

**PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK BERBAHAN DASAR KITOSAN
DAN PATI SINGKONG DENGAN PLASTICIZER GLISEROL**

**PREPARATION AND CHARACTERIZATION BASED BIOPLASTIC CHITOSAN AND
CASSAVA STARCH WITH GLYCEROL PLASTICIZER**

Gilang Pandu Lazuardi* dan Sari Edi Cahyaningrum

Jurusan Kimia FMIPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Negeri Surabaya, Jl. Ketintang, Surabaya, 60231

e-mail: gankuroeng@yahoo.com

Abstrak. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui cara pembuatan dan karakterisasi bioplastik berbahan dasar kitosan dan pati serta penambahan gliserol sebagai plasticizer. Komposisi kitosan-pati yang digunakan pada pembuatan bioplastik adalah 3:1; 2:1; 1:1; 1:2 dan 1:3 dengan penambahan gliserol pada setiap komposisi 0%, 20%, 40% dan 60%. Bioplastik yang dihasilkan diuji sifat fisik dan kimianya meliputi uji kuat tarik, kemuluran dan modulus young, daya serap air, morfologi permukaan bioplastik, analisis struktur molekul dan laju biodegradasi dalam tanah. Karakteristik bioplastik kitosan - pati yang dihasilkan : Nilai modulus young yang diperoleh pada bioplastik kitosan – pati 2:1 dengan penambahan gliserol sebagai plasticizer 20% sebesar 4,81 N/mm² dan hasil SEM menunjukkan permukaan yang rata. Memiliki daya serap air 7,4% dan laju biodegradasi dalam tanah hingga hari ke-45 berat sisa sebesar 23,51%, serta spektra IR pada bioplastik tidak menunjukkan adanya gugus fungsional baru.

Kata kunci : kitosan, pati singkong, gliserol, bioplastik

Abstract. The research had purpose were to know production process and characteristics bioplastik based chitosan and cassava starch plasticizer glycerol. Composition of the chitosan-starch bioplastics used were 3:1; 2:1; 1:1, 1:2 and 1:3 with addition of glycerol any composition of 0%, 20%, 40% and 60%. Result bioplastic tested their physical and chemical characteristics include tensile strength, elongation and modulus young, water absorption, surface morphology, molecular structure analysis and the rate of soil degradation. Characteristics of chitosan Bioplastics - Starch in various compositions as follows: modulus young value obtained on chitosan bioplastics - starch 2:1 with addition of 20% glycerol as a plasticizer by 4.81 N/mm² and SEM results showed bioplastics a flat surface. Have a water absorption 7.4% and the rate of degradation in soil up to 45 days of residual weight 23.51% and IR spectra on bioplastics do not indicate a new functional cluster.

Keywords : chitosan, cassava starch, glycerol, bioplastic

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi polimer plastik telah membawa banyak manfaat dalam kehidupan manusia. Plastik banyak digunakan baik dalam industri pangan maupun non pangan, karena plastik mempunyai keunggulan diantaranya transparan, fleksibel, ringan, tidak mudah pecah, tahan air, tidak dan korosif.

Data dari Deputy Pengendalian Pencemaran Kementerian Negara Lingkungan Hidup (KLH) tahun 2008 menyebutkan, setiap individu rata-rata menghasilkan 0,8 kilogram sampah dalam satu hari, dimana 15%-nya merupakan plastik. Data

statistik persampahan domestik Indonesia, Kementerian Lingkungan Hidup 2008, menyebutkan jenis sampah plastik sebesar 5,4 juta ton/tahun. Jumlah ini mengalami peningkatan dan mampu menggeser posisi sampah kertas dengan jumlah 3,6 juta ton/tahun [1].

Plastik yang banyak digunakan pada saat ini merupakan hasil sintesis polimer hidrokarbon dari minyak bumi yang terbatas jumlahnya dan tidak dapat diperbaharui, seperti polietilena (PE), polipropilena (PP), polistirena (PS), polivinil klorida (PVC) dan sebagainya. Berdasarkan hal tersebut, maka dibutuhkan adanya alternatif bahan

plastik yang diperoleh dari bahan yang mudah didapat dan tersedia di alam dalam jumlah besar.

