

PENENTUAN KONDISI OPTIMUM MODIFIKASI KONSENTRASI *PLASTICIZER SORBITOL PVA* PADA SINTESA PLASTIK *BIODEGRADABLE* BERBAHAN DASAR PATI SORGUM DAN *CHITOSAN* LIMBAH KULIT UDANG

Heru Setiawan¹, Reza Faizal² Aziz amrullah³

¹Jurusan Biologi, ²Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Semarang

Email : ¹Heru_smartboy@yahoo.co.id, ²reza.kamu.pasti.bisa@gmail.com

Abstrak. Telah dilakukan penelitian mengenai sifat mekanik *edible film* pati sorgum-kitosan dengan modifikasi konsentrasi *plasticizer* sorbitol PVA. Metode yang dilakukan yaitu preparasi pati sorgum-kitosan kulit udang mengacu pada Budijanto *et al.*, 2012 dengan modifikasi sorbitol PVA 1%, 1,5%, 2%, 2,5%, 3%, dan 3,5%, dengan formulasi terbaik yang digunakan 70wt% pati dan 30wt% kitosan, kemudian dilakukan pemanasan, pengadukan dan pencetakan bioplastik. Pengujian karakterisasi *edible film* bioplastik terdiri dari uji biodegradasi, ketahanan air, uji mekanik, *Scanning Electron Microscope (SEM)*, dan gugus FTIR. Hasil karakterisasi *edible film* menunjukkan dengan bertambahnya sorbitol maka kuat tarik dan ketahanan air cenderung meningkat. Hasil terbaik *edible film* pada penambahan sorbitol 2,5% dengan nilai *water uptake* 96,47%, nilai kuat tarik 80,625 MPa, nilai elongasi 12,58% dan modulus young sebesar 6,40 MPa. Lamanya biodegradasi yang dihasilkan adalah 16 hari untuk terurai keseluruhan (100%) pada medium *Efective Microorganism 4*. Hasil analisis *SEM edible film* menunjukkan permukaan polimer bioplastik terlihat homogen dengan ikatan silang pati-kitosan namun masih terdapat gelembung udara, pori dan retakan. Berdasarkan uji FTIR menunjukkan plastik yang dihasilkan memiliki sifat hidrofilik yang dapat dilihat adanya gugus OH- pada bilangan gelombang 2630,30 cm⁻¹. Selain gugus hidroksida (OH), terdapat juga ester (COOH). Adanya gugus fungsi tersebut menunjukkan film plastik dapat terdegradasi dengan baik ditanah.

Kata kunci : *plastik biodegradable*, pati sorgum, kitosan, *plasticizer* sorbitol PVA.

PENDAHULUAN

Permintaan plastik diseluruh dunia terus meningkat, hampir setiap produk menggunakan plastik sebagai kemasan. Setiap tahun sekitar 100 juta ton plastik diproduksi dunia untuk digunakan diberbagai sektor industri (Sanjaya, 2012). Plastik yang digunakan saat ini merupakan

polimer sintetis dari minyak bumi yang terbatas jumlahnya dan tidak dapat diperbaharui. Maka, dibutuhkan alternatif bahan plastik dari bahan yang mudah didapat dan tersedia di alam dalam jumlah besar dan murah tetapi mampu menghasilkan produk dengan kekuatan yang sama yaitu bioplastik (Sumarto, 2008). Bioplastik atau plastik dapat terdegradasi secara alamiah adalah plastik atau polimer yang secara alamiah dapat dengan mudah terdegradasi melalui penguraian mikroorganisme. Bahan dasar pembuatan plastik ini sendiri adalah senyawa- senyawa tanaman seperti pati, selulosa, dan lignin serta bahan-bahan dari hewan seperti protein, kasein, lipid. Di Indonesia penggunaan pati sebagai bahan baku untuk plastik mempunyai potensi besar, karena di Indonesia banyak tumbuh tanaman penghasil pati, misalnya sorgum. Komponen utama penyusun pati sorgum adalah amilosa dan amilopektin. Pada penelitian ini digunakan sorbitol sebagai *plasticizer*. Pada penelitian ini akan dicari kondisi optimum untuk konsentrasi *plasticizer* pada pembuatan bioplastik. Selain itu, plastik tersebut juga diharapkan mempunyai sifat mekanis yang baik sehingga dapat berfungsi sebagai pelindung makanan terhadap pengaruh mekanik dari lingkungan.

