



SINTESIS DAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK DARI KITOSAN-PATI GANYONG (*Canna edulis*)

Synthesis and Characterization of Bioplastic from Chitosan-Ganyong Starch (*Canna edulis*)

Agung Nugroho Catur Saputro* dan Arruum Linggar Ovita

Program Studi Pendidikan Kimia, FKIP, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami No. 36A, Surakarta, Indonesia 57126

* Untuk Korespondensi, Telp: 081329023054 e-mail: anc_saputro@yahoo.co.id

Received: March 29, 2016

Accepted: April 28, 2016

Online Published: April 30, 2017

DOI : 10.20961/jkpk.v2i1.8526

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas plastik kitosan-pati ganyong yang dihasilkan dibandingkan plastik *biodegradable* komersil. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen di laboratorium. Pembuatan film bioplastik dilakukan melalui proses pelarutan, *blending*, pencetakan, pengeringan, dan penetralan. Karakterisasi film bioplastik dilakukan dengan uji kuat tarik, % *elongation*, ketebalan, *swelling*, kelarutan, biodegradabilitas dan analisis gugus fungsi dengan FTIR. Hasil karakterisasi bioplastik yang dihasilkan dibandingkan dengan plastik *biodegradable* komersil. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa bioplastik kitosan-pati ganyong dibandingkan plastik *biodegradable* komersil menunjukkan kualitas lebih baik pada parameter kuat tarik (53,9644 MPa : 18,4109 MPa), % *elongation* (1,8066 % : 3,7025 %), dan kemampuan degradasi (5 hari : 30 hari); tetapi lebih rendah pada parameter ketebalan (0,0350 mm : 0,0140 mm), % *swelling* (0,275 % : 0,010 %), dan kelarutan (0,10 % : 0,05 %).

Kata kunci: *Bioplastik, kitosan, pati ganyong, biodegradable, sifat mekanik.*

ABSTRACT

The purpose of this study was to produced bioplastic from chitosan-ganyong starch and compare its quality to commercial biodegradable plastic. This research was carried out by experimental method in laboratory. Making bioplastic film was done by dissolving, blending, printing, drying, and neutralizing process. Characterization of bioplastic film was performed by tensile strength test,% *elongation*, thickness, swelling, solubility, biodegradability and functional group analysis with FTIR. The produced bioplastic characterizations were compared to commercial biodegradable plastics. The results concluded that the qualities of bioplastic chitosan-ganyong starch are higher than commercial biodegradable plastics on tensile strength parameter (53,9644 Mpa : 18,4109 MPa),% *elongation* (1,8066 % : 3,7025%), and degradation ability (5 days : 30 days); but lower in thickness parameters (0.0350 mm: 0.0140 mm), % swelling (0.275%: 0.010%), and solubility (0.10%: 0.05%).

Keywords: *Bioplastic, chitosan, ganyong starch, biodegradable, mechanical properties.*

PENDAHULUAN

Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup, pada tahun 1995 rata-rata orang di perkotaan di Indonesia menghasilkan sampah 0,8 kg per hari dan terus meningkat hingga 1 kg per orang per hari pada tahun 2000. Diperkirakan timbunan sampah pada tahun 2020 untuk tiap orang tiap hari di Indonesia mencapai 2,1 kg. Dari 0,8 kg sampah/hari, 15 persennya adalah sampah plastic [1]. Sampah plastik tidak mudah diurai organisme pengurai, membutuhkan waktu 300-500 tahun agar bisa terurai sempurna. Membakar plastik pun bukan pilihan baik karena plastik yang tidak sempurna terbakar, di bawah 800 derajat Celsius, akan membentuk dioksin, suatu senyawa yang berbahaya [2]. Salah satu usaha untuk mengurangi masalah sampah plastik yaitu dengan membuat plastik yang dapat didegradasi atau dikenal dengan plastik *biodegradable*.

