat menimbulkan serapan pada $1215,98\text{ cm}^{-1}$, serapan $\text{C}-\text{H}$ pada 997.75 cm^{-1} . Sehingga dari data spektra FTIR hasil sintesis selulosa asetat menunjukkan hasil yang mendekati sama dengan hasil selulosa asetat yang pernah yang dipaparkan oleh Roganda, (2013).

Tabel 4.2 Hasil Serapan Selulosa Asetat

| No | Gugus Fungsi | Hasil serapan Selulosa Asetat Sintesis (cm^{-1}) | Hasil Serapan Selulosa Asetat Literatur (cm^{-1}) |
|----|--------------|---|--|
| 1 | O-H | 3410,45 | 3400 |
| 2 | C-H | 2945,87 | 2950 |
| 3 | C=O | 1715.65 | 1750 |
| 4 | C-C-O | 1215,98 | 1235 |

Spektrum selulosa dan selulosa asetat hasil sintesis memiliki beberapa perbedaan diantaranya pada serapan gugus karbonil dan puncak regangan C-C-O asetat yang merupakan serapan khas selulosa asetat, sedangkan spektrum selulosa memiliki serapan pada gugus fungsi -O- dan C-O yang tidak dimiliki selulosa asetat.

Tabel 4.3 Perbandingan Serapan Selulosa dengan Selulosa Asetat

| No | Gugus Fungsi | Hasil serapan Selulosa Sintesis (cm ⁻¹) | Hasil serapan Selulosa Asetat Sintesis (cm ⁻¹) |
|----|--------------|---|--|
| 1 | O-H | 3420,75 | 3410,45 |
| 2 | C-H | 2930,45 | 2945,87 |
| 3 | -O- | 1345,67 | - |
| 4 | C=O | - | 1715,65 |
| 5 | C-O | 916,87 | - |
| 6 | C-C-O | - | 1215,98 |

C. Sintesis Bioplastik

a. Bioplastik Selulosa Asetat (SA)

Pembuatan bioplastik menggunakan metode *blending materials*. 0,84 gram selulosa asetat dilakukan pengadukan menggunakan *stirrer* dengan

larutan DMAc 25 mL selama 1 hari sehingga terbentuk larutan homogen. Kemudian dicetak dalam cawan petri dan dikeringkan selama 1 minggu sehingga terbentuk bioplastik. Setelah diidentifikasi secara kualitatif bioplastik selulosa asetat yang dihasilkan memiliki karakteristik berwarna kuning bersifat kaku dan mudah rusak. Sehingga bioplastik selulosa asetat membutuhkan penambahan kitosan untuk memperbaiki sifat mekaniknya.



Gambar 4.3 Gambar Bioplastik SA

b. Bioplastik Selulosa Asetat Kitosan (SA-K)

Pembuatan bioplastik dilakukan dengan metode pencampuran selulosa asetat dengan kitosan. 0,84 gram selulosa asetat dilakukan pengadukan menggunakan stirrer dengan larutan DMAc selama 1 hari. Setelah terbentuk larutan homogen, kitosan sebanyak 0,4 gram dilarutkan dalam asam asetat 2%

kemudian dimasukkan ke dalam larutan tersebut. Campuran diaduk dalam stirrer selama 2 jam sehingga terbentuk larutan campuran selulosa asetat dan kitosan. Kemudian larutan dicetak dan dikeringkan selama 1 minggu. Setelah diidentifikasi secara kualitatif bioplastik selulosa asetat kitosan yang dihasilkan memiliki karakteristik kuat namun masih terdapat sifat kaku pada bioplastik tersebut. Bioplastik SA-K yang demikian membutuhkan penambahan plastisizer. Pada percobaan ini dilakukan penambahan gliserol sebagai plastisizer pada bioplastik untuk meningkatkan sifat elastis pada bioplastik.



Gambar 4.4 Gambar bioplastik SA-K

- c. Bioplastik Selulosa Asetat-Kitosan-Gliserol 1ml (SA-K-G 1)

Pembuatan bioplastik dilakukan dengan metode pencampuran selulosa asetat, kitosan

kemudian ditambahkan gliserol. 0,84 gram selulosa asetat dilakukan pengadukan menggunakan *stirrer* dengan larutan DMAc 25 mL selama 1 hari sehingga terbentuk larutan homogen. Kemudian ditambahkan kitosan sebanyak 0,4 gram yang telah dilarutkan dalam asam asetat 2% dan 1 mL gliserol 2% dengan disertai pengadukan selama 2,5 jam, sehingga larutan menjadi homogen. Kemudian larutan dicetak pada cawan petri dan dikeringkan selama 1 minggu. Setelah diidentifikasi secara kualitatif bioplastik ini memiliki permukaan yang halus, cukup bening bersifat kuat, dan agak lentur. Bioplastik SA-K-G 1 sudah baik untuk dikatakan sebagai bioplastik, namun untuk menambah sifat kelenturannya maka dilakukan penambahan gliserol lebih banyak, yaitu 5 mL.



Gambar 4.5 Gambar Bioplastik SA-K-G 1

d. Bioplastik Selulosa Asetat-Kitosan-Gliserol 5mL (SA-K-G 5)

Metode yang digunakan untuk pembuatan bioplastik jenis ini sama dengan yang dilakukan pada bioplastik sebelumnya. 0,84 gram selulosa asetat diaduk dalam larutan DMAc selama 1 hari. Kemudian dimasukan kitosan 0,4 gram yang telah dilarutkan dalam asam asetat 2% dan 5 mL gliserol 2% disertai pengadukan dengan menggunakan *stirrer* selama 2,5 jam sehingga terbentuk larutan campuran yang homogen. Kemudian campuran dicetak dalam cawan petri dan dikeringkan selama 1 minggu. Setelah diidentifikasi secara kualitatif bioplastik yang mengandung gliserol 5 ml memiliki karakteristik permukaan halus, cukup bening, bersifat kuat, dan sedikit lebih lentur.