Kulit udang dan cangkang limbah kulit udang merupakan sumber potensial pembuatan khitosan, yaitu biopolimer yang secara komersil berpotensi dalam berbagai bidang industri (Marganov, 2003).. Secara umum, penambahan sorbitol sebagai *plasticizer*, molekul *plasticizer* di dalam larutan tersebut terletak di antara rantai ikatan antar ikatan biopolymer dan dapat berinteraksi dengan membentuk ikatan hidrogen dalam rantai ikatan antar polimer, sehingga menyebabkan interaksi antara molekul biopolimer menjadi semakin berkurang. Plastik kitosan dengan penambahan bahan tambahan *plasticizer* mempunyai sifat lebih fleksibel dari pada film tanpa *plasticizer* (Butler *et. al*, 1996). Beberapa penelitian yang berkaitan dengan daya regang (*tensile strenght*) dan elongasi plastik kitosan telah dilakukan. Nadarajah (2005), menyatakan plastik kitosan memiliki persen pemanjangan 25-45%. Nilai ini lebih rendah dari nilai persen elongasi polimer sintesis *low-density polyethylene* dengan persen pemanjangan 500% maupun *high-density polyethylene* dengan persen pemanjangan sebesar 300%.(Nadarajah, 2005). Solusi tepat yang dapat diberikan dengan memperhatikan permasalahan diatas adalah terobosan riset inovatif yang mampu meningkatkan daya tarik plastik berbahan dasar pati sorgum dan kitosan dan mengetahui persen pemanjangan.

METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia Anorganik dan Kimia Fisika Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Negeri Semarang untuk sintesis bioplastik dan preparasi tepung sorgum dan kitosan dari limbah kulit udang serta di Laboratorium terakreditasi LPPT Universitas Gajah Mada (UGM) dan Laboratorium Teknik Mesin UGM untuk karakterisasi *Biodegradable Sorgum-Chitosan Plastic*. Waktu penelitian selama bulan April sampai November 2014.

Populasi pada penelitian ini adalah tepung sorgum dan kitosan kulit udang. Sampel dalam penelitian ini adalah penambahan konsentrasi PVA dan Sorbitol pada plastik biodegradabel sorgum-kitosan. Variabel bebas pada penelitian ini adalah konsentrasi PVA dan sorbitol masing-masing 1%, 1,5%, 2% dan 2,5%, 3% dan 3,5%. Untuk variabel terikat pada percobaan ini adalah *water uptake*, karakter gugus OH dengan FTIR, kekuatan plastik dengan uji *tensile-strength*, uji permukaan dengan SEM, dan kemampuan biodegradasi bioplastik. Untuk variabel terkontrol adalah suhu gelatinisasi pati, kecepatan pengadukan magnetik stirer, suhu pengovenan, perbandingan sorgum-kitosan, waktu pengadukan, konsentrasi prekursor dan pH.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat gelas (*Pirex*), *water bath*, *hot plate stirer*, pH indikator universal, gelas ukur, erlenmeyer, pipet ukur, pipet volume, labu ukur, gelas beaker, corong, ayakan ukuran 100 mesh, ayakan 60 mesh, *drying oven*, desikator, termometer, saringan vakum, neraca analitik *digital balance* kapasitas maks 220 gram dengan akurasi 0,0001, pengaduk stirer, termometer, cetakan, *zipbag lock*, tempat penyimpanan sampel, pipet, *stopwatch*, spatula, cawan petri, tempat bahan baku untuk ditimbang, botol sampel, alat penghancur, mesin sosoh Satake Grain Testing Mill No. 553391. Peralatan instrumen yang digunakan adalah spektrofotometer *fourier transform inframerah* (FTIR) Shimadzyu, SEM (*Scanning Electron Microscope*), uji kuat tarik (*tensile-strength*). Bahan yang digunakan adalah sorgum, limbah kulit udang, HCl, HCl 7N, Asam Asetat (CH₃COOH) 2%, NaOH 60%, perak nitrat (AgNO₃), aseton, etanol 70%, asam sulfat, sorbitol, serbuk PVA, Aquades, NaOH 1 N, kertas *whattman*, Larutan Biuret, I₂-KI 1%, NaOH 3,5 %, Aseton (*Merck*), H₂SO₄ 1 M.

