



## Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum

Yuli Darni\*, Herti Utami

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung  
Jl Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung

\*E-mail: darni\_yuli@yahoo.com

### Abstract

This research investigated the utilization of sorghum starch and chitosan as basic material for preparation of biodegradable plastic. The optimum conditions for the formation of biodegradable plastic and the effect of starch-chitosan formulation on mechanical properties of the biodegradable plastic were studied. The experiments were conducted by varying concentration sorbitol as plasticizer (i.e. 20%, 25%, 30%, and 40% dry weight), ratio starch to chitosan (i.e. 6:4, 7:3, 8:2, 9:1, 10:0 g/g) and at ranging gelatinous temperature of 65-95°C. The results showed that the optimum conditions were obtained at starch:chitosan mass comparison of 7:3 and sorbitol concentration of 20%. The mechanical properties of the biodegradable plastic produced at gelatinous temperature of 95°C were: tensile strength of 6,9711 Mpa, elongation percentage of 16,48, modulus young of 42,48 Mpa, and water resistance of 36,825%.

Keywords: bioplastic, chitosan, plasticizer, sorgum, sorbitol

### 1. Pendahuluan

Sampah plastik menjadi masalah lingkungan berskala global. Plastik banyak dipakai dalam kehidupan sehari-hari, karena mempunyai keunggulan-keunggulan seperti kuat, ringan dan stabil. Namun plastik yang beredar di pasaran saat ini merupakan polimer sintetik yang terbuat dari minyak bumi yang sulit untuk terurai di alam. Akibatnya semakin banyak yang menggunakan plastik, akan semakin meningkat pula pencemaran lingkungan seperti pencemaran tanah. Oleh karena itu kita memerlukan solusi untuk mengatasi masalah lingkungan ini, salah satunya yaitu mengembangkan bahan plastik *biodegradable* (bioplastik). Artinya plastik ini dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme secara alami menjadi senyawa yang ramah lingkungan. Pengembangan bahan plastik *biodegradable* menggunakan bahan alam yang terbarui (*renewable resources*) sangat diharapkan (Hardaning, 2001; Averous, 2004). Bahan-bahan yang digunakan untuk membuat plastik *biodegradable* adalah senyawa-senyawa yang terdapat pada tanaman seperti selulosa, pati, dan lignin, serta pada hewan seperti kasein, protein dan lipid.

Salah satu bahan utama pembuatan plastik *biodegradable* adalah pati. Pati digunakan karena merupakan bahan yang dapat atau mudah didegradasi oleh alam menjadi senyawa-senyawa yang ramah lingkungan. Di Indonesia terdapat berbagai tanaman penghasil tepung (pati) seperti singkong, beras, kentang, sorgum, pisang dan yang lainnya. Tentunya kita dapat dengan mudah

mendapatkan pati sebagai bahan utama pembuatan plastik *biodegradable* (bioplastik). Apalagi harga tanaman penghasil pati tersebut relatif murah. Sorgum (*Sorghum Bicolor L Moench*) merupakan salah satu alternatif sumber pati yang cukup potensial di Indonesia. Kandungan pati dalam sorgum mencapai 80,42% (Suarni, 2004). Pemanfaatan sorgum di Indonesia saat ini sebagian besar hanya sebagai pakan ternak, bahkan masih bermasalah dengan tingginya kandungan tannin dalam sorgum yaitu 0,40-3,60% (Sirappa, 2003). Selain itu, tanaman sorgum toleran terhadap kekeringan dan genangan air, dapat berproduksi pada lahan marginal, serta tahan terhadap gangguan hama. Berdasarkan hal tersebut dapat dijamin ketersediaan sorgum sepanjang tahun untuk menjaga kesinambungan bahan baku, jika nantinya akan diterapkan untuk skala komersial. Berdasarkan uraian di atas, untuk meningkatkan nilai ekonomis sorgum, maka kajian pembuatan bioplastik dari pati sorgum penting untuk dilakukan.