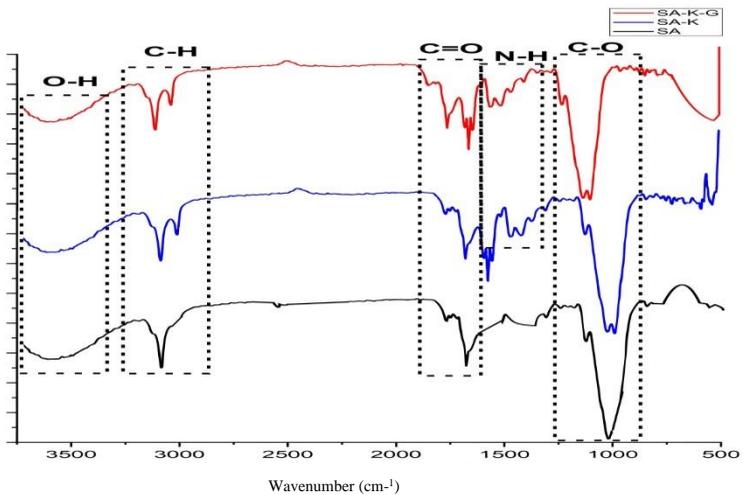


Gambar 4.6 Gambar Bioplastik SA-K-G 5

D. Uji Karakterisasi Bioplastik

1. Uji Karakterisasi dengan FTIR

Analisis sampel menggunakan FT-IR dilakukan untuk mengidentifikasi adanya gugus-gugus fungsi yang terdapat pada bioplastik hasil penelitian. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui keberadaan gugus fungsi yang terdapat dalam sampel. Sampel yang diujikan antara lain bioplastik SA, SA-K, SA-K-G1 dan SA-K-G5. Untuk variasi SA-K-G1 dan SA-K-G5 memiliki spektrum yang sama sehingga ditulis sebagai SA-K-G. Hasil karakterisasi bioplastik menggunakan FTIR diperoleh hasil sebagai berikut.



Gambar 4.7 Spektrum FTIR Bioplastik SA, SA-K, dan SA-K-G

Tabel 4.4 hasil uji FTIR Bioplastik

| No. | Gugus Fungsi | Bilangan Gelombang (cm ⁻¹) | | |
|-----|--------------|--|---------|---------|
| | | SA | SA-K | SA-K-G |
| 1 | O-H | 3354,24 | 3388,8 | 3335,06 |
| 2 | C-H ulur | 2903,6 | 2920,28 | 2929,63 |
| 3 | C=O | 1694,99 | 1650,3 | 1661,8 |
| 4 | N-H | - | 1559,66 | 1547,87 |
| 5 | C-O | 1059,86 | 1032,86 | 1135,79 |

Sampel bioplastik SA yang berhasil disintesis dilakukan uji FTIR, dari hasil uji FTIR diperoleh bioplastik 3354,24 cm⁻¹ , 2903,6 cm⁻¹ , 1694,99 cm⁻¹ , 1059,86 cm⁻¹ . Daerah serapan tersebut memberikan informasi adanya gugus fungsi O-H, C-H, C=O, dan C-O. Data gugus fungsi tersebut mengindikasikan bahwa bioplastik hasil sintesis mengandung selulosa asetat, hal ini karena adanya serapan yang khas dari bioplastik SA yaitu serapan gugus karbonil dan regang C-O (Roganda dkk, 2013). Data spektrum bioplastik SA tersebut menginformasikan bahwa bioplastik SA, dari bubuk selulosa asetat yang sudah terlarut dengan larutan DMAc. Perbedaan diantara keduanya tidak terlalu terlihat, hanya saja gugus C-O tidak dimiliki pada selulosa asetat bubuk. Hal ini karena adanya penambahan DMAc untuk bioplastik SA tersebut.

Bioplastik SA-K yang telah disintesis dilakukan uji FTIR, dari hasil uji FTIR diperoleh bioplastik yang memiliki serapan pada bilangan gelombang $3388,8\text{ cm}^{-1}$, $2920,28\text{ cm}^{-1}$, $1650,3\text{ cm}^{-1}$, $1559,66\text{ cm}^{-1}$, $1032,86\text{ cm}^{-1}$, $680,16\text{ cm}^{-1}$. Serapan tersebut menunjukkan adanya gugus fungsi O-H, C-H, C=O, N-H dan C-O, gugus fungsi tersebut mengindikasikan bahwa bioplastik yang disintesis mengandung selulosa asetat dan kitosan. Spektrum baru muncul ditunjukkan pada gambar 4.7 dibuktikan dengan adanya ikatan hidrogen antara selulosa asetat dan kitosan, terlihat pada peak yang mengarah kebawah dalam gugus N-H yang merupakan ikatan hidrogen.

Selulosa asetat dapat diketahui dengan adanya gugus fungsi karbonil C=O dan ester (C-O) dari gugus asetil (Nurhayati dan Kusumawati, 2014). Serapan yang diperoleh juga menunjukkan adanya gugus N-H yang berasal dari kitosan yaitu pada bilangan gelombang $1559,66\text{ cm}^{-1}$.

Bioplastik yang disintesis dari bahan dasar SA-K-G dilakukan uji FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang ada dalam bioplastik yang disintesis. Spektrum SA-K-G ditunjukkan pada gambar 4.7 yang tidak menunjukkan pembentukan gugus fungsi baru. Hanya saja terdapat perbedaan intensitas serapan pada gugus O-H dimana pada bioplastik SA-K-G intensitas yang diperoleh semakin tajam dan lebar. Hal tersebut dikarenakan kuatnya ikatan hidrogen antar molekul selulosa, kitosan, dan gliserol (Nugroho dkk, 2015). Interaksi

lain juga terjadi diantaranya ikatan kovalen antara selulosa asetat, kitosan dengan gugus hidroksil gliserol namun sifat panjang gelombangnya pendek, dibuktikan pada gugus fungsi C-H ulur, kemudian ikatan kovalen lainnya pada gugus fungsi C-O, dan C=O. Hasil analisis FTIR menunjukkan bahwa sampel bioplastik SA-K-G menghasilkan serapan pada bilangan gelombang 3335,06 cm^{-1} , 2929,63 cm^{-1} , 1661,8 cm^{-1} , 1547,87 cm^{-1} , 1135,79 cm^{-1} untuk bioplastik SA-K-G memiliki gugus fungsi yang mengindikasikan bahwa bioplastik mengandung gliserol yaitu adanya daerah serapan O-H serta adanya C-H ulur (Satriawan, 2017).

