

## Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik dari Pati Talas dengan Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit

Bambang Wahyudi<sup>1)\*</sup>, Muhamad Bahrul Hikmah Kasafir<sup>2)</sup>, Moch. Rokhmat Taufiq Hidayat<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Universitas Pembangunan Nasional 'Veteran' Jawa Timur, email:  
bwahyudi11@gmail.com

<sup>2)</sup>Universitas Pembangunan Nasional 'Veteran' Jawa Timur

<sup>3)</sup>Universitas Pembangunan Nasional 'Veteran' Jawa Timur

Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur

Jalan Raya Rungkut Madya Gunung Anyar, Surabaya 60249 Telepon (031) 8782179, Faks (031) 8782257

\* Penulis Korespondensi: Email: bwahyudi11@gmail.com

### Abstrak

*Pada dasarnya pembuatan plastik biodegradabel menggunakan bahan dasar utama pati ataupun selulosa. Bahan baku potensial untuk sintesis bioplastik yakni, pati talas yang banyak terdapat di Indonesia namun pemanfaatannya relatif kecil dan selulosa dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dimana hanya 10% dari TKKS yang sudah dimanfaatkan dalam industri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan pati talas dan selulosa TKKS terhadap karakteristik bioplastik. Pada penelitian ini dilakukan proses pembuatan bioplastik pada variasi pati talas, selulosa TKKS dan kitosan dengan komposisi 0,5:0,5:1 ; 0,625:0,375:1 ; 0,75:0,25:1 ; 0,875:0,125:1 ; dan 1:0:1 (w/w) serta variasi sorbitol yang ditambahkan sebanyak 1 ml, 1.5 ml, 2 ml, 2.5 ml, dan 3 ml. Untuk suhu gelatinase pati talas 70-80°C. Hasil yang didapatkan kemudian dianalisa kekuatan mekanik, analisa swelling, analisa SEM, dan uji biodegradasi menggunakan EM-4. Hasil penelitian menunjukkan kuat tarik dari bioplastik didapat semakin meningkat dengan penambahan selulosa dan pati, berbanding terbalik dengan penambahan sorbitol dapat menurunkan kuat tarik serta dapat meingkatkan elongasi dari bioplastik. Untuk hasil karakterisasi bioplastik didapat memiliki kuat tarik dan elongasi yang sudah sesuai SNI (Standar Nasional Indonesia) kuat tarik pada dominan komposisi 0,5:0,5:1 (w/w); persen elongasi pada dominan komposisi 1:0:1 (w/w), serta kemampuan bioplastik untuk dapat terdegradasi sempurna.*

**Kata kunci :** Bioplastik, Pati Talas, Selulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit

## Syntesis and Bioplastic Characterictics of Taro Starch with Sellulose (EFB)

### Abstract

*Basically, biodegradable plastic manufacturing uses the main ingredients as starch or cellulose. The potential raw material for bioplastic synthesis is that taro starch is abundant in Indonesia but its use relatively small and cellulose from Empty Fruit Bunches (EFB) which only 10% of the EFB has been utilized in industry. This purpose of of this study is to determine the effect of adding starch (taro) and cellulose (EFB) on bioplastic characteristics. This study uses a comparison of starch (taro), cellulose (EFB) and chitosan with a composition of 0.5: 0.5: 1; 0.625: 0.375: 1; 0.75: 0.25: 1; 0.875: 0.125: 1; and 1: 0: 1 (w/w) and sorbitol variations are added as much as 1 ml, 1.5 ml, 2 ml, 2.5 ml, and 3 ml. For the gelatinization temperature of starch at 70 - 80 °C. The results obtained were then analyzed for mechanical strength, swelling analysis, SEM analysis, and biodegradation test using EM-4. The tensile strength of bioplastics is obtained by increasing the addition of cellulose and starch, inversely proportional to the addition of sorbitol can reduce the tensile strength and can increase the elongation of bioplastics. Where as the results of bioplastic characterization are obtained to have tensile strength and elongation that are in accordance with SNI (Indonesian National Standard) tensile strength at dominant composition 0.5: 0.5: 1 (w/w); percent elongation in dominant composition 1: 0: 1 (w/w), as well as the ability of bioplastics to be completely degraded.*