Penepungan Sorgum Biji (*Mengadopsi penelitian Budijanto et al., 2011*) Sorgum disosoh menggunakan mesin sosoh *Satake Grain Testing Mill* untuk memisahkan kulit dari biji sorgum. Penyosohan dilakukan pada 1000 g biji sorgum selama 1 menit dan dilakukan hanya satu kali sosoh untuk mendapatkan rendemen biji sorgum sosoh maksimum (Marissa, 2012). Sebelum proses penepungan biji sorgum mengalami pengkondisian untuk meningkatkan rendemen tepung sorgum. Proses ini dilakukan dengan menambahkan air sebesar 25% dari berat sorgum sosoh. Air yang ditambahkan harus diaduk agar terdistribusi secara merata pada seluruh biji sorgum. Selanjutnya biji sorgum disimpan dalam kemasan alumunium selama 12 jam agar terjadi kesetimbangan kadar air pada biji sorgum. Proses berikutnya biji sorgum sosoh digiling menggunakan *Pin Disc Mill*.

Pembuatan kitosan 4%, (*Butler et al, 2010*). Kitosan dengan derajat deasetilasi (DD) 92,14% yang diperoleh dari Laboratorium IPB dilarutkan dalam asam lemah (asam asetat 1%). Pembuatan asam asetat 1% dilakukan dengan melarutkan asam asetat (25%) dengan aquades dengan 1:24 sehingga dihasilkan berupa asam asetat 1%. Selanjutnya melarutkan kitosan ke dalam asam asetat 1% hingga menghasilkan kitosan 4% (dalam 1 liter asam asetat 1% dibutuhkan 40 gram kitosan). Lalu larutan kitosan dihomogenkan dengan magnetik stirer selama 1 jam.

Tahap Variasi penambahan masing-masing Sorbitol dan PVA. Pembuatan bioplastik mengikuti metode Weiping Ban *et al.*, 2005, melalui tahapan-tahapan sebagai berikut : pati sorgum dan kitosan ditimbang dengan perbandingan massa 7:3 (gr/gr). Larutan pati serta larutan kitosan dibuat melalui penambahan aquades sesuai dengan jumlah volume yang telah dihitung pada gelas ukur yang terpisah, larutan pati pada gelas ukur 500 mL dan larutan kitosan 20 % dengan penambahan asam asetat pada gelas ukur 50 mL hingga volume 15 mL. larutan pati-kitosan tersebut kemudian dilakukan penambahan *plastisizer* sorbitol yang diukur dengan variasi 1 %, 1,5 %, 2 %, 2,5%, 3%, dan 3,5% dari volume campuran pati kitosan 100 ml. *Water bath* dipanaskan temperatur yang digunakan adalah 95°C. Gelas ukur 500 mL berisi larutan pati dan kitosan diletakkan pada *water bath* kemudian *stirrer*. Larutan kitosan ditambahkan dan diaduk (*mix*) selama 25 menit dengan kecepatan 50 rpm. Setelah 25 menit, ditambahkan sorbitol pada larutan pati–kitosan dan diaduk sampai homogen. Gelas ukur berisi larutan dikeluarkan, kemudian didinginkan sebelum dicetak. Sebanyak 50 mL larutan dituangkan ke dalam cetakan, kemudian cetakan diletakkan di dalam oven pada T=60°C selama 6 jam. Setelah dikeringkan dalam oven, plastik dilepaskan dari cetakannya.

Pengujian dan karakterisasi. Uji Ketahanan Air *Edible Film* dengan metode Ban *et al.*, 2005 dengan menimbang berat awal sampel (W_0), kemudian dimasukkan ke dalam wadah yang berisi akuades selama 10 detik. Sampel diangkat dari wadah yang berisi akuades setelah itu baru dilakukan penimbangan. Sampel dimasukkan kembali ke dalam wadah yang berisi akuades selama 10 detik. Kemudian sampel diangkat dari wadah dan ditimbang kembali. Prosedur perendaman dan penimbangan dilakukan kembali sampai diperoleh berat akhir sampel konstan (Ban *et al.*, 2005). Selanjutnya air yang diserap oleh sampel dihitung melalui persamaan:

$$\text{Air (\%)} = \frac{\delta W}{W_0} \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan : W = berat *edible film* basah W_0 = berat *edible film* kering.