2. Uji Kekuatan Mekanik

Uji kuat tarik dan persen elongasi dilakukan untuk mengetahui besarnya nilai kuat tarik dan elongasi dari bioplastik yang telah disintesis nilai kuat tarik dan persen elongasi yang dihasilkan sesuai pada tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil Uji Kuat Tarik

| Bioplastik | Kuat Tarik (MPa) |
|------------|------------------|
| SA | 0,556 |
| SA-K | 6,3049 |
| SA-K-G 1 | 3,6887 |
| SA-K-G 5 | 2,8540 |

SNI 1-10 MPa

Uji kuat tarik yang dilakukan diperoleh hasil bahwa dengan penambahan kitosan akan menaikkan angka kekuatan mekaniknya. Hal ini disebabkan kitosan memiliki fungsi sebagai filler penguat sehingga struktur molekul pada bioplastik semakin rapat yang menyebabkan kuat tarik semakin besar. Penambahan plasticizer akan menurunkan nilai kuat tarik. Penurunan kuat tarik disebabkan karena adanya gliserol, penggunaan gliserol sebagai plasticizer dapat mengurangi gaya antar molekul, gliserol dapat mengganggu interaksi antar molekul sehingga dapat meningkatkan mobilitas rantai bioplastik, Penambahan gliserol mampu meningkatkan fleksibilitas bioplastik dengan cara mengganggu interaksi antar molekul yang berdekatan sehingga kekuatan tarik-menarik antar molekul berkurang. Bioplastik SA, SA-K, SA-K-G 1, dan SA-K-G 5 yang disintesis

memiliki nilai kuat tarik berturut-turut 0,556, 6,3049, 3,6887, 2,8540 MPa. Standar nilai kuat tarik bioplastik sesuai SNI adalah yang nilai kuat tariknya mencapai 1-10 Mpa(Handayani, 2020), sehingga bioplastik SA tidak memenuhi SNI nilai kuat tarik bioplastik, sedangkan bioplastik SA, SA-K, SA-K-G 1, SA-K-G 5 memenuhi standar dan dikatakan sebagai bioplastik.

Tabel.4.6 Uji Elongasi (%)

| Bioplastik | Persen Elongasi (%) |
|------------|---------------------|
| SA | 3,6635 |
| SA-K | 14,0635 |
| SA-K-G 1 | 16,1275 |
| SA-K-G 5 | 18,6210 |

SNI : 1-20 %

Uji persen elongasi yang telah dilakukan diperoleh hasil bahwa dengan penambahan kitosan dan gliserol akan mempengaruhi persen elongasi. Penurunan persen elongasi disebabkan adanya penambahan kitosan. Penambahan kitosan pada bioplastik menyebabkan penurunan persen pemanjangan bioplastik. Peningkatan persen elongasi

disebabkan karena penambahan gliserol, penambahan gliserol sebagai plasticizer dapat mengurangi gaya antar molekul dan meningkatkan mobilitas rantai bioplastik hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan hal ini sesuai dengan penelitian Fitriana, Septiana dan Darni, (2017) yang melaporkan penggunaan plasticizer akan meningkatkan persentase pemanjangan atau elongasi, karena plasticizer dapat mengurangi gaya antar molekul dan meningkatkan mobilitas selain itu Ratnaningtyas dkk, (2019) dalam penelitiannya melaporkan peningkatan nilai elongasi berbanding lurus dengan penambahan plasticizer, karena kemampuan dari plasticizer dalam mengurangi ikatan antar molekul pada bioplastik sehingga bioplastik lebih lentur dan tidak kaku.

Persen elongasi dari bioplastik SA, SA-K, SA-K-G 1, SA-K-G 5 berturut-turut 3,6635, 14,0635, 16,1275, 18,6210 % sedangkan SNI persen elongasi bioplastik mencapai 1-20 %. Hal ini menginformasikan bahwa bioplastik yang disintesis memenuhi SNI persen elongasi bioplastik (Handayani, 2020)

3. Uji Daya Serap Air

Uji daya serap air dilakukan untuk mengetahui ketahanan bioplastik yang disintesis terhadap kontak air. Hasil uji ketahanan air yang dilakukan diperoleh hasil sesuai tabel 4.7

Tabel 4.7 Daya Serap Air

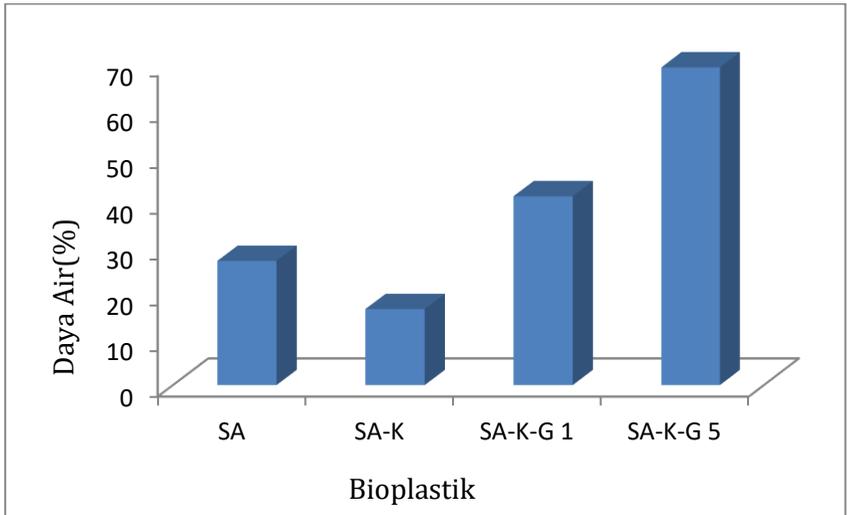
| No | Bioplastik | Ketebalan (mm) | Penyerapan Air (%) |
|----|------------|----------------|--------------------|
| 1 | SA | 0,045 | 27,20 |
| 2 | SA-K | 0,425 | 16,68 |
| 3 | SA-K-G 1 | 0,425 | 41,30 |
| 4 | SA-K-G 5 | 0,425 | 69,40 |