Struktur molekul plastik yang sangat kompleks menyebabkan plastik sulit didegradasi oleh mikroorganisme sehingga terakumulasi dan menimbulkan pencemaran serta kerusakan lingkungan.

Berbagai usaha telah dilakukan untuk menyelesaikan permasalahan limbah plastik, diantaranya dengan daur ulang dan pembakaran. Plastik hasil daur ulang dikhawatirkan akan menimbulkan efek samping, yaitu monomer plastik yang dapat mencemari produk, khususnya bila digunakan sebagai bahan kemasan pangan [2].

Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan sampah plastik adalah dengan membuat plastik ramah lingkungan (bioplastik). Bioplastik merupakan plastik yang dapat terdegradasi oleh mikroorganisme dari sumber senyawa-senyawa dalam tanaman misalnya pati, selulosa, dan lignin [3]. Penggunaan pati sebagai bahan utama pembuatan plastik memiliki sifat biodegradasi, kemudahan proses, dan ekonomis karena tanaman penghasil pati seperti singkong, jagung, beras, kentang, dan kacang tanah, ketersediannya cukup melimpah di Indonesia.

Berdasarkan komposisi kimia tanaman singkong pati diperoleh dari seluruh organ tanaman tingkat tinggi yang disimpan dalam umbi, akar, kulit, dan jaringan batang tanaman. Dalam pembuatan bioplastik berbahan pati, ada dua kekurangan yang terdapat pada plastik yaitu rendahnya sifat mekanik (kekuatan tarik, regangan dan modulus young) serta bersifat hidrofilik [4].

Salah satu cara untuk mengatasinya adalah melalui pencampuran pati dengan jenis biopolimer lain seperti gliserol dan sorbitol yang merupakan penyusun minyak hewani dan minyak nabati. Gliserol bertujuan memperbaiki kekurangan dari sifat plastik berbahan patiyang lebih kuat fleksibel dan licin. Gliserol mempunyai berat molekul rendah sehingga dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan dalam penggunaannya sebagai *plasticizer*.

Selain biopolimer lemak hewani dan minyak nabati, wilayah perairan Indonesia memiliki sumber daya alam yang sangat melimpah dan belum dimanfaatkan secara optimal. Pemanfaatan limbah cangkang udang misalnya, dalam jumlah cukup besar yang belum dimanfaatkan secara komersial. Berdasarkan penelitian, diketahui bahwa cangkang udang mengandung kitin dalam kadar tinggi, berkisar antara 20-70%.

Kitosan mempunyai beberapa sifat yang menguntungkan antara lain *hydrophilicity*, *biocompatibility*, *degradability*, sifat anti bakteri, dan mempunyai afinitas yang besar terhadap enzim [5]. Kitosan bersifat hidrofilik, menahan air dalam strukturnya dan membentuk gel secara spontan, sehingga kitosan mudah membentuk membran atau

film. Pembentukan gel berlangsung pada harga pH asam yang disebabkan adanya sifat kationik kitosan. Viskositas juga meningkatkan dengan meningkatnya derajat deasetilasi.

Biocompatible didefinisikan sebagai kemampuan suatu bahan untuk memberi respon biologis yang baik (non toksik) dan tidak mempunyai sifat karsinogenik [6].

METODE PENELITIAN

Alat dan bahan

Alat yang digunakan adalah 1 set peralatan refluks, termometer, gelas kimia, gelas ukur, labu ukur, magnetik stirrer, corong buchner, pompa vakum, neraca analitik, spatula, ayakan 100 mesh, kertas saring, pemanas listrik, alat difusi, oven, cawan petri, pH meter, Autograf, Spektrofotometer IR, dan SEM.

Bahan yang digunakan adalah Cangkang udang windu, NaOH 1%; 3,5%; 10%; dan 50%, HCl 1M, HCl 1%, akuades, CH₃COOH 2%, pati singkong dan gliserol.