Pada pengujian biodegradasi (kemampuan bioplastik dapat terurai) dilakukan dengan merendam sampel bioplastik dalam *Effective Microorganism 4 (EM4)*. Bakteri *EM4* yang digunakan adalah bakteri yang digunakan untuk fermentasi bahan organik tanah. *EM4* mengandung bakteri fermentasi, dari genus *Lactobacillus*, jamur fermentasi, *actinomyces* bakteri fotosintetik, bakteri pelarut fosfat, dan ragi.

Analisis Morfologi dengan SEM (Scanning Elektron Microscope). Analisis morfologi terhadap penampang atas film bioplastik dilakukan dengan menggunakan SEM (Scanning Electron Microscopy) JEOL JSM-6360LA. Sampel edible film ditempelkan pada set holder dengan perekat ganda, kemudian dilapisi dengan logam emas dalam keadaan vakum. Setelah itu, sampel dimasukkan pada tempatnya di dalam SEM, kemudian Gambar topografi diamati dan dilakukan perbesaran 5000 kali.

Uji Mekanik Bioplastik. Pengujian Sifat Mekanik Meliputi Kekuatan tarik (*Tensile Strength*), Perpanjangan (*Elongation at break*) dan Elastisitas (*Modulus young*). Proses pengujian kekuatan tarik dilakukan dengan menggunakan alat Mes dan Lab strength tipe Tensolab 5000 di laboratorium Teknik. Uji kekuatan tarik dilakukan pada tiga sampel edible film yang kemudian dihitung rata-ratanya. Kekuatan tarik bioplastik dihitung dengan persamaan:

$$\tau = \frac{F_{max}}{A} \dots\dots\dots (3)$$

Keterangan

τ =kekuatan tarik (MPa) F_{max} =tegangan maksimum (N)

A =luas penampang melintang (mm²)

Pengukuran perpanjangan putus dilakukan dengan cara yang sama dengan pengujian kuat tarik. Perpanjangan dinyatakan dalam persentase, dihitung dengan cara:

$$\text{Elongasi (\%)} = \frac{\text{Regangan saat putus}}{\text{panjang awal}} \times 100\% \dots\dots\dots (4)$$

Sedangkan untuk elastisitas (*modulus young*) diperoleh dari perbandingan kuat tarik dengan elongasi. Analisis Gugus Fungsi dengan *FTIR (Fourier Transform Infrared Spectroscopy)*. Analisis gugus fungsi dengan FTIR bertujuan untuk mengetahui proses yang terjadi pada pencampuran apakah secara fisik atau kimia. Sampel ditempatkan ke dalam set holder, kemudian dicari spektrum yang sesuai. Hasilnya akan didapatkan difraktogram hubungan antara bilangan gelombang dengan intensitas. Spektrum FTIR direkam menggunakan spektrofotometer pada suhu ruang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil implementasi bioplastik dengan 6 variasi konsentrasi sorbitol seperti tersaji pada gambar 1. Semakin banyak konsentrasi sorbitol warna plasrik semakin terlihat kekuningan. Hal ini disebabkan sorbitol merupakan *plastisizer* yang berwarna kekuningan. Penelitian ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Darni *et al* (2010) dimana plastik yang dihasilkan berwarna putih transparan tanpa ada warna kecoklatan.

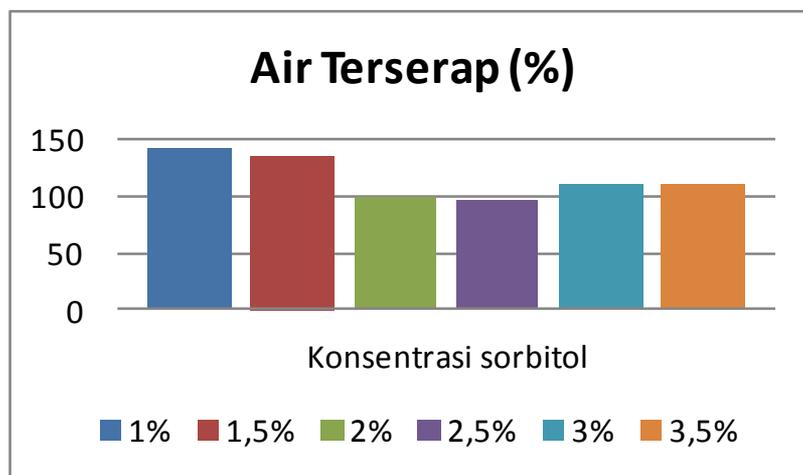


Gambar 1. Hasil sintesa bioplastik dengan berbagai variasi penambahan sorbitol-PVA (a) 1% (b) 1,5% (c) 2% (d) 2,5% (e) 3% (f) 3,5%