**Keywords:** Bioplastics, Starch Taro, Cellulose of Empty Fruit Bunches

## PENDAHULUAN

Penelitian tentang plastik degradabel terus berlanjut untuk mendapatkan hasil sehingga plastik (terutama dalam bentuk film dan sheet) dapat benar-benar terurai dan tidak lagi menjadi pencemar lingkungan. Di luar negeri pada era 1980an penelitian tentang plastik yang biodegradabel telah dilakukan. Dari banyak penelitian tentang biodegradabilitas polimer tersebut telah diperoleh pengetahuan bahwa menurut struktur kimianya ternyata gugus-gugus karbonil dalam rantai polimer merupakan bagian yang rentan untuk mengalami pemutusan rantai.

Industri bahan plastik biodegradabel telah sempat tercatat dalam jumlah yang cukup banyak di negara-negara maju seperti Jepang, Eropa dan Amerika Serikat. Meskipun demikian, dari penelusuran data pada saat ini, perusahaan-perusahaan tersebut tampaknya banyak yang sudah tidak memproduksi bahan plastik biodegradabel lagi, kecuali untuk memenuhi kebutuhan khusus seperti di bidang medikal, pembuatan film mulsa plastik untuk pertanian, dll. Hal ini diduga disebabkan oleh harga plastik biodegradabel yang tinggi dan di pasaran dapat mencapai dua hingga empat kali lipat dari harga plastik konvensional. Dengan demikian, sesungguhnya secara teknologis plastik biodegradabel telah berhasil membantu mengatasi masalah lingkungan yang diakibatkan oleh resistensi plastik konvensional terhadap degradasi, namun dalam skala industri masih belum dapat diterima secara ekonomis oleh pasar. Itulah sebabnya penelitian untuk mencari alternatif lain agar plastik dapat terdegradasi masih terus dilakukan [1].

Pada dasarnya pembuatan plastik biodegradabel menggunakan bahan dasar pati ataupun selulosa. Adapun pengembangan bioplastik berbahan dasar pati sangat potensial di Indonesia, karena bahan baku yang melimpah dan mudah didapat. Penelitian bioplastik bahan dasar

pati yang pernah dilakukan diantaranya dari umbi kayu, jagung, sagu, ketela pohon, kentang yang semuanya merupakan bahan makanan pokok masyarakat Indonesia. Adapun dari penelitian bioplastik sebelumnya menggunakan variabel bahan perbandingan kitosan dengan pati (jagung, sagu, dan singkong) menghasilkan bioplastik dengan kuat tarik serta elongasi tertinggi yakni 28 MPa dan 36 % [2], kemudian perbandingan pati-kitosan-glisserol menghasilkan bioplastik dengan kuat tarik serta elongasi tertinggi yakni 23.7 MPa dan 23.3 %.