Plastik *biodegradable* atau bioplastik adalah plastik yang dapat digunakan layaknya seperti plastik konvensional, namun akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan. Biasanya plastik konvensional berbahan dasar *petroleum*, gas alam, atau batu bara. Sementara bioplastik terbuat dari material yang dapat diperbaharui, yaitu dari senyawa-senyawa yang terdapat dalam tanaman misalnya pati, selulosa, *kolagen*, *kasein*, protein atau lipid yang terdapat dalam hewan [3].

Salah satu bahan untuk membuat bioplastik adalah pati yang berasal dari umbi-umbian. Jumlah umbi-umbian di Indonesia

sangat melimpah sehingga pati cocok sebagai bahan baku alternatif pembuatan plastik. Ada lebih dari 30 jenis umbi-umbian yang biasa ditanam dan dikonsumsi rakyat Indonesia, di antaranya adalah umbi ganyong. Namun plastik berbahan pati memiliki dua kekurangan yaitu rendahnya kekuatan mekanik (kekuatan tarik) dan kurang tahan terhadap air (hidrofilik). Salah satu cara untuk mengurangi sifat hidrofilik adalah dengan mencampur pati dengan biopolimer lain yang bersifat hidrofobik, seperti selulosa, kitosan, dan protein [4].

Film dengan bahan kitosan mempunyai sifat yang kuat, dan sulit dirobek [5]. Selain itu, film dari kitosan mempunyai nilai permeabilitas *gas* yang cukup rendah dan bisa *diaplikasikan* untuk meningkatkan umur simpan produk segar [6]. Kitosan dapat menjadi salah satu campuran dari bioplastik yang menyebabkan bioplastik tersebut memiliki ketahanan terhadap air, hal ini karena kitosan sendiri adalah senyawa yang bersifat tidak larut dalam air sehingga diharapkan kitosan akan mampu mereduksi sifat dari pati yang pada dasarnya bersifat hidrofilik dengan persentase air terserapnya sekitar 100% [7]. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kualitas bioplastik kitosan-pati ganyong yang dihasilkan dibandingkan bioplastik komersil.

METODE PENELITIAN

Alat dan bahan

Alat-alat yang digunakan adalah seperangkat alat-alat gelas, aluminium foil, hot plate dan stirer (Thermolyn Cimarex 3 SP47230), magnetic stirer, oven (Mommert),

termometer, mikrometer skrup, cetakan plastik, cawan Petri, pipet tetes. Instrumen karakterisasi meliputi spektrometer FTIR (model Buck-M500, bilangan gelombang $400\text{ cm}^{-1} - 4000\text{ cm}^{-1}$), tensile machine, dan pH meter. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan adalah kitosan *medical/food grade*, tepung ganyong, akuades pH netral, CH_3COOH p.a (Merck), larutan NaOH, dan larutan buffer fospat.

Prosedur Percobaan

Prosedur percobaan dalam penelitian ini meliputi tiga tahap yaitu tahap pembuatan bioplastik kitosan-pati ganyong, tahap penetralan bioplastik, dan tahap karakterisasi dan pengujian kualitas bioplastik.

Tahap 1. Pembuatan Bioplastik Kitosan-Pati Ganyong

- 1) Mengambil masing-masing larutan kitosan dan larutan pati ganyong berbagai variasi perbandingan dengan volume total 50 mL, perbandingannya sebagai berikut:
 Kitosan: pati ganyong (10:0) = 50:0 mL
 Kitosan: pati ganyong (9:1) = 45:5 mL
 Kitosan: pati ganyong (8:2) = 40:10 mL
 Kitosan: pati ganyong (7:3) = 35:15 mL
 Kitosan: pati ganyong (6:4) = 30:20 mL
- 2) Menstirer campuran keduanya selama 25 menit
- 3) Menuang campuran ke dalam cetakan
- 4) Mengoven dengan suhu $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ selama 24 jam
- 5) Merendam film yang telah diambil dari oven dengan NaOH 0,1 M selama 5 menit

- 6) Mencuci film dengan aquades sampai pH nya netral
- 7) Mengeringkan film pada suhu ruang

Tahap 2. Penetralan Bioplastik

Film bioplastik yang sudah diambil dari oven kemudian dinetralkan supaya asam lemah yang digunakan untuk pelarut kitosan yang masih terkandung dalam film tersebut menjadi hilang dan film menjadi netral.