Hasil Uji Biodegradasi. Pada pengujian biodegradasi (kemampuan bioplastik dapat terurai) dalam tanah dilakukan dengan merendam sampel bioplastik dalam *Effective Microorganism*

4 (EM4). Berdasarkan hasil uji biodegradasi diperoleh dari hasil pengamatan sampai seluruh bagian bioplastik terurai berkisar antara 16 hari. Biodegradasi yang diperoleh dari penelitian ini hampir sama dibandingkan dengan penelitian Sanjaya dan Tyas (2012) yaitu selama 16 hari. Untuk dapat terurai keseluruhan (100%) jika dibandingkan dengan standar plastik internasional (ASTM5336) lamanya terdegradasi (biodegradasi) untuk plastik PLA dari Jepang dan PCL dari Inggris. Hal ini dikarenakan EM4 mengandung bakteri yang digunakan untuk fermentasi dari genus *Lactobacillus*, jamur fermentasi, *actinomycetes* bakteri fotosintetik, bakteri pelarut fosfat, dan ragi. Proses biodegradasi ini melalui proses secara anaerobik dan aerobik.

Hasil uji Air terserap (*Water uptake*). Berdasarkan uji yang dilakukan didapat kondisi terbaik penyerapan air pada konsentrasi *plasticizer* 2,5%. Berdasarkan data yang didapat dapat disimpulkan bahwa kitosan telah mampu memodifikasi sifat dari pati namun belum sepenuhnya baik karena plastik masih cenderung menyerap 96,7 % air, hal ini juga dipengaruhi oleh adanya gugus hidroksida OH- pada plastik yang menyebabkan bioplastik ini masih bersifat hidrofilik. Bahan pendukung pada penelitian ini yaitu kitosan yang menyebabkan bioplastik memiliki ketahanan terhadap air, hal ini karena kitosan adalah senyawa yang bersifat hidrofobik.

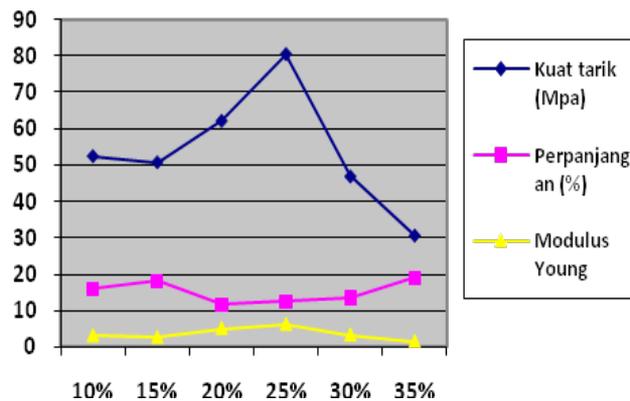


Gambar 2. Grafik hubungan modifikasi konsentrasi Sorbitol-PVA plastik biodegradable berbahan dasar pati sorgum dan kitosan kulit udang terhadap air terserap (%)

Kuat tarik adalah salah satu uji untuk mengetahui tegangan maksimum suatu bahan. Kuat tarik pada bioplastik dipengaruhi oleh konsentrasi *plasticizer*, adapun *plasticizer* yang digunakan pada penelitian ini yaitu sorbitol. Pengaruh konsentrasi *plasticizer* terhadap kuat tarik bioplastik pada penelitian ini, dapat dilihat pada Gambar 3. Dari penelitian diperoleh lembaran bioplastik dengan hasil uji sebagai berikut :

