

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK
BERBASIS ALANG-ALANG (*IMPERATA CYLINDRICA*(L.))
DENGAN PENAMBAHAN KITOSAN, GLISEROL, DAN ASAM OLEAT**

**Nugroho Wahyu Sumartono¹⁾, Fitri Handayani²⁾, Reni Desiriana³⁾,
Wulan Novitasari⁴⁾, dan Dea Sakinah Hulfa⁵⁾**

¹⁾ Mahasiswa Pendidikan Kimia FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta
email: chem_nugrohowahyu@yahoo.com

²⁾ Mahasiswa Pendidikan Kimia FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta
email: fitri_chan3395@yahoo.com

³⁾ Mahasiswa Kimia FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta
email: renidesiriana@yahoo.co.id

⁴⁾ Mahasiswa Biologi FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta
email: wnovitasari8@gmail.com

⁵⁾ Mahasiswa Fisika FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta
email: hulfad@yahoo.co.id

Abstrak

Alang-alang (*Imperatacylindrica* (L.)) memiliki kandungan selulosa yang cukup tinggi sebagai bahan baku bioplastik. Penelitian ini bertujuan mengetahui proses pembuatan dan karakteristik bioplastik selulosa alang-alang dengan penambahan kitosan, gliserol dan asam oleat.

Prosedur penelitian ini adalah isolasi alfa-selulosa dengan metode delignifikasi, sintesis bioplastik dan karakterisasi bioplastik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ketiga sampel memiliki spektrum gugus hidroksil (-OH), gugus amina primer (-NH₂), dan gugus eter (C-O-C) glikosidik. Bioplastik kitosan memiliki derajat kristalinitas tertinggi yakni sebesar 44,37%, dibandingkan dengan derajat kristalinitas bioplastik kitosan+gliserol dan bioplastik kitosan+asam oleat. Berdasarkan uji biodegradasi bioplastik kitosan dan bioplastik kitosan+ gliserol terdegradasi lebih cepat daripada bioplastik kitosan+asam oleat. Hasil uji mekanik diperoleh bioplastik kitosan+gliserol paling tinggidengankuat tarik sebesar 14,27Kg/cm² dan elongasi12%. Disimpulkan bahwa penambahan gliserol dan asam oleat dapat berpengaruh pada karakteristik bioplastik.

Kata Kunci: Imperatacylindrica(L.), bioplastik, selulosa, sintesis, karakterisasi

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF BIOPLASTICS BLADYGRASS (IMPERATA CYLINDRICA(L.)) BASED WITH ADDING CHITOSAN, GLYCEROL, AND OLEIC ACID

Abstract

Bladygrass (*Imperatocy lindrica* (L.)) has highcontent of cellulose as the material bioplastics. The purpose of this research were to determine the synthesis process sand the characteristics of bioplastics from blady grass cellulose with variation of chitosan, glycerol andoleic acid.

The procedure of this research were alpha-cellulose isolation by delign ification methods, synthesis and characterization of bioplastics.

The results show edthatall three samples have spectra hydroxyl group(OH), a primary amine group(-NH₂) and ether groups(C-O-C) glycosidic. Bioplastics chitosan has a degree of crystallinity of the highest, amounting to 44.37%, compared with the degree of crystal linity bioplastic chitosan + glyceroland bioplastic chitosan + oleicacid. Based on the biodegradation testing the bioplastics chitosanand the bioplastics chitosan+glycer olwere degraded faster than the bioplastics chitosan + oleicacid. The mechanical testing result, the bioplastic chitosan + glycerolis highes twithten sile streng thwere 12.74 Kg / cm²and thee long ation were 8%. It was concluded that the addition of glycerol and oleicacid may influence the characteristics of bioplastics.

Keyword: *Imperatocy lindrica* (L.), bioplastics, cellulose, synthesis, characterization

PENDAHULUAN

Produk plastik sering dipergunakan oleh masyarakat dalam kehidupan sehari-hari. Salah satu produk plastik yang sering digunakan adalah kantong plastik. Harganya yang murah dan mudah digunakan menjadikan kantong plastik bagian dari kehidupan manusia. Selain memiliki berbagai kelebihan tersebut plastik juga mempunyai kelemahan diantaranya adalah bahan baku utama pembuatan plastik yang berasal dari minyak bumi yang jumlahnya terbatas dan tidak dapat diperbaharui. Plastik juga tidak dapat diuraikan dengan cepat dan

alami oleh mikroba penghancur di dalam tanah. Hal ini mengakibatkan terjadinya penumpukan limbah dan menjadi penyebab pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup^[1].