Metode Pembuatan bioplastik

Pembuatan bioplastik kitosan-pati singkong dilakukan dengan cara 2 gr kitosan dilarutkan ke dalam 98 ml akuades kemudian ditambahkan 1 ml asam asetat glasial sambil diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* sehingga terbentuk campuran homogen. Selanjutnya ditimbang 2 gr pati singkong dan dilarutkan dalam 98 ml akuades. Kedua larutan dibiarkan satu malam. Kedua larutan dicampur dengan komposisi kitosan dan pati singkong (2:1 ; 1:1 ; 1:2) dengan penambahan gliserol (0% ; 20% ; 40% ; 60%). Gel yang terbentuk kemudian dicetak dalam loyang plastik dan dikeringkan pada suhu kamar.

Karakterisasi bioplastik

Film hasil spesimen dipilih dengan ketebalan merata 0,2 mm yang diukur dengan jangka sorong dan dipotong membentuk spesimen untuk pengujian kemuluran. Kedua ujung spesimen dijepit pada alat kemuluran, lalu spesimen di amati sampai putus, kemudian dicatat perubahan panjang (mm) berdasarkan besar kecepatan 50 mm/menit [7].

Uji Ketahanan air plastik *biodegradable* yang dilakukan [8]. Potongan plastik dengan ukuran 2 x 2 cm² ditimbang berat awalnya (W₀), kemudian dimasukkan ke dalam gelas yang berisi akuades pada temperatur kamar. Potongan plastik ini selanjutnya diambil setelah 20 menit dan air yang terdapat pada permukaan plastik dihilangkan dengan tisu kertas setelah itu baru dilakukan penimbangan (W). Air yang diserap dihitung melalui persamaan:

Analisa Gugus Fungsional hasil pencampuran dijepit pada tempat sampel, kemudian diletakkan

pada alat kearah sinar infra red. Hasilnya akan direkam ke dalam kertas berskala berupa aliran kurva bilangan gelombang terhadap intensitas.

Uji degradasi bioplastik dalam tanah dengan menguburkan setiap spesimen sampel dalam tanah, dengan menggunakan tanah kebun sekitar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya. Tujuan dari kegiatan ini untuk melihat kemampuan degradasi setiap spesimen sampel. Laju biodegradasi penguburan dalam tanah diamati selama 15 ; 30 dan 45 hari.

Pengukuran dilakukan berdasarkan berat yang hilang, atau yang dianggap terurai dalam tanah. Dengan berat awal (W_0) sampel 0,05 gr dan di tanam dengan kedalama 50 cm dari permukaan tanah.

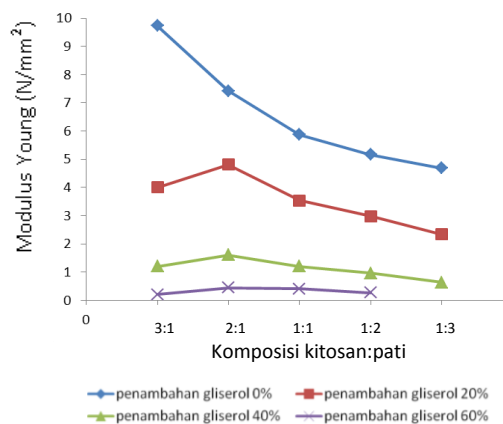
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh komposisi kitosan-pati terhadap karakterisasi sifat fisik bioplastik

Sifat mekanik dipengaruhi oleh besarnya jumlah kandungan komponen-komponen penyusun plastik yang digunakan, yaitu kitosan dan pati singkong. Faktor penting yang mempengaruhi sifat mekanik pada suatu plastik adalah affinitas antara tiap komponen penyusunya [9]. Affinitas adalah suatu kemampuan atom-atom molekul tertentu memiliki kecenderungan untuk bersatu atau berikatan, dengan adanya peningkatan affinitas maka semakin banyak terjadi ikatan antar molekul. Kekuatan suatu bahan dipengaruhi oleh ikatan kimia penyusunnya. Sifat mekanik yang dianalisis meliputi kekuatan tarik dan kemuluran. Serta penilaian *modulus young* digunakan sebagai acuan untuk menentukan kekuatan mekanik bioplastik sebagai tolak ukur keelastisitasan sebuah plastik.