Beberapa penelitian terdahulu telah dilakukan untuk menghasilkan bioplastik. Namun plastik berbahan baku pati memiliki beberapa kelemahan. Bioplastik ini kurang tahan terhadap air (kurang hidrofobik/bersifat hidrofilik) dan sifat mekaniknya masih rendah (kekuatan tarik dan modulus Young). Salah satu cara untuk mengurangi sifat hidrofilik adalah dengan mencampur pati dengan biopolimer lain yang bersifat hidrofobik, seperti selulosa, kitosan, dan protein (Ban, 2006; Taylor, 2006; talja, 2006). Sedangkan untuk memperbaiki sifat mekaniknya (terutama sifat

elastisitasnya), dapat dilakukan dengan mencampur pati dengan *plasticizer*. Oleh karena itu, dalam pembuatan plastik dari pati sorgum ini, akan dikaji pengaruh penambahan kitosan dan *plasticizer* sorbitol untuk memperbaiki sifat bioplastik yang dihasilkan. Di samping itu juga akan dicari rentang temperatur gelatinisasi untuk campuran pati-kitosan.

## 2. Metodologi

### 2.1 Persiapan Alat dan Bahan

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Operasi Teknik Kimia Universitas Lampung dan analisis hasil penelitian dilakukan di ITB Bandung. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: peralatan gelas, neraca analitis, desikator, termometer, *Universal Testing Machine*, Mantel Pemanas, motor berpengaduk, Spektroskopi Inframerah Transformasi Fourier (FTIR) dan *X-ray diffraction*. Bahan yang digunakan adalah Pati Sorgum, Kitosan, Asam asetat, sorbitol dan aquades.

### 2.2 Pembuatan Bioplastik

Pembuatan plastik menurut metode yang dilakukan oleh Weiping Ban (2006), adalah sebagai berikut: Sejumlah massa pati dan kitosan yang diinginkan ditimbang, kemudian dibuat larutan pati dan larutan kitosan melalui penambahan aquades sesuai dengan jumlah volume yang telah dihitung pada gelas *beaker* yang terpisah, larutan pati pada gelas *beaker* 500 ml dan larutan kitosan pada gelas *beaker* 500 ml. Volume larutan sorbitol yaitu 3,7 ml. Lalu, *water bath* dipanaskan dan di atur temperatur yang akan digunakan ( $T = 65,75, 85$  atau  $95^{\circ}\text{C}$ ). Selanjutnya, gelas *beaker* 500 ml yang berisi larutan pati diletakkan dalam *water bath* kemudian motor pengaduk dihidupkan. Larutan kitosan ditambahkan ke dalamnya dan diaduk selama 25 menit. Setelah 25 menit ditambahkan gliserol pada larutan pati - kitosan, lalu diaduk sampai homogen. Setelah homogen, *water bath* dan *stirrer* dimatikan. Gelas *beaker* berisi larutan dikeluarkan dari *water bath*, kemudian didinginkan sebelum dicetak. Larutan dituangkan (sebanyak 50 ml) ke dalam cetakan, kemudian dikeringkan dalam oven pada  $T = 60^{\circ}\text{C}$  selama 12 jam. Setelah dikeringkan di dalam oven, diangkat dan dimasukkan ke dalam *desicator* (kondisikan selama 72 jam). Kemudian plastik dilepaskan dari cetakannya. Plastik siap untuk dianalisis.