Tabel 1. Karakteristik mekanik bioplastik yang diteliti

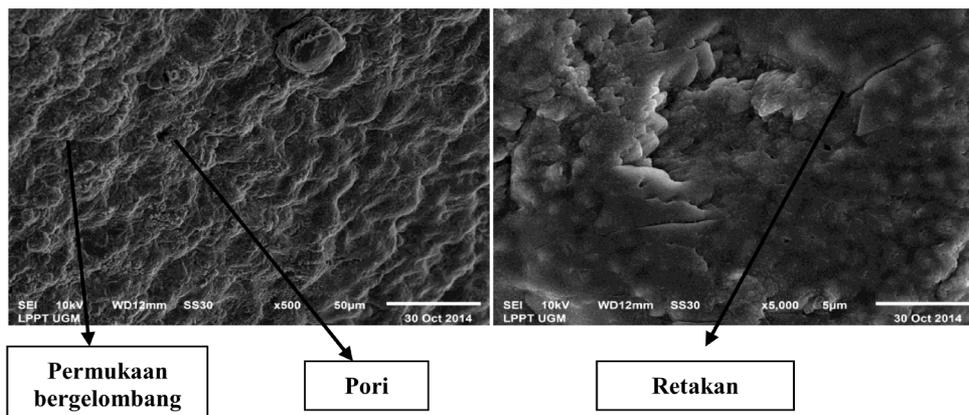
Persentase sorbitol (%)	Kuat tarik (Mpa)	Perpanjangan (%)	Modulus young (Mpa)
1	52,525	15,98	3,29
1,5	50,85	18,04	2,81
2	62,250	11,69	5,32
2,5	80,625	12,58	6,40
3	46,95	13,58	3,45
3,5	30,625	18,975	1,62



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Formulasi Pati Sorgum-Kitosan-Sorbitol dgn Modulus young dan Elongasi Terhadap Kuat Tarik Edible Film

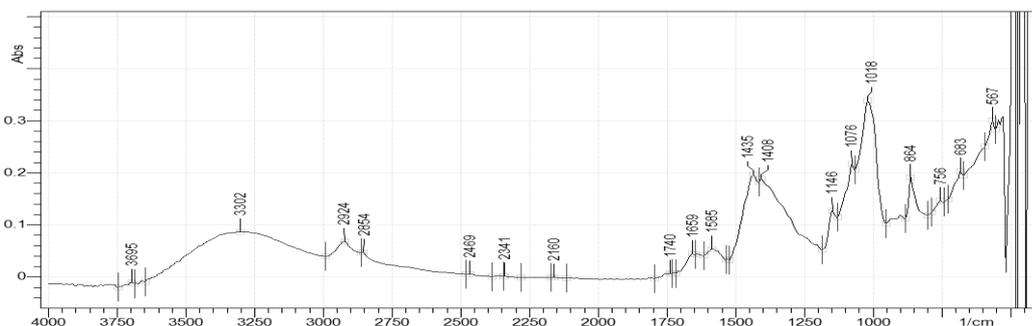
Berdasarkan Gambar 3 tersebut menunjukkan hasil uji modulus young, kekuatan tarik, dan *tensile strength* bioplastik pati sorgum kitosan dengan modifikasi *plastisizer* sorbitol. Berdasarkan Gambar 3 didapat bahwa *modulus young* tertinggi adalah pada konsentrasi *plasticizer* 2,5 % dan modulus young tersebut mengalami penurunan dengan bertambahnya konsentrasi *plasticizer* namun pada konsentrasi 3 % terjadi penurunan modulus young. Sedangkan kondisi optimum kekuatan tarik tertinggi dari bioplastik didapat pada konsentrasi *plasticizer* sorbitol lebih besar dari 2,5 % dan kuat tarik tersebut mengalami penurunan seiring dengan penambahan konsentrasi *plasticizer* sorbitol. Maka dapat disimpulkan bahwa dengan kondisi optimum *plasticizer* adalah pada 2,5% sorbitol dan modulus young mengalami penurunan apabila jumlah sorbitol terlalu banyak hal ini disebabkan karena *plasticizer sorbitol* adalah zat yang ditambahkan untuk menambah elastisitas dari suatu bahan bioplastik, maka semakin besar konsentrasi *plasticizer* maka semakin elastis bahan tersebut namun sebaliknya semakin kecil derajat kekakuan atau *modulus young* bahan tersebut. Konsentrasi sorbitol yang tinggi menyebabkan kekurangan pada kekuatan tarik dan *modulus young* bioplastik, namun menyebabkan elastisitas yang baik bagi bioplastik (Sirikhajornnam, 2004). Hasil tersebut sudah lebih baik dibandingkan penelitian Darni (2008), Sanjaya (2012) dan Sumarto (2008) dengan bioplastik tanpa penambahan *plastisizer* sorbitol PVA.