Kekuatan tarik merupakan tegangan maksimum yang dibutuhkan oleh spesimen untuk menahan gaya yang diberikan. Pengujian kekuatan tarik dari campuran kitosan dan pati singkong dengan penambahan gliserol merupakan faktor yang penting untuk menentukan kondisi optimum sifat mekanis bioplastik yang diinginkan.

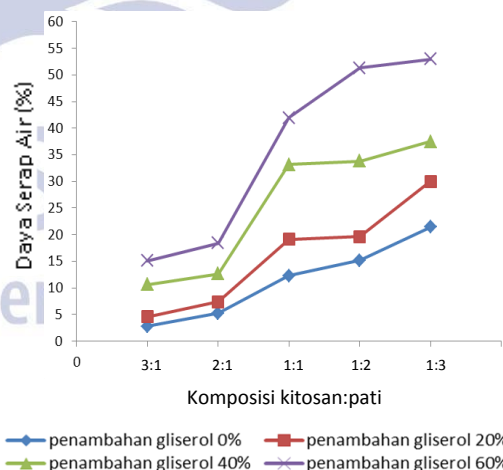
Data sifat mekanik bioplastik kitosan – pati singkong dengan penambahan gliserol yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1 hubungan komposisi kitosan-pati serta penambahan gliserol dengan nilai modulus young

Pada penambahan gliserol 20%, 40% dan 60%, bioplastik kitosa-pati dengan komposisi 2:1 dengan penambahn gliserol 20% mempunyai modulus young yang cukup besar . Sifat mekanik bioplastik baik pada komposisi 2:1 dengan strukturnya cukup rapat pada penambahan gliserol 20% yang terdispersi kedalam bioplastik menyebabkan jarak antara molekul dalam plastik rapat. Sebaliknya, penambahan pati dalam campuran dapat menyebabkan sifat mekanik bioplastik kitosan-pati menjadi berkurang.

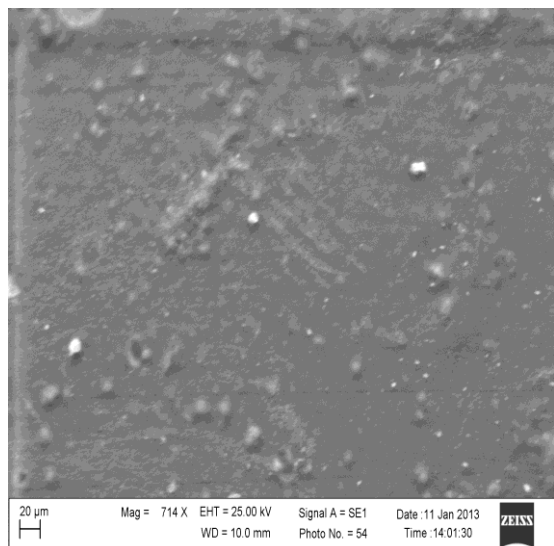
Pada uji ketahanan air terlihatbahwa kemampuan bioplastik untuk menahan serapan air. Pengujian ini digunakan untuk melihat kemampuan plastik dalam melindungi produk dari air. Semakin besar daya serap airnya maka plastik kurang mampu melindungi produk dari air yang dapat menyebabkan produk cepat rusak atau berkurang kualitasnya.