### 2.3 Analisis Plastik

- a. Pengujian Sifat Mekanik meliputi
  - 1) Kekuatan tarik
  - 2) Perpanjangan (*elongation at break*)
  - 3) *Modulus young* (Elastisitas)
- b. Uji Ketahanan Air (*water uptake*)  
 Prosedur uji ketahanan air pada sampel bioplastik adalah sebagai berikut: berat awal sampel yang akan diuji ditimbang ( $W_0$ ). Lalu Isi suatu wadah (botol/gelas/mangkok) dengan air aquades. Letakkan sampel plastik ke dalam wadah tersebut. Setelah 10 detik angkat dari dalam wadah berisi aquades, timbang berat sampel ( $W$ ) yang telah direndam dalam wadah. Rendam kembali sampel ke dalam wadah tersebut, angkat sampel tiap 10 detik, timbang berat sampel. Lakukan hal yang sama hingga diperoleh berat akhir sampel yang konstan. Air yang diserap oleh sampel dihitung melalui persamaan:

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

Dimana:

$W_0$  = berat sampel kering

$W$  = berat sampel setelah dikondisikan dalam desikator.

- c. Analisis Gugus Fungsi dengan FTIR  
 Sampel yang berupa film, ditempatkan ke dalam *set holder*, kemudian dicari spektrum yang sesuai. Hasilnya di dapat berupa difraktogram hubungan antara bilangan gelombang dengan intensitas. Spektrum FTIR di rekam menggunakan spektrometer pada suhu ruang.

## 3. Hasil dan Pembahasan

Film bioplastik yang diperoleh dilakukan uji karakteristik sifat mekanik dan sifat fisik serta ketahanan airnya. Dapat diketahui bahwa, penambahan kuantitas kitosan pada formulasi campuran pati-kitosan menghasilkan bahan bioplastik dengan karakteristik yang semakin baik. Formulasi terbaik pada penelitian ini diperoleh pada film bioplastik dengan karakteristik *tensile strength* tertinggi sebesar 8,75 Mpa, dan Modulus Young tertinggi 54,348 Mpa untuk konsentrasi *plasticizer* sorbitol 20% dengan formulasi pati-kitosan 7:3 gr/gr. Sedangkan ketahanan air bioplastik terbaiknya sebesar 14% pada formulasi pati-kitosan 8:2 gr/gr dengan konsentrasi *plasticizer* sorbitol 20% berat.

Temperatur gelatinisasi yang diperoleh adalah pada 95°C, sedangkan pada temperatur 65, 75 dan 85°C, campuran pati-kitosan tidak tergelatinisasi. Analisis FTIR pada kondisi yang sama menunjukkan jumlah gugus O-H terkecil dibawah 15% T. Hal ini menunjukkan bahwa hidrofilisitas bioplastik yang dihasilkan semakin kecil, karena semakin sedikit gugus O-H yang ada.

### 3.1 Sifat Mekanik Bioplastik

Pengujian mekanik yang umum dilakukan adalah kekuatan tarik (*tensile strength*) dan perpanjangan (*elongation at break*), dimana sifat mekanik ini dinyatakan oleh nilai Modulus Young. Hasil uji ini tidak digunakan untuk meneliti keadaan cacat tetapi untuk memeriksa kualitas produk yang dihasilkan berdasarkan suatu standar spesifikasi.

Sifat mekanik dipengaruhi oleh besarnya jumlah kandungan komponen-komponen penyusun bioplastik, yaitu pati, kitosan serta sorbitol sebagai *plasticizer*. Kitosan sebagai biopolimer yang dicampurkan ke dalam pati diharapkan dapat mengurangi sifat hidrofilik pati, sehingga bahan bioplastik yang dihasilkan memiliki ketahanan air yang baik. Sorbitol sebagai *plasticizer* yang ditambahkan ke dalam campuran pati-kitosan dapat memberikan sifat plastis/elastis pada bahan bioplastik.

Bahan bioplastik berbahan pati saja bersifat kurang elastis serta memiliki nilai kekuatan tarik (*tensile strength*) dan Modulus Young rendah. Jika kandungan kitosan lebih banyak dibandingkan dengan kandungan pati, kekuatan tarik (*tensile strength*) dan Modulus Young bahan bioplastik akan lebih optimal. Dengan penambahan kandungan kitosan pada pembuatan bahan bioplastik berbahan pati dapat menyebabkan peningkatan affinitas sehingga memberi pengaruh terhadap sifat mekanik bioplastik.