Hasil analisis morfologi permukaan edible film pati sorgum-kitosan dapat dilihat pada Gambar 4. Berdasarkan hasil uji SEM dengan komposisi variabel pati sorgum-kitosan-sorbitol (7:3:2,5%) terlihat bahwa permukaan struktur molekul *edible film* pati sorgum terlihat tidak rapat. Retakan yang terjadi pada *edible film* tersebut diduga diakibatkan oleh serat kitosan yang ukuran partikelnya cukup besar yaitu 20-30 *mesh* sehingga tidak terlarut sempurna. Dengan kurang rapatnya struktur atau retakan dari serat-serat tersebut menyebabkan air akan terserap lebih banyak. Gambar tersebut juga menunjukkan permukaan yang kurang halus dan berpori. Permukaan yang tidak halus tersebut mengindikasikan bahwa *film* kurang homogen. Selain itu terdapat pula permukaan yang bergelombang dari bioplastik dan juga gelembung udara yang terbentuk akibat pengadukan yang kurang homogen.



Gambar 4. Penampang *Edible Film* Pati Sorgum-Kitosan Formulasi 7:3, Konsentrasi Sorbitol 2,5 % dengan Perbesaran 10.000 kali, 5000 kali, dan 500 kali

Uji FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) sebagai analisis yang dilakukan untuk menentukan gugus fungsi pada polimer. Contoh spektrum FTIR yang dihasilkan disajikan dalam Gambar 4.



Gambar 5. Hasil uji *FTIR* bioplastik

Identifikasi gugus fungsi dalam sampel berdasarkan posisi pita serapan dalam spektrum yang disajikan dalam Gambar 4. Dari hasil *FTIR* menunjukkan bahwa proses pembuatan *edible film* merupakan proses pencampuran secara fisik dengan adanya interaksi hidrogen antar rantai. Ikatan hidrogen ini terjadi ketika sebuah molekul atom O ataupun N yang terdapat dalam kitosan berinteraksi dengan atom H dari amilosa, amilopektin ataupun dari kitosan itu sendiri. Interaksi hidrogen ini juga dapat terjadi antara amilosa maupun amilosa dengan amilopektin. Kitosan dapat meningkatkan sifat mekanik *edible film* dengan membentuk ikatan hidrogen antar rantai sehingga *edible film* menjadi lebih rapat dan kaku. Berdasarkan Gambar 4 dapat terlihat bahwa gugus fungsi pada bioplastik merupakan gabungan dari gugus fungsi spesifik yang terdapat pada masing-masing komponen penyusun bioplastik tersebut. Gugus gabungan tersebut terbentuk akibat adanya proses modifikasi pati yang disebut dengan *grafting* atau pencangkakan dimana terjadi perubahan letak gugus fungsi, gugus OH- putus dan berganti posisi dengan gugus dari kitosan dan sorbitol. Berdasarkan hal tersebut terlihat dengan jelas bahwa bioplastik yang dihasilkan memiliki gugus yang relatif sama dengan komponen penyusunnya sehingga dapat disimpulkan pula bahwa plastik yang terbentuk masih tetap memiliki sifat hidrofilik seperti komponen penyusunnya. Sifat hidrofilik dari bioplastik ini juga dapat dilihat dari adanya gugus OH- pada bioplastik yang terdapat pada bilangan gelombang $2630,30\text{ cm}^{-1}$. Selain gugus hidroksida (OH), terdapat juga ester (COOH). Adanya gugus fungsi tersebut menunjukkan film plastik dapat terdegradasi dengan baik ditanah (Teo *et al.*, 2005) dan Weiping (2005).