Bioplastik dewasa ini berkembang sangat pesat sebagai solusi dalam mengatasi permasalahan plastik non-degradabel. Bioplastik merupakan jenis plastik yang digunakan layaknya seperti plastik konvensional seperti polietilena (PE), tetapi mudah untuk terurai secara alami oleh mikroorganisme^[2]. Berbagai riset telah dilakukan di negara maju (Jerman, Prancis, Jepang, Korea, Amerika

Serikat, Inggris dan Swiss) ditujukan untuk menggali berbagai potensi bahan baku biopolimer. Di Jerman, pengembangan untuk mendapatkan polimer *biodegradable* pada polyhydroxybutirat (PHB), Jepang (chitin dari *Crustaceae*, zein dari jagung, pullulan). Aktivitas penelitian lain yang dilakukan adalah bagaimana mendapatkan kemasan termoplastik *degradable* yang mempunyai masa pakai (*lifetimes*) yang relatif lebih lama dengan harga yang lebih murah^[3].

Bioplastik dapat dikembangkan dengan memanfaatkan sumber daya alam. Indonesia adalah negara yang sangat potensial untuk dapat memproduksi bioplastik dengan potensi sumber daya alam yang dimilikinya. Salah satunya dengan mengembangkan biopolimer dari selulosa. Beberapa tumbuhan di antaranya mengandung komposisi selulosa yang efektif untuk digunakan sebagai biopolimer plastik seperti tongkol jagung, kulit pisang, kulit ubi, dan beberapa tumbuhan lainnya telah dimanfaatkan sebagai bahan dasar bioplastik^[4]. Namun, dalam pelaksanaannya untuk memperoleh limbah tersebut membutuhkan waktu relatif lama karena menunggu bahan baku atau makanan tersebut dikonsumsi terlebih dahulu.

Sumber daya alam lain yang mengandung selulosa yaitu alang-alang (*Imperata cylindrica* (L.)) yang merupakan tumbuhan rumput menahun yang tersebar hampir di seluruh Indonesia. Alang-alang (*Imperata cylindrica* (L.)) dianggap

sebagai gulma pada lahan pertanian dan kurang dimanfaatkan secara maksimal^[5]. Dilihat dari kandungan kimianya, alang-alang memiliki kandungan α -selulosa 40,22%. Kandungan selulosa yang lebih dari 40% ini menjadikan alang-alang berpotensi sebagai bahan baku pembuatan bioplastik^[6].

Penelitian ini memanfaatkan selulosa alang-alang sebagai bahan baku pembuatan bioplastik yang bertujuan untuk mengetahui proses pembuatan bioplastik berbahan baku selulosa alang-alang (*Imperata cylindrica* (L.)) dan pengaruh penambahan bahan aditif kitosan, gliserol dan asam oleat.

METODE

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia Analisis dan Kebun Biologi Universitas Negeri Yogyakarta, Laboratorium Instrumen Akademi Teknologi Kulit Yogyakarta, dan Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik Yogyakarta pada bulan Maret hingga Juli 2015.

Bahan yang digunakan bagian daun dan batang Alang-alang (*Imperata cylindrica* (L.)) kering sebanyak 2 kg yang diperoleh dari lahan di sekitar Stadion Maguwoharjo, Depok, Sleman, Yogyakarta. Bahan kimia yang digunakan meliputi larutan NaOH p.a. 2% dan 14%, larutan HNO₃ teknis 3,5%, kristal NaNO₂ p.a., larutan NaOCl teknis 1,75%, larutan Na₂SO₃ p.a. 2% untuk isolasi selulosa. Dalam sintesis bioplastik digunakan

bahan aditif berupa serbuk kitosan teknis, gliserol p.a., dan asam oleat teknis; asam cuka teknis 0,665 M, dan aquades.

Alat-alat yang dipergunakan berupa: peralatan gelas, kertas saring, mortar porselen, spatula, blender, neraca analitis, termometer alkohol 100° C, *oven*, desikator, seperangkat alat FT-IR, seperangkat alat XRD, pot plastik besar, dan plat kaca ukuran 25 cm x 25 cm.