Menurut Ban (2005), faktor penting yang mempengaruhi sifat mekanik bahan bioplastik adalah affinitas antara komponen penyusunnya. Affinitas merupakan suatu fenomena dimana atom atau molekul tertentu memiliki kecenderungan untuk bersatu dan berikatan.

Semakin meningkat affinitas, semakin banyak terjadi ikatan antar molekul. Kekuatan suatu bahan dipengaruhi oleh ikatan kimia penyusunnya. Ikatan kimia yang kuat bergantung pada jumlah ikatan molekul dan jenis ikatannya. Ikatan kimia yang kuat akan sulit diputus, sehingga untuk memutuskan

ikatan yang kuat tersebut dibutuhkan energi yang besar pula.

Bahan bioplastik dari campuran pati dan kitosan dengan gliserol dan sorbitol sebagai *plasticizer*-nya dapat dimanfaatkan sebagai plastik kemasan, komponen alat rumah sakit, komponen alat mobil, tali plastik ataupun bahan pembuat karung jika memenuhi/mendekati standar sifat mekanik tertentu dari suatu polipropilena atau polietilen (LDPE dan HDPE). Plastik dari bahan pati harus memiliki kesamaan sifat mekanik agar dapat menggantikan plastik sintetik (polipropilena ataupun polietilen).

Sifat mekanik dari polipropilena dan polietilen (LDPE dan HDPE) yang dibandingkan dengan plastik berbahan pati dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, terlihat bahwa bahan bioplastik campuran pati-kitosan bila dibandingkan dengan polietilen (LDPE dan HDPE), kekuatan tarik (*tensile strength*) bioplastik mendekati nilai kekuatan tarik (*tensile strength*) LDPE. Namun untuk nilai modulus Young, sebagai ukuran kekakuan suatu bahan polimer masih jauh dari standar plastik komersial ini.

#### a. Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*) Bioplastik

Pada Gambar 1 di bawah dapat dilihat pengaruh dari konsentrasi sorbitol pada formulasi pati-kitosan terhadap kekuatan tarik bioplastik. Dari Gambar 1 dapat diketahui kekuatan tarik tertinggi bahan bioplastik yaitu pada konsentrasi sorbitol 20% berat pada formulasi 7:3 yaitu sebesar 6,971,115 Pa atau 6.9711 Mpa.

Namun, dari gambar tersebut mengalami penurunan kekuatan tarik pada konsentrasi sorbitol 20% berat pada formulasi 9:1. Sedangkan pada penelitian yang telah dilakukan oleh Darni, dkk., 2008; Dwi dan Darni, 2008), kekuatan tarik tertinggi sebesar 85.75 Mpa dengan kandungan kitosan 40%, temperatur gelatinisasi 90°C dan konsentrasi gliserol 35% berat.

#### b. Modulus Young Bioplastik

Pengaruh dari kandungan kitosan terhadap Modulus Young dapat dilihat pada Gambar 1. Modulus Young diperoleh dari perbandingan antara kekuatan tarik (*tensile strength*) terhadap persen perpanjangan (*elongation at break*). Modulus Young ini juga bisa dikatakan sebagai ukuran kekakuan suatu bahan. Dari

Gambar 2 dapat dilihat Modulus Young bahan bioplastik tertinggi terdapat pada konsentrasi sorbitol 30% berat dengan temperatur gelatinisasi 95°C pada formulasi pati dan kitosan 7:3 gr/gr dengan nilai 42.480,018 Pa atau 42,480 MPa. Pada temperatur gelatinisasi 95°C, formulasi 7:3 gr/gr dengan konsentrasi sorbitol 40% berat nilai Modulus Young mengalami penurunan sebesar 6,76 MPa.

### 3.2 Ketahanan Bioplastik terhadap Air

Gambar 3 menunjukkan pengaruh konsentrasi sorbitol terhadap ketahanan air bioplastik.