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Konsisi optimum terbaik bioplastik berbahan dasar pati sorgum dan kitosan kulit udang terdapat pada penambahan 2,5% sorbitol dengan water uptake 96,47% dengan nilai kuat tarik 80,625 MPa, nilai elongasi 12,58% dan modulus young sebesar 6,40 MPa. Lamanya biodegradasi yang dihasilkan adalah 16 hari untuk terurai keseluruhan (100%) pada medium *Effective Microorganism 4*. Hasil analisis *SEM edible film* menunjukkan permukaan polimer bioplastik terlihat homogen dengan ikatan silang pati-kitosan namun masih terdapat gelembung udara, pori dan retakan. Berdasarkan uji FTIR menunjukkan plastik yang dihasilkan memiliki sifat hidrofilik yang dapat dilihat adanya gugus OH- dan ester (COOH).

DAFTAR PUSTAKA

- Ani, Purwanti. 2010. Analisis Kuat Tarik dan Elongasi Plastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol. Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains dan Teknologi. *Jurnal Teknologi*, Volume 3 Nomor 2, 99-106
- Budijanto, Slamet *et al.* 2011. Studi Persiapan Tepung Sorgum (*Sorghum Bicolor* L) Dan

- Aplikasinya Pada Pembuatan Beras Analog. *Jurnal Teknologi Pertanian* Vol. 13 177
- Butler, B.L., Vergano, P. J., Testin, R. F., Bunn, J. M., and Wiles, J.L. 2010. Mechanical and Barrier Properties of Edible Chitosan Films as affected by Composition and Storage. *Journal of Food Science*. Vol. 61, No. 5, 953-956.
- Caner, C. , Vergano, P. J and Wiles, J. L. 1998. Chitosan Film Mechanical and Permeation Properties as Affected by Acid, Plasticizer and Storge. *Journal of Food Science*. Vol. 63, No. 6, 1049-1053.
- Darni, Yuli, Utami, Herti. 2009. Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobositas Bioplastik dari Pati Sorgum, *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan. Journal of chemical engineering ang envirointment*, Vol 7, 4.
- Marissa. 2012. *Karakterisasi Pati Sorgum (Sorghum bicolor L. Moench) Varietas Numbu dan Genjah*. Skripsi Sarjana. IPB. Bogor
- Marganov. 2003. *Potensi Limbah Udang sebagai Penyerap Logam Berat (Timbal, Kadmium, dan Tembaga) di Perairan*. http://rudycr.topcities.com/ppp702_71034/marganov.htm.
- Mossa, M.K dan Juwana. 1996. *Company California*, page 193-212
- Muzzarelli, R. A. A. and Rocchetti, R. 1978. Enhanced Capacity of Chitosan for Transition Metal Ions in Sulphate-Sulphuric Acid Solutions. *Journal of Talanta*. Vol 2. Pp. 1137-1143.
- Nadarajah, K. 2005. *Development and Characterization of Antimicrobial Edible Film from Crawfish Chitosan*. Dissertation Department of Food Science, University of Paradeniya.
- Notoatmodjo, Soekidjo. 2000. *Metode Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Sanjaya, I G. dan Tyas, P. 2012. *Pengaruh Penambahan Khitosan dan Plasticizer Gliserol pada Karakteristik Plastik Biodegradable dari Pati Limbah Kulit Singkong*. Karya Tulis Laboratorium Pengolahan Limbah Industri Jurusan Teknik Kimia FTI-ITS
- Sumarto. 2008. *Mempelajari Pengaruh Penambahan Asam Lemak dan Natrium Benzoat terhadap Sifat Fisik, Mekanik dan Aktivitas Antimikroba Film Edibel Kitosan*. Skripsi Departemen Ilmu dan teknologi Pangan Institut Pertanian Bogor
- Sirikhajornnam, P. dan Panu D. 2006. *A Preliminary Study of Preparing Biodegradable Film From Starch*. Thailand : Thammasat University.
- Teo, G; Suzuki, Y; Dejong, TM; Dandekar, AM 2006. "Silencing leaf sorbitol synthesis alters long-distance partitioning and apple fruit quality". *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 103 (49): 18842-7.
- Weiping, Ban *et al.* 2005. Improving The Physical and Chemical Functionally of Starch – Derived Films With Biopolymers. *Journal of Applied Polymer Science* 2006, Vol. 100. United States.
- Weska, R. F., dan Moura, J. M. 2006. Optimazion of Deasetylation in the Production of Chitosan from Shrimp Waste. *Journal Food Engineering*. 80 : 749-753