Serat Alang-alang yang diperoleh kemudian diisolasi selulosanya dengan metode delignifikasi seperti yang dilakukan oleh Habibah (2013)^[7]. Sampel yang sudah halus dan kering, ditimbang sebanyak 37,5 gram lalu dimasak pada suhu 90 °C selama 2 jam dengan campuran HNO₃ 3,5% dan NaNO₂. Setelah selesai pemasakan, sampel disaring dan dicuci dengan air bersih. Sampel yang telah bersih, didigesti pada suhu 50° C selama 1 jam dengan campuran larutan NaOH 2% dan Na₂SO₃ 2%. Setelah proses digesti, sampel kembali disaring dan dicuci dengan air bersih. Sampel yang telah bersih, diputihkan dengan pemasakan pada suhu 100° C selama 30 menit dengan larutan NaOCl 1,75%. Setelah proses pemutihan, sampel disaring dan dilanjutkan dengan proses delignifikasi atau penghilangan kadar lignin pada sampel untuk memperoleh selulosa murni. Proses delignifikasi dilakukan melalui pemasakan pada suhu 80° C selama 30 menit dengan larutan NaOH 17,5%. Selulosa murni yang diperoleh selanjutnya dikeringkan

dengan menggunakan *oven* pada suhu 60 °C selama 1 jam. Selulosa murni yang sudah kering disimpan dalam desikator untuk dilakukan sintesis bioplastik.

Selulosa yang sudah kering, ditimbang sebanyak 0,804 gram dan ditambahkan 15 ml larutan asam cuka 0,665 M. Sampel yang telah tercampur, ditambahkan sebanyak 0,4 gram kitosan dan diaduk selama 15 menit. Setelah campuran homogen, dicetak dengan metode *casting*. Pada metode ini, sampel biopolimer dicetak dengan plat kaca. Cetakan yang sudah rata lalu dikeringkan dengan *oven* pada suhu 60° C selama 1 jam. Untuk bioplastik yang lain, mengulangi prosedur tersebut dengan komposisi zat aditif lainnya (kitosan + 1 ml gliserol) dan (kitosan + 1 ml asam oleat).

Pada penelitian ini, beberapa pengujian dilakukan untuk mempelajari karakteristik ketiga bioplastik yang berbeda dengan penambahan bahan aditif. Adapun uji karakteristik yang dilakukan diantaranya analisis derajat kristalinitas, analisis gugus fungsi, kemampuan degradasi oleh mikroba, dan sifat mekanik.

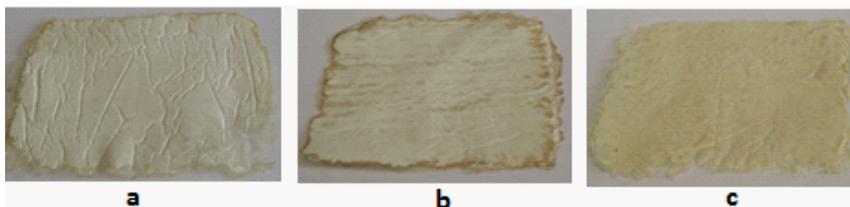
HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis Bioplastik

Proses pembuatan bioplastik dilakukan melalui dua tahap. Tahap pertama adalah isolasi selulosa, tujuan dari proses isolasi selulosa dari serat Alang-alang adalah untuk menghilangkan kadar lignin dan memperoleh selulosa

murni. Lignin merupakan jaringan polimer fenolik yang berfungsi merekatkan serat selulosa sehingga menjadi sangat kuat. Kekuatan ikatan lignin merupakan salah satu penghalang pada proses pulping kimia[8]. Metode delignifikasi yang digunakan dalam penelitian ini merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Habibah (2013)[7]. Lignin umumnya tidak larut dalam pelarut sederhana, namun larut dalam alkali encer dan mudah diserang oleh zat-zat oksida[9]. Dengan demikian, dalam penelitian ini digunakan larutan NaOH yang bersifat

lingkungan dan perlu ditambah bahan aditif pengawet. Kitosan merupakan salah satu bahan aditif yang memiliki sifat anti-mikrobakterial[11], dan sebagai bahan penguat bioplastik karena terdapat ikatan kationik $-NH_2$ [12]. Adapun ketiga sampel bioplastik ditunjukkan pada Gambar 1. Bioplastik yang dihasilkan berwarna putih, bertekstur halus pada bagian bawahnya sedangkan pada bagian atasnya kasar, serta berbau tajam. Bau tajam berasal dari asam asetat yang digunakan sebagai pelarut kitosan[10].