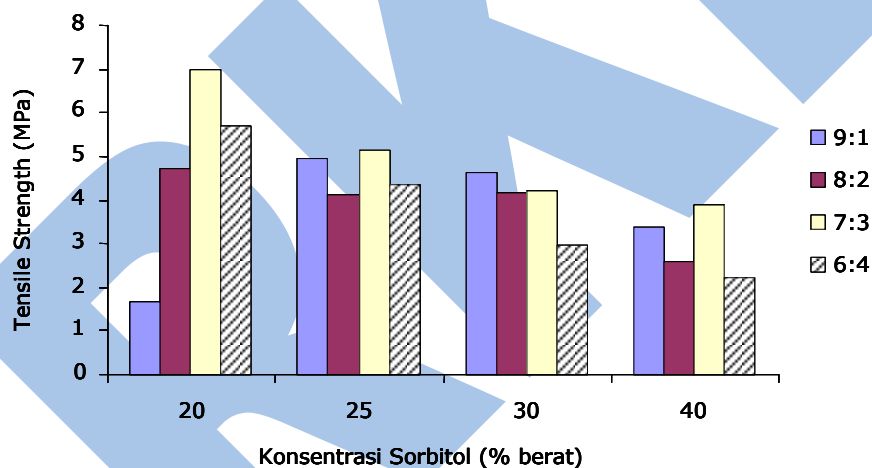
Dapat dilihat bahwa hasil terbaik pada ketahanan air sebesar 36.825% pada formulasi pati dan kitosan 7:3 gr/gr dengan konsentrasi sorbitol 40%. Sedangkan hasil yang mengalami kenaikan yang sangat besar terjadi pada formulasi pati dan kitosan 8:2, konsentrasi sorbitol 25% yaitu 261.257%. Hasil ketahanan air yang baik adalah bioplastik dapat menyerap air lebih sedikit yaitu nilai ketahanan air lebih kecil.

Pada penelitian ini, kitosan sebagai biopolimer telah memberikan sifat ketahanan air yang baik pada bahan bioplastik. Dikarenakan sifat pati-kitosan yang hidrofobik (tidak suka air).

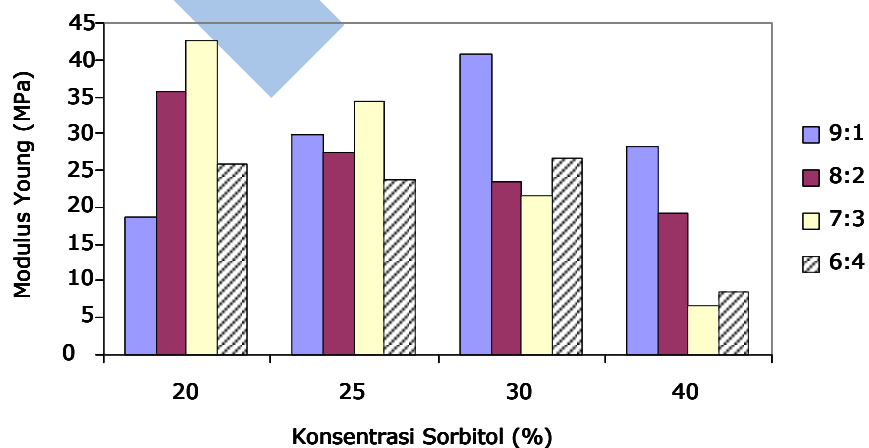
**Tabel 1.** Perbandingan sifat mekanik polietilen (LDPE dan HDPE) dengan plastik berbahan pati.