SNI : 21,5% pada suhu 25 °C

69,09% pada suhu 100 °C

Dari tabel 4.7 terdapat perbedaan angka penyerapan air antara bioplastik SA, SA-K, SA-K-G. Kemampuan menyerap air paling minimal terjadi pada bioplastik SA-K. Hal ini terjadi karena selulosa asetat bersifat hidrofilik sedangkan kitosan yang bersifat hidrofobik mampu menurunkan kemampuan hidrofilnya sehingga mengurangi terjadinya transmisi air. Bioplastik SA-K mampu meminimalkan penyerapan air sampai angka 16,68% saja. Daya serap air pada bioplastik SA-K-G lebih tinggi dikarenakan ikatan intra molekuler antara OH-H semakin kuat hal ini terbukti pada bilangan gelombang O-H bioplastik SA-K (3335,06 cm^{-1}) lebih kecil dibandingkan dengan bilangan gelombang OH pada bioplastik SA (3354,24 cm^{-1}) maupun SA-K (3388,8 cm^{-1}) (Duddy, 2014). Berdasarkan hasil uji daya serap air juga menunjukkan bahwa adanya penambahan gliserol mempengaruhi banyaknya air

yang diserap oleh bioplastik, semakin banyak gliserol yang ditambahkan, persen penyerapan airnya juga ikut naik.



Gambar 4.8 Pengaruh Penambahan Kitosan dan Gliserol Terhadap Daya Serap Air(%) Bioplastik

Naiknya daya serap air disebabkan karena penggunaan plasticizer gliserol, gliserol bersifat mudah larut dalam air sehingga ikatan polimer yang terbentuk memiliki kemampuan mengikat air yang besar (Situmorang, Hartiati dan Harsojuwono, 2019). Kemampuan mengikat air yang tinggi akan mempengaruhi kemampuan bioplastik sebagai kemasan, apabila bioplastik memiliki kemampuan mengikat air yang tinggi maka bioplastik akan mudah ditumbuhi mikroorganisme yang akan mengganggu bahan yang dikemas bioplastik.

Bioplastik semakin rendah kemampuan mengikat air maka semakin baik juga kemampuan bioplastik sebagai kemasan. Bioplastik yang disintesis memiliki daya serap air 16,68 % hingga 69,40 % sedangkan SNI daya serap air bioplastik 21,5% pada suhu 25 °C dan 69,09% pada suhu 100 °C (Sofia, Prasetya dan Kusumastuti, 2017). Melihat informasi yang telah disajikan diatas dapat disimpulkan bahwa bioplastik yang paling baik adalah bioplastik SA-K, dengan memiliki persen daya serap 16,68% pada suhu sekitar ruang 25-30°C.

4. Uji Biodegradasi

Bioplastik dapat dikatakan ramah lingkungan apabila dapat terdegradasi dengan baik. Uji biodegradasi ini dilakukan sesuai metode yang dilakukan Pimpan dkk, (2001). Pada penelitian ini bioplastik dikubur dalam tanah kompos. Kerusakan bioplastik dapat diketahui dari pengurangan massa bioplastik saat dikubur dalam tanah kompos selama beberapa waktu.

Tabel 4.8 Uji Biodegradasi Bioplastik

| Bioplastik | Lama Terdegradasi 100% (hari) |
|------------|----------------------------------|
| SA | 12 |
| SA-K | 13 |
| SA-K-G 1 | 10 |
| SA-K-G 5 | 9 |

SNI : 100% dalam 60 hari

Pengujian biodegradabilitas bioplastik dilakukan untuk mengetahui tingkat ketahanan suatu bioplastik terhadap proses penguraian di tanah. Suatu bioplastik dikatakan baik apabila memiliki tingkat waktu terdegradasi yang singkat. Pada penelitian ini uji biodegradable menggunakan tanah dan kompos untuk mendegradasi sampel bioplastik. Untuk mendegradasi sampel bioplastik sampel bioplastik dipendam di dalam tanah dan kompos serta dilakukan pengamatan perubahan massa sampel bioplastik sampai terdegradasi sempurna.

Sampel bioplastik yang dihasilkan memiliki lama waktu terdegradasi paling cepat yaitu selama 9 hari dan waktu degradasi paling lama selama 13 hari. Waktu biodegradasi tercepat terjadi pada sampel bioplastik SA-K-G 5, berikutnya bioplastik SA-K-G 1. Hal ini terjadi karena

gliserol bersifat hidrofilik sehingga dapat mudah mengikat air, artinya pada kondisi yang lembab bioplastik akan mudah terdegradasi, karena mikroorganisme pendegradasi dapat berkembang dengan baik sehingga dapat mempercepat degradasi. Hal ini membuktikan bahwa penambahan gliserol menjadikan bioplastik terdegradasi lebih cepat sesuai penelitian Ketintang dkk, (2013).