Gambar 1. Ketiga Sampel Bioplastik yang Dihasilkan: a) bioplastik + kitosan, b) bioplastik + kitosan + gliserol, c) bioplastik + kitosan + asam oleat

basa, larutan Na_2SO_3 sebagai oksidator dan larutan $NaClO$ sebagai pemutih. Selulosa murni yang diperoleh berwarna putih, tekstur berserat, dan tidak larut dalam air.

Tahap kedua adalah pembuatan bioplastik dengan berbagai bahan aditif. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Badriyah (2007) dan Nurmalia (2008) dalam, bioplastik yang berbahan baku selulosa tidak tahan terhadap

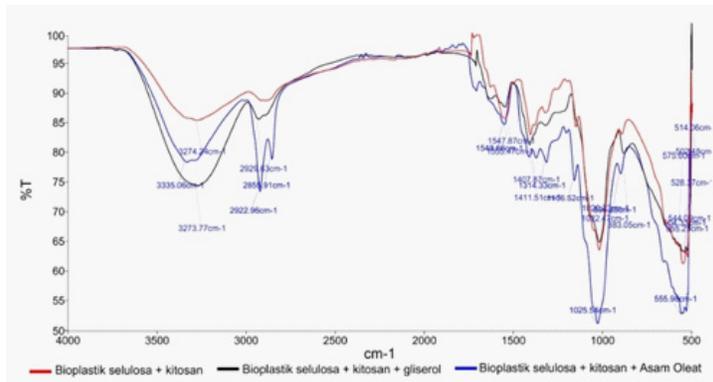
Analisis Gugus Fungsi Bioplastik

Analisis gugus fungsi yang dilakukan dengan menggunakan instrumen FT-IR ATR Spectrometer Frontier yang dapat mengidentifikasi gugus fungsi yang terkandung dalam suatu material melalui serapan-serapan IR yang khas. Jenis ikatan yang ada dalam molekul polimer (C-C, C=C, C-O, C=O) memiliki frekuensi vibrasi yang berbeda[13].

Hasil analisis gugus fungsi ketiga

sampel bioplastik ditunjukkan pada Gambar 2 sebagai grafik dengan rentang bilangan gelombang 4000-500 cm⁻¹.

yang identik dengan spektra IR pada bioplastik+kitosan. Perbedaan antara ketiga bioplastik tersebut ada pada



Gambar 2. Spektrum FT-IR bioplastik

Sampel bioplastik+kitosan memiliki serapan pada daerah 3274,24 cm⁻¹ yang menunjukkan gugus -NH pada amina primer (-NH₂) yang diperkuat dengan daerah 1555,47 cm⁻¹ dan 1022,47 cm⁻¹ yang menunjukkan gugus N-H bengkok dan gugus C-N. Gugus O-H pada gugus alkohol ditunjukkan pada puncak 3274,24 cm⁻¹ yang memiliki serapan yang hampir sama dengan gugus N-H karena memiliki ikatan hidrogen. Selain itu, terdapat gugus C-O-C (aryl-alkyl ether) pada puncak 1022 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya ikatan glikosidik pada selulosa maupun pada kitosan.

Pada spektra Inframerah (IR) pada bioplastik kitosan+gliserol dan bioplastik kitosan+asam oleat memiliki gugus fungsi

persen transmitansi. Spektrum-spektrum puncak pada bioplastik + kitosan + gliserol lebih tajam dibandingkan pada bioplastik +kitosan dan bioplastik + kitosan + asam oleat. Hal tersebut dikarenakan kuatnya ikatan hidrogen antar molekul selulosa, kitosan, dan gliserol.

Dari spektra FT-IR yang diperoleh, seperti yang terlihat pada Gambar 2, maka dapat dibuat dalam bentuk Tabel 1.