No	Sifat mekanik	LDPE	HDPE	Bioplastik sorgum*
1	Tensile strength (MPa)	12.4-15.2	31.72	8,750
2	Modulus Young (MPa)	166	800	54,328

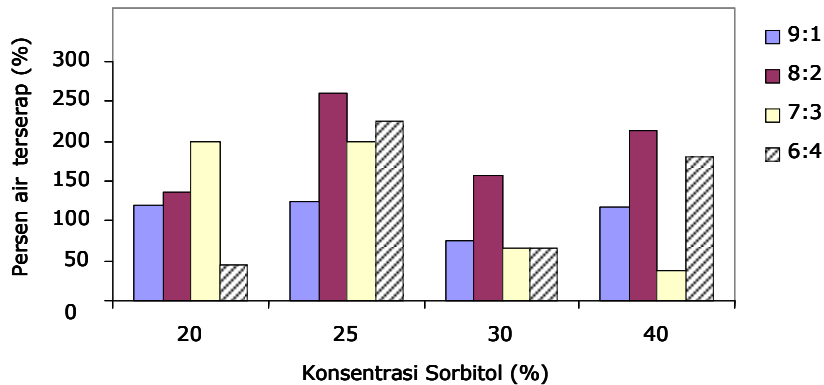
\* penelitian yang dilakukan dengan *plasticizer* sorbitol



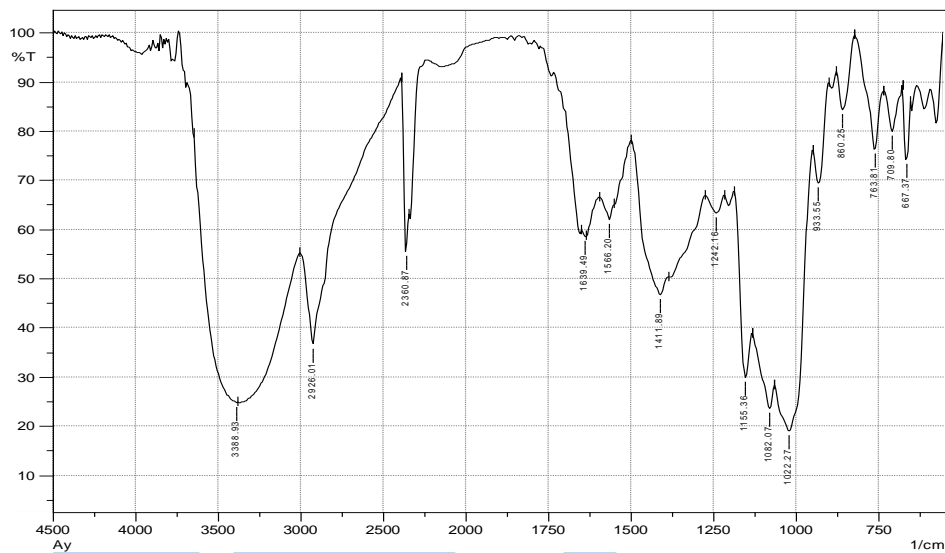
**Gambar 1.** Pengaruh konsentrasi sorbitol terhadap *Tensile Strength* pada berbagai formulasi pati-kitosan.



**Gambar 2.** Pengaruh konsentrasi sorbitol terhadap Modulus Young pada berbagai formulasi pati-kitosan.



**Gambar 3.** Pengaruh konsentrasi sorbitol terhadap *water uptake*.



**Gambar 4.** Spektrum FTIR bioplastik formulasi pati-kitosan dengan kandungan kitosan 30% pada temperatur gelatinisasi 95°C.

Selain itu, kitosan tidak beracun, mudah mengalami biodegradasi, dan bersifat polielektrolitik. Karakteristik lain kitosan adalah dapat dengan mudah berinteraksi dengan zat-zat organik lain, seperti protein dan lemak. Karena itu, kitosan relatif lebih banyak digunakan pada berbagai bidang industri terapan dan industri farmasi dan kesehatan. Sifat-sifat yang dimiliki kitosan inilah yang menyebabkan ketahanan terhadap air bahan bioplastik menjadi baik.

### 3.3 Analisis Gugus Fungsi Bioplastik

Uji FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) digunakan untuk mengidentifikasi bahan kimia yang terkandung dalam suatu bahan polimer.