Tahap 3. Karakterisasi dan Pengujian Kualitas Bioplastik

Bioplastik kitosan-pati ganyong yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi dengan spektrofotometer FTIR dan dilakukan uji kualitas meliputi uji kuat tarik dan % elongasi, pengukuran ketebalan, uji kelarutan, uji swelling, dan uji biodegradabilitas.

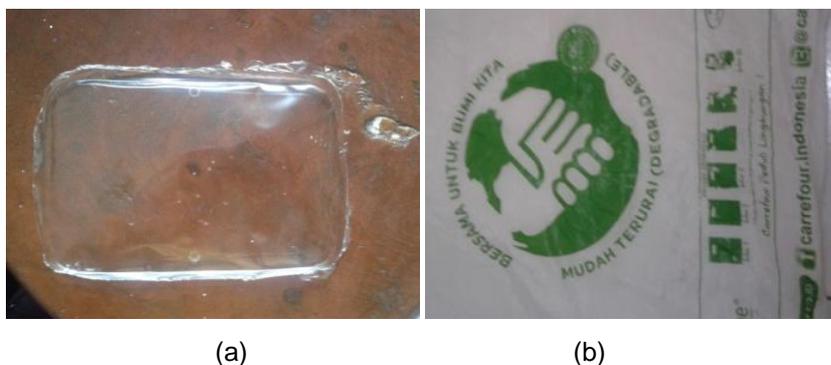
HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Pembuatan Bioplastik Kitosan-Pati Ganyong

Kitosan dilarutkan dalam asam asetat 1% dengan distirer, selanjutnya melarutkan tepung ganyong ke dalam akuades dengan menggunakan stirer pada suhu $72\text{ }^{\circ}\text{C}$ sampai diperoleh larutan pati ganyong yang kental. Tujuan pemanasan dari tepung ganyong adalah agar tepung ganyong dan air dapat homogen sehingga tidak terpisah. Setelah didapatkan kedua larutan maka dilakukan pengukuran sesuai dengan komposisi yang diinginkan. Dalam penelitian ini variasi kitosan:pati ganyong yang dipakai adalah 6:4, 7:3, 8:2, 9:1, 10:0. Kedua bahan tersebut kemudian dicampur sesuai dengan komposisinya sampai homogen. Larutan

bioplastik sudah siap dicetak dalam wadah dan dioven pada suhu 50 °C selama 24 jam. Setelah 24 jam terbentuk bioplastik yang

transparan dan tipis. Kemudian dilakukan penetralan dengan NaOH 0,1 M.



Gambar 1 (a) Bioplastik Kitosan-Pati Ganyong dan (b) Bioplastik Komersil

2. Karakterisasi Bioplastik Kitosan-Pati Ganyong

Pada penelitian ini karakterisasi bioplastik dibedakan menjadi dua macam, yaitu karakterisasi fisika dan karakterisasi kimia. Pada karakterisasi fisika meliputi uji mekanik (uji kuat tarik, persen pemanjangan dan ketebalan) *swelling*, kelarutan, dan *biodegradable*. Sedangkan karakterisasi kimia dilakukan melalui proses identifikasi

gugus fungsi menggunakan spektroskopi FTIR.

a. Karakterisasi Fisika

1. Uji Mekanik

Uji mekanik yang dilakukan meliputi uji kuat tarik, persen pemanjangan dan pengukuran ketebalan. Hasilnya kemudian dibandingkan dengan bioplastik komersil. Hasil uji mekanik dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Mekanik Bioplastik Kitosan-Pati Ganyong

Bioplastik	Thickness (mm)	Tensile Strength (MPa)	Elongation (%)	
Kitosan : Pati Ganyong	6:4	0,0450	32,9910	2,9258
	7:3	0,0425	32,0592	2,6209
	8:2	0,0425	45,0600	2,1614
	9:1	0,0350	41,2297	2,1011
	10:0	0,0350	53,9644	1,8066
Komersil	0,0140	18,4109	3,7025	