Tabel 4.9 Pengurangan Masa Bioplastik (%)

| Sampel | Pengurangan Masa Hari Ke (%) | | | | | | | |
|----------|------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|
| | 3 | 5 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 |
| SA | 3,63 | 9,33 | 16,07 | 19,82 | 32,75 | 53,37 | 100 | |
| SA-K | 5,19 | 12,96 | 17,1 | 19,18 | 26,95 | 49,48 | 61,62 | 100 |
| SA-K-G 1 | 6,74 | 13,48 | 47,62 | 59,59 | 100 | | | |
| SA-K-G 5 | 15,03 | 43 | 63,22 | 100 | | | | |

Bioplastik SA membutuhkan waktu terurai 12 hari Sedangkan lama waktu terdegradasi paling lama adalah selama 13 hari terjadi pada bioplastik SA-K. Hal ini disebabkan karena adanya sifat kitosan yang hidrofobik pada bioplastik menjadikan bioplastik tidak mudah terdegradasi oleh mikroorganisme, sehingga untuk mendekomposisinya membutuhkan waktu yang lebih lama dari bioplastik lainnya. Bioplastik SA memiliki waktu terdegradasi yang relatif lebih singkat daripada bioplastik SA-K, hal ini karena sifat

bioplastik SA yang mudah rapuh (Rahmatullah dkk, 2019) sehingga waktu yang dibutuhkan untuk terdekomposisi sempurna relatif lebih pendek dari bioplastik selulosa asetat-kitosan.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Bioplastik SA berhasil disintesis dengan karakteristik berwarna kuning dan memiliki sifat fisik yang rapuh, memiliki harga kuat tarik 0,556 MPa sehingga diperbaiki dengan penambahan kitosan menjadi SA-K yang memiliki sifat fisik kuat dan mempunyai harga kuat tarik sebesar 6,3049 MPa. Karakterisasi gugus fungsi bioplastik dengan FTIR ditemukan gugus N-H dari kitosan. Bioplastik SA-K memiliki sifat kurang mulur. Sehingga ditambahkan pemlastis gliserol. Berdasarkan uji kekuatan mekanik didapatkan data bioplastik SA-K-G harga kuat tarik sebesar 2,8 MPa dan elongasi sebesar 18,6% diikuti dengan harga daya serap air sebesar 69%.
2. Penambahan gliserol menyebabkan penurunan harga kuat tarik dan meningkatkan elastisitas pada bioplastik, yaitu dari 16,1275% menjadi 18,6210%.
3. Bioplastik SA mampu terdegradasi dalam waktu 13 hari, SA-K 12 hari, SA-K-G1 10 hari, serta SA-K-G5 membutuhkan waktu terdegradasi 9 hari.

Berdasarkan data harga daya serap, biodegradasi dan elongasi, bioplastik SA-K-G telah memenuhi standar SNI bioplastik.

B. Saran

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat dirumuskan beberapa saran untuk penelitian selanjutnya, antara lain:

1. Disarankan untuk penelitian selanjutnya dilakukan variasi kitosan dan gliserol untuk mengetahui kondisi optimum bioplastik.

DAFTAR PUSTAKA

- Afiifah Radhiyatullah, Novita Indriani, & M. Hendra S. Ginting. (2015). Pengaruh Berat Pati Dan Volume Plasticizer Gliserol Terhadap Karakteristik Film Bioplastik Pati Kentang. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(3), 35–39. <https://doi.org/10.32734/jtk.v4i3.1479>
- Ahmad. E. 2012. Sintesis Bioplastik dari Pati Ubi Jalar menggunakan Penguat Logam ZnO dan Penguat Alami Kitosan. Skripsi. Depok: Fakultas Teknik Universitas Indonesia.
- Alim Bahmid, N., Syamsu, K., & Maddu, A. (2014). Pengaruh Ukuran Serat Selulosa Asetat Dan Penambahan Dietilen Glikol (Deg) Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Bioplastik Influence of Cellulose Acetate Fibers Size and Diethylen Glikol (Deg) Addition on Physical and Mechanical Properties of Bioplastics. *Pengaruh Ukuran Serat Selulosa Asetat* 226 *J Tek Ind Pert*, 24(3), 226–234.
- Antuni, W dan Erfan, P. 2009. Pengaruh Konsentrasi dari Cangkang Udang Terhadap Efisiensi Penjerapan Logam Berat. *Jurnal Pendidikan Kimia FMIPA UNY*
- Apriyanti, A. F., & Mahatmanti, F. W. (2013). Kajian Sifat Fisik-Mekanik Dan Antibakteri Plastik Kitosan Termodifikasi Gliserol. *IJCS - Indonesia Journal of Chemical Science*, 2(2).
- Ardiansyah, Ryan. 2011. “Pemanfaatan Pati Umbi Garut Untuk Pembuatan Plastik Biodegradable”. Skripsi. Depok: Fakultas Teknik Departemen Teknik Kimia Universitas Indonesia.
- Austin, P. A. 1985. *Shereve's Chemical Process Industries*. Mc Graw-Hill Book.Tokyo. 265 pp.

- Avella, & Maurizio. 2009. Eco-challenges of bio-based polymer composites. *Materials*, 2, 911-925.
- Brooks, A. L., Wang, S., & Jambeck, J. R. (2018). The Chinese import ban and its impact on global plastic waste trade. *Science Advances*, 4(6), 1–8. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aat0131>
- Coughlan, M. P. (1985) 'Cellulose hydrolysis: the potential, the problems and relevant research at Galway.', *Biochemical Society transactions*, 13(2), pp. 405– 406. doi: 10.1042/bst0130405.
- Dachriyanus. 2004. Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi. Padang: (LPTIK) Universitas Andalas.
- Damanhuri, E., & Padmi, T. (2010). Pengelolaan sampah. Diktat kuliah TL, 3104, 5-10.
- Dompeipen, E. J. (2017). *ISOLASI DAN IDENTIFIKASI KITIN DAN KITOSAN DARI KULIT UDANG WINDU (Penaeus monodon) DENGAN SPEKTROSKOPI INFRAMERAH (Penaeus monodon) WITH INFRARED SPECTROSCOPY.*
- Effect, T. H. E., Reaction, O. F., Additives, G., Synthesis, I. N., Acetate, C., Bioplastic, A. S. A., ... Kapok, F. (2020). *Pengaruh waktu reaksi dan aditif gliserol pada sintesis selulosa asetat sebagai bahan dasar bioplastik dari serat kapuk.* 34–41.
- Fitriana, R. A., Septiana, R. dan Darni, Y. (2017) 'Pengaruh Filler Terhadap Karakteristik Mekanik dan Permeabilitas Uap Air Dari Edible Film Berbasis Low Methoxyl Pectin', 05(02), pp. 103–110.

Fouling, T. K. (2017). *Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember Digital Digital Repository Repository Universitas Universitas Jember Jember*.