Hasil karakterisasi terhadap bahan bioplastik hasil sintesis dengan teknik spektroskopi FTIR pada Gambar 4, menunjukkan pita serapan pada 2926.01  $\text{cm}^{-1}$  yang merupakan daerah ulur C-H, 1566.20-1639.49  $\text{cm}^{-1}$  merupakan daerah serapan ulur C=O karbonil, 1022.27-1242.16  $\text{cm}^{-1}$  merupakan daerah serapan ulur C-O ester dan 3388.93  $\text{cm}^{-1}$  merupakan daerah serapan ulur O-H karboksil.

Bahan bioplastik dengan kandungan kitosan 30 % dan pada temperatur 95 °C memiliki gugus fungsi yang merupakan gabungan dari gugus fungsi spesifik yang terdapat pada komponen penyusunnya (pati dan kitosan). Dan dari sini terlihat bahwa bahan bioplastik yang dihasilkan merupakan proses *blending* secara fisika dikarenakan tidak ditemukannya gugus fungsi yang baru, dan inilah yang menyebabkan bahan bioplastik tersebut masih memiliki sifat hidrofilik (suka air) seperti sifat penyusunnya.

Terdapat juga gugus fungsi karbonil (CO) dan ester (COOH) pada bahan bioplastik yang di uji dengan FTIR, sehingga bahan bioplastik ini dapat terdegradasi.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian disimpulkan bahwa formulasi campuran pati sorgum-kitosan 7:3 dengan *plasticizer* sorbitol terbaik adalah pada konsentrasi 20% dan temperatur gelatinisasi 95°C dengan nilai Modulus Young tertinggi 42.480 MPa dan nilai ketahanan air terbaik sebesar 36,825 % pada formulasi pati-kitosan 7:3, konsentrasi sorbitol 40%. Konsentrasi sorbitol 20 % sebagai *plasticizer* pada campuran pati-kitosan sudah dapat memberikan sifat elastisitas yang menyamai plastik komersial (polipropilena dan polietilen).

#### Daftar Pustaka

- Averous, Luc (2004) Biodegradable multiphase systems based on plasticized starch: A review, *Journal of Macromolecular Science*, 12, 123-130.
- Darni, Y., Ismiyati, S., Cici (2008) Sintesa bioplastik dari pati pisang dan gelatin dengan gliserol sebagai *plasticizer*, *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi II*, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Dwi, Darni, Y. (2008) Pemanfaatan pati tapioka dan gelatin untuk pembuatan bioplastik dengan *plasticizer* gliserol, *Prosiding Seminar Nasional Pengolahan Sumber Daya Alam dan Energi Terbarukan*, UPN, Veteran, Jawa Timur.
- Hardaning, P. (2001) *Pengembangan Bahan Plastik Biodegradabel Berbahan Baku Pati Tropis*, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi-BPPT. Jakarta.
- Sirappa, M P. (2003) Prospek pengembangan sorgum di indonesia sebagai komoditas alternatif untuk pangan, pakan dan industri, *Jurnal Litbang Pertanian*, 22.
- Suarni (2004) Pemanfaatan tepung sorgum untuk produk olahan, *Jurnal Litbang Pertanian*, 23.
- Taylor, J. R. N. (2006) Novel Food and Nonfood Uses for Sorghum and Millets, *Journal of Cereal Science*, 44, 252-271.
- Talja, Riku, A. (2006) Effect of various polyols content on physical and mechanical properties of potato starch-based films, *Carbohydrate Polymers*, 67, 288-295.
- Ban, W. (2005) Improving the physical and chemical functionality of starch - derived films with biopolymers, *Journal of Applied Polymer Science*, 10, 118-129.
- Ban, W. (2006) Influence of natural biomaterials on the elastic properties of starch-derived films: An optimization study, *Journal of Applied Polymer Science*, 15, 30-38.