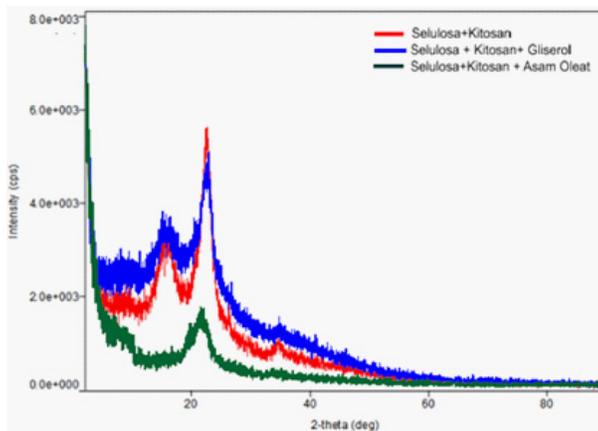
Tabel 1. Daerah Puncak Serapan Gugus Fungsi Ketiga Bioplastik

BilanganGelombang Bioplastik (cm-1)			Gugus Fungsi
Kitosan	Kitosan dan Gliserol	Kitosan dan Asam Oleat	
3274,24	3335,06	3273,77	Strain O-H/ Strain N-H
	2929,63	2922,96	Uluran C-H metil
1555,47	1547,87	1548,66	Regangan N-H
1022,47	1020,73	1025,54	Regangan C-O

Analisis Kristalinitas Bioplastik

Hasil kristalinitas bioplastik dapat diketahui melalui metode X-ray Diffraction (XRD). Informasi yang diperoleh dalam analisa XRD berupa grafik difraktogram yang menunjukkan puncak-puncak struktur kristal suatu material. Struktur kristalin akan menghasilkan puncak-puncak tajam, sedangkan struktur amorf akan menghasilkan puncak-puncak yang

melebar[14]. Adapun grafik difraktogram ketiga sampel bioplastik ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Difraktogram X-ray Diffraction Ketiga Sampel Bioplastik

Penentuan derajat kristalinitas dengan difraksi sinar-X dapat dilakukan atas dasar asumsi bahwa daerah kristalin dan amorf terdapat dalam substansi yang sama dan memberikan kekuatan hamburan yang ekuivalen. Derajat kristalinitas (X_c) ditentukan menggunakan persamaan berikut[15].

$$X_c(\%) = \frac{\text{Luas daerah kristalin}}{\text{Luas daerah (kristalin + amorf)}} \times 100\%$$

..... (1)

Berdasarkan analisis difraktogram masing-masing sampel dengan menggunakan perangkat lunak Match!, diperoleh derajat kristalinitas pada sampel bioplastik dengan bahan aditif kitosan sebesar 44,37%, pada sampel bioplastik dengan bahan aditif kitosan dan gliserol sebesar 30,55 % dan pada sampel bioplastik dengan bahan aditif kitosan dan asam oleat sebesar 35,36 %. Dari hasil ini diketahui bahwa dengan penambahan gliserol maupun asam oleat akan menurunkan kristalinitas. Penurunan derajat kristalinitas berakibat menurunnya densitas bioplastik sehingga dapat meningkatkan mobilitas molekul bioplastik dan membuat polimer lebih amorf[16].

Analisis Kemampuan Biodegradasi Bioplastik

Uji biodegradasi dilakukan dengan metode dipendam dalam campuran

tanah dan kompos. Penambahan kompos berguna untuk mempercepat terurainya sampel bioplastik. Metode kuantitatif yang paling sederhana untuk mengkarakterisasi terjadinya biodegradasi suatu polimer adalah dengan menentukan kehilangan massa dan degradabilitas material polimer[17]. Kehilangan massa ditentukan dengan cara menimbang massa polimer sebelum dan setelah proses biodegradasi selama selang waktu tertentu. Pada penelitian ini untuk menganalisis kemampuan biodegradasi, tiap-tiap sampel bioplastik yang digunakan berjumlah tiga buah dengan dimensi 8 x 2 cm. Waktu yang dibutuhkan untuk menganalisis kemampuan biodegradasi bioplastik yakni selama 12 hari. Hasil pengamatan berupa massa ketiga bioplastik sebelum dan sesudah mengalami degradasi ditunjukkan pada Tabel 2.