Gambar 2 Pengaruh komposisi bioplastik terhadap daya serap air

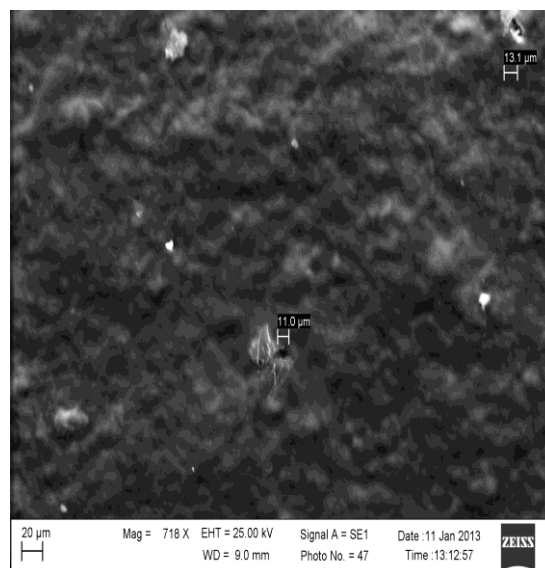
Berdasarkan gambar 2 terlihat bahwa komposisi kitosan : pati tanpa penambahan gliserol, pati yang semakin dominan ketahanan plastik akan semakin menurun. Hal ini dapat ditunjukkan pada komposisi kitosan : pati 1:3 sebesar 21,4%. Sedangkan plastik dengan ketahanan air terbaik meningkat dengan semakin banyaknya kitosan adalah pada plastik dengan komposisi kitosan : pati 3:1 dengan daya serap air yang rendah yaitu 2,8 %.

Morfologi Permukaan Bioplastik dengan SEM



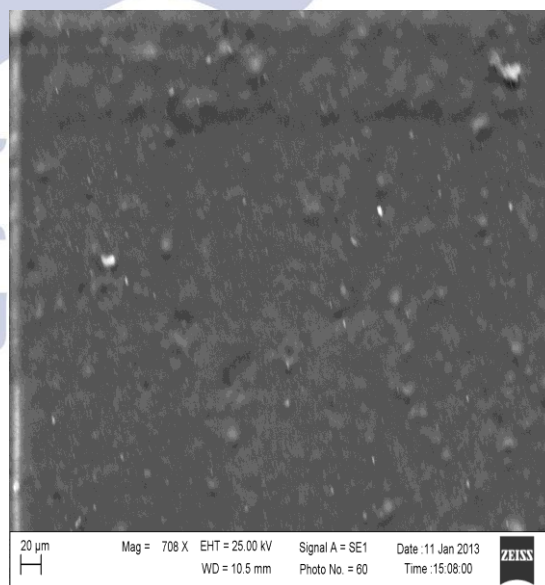
Gambar 3 permukaan bioplastik komposisi 3:1 tanpa penambahan gliserol

Pada bioplastik kitosan-pati 3:1 tanpa penambahan gliserol yang dihasilkan menunjukkan bahwa permukaan lebih rata dan terlihat pada lapisan permukaan bioplastik pada perbesaran 714x. Permukaan bioplastik ini membuktikan bahwa dengan permukaan yang rata, bioplastik tidak berpeluang memiliki daya serap air yang tinggi dibandingkan dengan bioplastik yang lebih banyak patinya. Dilihat dari kemampuan daya serap air, bioplastik komposisi kitosan-pati 3:1 tanpa penambahn gliserol memiliki daya serap air rendah sebesar 2,8%. Permukaan bioplastik yang hampir rata atau luas permukaan kecil juga mempengaruhi interaksi permukaan bioplastik dengan mikroba dalam tanah, sehingga menyebabkan laju degradasi bioplastik di dalam tanah dengan komposisi kitosan-pati 3:1 tanpa penambahan gliserol ini lebih kecil.



Gambar 4 permukaan bioplastik komposisi kitosan-pati 1:3 tanpa penambahan gliserol