Giserol dan Bahan Pengisi CaCO₃ Jurnal Teknik Kimia No. 1, Vol. 23

Hafidz, E., Sintesis Karboksimetil Selulosa (CMC)-Asam Humat dan Aplikasinya sebagai Pembenh Tanah pada Pertumbuhan Tanaman Cabai (*Capsicum annum* L), Tesis, Departemen Kimia FMIPA UGM, Yogyakarta, 2012.

Hamid, I., & Hamid, I. (n.d.). *Pengaruh Kitosan dan Plasticizer Gliserol Dalam Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Pati Talas Effect Of Chitosan And Glycerol Plastizer In Biodegradablel Plastics Development Of Talas Pati*. 221–227.

Handayani, J. (2020) 'Pengaruh Penambahan Kitosan Dan Sorbitol Pada Pembuatan Film Bioplastik Dari Biji Alpukat Terhadap Karakteristik Bioplastik', pp. 41–47.

Haryati, S., Rini, A. S., Safitri, Y., 2017. Pemanfaatan Biji Durian sebagai Bahan Baku Plastik Biodegradable dengan Plasticizer Giserol dan Bahan Pengisi CaCO₃ Jurnal Teknik Kimia No. 1, Vol. 23

Illing, I. dan MB, S. (2017) 'Uji Ketahanan Air Bioplastik Dari Limbah Ampas Sagu Dengan Penambahan Variasi Konsentrasi Gelatin', Prosiding Seminar Nasional ISSN 2443-1109, 3(1), pp. 182–189. doi: 10.1017/CBO9781107415324.004.

Intandiana, S., Dawam, A. H., Denny, Y. R., & Firman, R. (2019). *Pengaruh karakteristik bioplastik pati singkong dan*

selulosa mikrokristalin terhadap sifat mekanik dan hidrofobitas. 4(2), 185–194.
<https://doi.org/10.30870/educhemia.v4i2.5953>

Journal, U., Surabaya, U. N., & Ketintang, J. (2013). *PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK BERBAHAN DASAR KITOSAN DAN PATI SINGKONG DENGAN PLASTICIZER GLISEROL PREPARATION AND CHARACTERIZATION BASED BIOPLASTIC CHITOSAN AND CASSAVA STARCH WITH GLYCEROL PLAZTICIZER* Gilang Pandu Lazuardi * dan Sari Edi Cahyaningrum Jurusan Kimia FMIPA , Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. 2(3), 161–166.

Karim, Abdul, Rustam Musta, (2019) “Pengaruh Penambahan Tepung Tapioka Pada Pati Ubi Kayu (Manihot esculenta) Terhadap pembuatan Plastik Biodegradable Karakterisasinya”, Jurnal kimia Fakultas Pendidikan dan Keguruan Universitas Kendari, (Volume.02 No.02).

Karuniastuti, N. (2013). Bahaya Plastik terhadap Kesehatan dan Lingkungan. *Swara Patra: Majalah Pusdiklat Migas*, 3(1), 6–14.

Kusumawati, R. (2014). *SINTESIS SELULOSA ASETAT DARI LIMBAH PENGOLAHAN AGAR Cellulose Acetate Synthesis from Agar Processing Waste.* (1755), 97–107.

Madahi, Abdolrazagh dan Inda Sukati. 2012. “The Effect of External Factors on Purchase Intention Amongst Young Generation in Malaysia”. *International Business Research*. Vol. 5 No.8, p. 153-159.

Mahatmanti, dkk., 2010. *Sintesis Kitosan dan Pemanfaatannya sebagai Anti Mikroba Ikan Segar.* Semarang.

Manggrove, H., & Langsa, K. (2018). 1, 2, 3. 5(2), 84–90.

Marbun, Eldo Sularto, 2012. Sintesis Bioplastik dari Pati Ubi Jalar Menggunakan Pengut Logam ZnO dan Penguat Alami Selulosa. Skripsi. Depok: Universitas Indonesia Fakultas Teknik

Najih, Ismat. (2018). SINTESIS PLASTIK BIODEGRADABLE BERBAHAN Manggis, A., & Minyak, D. A. N. Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Sains

Nugroho, P. A., Sukamdi, D. P., Darma, A. P., Istighfari, R., & Meiyanto, E. (2007). *Penelusuran Mekanisme Flavonoid Kulit Jeruk Keprok (Citrus reticulata) Sebagai Agen Kemopreventif Melalui Docking Molekuler Pada Protein Target CYP1A2 Fakultas Farmasi , Universitas Gadjah Mada , Yogyakarta.*

Nur,Dewi aeniyah,dkk, (2014), “Bakteri Tanah Sampah Pendegradasi Plastik dalam Kolom Winogradsky”, Jurnal Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh November (ITS),(Volume 3,No 2).

Nurhayati, N. dan Kusumawati, R. (2014) ‘Sintesis Selulosa Asetat dari Limbah Pengolahan Agar’, Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan, 9(2), p. 97. doi: 10.15578/jpbkp.v9i2.103.

Noishiki, Y., Y. Nishiyama, M. Wada, S.Kuga and J. Magoshi, 2002. Mechanical Properties of Silk FibroinMicrocrystalline Cellulose Composite Films. J. Appl. Polym. Sci. 86: 3415-3429.

P., Rohmawati, B., Atikah, F., Sya, N., & Alighiri, D. (2018). *Sintesis Selulosa Asetat Terbaru Berbasis Bioplastik.* (4).