Berdasarkan pada Tabel 2, dapat ditentukan persen kehilangan massa ketiga sampel bioplastik melalui persamaan[14]:

$$\text{Kehilangan massa}(\%) = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100 \%$$

.....(2)

Dengan:

W_i : Massa bioplastik sebelum degradasi
 W_f : Massa bioplastik setelah degradasi

Tabel 2. Hasil Pengamatan Massa Bioplastik Sebelum dan Sesudah Biodegradasi

Bioplastik	Massa Awal (gram)	Massa Setelah Degradasi (gram)
Selulosa + Kitosan (1)	0,100	0,115
Selulosa + Kitosan (2)	0,100	0,066
Selulosa + Kitosan (3)	0,120	0,115
Selulosa + Kitosan + Gliserol (1)	0,340	0,149
Selulosa + Kitosan + Gliserol (2)	0,350	0,231
Selulosa + Kitosan + Gliserol (3)	0,320	0,185
Selulosa + Kitosan + Asam Oleat (1)	0,150	0,165
Selulosa + Kitosan + Asam Oleat (2)	0,140	0,147
Selulosa + Kitosan + Asam Oleat (3)	0,110	0,132

Melalui persamaan 2, diperoleh persen kehilangan massa masing-masing sampel bioplastik yang ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengamatan Massa Tiap Sampel Bioplastik

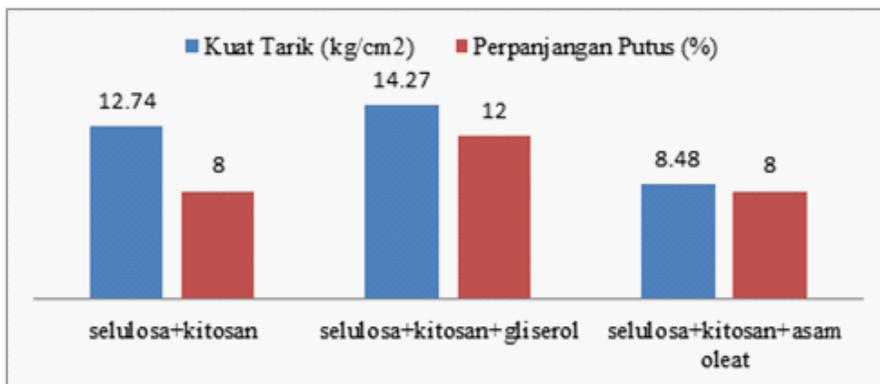
Bioplastik	Kehilangan Massa (%)
Selulosa + Kitosan (1)	-15,00
Selulosa + Kitosan (2)	34,00
Selulosa + Kitosan (3)	4,16
Selulosa + Kitosan + Gliserol (1)	56,17
Selulosa + Kitosan + Gliserol (2)	34,00
Selulosa + Kitosan + Gliserol (3)	42,18
Selulosa + Kitosan + Asam Oleat (1)	-10,00
Selulosa + Kitosan + Asam Oleat (2)	- 5,00
Selulosa + Kitosan + Asam Oleat (3)	-16,66

Kehilangan massa bioplastik + kitosan dan bioplastik + kitosan + gliserol cenderung meningkat. Hal tersebut ditunjukkan pada persen kehilangan massa yang bernilai positif. Sedangkan kehilangan massa bioplastik + kitosan + asam oleat cenderung menurun. Hal tersebut ditunjukkan pada persen kehilangan massa yang bernilai negatif. Hal ini karena bioplastik bersifat higroskopis yang dapat menyerap uap air sehingga bioplastik mengalami penambahan massa. Akan tetapi, berdasarkan bentuk fisik bioplastik sebelum dan sesudah biodegradasi, ketiga sampel bioplastik mengalami perubahan bentuk fisik. Bioplastik + kitosan + gliserol mengalami perubahan bentuk fisik yang lebih besar dibandingkan bioplastik + kitosan dan bioplastik + kitosan + gliserol.

Tingkat biodegradasi bahan polimer dipengaruhi oleh struktur polimer yang bersangkutan. Polimer dengan struktur amorf lebih mudah dibiodegradasi dibanding polimer dengan struktur kristalin[18]. Bioplastik + kitosan + gliserol memiliki struktur yang lebih amorf sehingga mikroorganisme yang terdapat dalam tanah dapat menyerang molekul-molekul yang terdapat dalam bioplastik tersebut.