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa komposisi kitosan terhadap nilai kuat tarik berbanding lurus. Semakin besar komposisi

kitosan, maka nilai kuat tariknya juga akan semakin besar. Hal ini disebabkan dengan penambahan pati, rantai ikatan polimer pati di

dalam larutan tersebut terletak di antara rantai ikatan polimer kitosan sehingga interaksi antara rantai polimer kitosan berkurang menyebabkan berkurangnya kuat tarik film. Semakin kecil penambahan pati, maka bioplastik yang dihasilkan semakin mudah mulur dan kuat tariknya semakin kecil [8]. Dalam penelitian Purwanti (2010) :103, juga disimpulkan bahwa film dari kitosan murni memiliki nilai kuat tarik lebih tinggi jika dibandingkan dengan kitosan yang telah dicampur bahan lain tetapi nilai elongasi yang dihasilkan lebih rendah [9].

Tabel 1 juga menunjukkan bahwa persen pemanjangan (% *elongation*) berbanding terbalik terhadap komposisi kitosan. Semakin besar komposisi kitosan, maka persen pemanjangan semakin menurun. Hal ini disebabkan oleh semakin menurunnya jarak ikatan intermolekulernya [10].

Ketebalan film dipengaruhi oleh banyaknya total padatan dalam larutan dan ketebalan cetakan. Dengan cetakan yang sama, film yang terbentuk akan lebih tebal apabila volume larutan yang dituangkan ke dalam cetakan lebih banyak. Demikian juga dengan total padatan yang akan membentuk film menjadi lebih tebal dengan jumlah yang lebih banyak [11]. Dari Tabel 1 terlihat bahwa semakin banyak komposisi pati ganyong, ketebalan dari bioplastik cenderung naik. Hal ini disebabkan oleh adanya rantai pati ganyong yang menumpuk di sela-sela matriks kitosan sehingga menyebabkan ketebalannya meningkat. Namun perbedaan ketebalan bioplastik yang satu dengan yang lain tidak terlalu jauh. Ketebalan bioplastik tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kuat tarik dan persen pemanjangan. Yang mempengaruhi kuat tarik dan persen

pemanjangan adalah komposisi dari film bioplastik tersebut.

Dari hasil uji mekanik tersebut, bioplastik terbaik adalah yang perbandingan kitosan:pati = 10:0. Pemilihan ini berdasarkan hasil kuat tarik yang tertinggi, ketebalan yang terkecil dan % pemanjangan yang terendah. Dibandingkan dengan bioplastik komersil, maka bioplastik kitosan : pati ganyong (10:0) lebih baik dilihat dari kekuatan tarik dan % pemanjangan. Tetapi jika dilihat dari tes ketebalan maka bioplastik komersil lebih tipis.

2. Uji Swelling

Swelling adalah kemampuan plastik untuk mengembang jika dimasukkan dalam suatu larutan. Dalam penelitian ini uji *swelling* dilakukan dengan menimbang berat film bioplastik kering, kemudian bioplastik dimasukkan ke dalam larutan buffer phospat garam (Phosphate Buffer Saline/PBS) selama 30 menit dengan pH sekitar 7,4. Hal ini dilakukan agar bioplastik berada pada pH netral sehingga diharapkan film tidak bersifat asam atau basa. Kemudian bioplastik tersebut ditimbang tetapi sebelumnya dilap dengan kertas saring supaya tidak mengandung larutan PBS dan ditimbang lagi. Hasil uji *swelling* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji *swelling* Bioplasik Kitosan-Pati Ganyong

Bioplastik	<i>Swelling</i> (%)	
Kitosan : Pati Ganyong	6:4	0,425
	7:3	0,405
	8:2	0,360
	9:1	0,355
	10:0	0,275
Komersil		0,010

Dari hasil perhitungan didapatkan bahwa penambahan kitosan dapat mengurangi persentase *swelling* dari bioplastik. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Sanjaya dan Tyas [3]. Kitosan memiliki sifat yang tak larut dalam air, jadi semakin besar konsentrasi kitosan, maka persentase *swellingnya* semakin kecil. Berdasarkan uji *swelling*, bioplastik terbaik adalah yang perbandingan kitosan : pati ganyong = 10:0. Tetapi jika dibandingkan dengan bioplastik komersil, maka bioplastik komersil masih lebih baik daripada bioplastik kitosan : pati ganyong (10:0) karena bioplastik komersil memiliki derajat *swelling* paling kecil.