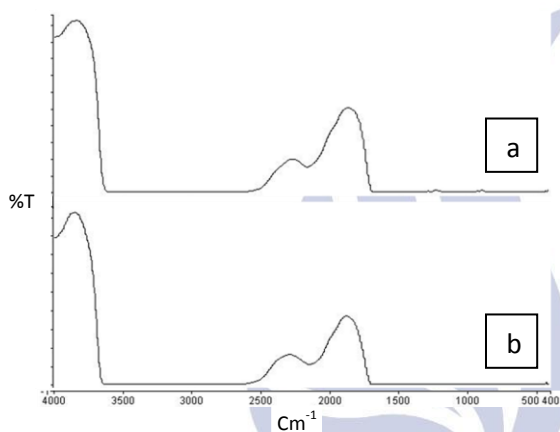
Bioplastik dengan komposisi kitosan-pati 1:3 tanpa penambahan gliserol memperlihatkan permukaan tidak rata pada perbesaran 718x. Permukaan bioplastik ini menunjukkan bahwa adanya pori yang terbentuk yang teridentifikasi sebesar 19µm-15,3µm, sehingga mempengaruhi bioplastik terhadap daya serap air tinggi yaitu sebesar 21,4%. Permukaan yang tidak merata atau memiliki permukaan yang lebih luas berpeluang untuk berinteraksi, sehingga pada saat pengujian degradasi dalam tanah laju degradasi untuk bioplastik komposisi kitosan-pati 1:3 tanpa penambahan gliserol ini besar. Sampai dengan hari ke-45 berat yang tersisa sebesar 20,10%.



Gambar 5 permukaan bioplastik komposisi kitosan-pati 2:1 dan penambahan gliserol 20%

Bioplastik dengan komposisi kitosan-pati 2:1 dan penambahan gliserol 20% memperlihatkan permukaan rata yang teridentifikasi pada perbesaran 708x. Permukaan bioplastik ini menunjukkan bahwa tidak adanya pori yang terbentuk, sehingga mempengaruhi bioplastik terhadap daya serap air tinggi yaitu sebesar 7,4%. Permukaan yang rata atau memiliki luas permukaan yang kecil dan tidak berpeluang untuk berinteraksi, sehingga pada saat pengujian degradasi dalam tanah laju degradasi untuk bioplastik komposisi kitosan-pati 2:1 dengan penambahan gliserol 20% ini rendah. Sampai dengan hari ke-45 berat yang tersisa sebesar 23,51%.

Karakterisasi sifat kimia bioplastik



Gambar 6 a) spektra bioplastik kitosan-pati tanpa penambahan gliserol
b) spektra bioplastik kitosan-pati 2:1 + gliserol 20%

Bioplastik dengan komposisi kitosan dan pati singkong menunjukkan peningkatan pita serapan O-H. Pita serapan O-H pada bioplastik dengan penambahan gliserol mempunyai intensitas yang lebar daripada pita O-H dari bioplastik tanpa penambahan gliserol. Hal ini dikarenakan gliserol memiliki gugus fungsi O-H sehingga memungkinkan terjadinya interaksi antar molekul O-H dari kitosan, pati singkong dan gliserol dengan membentuk ikatan hidrogen yang lebih banyak.

Uji Degradasi Bioplastik Dalam Tanah

Penguburan plastik dilakukan bertujuan untuk melihat kemampuan bioplastik yang terdegradasi dalam tanah. Percobaan laju biodegradasi penguburan dalam tanah ini diamati selama 45 hari dengan persentase berat sisa bioplastik yang ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1 presentase berat sisa bioplastik selama 15, 30 dan 45 hari lama penguburan dalam tanah

Komp. Kitosan : Pati	Penamb. Gliserol %	Berat sisa rata-rata		
		W15(%)	W30(%)	W45(%)
3:1	0	95,90	80,00	24,90
2:1		96,40	81,00	24,88
1:1		96,97	79,03	24,17
1:2		96,50	78,80	21,36
1:3		95,97	76,70	20,10
3:1	20	95,20	75,13	23,77
2:1		95,80	77,63	23,51
1:1		95,93	76,97	23,18
1:2		95,83	76,30	21,66
1:3		95,00	75,20	19,29
3:1	40	93,77	73,67	23,05
2:1		94,20	77,00	22,66
1:1		95,03	76,27	22,40
1:2		94,50	74,97	19,01
1:3		93,33	74,00	17,44
3:1	60	92,53	71,97	18,95
2:1		92,87	74,00	18,91
1:1		93,57	74,87	18,47
1:2		93,10	74,47	18,13
1:3		84,44	6,13	0,00

Keterangan : W15 : berat sisa pada hari ke-15
W30 : berat sisa pada hari ke-30
W45 : berat sisa pada hari ke-45