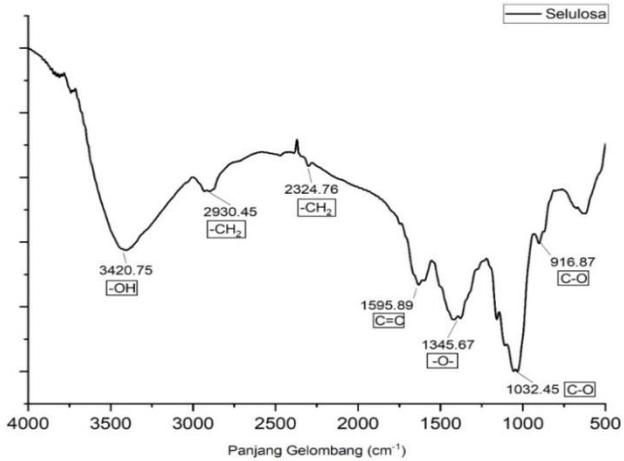
- Paturau, J.M. 1982. Sugar Series 3 : By product of The Care Sugar Industry on Introduction to Their Industrial Utilization. 2nd ed Elsevier Publ. Comp, New York.
- Purnomo. 2017. Material Teknik. CV. Seribu Bintang : Malang
- Rachmawati, T., Pratiwi, W., & Karim, A. (2020). *Pengolahan Pasir Silika Lokal Skala Pilot Plant sebagai Pengganti Pasir Standar Ottawa untuk Pengujian Kuat Tekan Mortar Semen*. 14–15.
- Ratnaningtyas, F. et al. (2019) 'Pengaruh Plastisizer Sirbitol Dan Gliserol Terhadap Kualitas Plastik Biodegradable Dari Singkong Sebagai Pelapis Kertas Pembungkus Makanan', p. Skripsi, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Risfidian Mohadi, Nurlisa Hidayati & Aldes Lesbani. (2014). Adsorption Desorption of Chromium (III) Ion on Cellulose From Wood Powder. IJSE Vol. 7 (1) : 77-80.
- S., Bahmid, N. A., & Syamsu, K. (2014). *Pengaruh ukuran serat selulosa asetat dan penambahan dietilen glikol (deg) terhadap sifat fisik dan mekanik bioplastik influence of cellulose acetate fibers size and diethylen glikol (deg) addition on physical and mechanical properties of bioplastics*. 24(3), 226–234.
- Sari, N., Mairisya, M., Kurniasari, R., & Purnavita, S. (2019). *Bioplastik Berbasis Galaktomanan Hasil Ekstraksi Ampas Kelapa Dengan Campuran Polyvinyl Alkohol*. 15(2), 71–78.
- Safriani. 2000. Produksi Biopolimer dari Selulosa Asetat Nata de Soya [tesis]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

- Situmorang, F. U., Hartiati, A. dan Harsojuwono, B. A. (2019) 'Pengaruh Konsentrasi Pati Ubi Talas (*Colocasia esculenta*) dan Jenis Plastisizer Terhadap Karakteristik Bioplastik', *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 7(3), p. 457. doi: 10.24843/jrma.2019.v07.i03.p13.
- Sofia, A., Prasetya, A. T. and Kusumastuti, E. (2017) 'Komparasi Bioplastik Kulit Labu Kuning-Kitosan Dengan Plasticizer Dari Berbagai Variasi Sumber Gliserol', *Indonesian Journal of Chemical Science*, 6(2), pp. 110-116
- Supratman, Unang. 2006. *Elusidasi Struktur Senyawa Organik*. Bandung: Universitas Padjajaran.
- Sriwita, D., dan Astuti, 2014, *Pembuatan dan Karakterisasi Sifat Mekanik Bahan Komposit Serat Daun Nenas-Poliester Dilihat dari Fraksi Massa dan Orientasi Serat*, Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Andalas.
- Tjahyono, Yudi. (1998). *Proses Pembuatan Pulp*. Bandung: Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Selulosa.
- Teknologi, D., & Pertanian, I. (2014). *Pembuatan biofilm selulosa asetat dari selulosa mikrobial*. 3(1).
- Wahyusi, K.N., Siswanto, Utami, L.I., *Kajian Proses Asetilasi terhadap Kadar Asetil Selulosa Asetat dari Ampas Tebu*, *Jurnal Teknik Kimia* Vol 12 (1), 2017.

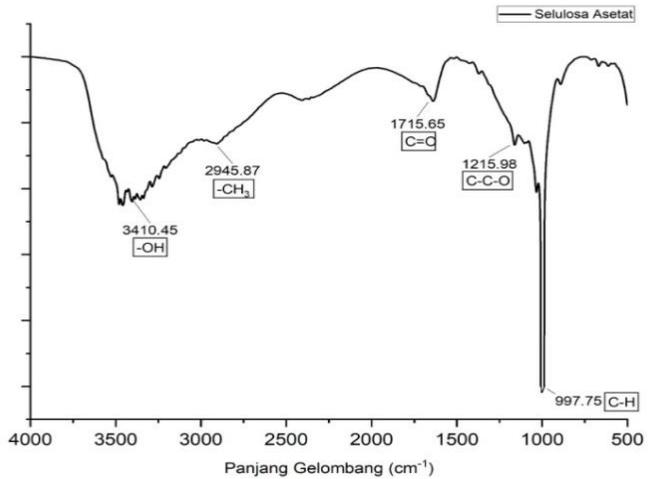
LAMPIRAN

Lampiran 1 Data FTIR

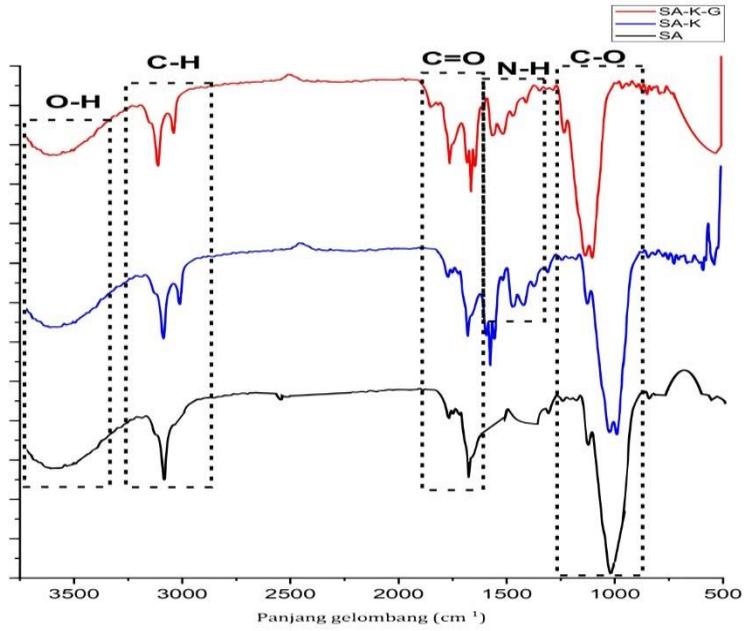
a. FTIR Selulosa



b. FTIR Selulosa Asetat



c. FTIR Bioplastik SA, SA-K, SA-K-G



Lampiran 2 Uji Daya Serap

1. Untuk Sample Bioplastik SA

$$\begin{aligned}\text{Daya Serap}(\%) &= \frac{W - W_o}{W_o} \times 100\% \\ &= \frac{0,0271 - 0,0213}{0,0213} \times 100\% \\ &= 27,2 \%\end{aligned}$$