Sifat Mekanik Bioplastik

Uji mekanik yang dilakukan untuk mengukur kuat tarik dan perpanjangan putus ketiga sampel bioplastik. Metode yang digunakan yakni ASTM D638. Adapun hasil uji mekanik ketiga bioplastik ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik sifat mekanik bioplastik

Gambar 4 menunjukkan bahwa bioplastik+ kitosan dengan penambahan gliserol akan meningkatkan kuat tarik dan perpanjangan putus. Gugus fungsional rantai selulosa adalah gugus hidroksil yang dapat berinteraksi dengan gugus -O, -N, dan -S, membentuk ikatan hidrogen dimana ikatan hidrogen lebih panjang dari ikatan kovalen tetapi ikatannya lebih lemah [19]. Semakin banyak ikatan hidrogen yang terbentuk menyebabkan rantai semakin panjang [20]. Oleh karena itu, pada penambahan gliserol terjadi interaksi antar ikatan hidrogen pada selulosa dan gliserol. Selain itu, dengan penambahan gliserol dapat meningkatkan fleksibilitas bioplastik [21] dan meningkatkan mobilitas molekuler sehingga bioplastik semakin elastis dan perpanjangan putus lebih besar [16]. Pada bioplastik + kitosan dengan penambahan asam oleat, hanya terjadi penurunan kuat tarik sedangkan perpanjangan putus tidak mengalami perubahan. Hal tersebut dikarenakan lemahnya interaksi antar molekul selulosa dengan asam oleat.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa dalam proses sintesis bioplastik dari selulosa Alang-alang (*Imperatocy lindrica* (L.) dilakukan proses isolasi alfa-selulosa dengan metode delignifikasi. Selain itu, diperoleh pengaruh penambahan kitosan, gliserol, dan asam oleat yakni fungsi penambahan kitosan adalah sebagai pengawet dan perekat selulosa. Pengaruh penambahan

gliserol adalah meningkatkan elastisitas, menambah kuat tarik, menurunkan derajat kristalinitas, sehingga lebih mudah terurai oleh mikroorganisme. Sedangkan pengaruh penambahan asam oleat adalah memperkuat bioplastik, menurunkan derajat kristalinitas, dan memperlambat laju degradasi bioplastik. Ketiga sampel memiliki spektrum gugus hidroksil (-OH), gugus amina primer (-NH₂) dan gugus eter (C-O-C) glikosidik. Bioplastik selulosa + kitosan + gliserol memiliki derajat kristalinitas tertinggi, mudah terdegradasi dan memiliki kuat tarik serta persen elongasi paling besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Syukur Alhamdulillah penelitian ini dapat terlaksana dengan lancar berkat dukungan dari berbagai pihak yang telah membantu dalam penyelesaian penelitian. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi yang telah menyelenggarakan Program Kreativitas Mahasiswa dan memberikan hibah dana kepada mahasiswa untuk penyelesaian penelitian ini.
2. Rektor Universitas Negeri Yogyakarta yang telah memberikan dukungan moral maupun materiil kepada mahasiswa dalam penyelesaian penelitian ini.
3. Dekan Fakultas MIPA yang telah memberikan fasilitas penunjang dalam penelitian ini.