3. Uji Kelarutan

Uji kelarutan dilakukan dengan cara menimbang terlebih dahulu berat bioplastik kering kemudian merendamnya dalam akuades selama 24 jam sambil diaduk secara periodik. Setelah 24 jam bioplastik diambil dan dikeringkan pada suhu kamar kemudian ditimbang lagi. Hasil uji kelarutan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Kelarutan Bioplastik Kitosan-Pati Ganyong dan Komersil

Bioplastik	Kelarutan (%)
6:4	0,100
Kitosan : Pati	7:3
Ganyong	8:2
	9:1
	10:0
Komersil	0,005

Hasil uji kelarutan menunjukkan bahwa semakin tinggi komposisi kitosan, maka semakin rendah persentase kelarutan dari bioplastik karena sifat kitosan yang tidak dapat

larut dalam air. Siswanti [12], menyatakan bahwa peningkatan jumlah komponen yang bersifat hidrofilik diduga menyebabkan peningkatan persentase kelarutan film. Karena kitosan adalah senyawa yang hidrofobik maka semakin besar komposisi kitosan, maka semakin rendah tingkat kelarutan bioplastik kitosan-pati ganyong. Berdasarkan hasil uji kelarutan tersebut, dapat dilihat bahwa bioplastik terbaik adalah yang memiliki perbandingan kitosan : pati ganyong = 10:0. Tingkat kelarutan bioplastik kitosan : pati ganyong tersebut ternyata masih lebih tinggi jika dibandingkan dengan bioplastik komersil. Hal ini menunjukkan bahwa dari segi tingkat kelarutan, bioplastik komersil lebih baik daripada bioplastik kitosan : pati ganyong (10:0).

4. Uji Biodegradabilitas

Uji biodegradabilitas dilakukan untuk mengetahui apakah suatu bahan dapat terdegradasi dengan baik di lingkungan. Proses biodegradabilitas dapat terjadi dengan proses hidrolisis (degradasi kimiawi), bakteri/jamur, enzim (degradasi enzimatik), oleh angin dan abrasi (degradasi mekanik), cahaya (fotodegradasi). Proses ini juga dapat dilakukan melalui proses secara anaerobik dan aerobik. Pada penelitian ini uji biodegradasi dilakukan pada kondisi aerobik dengan bantuan bakteri.

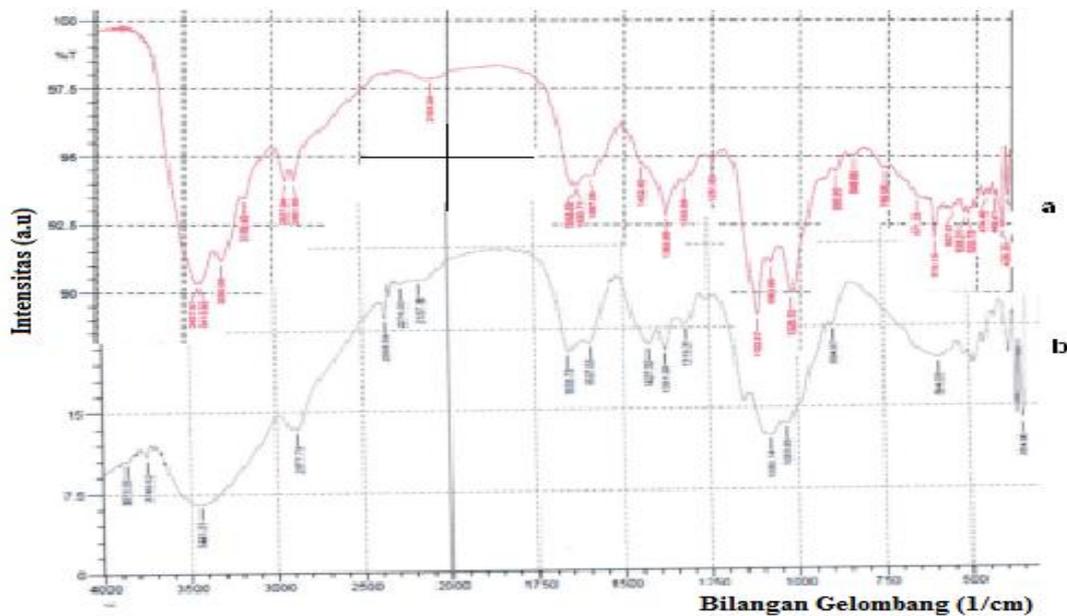
Pada penelitian ini, pengujian biodegradabilitas dilakukan dengan merendam sampel bioplastik dalam *Effective Microorganism 4* (EM4) di dalam cawan petri. Bakteri EM4 yang digunakan adalah bakteri yang digunakan untuk fermentasi bahan organik tanah. EM4 mengandung bakteri