2. Untuk Sampel Bioplastik SA-K

$$\begin{aligned}\text{Daya Serap}(\%) &= \frac{W - W_o}{W_o} \times 100\% \\ &= \frac{0,0248 - 0,0213}{0,0213} \times 100\% \\ &= 16,68 \%\end{aligned}$$

3. Untuk Sampel Bioplastik SA-K-G1

$$\begin{aligned}\text{Daya Serap}(\%) &= \frac{W - W_o}{W_o} \times 100\% \\ &= \frac{0,0301 - 0,0213}{0,0213} \times 100\% \\ &= 41,3 \%\end{aligned}$$

4. Untuk Sampel Bioplastik SA-K-G5

$$\begin{aligned}\text{Daya Serap}(\%) &= \frac{W - W_o}{W_o} \times 100\% \\ &= \frac{0,0361 - 0,0213}{0,0213} \times 100\% \\ &= 69,4 \%\end{aligned}$$

Lampiran 3 Uji Biodegradasi

| Sampel | Pengurangan Masa (%) | | | | | | | | | |
|---------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---------------------------|--|--|
| | Hari ke-1 gr (% sisa) | Hari ke-3 gr (% sisa) | Hari ke-5 gr (% sisa) | Hari ke-8 gr (% sisa) | Hari ke-9 gr (% sisa) | Hari ke-10 gr (% sisa) | Hari ke-12 gr (% sisa) | Hari ke-13 gr (% sisa) | | |
| SA | 0,0193 | 0,0186 (96,37) | 0,0175 (90,67) | 0,0162 (83,93) | 0,0155 (80,18) | 0,0130 (67,25) | 0,0090 (46,63) | | | |
| SA-K | 0,0193 | 0,0183 (94,81) | 0,0168 (87,04) | 0,0160 (82,90) | 0,0156 (80,82) | 0,0141 (73,05) | 0,0097 (50,25) | 0,0074 (38,38) | | |
| SA-K-G1 | 0,0193 | 0,0180 (93,26) | 0,0167 (86,52) | 0,0102 (52,38) | 0,0078 (40,41) | | | | | |
| SA-K-G5 | 0,0193 | 0,0164 (84,97) | 0,0110 (57) | 0,0071 (36,78) | | | | | | |

Lampiran 4 Uji Kuat Tarik dan Persen Elongasi

| Bioplastik | Kuat Tarik (MPa) | Persen Elongasi (%) |
|------------|------------------|---------------------|
| SA | 0,556 | 3,6635 |
| SA-K | 6,3049 | 14,0635 |
| SA-K-G 1 | 3,6887 | 16,1275 |
| SA-K-G 5 | 2,8540 | 18,6210 |

Lampiran 5 Dokumentasi

a. Sintesis Selulosa Asetat



Ampas Tebu dijumur



Ampas Tebu dipotong dan diayak



Ampas Tebu dilarutkan dalam NaOH



Pulp ampas tebu disaring



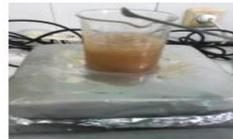
Pulp mengalami Proses bleaching



Pulp disaring dan dicuci



Selulosa Setelah dibleaching, disaring dan dikeringkan



Selulosa diasetilisasi



Pulp mengalami Proses bleaching



Pulp disaring dan dicuci



Selulosa Setelah dibleaching, disaring dan dikeringkan



Selulosa diasetilisasi



Selulosa Asetat

b. Sintesis Bioplastik SA, SA-K, SA-K-G1, SA-K-G5



Selulosa Asetat 1,5 gr
dilarutkan dalam 25 mL
DMAc diaduk selama 24



Selulosa Asetat 1,5 gr
dilarutkan dalam 25 mL
DMAc diaduk selama 24
jam



Kitosan dilarutkan dalam
 CH_3COOH



Larutan Selulosa
Asetat-Kitosan



Bioplastik Selulosa
Asetat-Kitosan setelah
dicetak dan
dikeringkan



1,5 gram Selulosa Aetat
dilarutkan dalam 25 mL
DMAc diaduk selama 24
jam



Kitosan dilarutkan
dalam CH_3COOH



Larutan Selulosa
Asetan-Kitosan



**Bioplastik Selulosa
Asetat-Kitosan-
Gliserol 5ml
setelah dicetak dan
dikeringkan**



**Bioplastik Selulosa
Asetat-Kitosan-
Gliserol 1ml
setelah dicetak dan
dikeringkan**



**Bioplastik Selulosa
Asetat setelah
dicetak dan
dikeringkan**

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Identitas Diri

Nama Lengkap : Malik Afif Rojtica
Tempat, Tgl Lahir : Cirebon, 12 Juni 1999
NIM : 1708036014
Jenis Kelamin : Laki - laki
Agama : Islam
Pekerjaan : Mahasiswa UIN Walisongo Semarang
Alamat : Jalan Blanak Ds. Kabunan, Kecamatan
Dukuhwaru, Kab. Tegal
Telepon : 081959388315
Email : mal762734@gmail.com

Riwayat Pendidikan Formal

1. SD N KABUNAN 03
2. SMP N 1 DUKUHWARU
3. SMA N 2 SLAWI
4. UIN WALISONGO SEMARANG