4. Ibu Dr. Eli Rohaeti yang telah membimbing kami dalam melaksanakan penelitian.
5. Rekan-rekan yang telah membantu dan memberikan dukungan sehingga penelitian kami dapat terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Careda, M.P,et.,al. 2007. Characterization of Edible Films of Cassava Strachby Electron Microscopy. Braz, Journal Food Technology page: 91-95.
- Firdaus, F., S. Mulyaningsih, dan H. Anshory. 2008. Green Packgaking Berbasis Biomaterial: Karakteristik Mekanik dan Ketahanan terhadap Mikroba Pengurai Film Kemasan dari Komposit Pati Tropis-PLA-Kitosan. Seminar Nasional Tekno (Prosiding). B27-32
- I Gede Sanjaya M.H dan Tyas Puspita. 2013. Pengaruh Penambahan Khitosan dan Plasticizer Gliserol pada Karakteristik Plastik Biodegradable dari Pati Limbah Kulit Singkong. <http://digilib.its.ac.id/public/ITS-paper-27525-2305100088-Paper.pdf>. diakses 10 September 2014
- Fazira, Eliza. 2014. Plastik Biodegradable Dapat Atasi Masalah Lingkungan. <http://www.writing-contest.com> diakses pada tanggal 2 Mei 2014
- Garrity, D. P., Soekadi M., Van N., M. D. La Cruz. 1997. The Imperata Grasslands of Tropical Asia: Area, Distribution, and Typology. Agroforestry System. Vol. 39 hal. 3-29
- Sutiya, Budi dkk. (2012). Kandungan Kimia dan Sifat Serat Alang-alang (*Imperata cylindrica*) sebagai Gambaran Bahan Baku Pulp dan Kertas. Bioscientiae. Vol. 9 hal. 8-19
- Habibah, Rudnin, Darwin Yunus Nasution, Yugia Muis. 2013. Penentuan Berat Molekul dan Derajat Polimerisasi-Selulosa yang Berasal dari Alang-alang (*Imperata cylindrica*) dengan Metode Viskositas. Jurnal Saintia Kimia. Vol. 1, No. 2
- Fitriani, Syaiful Bahri, dan Nurhaeni. 2013. Produksi Bioetanol Tongkol Jagung (*Zea Mays*) dari Hasil Proses Delignifikasi. Natural Science. Vol 2 (3) : 66-74
- Artati, E. K., Effendi, A., & Haryanto, T. (2009). Pengaruh Konsentrasi Larutan Pemasak pada Proses Delignifikasi Eceng Gondok dengan Proses Organosolv. Ekuilibrium, 8(1), 25-28

- Hartatik, Yunita Dwi, Lailatin Nuriyah, Iswarin. 2014. Pengaruh Komposisi Kitosan terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradable Bioplastik. *Physics Student Journal*. Vol 2, No 1
- Dutta, P. K., S. Tripathi, and G. K. Mehrotra. 2009. Physicochemical and Bioactivity of Cross-linked Chitosan-PVA Film for Food Packaging Applications. *Journal of Biological Macromolecules*. 45:72-76
- Wiyarsi, Antuni, Erfan Priyambodo. (2007). Pengaruh Konsentrasi Kitosan dari Cangkang Udang terhadap Efisiensi Penjerapan Logam Berat. <http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/penelitian/Erfan%20Priyambodo,%20M.Si./kitosan.PDF> diakses 10 September 2014
- Rohaeti, Eli. 2009. Karakterisasi Biodegradasi Polimer. http://staff.uny.ac.id/sites/default/files/30.%20Eli%20Rohaeti%202%28248%20-257%29_0.pdf diakses 12 September 2014
- Rohaeti, Eli. 2005. Kajian tentang sintesis poliuretan dan karakterisasinya, Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan, dan Penerapan MIPA, FMIPA UNY, Yogyakarta, K1 – K9
- Dunitz, Jack D. 2007. X-Ray Analysis and the Structure of Organic Molecules. Switzerland: Verlag Helvetica Chimica Acta
- Syamsu K, Liesbestini H, Anas MF, Ani S, Dede R. 2007. Peran PEG 400 dalam Pembuatan Lembaran Bioplastik Polihidroksialkanoat yang dihasilkan oleh *Ralstonia eutropha* dari Substrat Hidrolisat Pati Sagu. *J Ilmu Pert*. 63-68.
- Hatakeyama, H., S. Hirose, T. Hatakeyama, K. Nakamura, K. Kobashigawa, N. Morohoshi. 1995. Biodegradable polyurethanes from plant component. *Pure Applied Chemistry*. A32 (4): 743-750.
- Asiah M.D. 2010. Uji Biodegradasi Bioplastik dari Khitosan Limbah Kulit Udang dan Pati Tapioka. *Jurnal Biologi Edukasi*. Vol. 2 No.1
- Companion, A.L. 1991. *Ikatan Kimia*. Edisi Kedua. Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Septiosari, Arum, Latifah, dan Ella Kusumastuti. 2014. Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik Limbah Biji Mangga dengan Penambahan Selulosa dan Gliserol. *Indo. J. Chem. Sci*. Vol. 3 (2)
- Latief. 2001. Teknologi Kemasan Plastik Biodegradable, Makalah Falsafah Sains (PPs 702) Program Pasca Sarjana/S3 Institut Pertanian Bogor, Bogor.