Uji degradasi yang diamati selama 45 hari pada penguburan dalam tanah untuk semua plastik. Terlihat pada semua plastik mengalami perubahan berat dengan persentase yang berbeda-beda. Dari berat yang tersisa komposisi plastik kitosan-pati 1:3 dengan penambahan gliserol 60% mengalami penurunan berat sisa pada hari ke-15, 30 dan 45 hari berturut-turut 84,44%, 6,13% dan 0%. Hal ini membuktikan bahwa plastik yang dihasilkan dari komposisi kitosan-pati 1:3 dengan penambahan gliserol 60% memiliki kemampuan daya serap air yang tinggi, mempengaruhi kekuatan rantai dan tingginya gaya antar rantai dari ikatan hidrogen antar gugus hidroksil pada rantai yang menyebabkan mudah berinteraksi dengan adanya aktivitas beberapa mikroba yang terdapat pada tanah uji penguburan.

SIMPULAN

Karakteristik bioplastik kitosan - pati pada berbagai komposisi sebagai berikut: Nilai *modulus young* yang diperoleh pada bioplastik kitosan - pati 2:1 dengan penambahan gliserol sebagai *plasticizer* 20% sebesar 4,81 N/mm². Data sifat mekanik bioplastik menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi kitosan dalam bioplastik, maka nilai *modulus young*nya semakin tinggi. Pada uji daya serap air dihasilkan bahwa semakin tinggi konsentrasi kitosan dalam bioplastik maka kemampuan menyerap air semakin kecil. Hasil SEM bioplastik kitosan - pati perbandingan 2:1 dengan penambahan gliserol 20% menunjukkan permukaan yang tidak rata. Spektra IR menunjukkan tidak adanya gugus fungsional baru. Pada uji degradasi dalam tanah dihasilkan bahwa semakin tinggi konsentrasi pati dan konsentrasi gliserol dalam bioplastik maka kemampuan degradasi semakin tinggi. Pada bioplastik dengan komposisi kitosan-pati 1:3 dengan penambahan gliserol 60%, hingga hari ke-45 terdegradasi sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

- Birley, S. E. 2010. *Polimer Alam*, (Online), (<http://gurumuda.com/bse/polimer-alam>). Diakses 10 mei 2012)
- Julianti, E., Nurminah, M. 2006. *Teknologi Pengemasan*, (Online), (<http://library.usu.ac.id/download/fmipa/kimia-Julianti.pdf>). Diakses 18 Juni 2012)
- Averous, Luc. 2004, Biodegradable Multiphase Systems Based on Plasticized Starch : A Review, *Journal of Macromolecular Science*, United Kingdom
- Billmeyer, F. W. Jr. 1971. *Text Book of Polymer Science*. New York: John Willey and Sons Inc
- Cahyaningrum, S. E., Rudiana Agustini, dan Nuniek Herdyastuti. 2007. Pemakaian Kitosan Limbah Udang Windu sebagai Matriks Pendukung pada Imobilisasi Papain. *Akta Kimindo, Vol. 2, April 2007*, hal. 93-98.
- Christianty, Maria Ulfa. 2009. Produksi Biodegradabel Plastik Melalui Pencampuran Pati Sagu Termoplastis dan Compatibilized Linier Low Density Polyethylene. *Tesis*. Bogor: IPB
- Darni, Y., Chici, A., Ismiyati, S. 2008. *Sintesa Bioplastik dari Pati Pisang dan Gelatin dengan Plasticizer Gliserol*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II. Lampung: UNILA, (Online), (<http://lemlit.unila.ac.id/file/arsip%202009/SATEK%202008/VERSI%20PDF/bidang%203/2.pdf>). Diakses 18 Juni 2010)
- Cowd, M. A. 1991. *Kimia Polimer*. Bandung: ITB
- Damayanti, Dessy. 2003. *Teknologi Proses Pembuatan dan Karakterisasi Plastik dari Bahan Campuran Polipropilen dan Tapioka*. *Skripsi*. Bogor : IPB