fermentasi, dari genus *Lactobacillus*, jamur fermentasi, *actinomycetes* bakteri fotosintetik, bakteri pelarut fosfat, dan ragi [13]. Hasil uji biodegradabilitas menunjukkan bioplastik kitosan-pati ganyong dapat terdegradasi sempurna dalam waktu 5 hari sedangkan bioplastik komersil dapat terdegradasi sempurna dalam waktu lebih dari 30 hari. Hal ini menunjukkan bahwa bioplastik kitosan-pati ganyong dapat terdegradasi lebih cepat

dibandingkan bioplastik komersil.

b. Karakterisasi Kimia

Karakterisasi kimia film bioplastik yang dihasilkan dilakukan dengan cara analisis gugus fungsi dengan menggunakan spektroskopi FTIR. Spektra FTIR film bioplastik kitosan dan kitosan-pati ganyong dapat dilihat pada Gambar 2 dan rangkuman data serapannya ditampilkan pada Tabel 4.



Gambar 2. Spektra IR film (a). Bioplastik Kitosan-Pati Ganyong, (b). Bioplastik Kitosan

Tabel 4. Interpretasi Spektra FTIR dari Bioplastik Kitosan dan Kitosan-Pati Ganyong

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	
	Kitosan	Kitosan-Pati Ganyong
-OH/NH ₂	3441,01	3427,51
-CH	2877,79	2881,65
C=O / C-N amida	1658,79	1643,35
NH amina	1597,06	1597,06
CH amina	1381,03	1382,96
C-O	1033,85	1026,13
C-C	894,97	894,97

Dari Tabel 4, dapat dilihat bahwa adanya pita serapan kuat dan lebar pada daerah panjang gelombang sekitar 3400 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus —OH tumpang tindih dengan —NH_2 . Dari spektrum a, dan b, berturut-turut terjadi pelebaran luas area pada panjang gelombang sekitar 3400 cm^{-1} , hal ini disebabkan oleh bertambahnya gugus —OH karena penambahan pati pada spektra b.

Puncak pada daerah panjang gelombang sekitar 1600 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus —C=O tumpang tindih dengan C—N yang menunjukkan adanya gugus fungsi amida. Amida merupakan gugus fungsi yang memiliki gugus karbonil yang berikatan dengan satu atom N (R—CONH—R'). Pada penelitian ini, kitosan yang digunakan memiliki derajat deasetilasi sebesar 88,35%. Ini berarti kitosan yang digunakan masih mengandung sedikit gugus asetil. Adanya gugus amida yang terbentuk berasal dari gugus asetil pada kitosan yang masih mengandung gugus asetil. Sedangkan puncak pada daerah $1597,06\text{ cm}^{-1}$ - $1593,20\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus —NH (amina) dari kitosan. Puncak pada daerah panjang gelombang $1033,85\text{ cm}^{-1}$ - $1024,20\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus CH amina. Panjang gelombang $894,97\text{ cm}^{-1}$ - $898,83\text{ cm}^{-1}$; $1024,20\text{ cm}^{-1}$ - $1033,85\text{ cm}^{-1}$; dan $2877,79\text{ cm}^{-1}$ - $2883,58\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus C—C,C—O dan, —CH yang terdapat pada molekul pati dan kitosan [14]

Berdasarkan Gambar 2, pada spektra FTIR bioplastik kitosan : pati ganyong tidak terlihat adanya puncak gugus fungsi baru yang muncul. Hal ini menunjukkan bahwa bioplastik yang terbentuk merupakan hasil pencampuran secara fisik [15].

KESIMPULAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan menyimpulkan bahwa (1). Bioplastik kitosan : pati ganyong yang terbaik adalah yang komposisinya 10:0., (2). Berdasarkan analisis spektra FTIR, interaksi antara kitosan dengan pati ganyong adalah interaksi fisika., (3). Hasil karakterisasi bioplastik yang dihasilkan dibandingkan dengan plastik *biodegradable* komersil. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa bioplastik kitosan-pati ganyong dibandingkan plastik *biodegradable* komersil menunjukkan kualitas lebih baik pada parameter kuat tarik ($53,9644\text{ MPa}$: $18,4109\text{ MPa}$), % *elongation* ($1,8066\%$: $3,7025\%$), dan kemampuan degradasi (5 hari : 30 hari); tetapi lebih rendah pada parameter ketebalan ($0,0350\text{ mm}$: $0,0140\text{ mm}$), % *swelling* ($0,275\%$: $0,010\%$), dan kelarutan ($0,10\%$: $0,05\%$).

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Rahmawati, Norma. (2012). *Mengurangi sampah bagian dari investasi*. Artikel. <http://green.kompasiana.com/polusi/2012/03/21/mengurangi-sampah-bagian-dari-investasi-448768.html>. Diakses tanggal 18 Agustus 2013.
- [2] Vedder, Taylor. (2008). *Edible Film*. <http://japemethe.port5.com> diakses 18 agustus 2013.
- [3] Sanjaya, I Gede, dan Puspita, Tyas. (2011). *Pengaruh Penambahan Khitosan dan Plasticizer Gliserol Pada Karakteristik Plastik Biodegradable dari Pati Limbah Kulit Singkong*. Laporan penelitian. FTI ITS, Surabaya.
- [4] Ban, W., 2006, *Journal of Applied Polymer Science*. 15, 30-38.
- [5] Butler, B. L., Vergano, P.J., Testin, R.F., Bunn, J.M., and Wiles, J.L., 1996, *J. Food Sci. Vol 61(5) : 953-955*

- [6] Kittur, F.S., Kumar, K.R., and Tharanathan, R.N., 1998, *Z. Lebesm Unters Forsch A. 206: 44-47.*
- [7] Harnist, R., dan Darni, Y., 2011, *Jurnal Penelitian. Universitas Lampung, Lampung.*
- [8] Zhong, Q. P., and Xia, W.S., 2008, *Journal Science Vol. 46(3) : 262-269.*
- [9] Purwanti, A., 2010, *Jurnal Teknologi. 3 (2). 99-106.*
- [10] Wirawan, Kompiang, S., Prasetya, A., dan Ernie, 2012, *Jurnal Reaktor, Vol. 14 No. 1, Hal. 61-67.*
- [11] Astuti, B. C., 2008, *Pengembangan Edible Film Kitosan dengan Penambahan Asam Lemak dan Esensial Oil: Upaya Perbaikan Sifat Barrier dan Aktivitas Antimikroba*, Skripsi, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [12] Siswanti, 2008, *Karakterisasi Edible Film Dari Tepung Komposit Glukomanan Umbi Iles-Iles (Amorphopallus Muelleri Blume) dan Tepung Maizena*, Skripsi, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- [13] Utomo, A. W., Argo, B. D., Hermanto, Bagus, M., 2013, *Jurnal. Vol 1, No 1. 73-79.*
- [14] Sastrohamidjojo, H., 2001, *Spektroskopi*, Liberty, Yogyakarta.
- [15] Darni, Y., Chici, Ismiyati, S., 2008, *Sintesa Bioplastik Dari Pati Pisang Dan Gelatin Dengan Plasticizer Gliserol*. Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008, Universitas Lampung, Lampung.