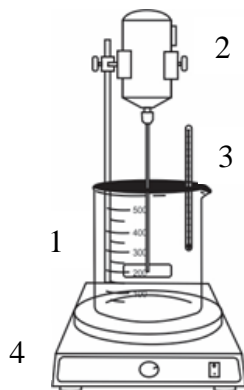
Salah satu sumber pati yang banyak terdapat di Indonesia namun pemanfaatannya sebagai bahan makanan relatif kecil dibanding dari umbi-umbi yang lain adalah talas. Pemanfaat talas sebagai bahan baku bioplastik akan dapat meningkatkan nilai ekonomis dari umbi talas tersebut. Sedangkan untuk selulosa menggunakan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS), berdasarkan data BPS tahun 2015, produksi kelapa sawit di Indonesia mencapai 31,07 juta ton per tahun. Sebesar 23% dari total produksi kelapa sawit tersebut merupakan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). Hanya 10% dari TKKS yang sudah dimanfaatkan untuk bahan bakar boiler dan kompos padahal banyak sekali produk yang bisa dibuat dari hasil pengolahan TKKS. Salah satu pemanfaatan TKKS adalah dengan mengekstraksi selulosa sebagai bahan baku bioplastik ramah lingkungan. Hal ini akan membantu permasalahan lingkungan yang ditimbulkan oleh kelapa sawit dan pemakaian plastik sudah sangat banyak [3]. Untuk meningkatkan karakteristik dari bioplastik berbahan dasar pati dan selulosa ini diperlukan bahan penguat seperti kitosan dikarenakan kitosan memiliki beberapa sifat yang menguntungkan yakni biocompatibility, biodegradability, hydrophilicity, dan, anti bacterial. Biocompatibility adalah kemampuan suatu bahan dalam merespon

memberi respon biologis baik. Biodegradability yakni kemampuan dalam downgrade sifat kimia fisik suatu bahan baik itu demineralisasi, deproteinasi, dan dipigmentasi. Fungsi anti bacterial dari kitosan membuat saat pendegradasian bahan menjadi non toxic. Kitosan juga mempunyai sifat komponen reaktif, pengikat, pengkelat, pengabsorpsi, penstabil, pembentuk film, dan penjernih [4]. Lalu plasticizer berupa sorbitol. Penggunaan sorbitol sebagai plasticizer diketahui lebih efektif, sehingga dihasilkan film dengan permeabilitas oksigen yang lebih rendah bila dibandingkan dengan menggunakan gliserol [5]. Pada akhirnya penelitian ini menggunakan bahan perbandingan pati (talas) dengan selulosa (TKKS) pada variasi sorbitol.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah selulosa dari tandan kosong kelapa sawit, pati talas, *plasticizer* yang digunakan yaitu sorbitol, aquadest, dan asam asetat 1%.



1- beaker glass; 2- motor pengaduk;  
3- thermometer; 4- kompor listrik

Gambar 1. Rangkaian Alat

### Variabel

Variabel tetap yang digunakan dalam penelitian ini yaitu : Asam asetat 1% 100 ml, Kitosan 1 gr. Variabel berubah yang digunakan dalam penelitian ini yaitu : Rasio

Pati talas : Selulosa = 0.5:0.5 ; 0.625:0.375 ; 0.75:0.25 ; 0.875:0.125 ; dan 1:0 (w/w), Sorbitol 1 ml, 1.5 ml, 2 ml, 2.5 ml, dan 3 ml.

### Prosedur

#### Tahap Pengambilan Pati dari Talas :

Prosedur Pati dari Talas ini telah kita modifikasi dan dilakukan oleh Murtiningsih dan suyanti [6] yaitu Membuat Tepung dan Variasi Olahannya. Rendam Talas di dalam larutan garam 1% selama 20 menit, lalu cuci bersih untuk menghilangkan garamnya. Parut Talas hingga menjadi bubur. Tambahkan air ke dalam bubur talas dengan perbandingan 2:1, aduk rata agar patinya keluar. Saring bubur menggunakan kain saring untuk memisahkan larutan dan ampasnya. Endapkan larutan selama 3 hari lalu buang air yang ada di atasnya. Keringkan endapan dengan cara dipanaskan dengan suhu 100 °C hingga kering. Giling tepung yang sudah kering, lalu ayak dengan tingkat kehalusan minimum 120 mesh.

#### Pembuatan Film Plastik Biodegradable

Menimbang pati talas, selulosa dan kitosan dengan komposisi 0,5:0,5:1 ; 0,625:0,375:1 ; 0,75:0,25:1 ; 0,875:0,125:1 ; dan 1:0:1 (w/w) dimana total padatan 2 gram. Melarutkan kitosan kedalam larutan asam asetat 1% sebanyak 50 ml. Kitosan larut dengan sempurna di dalam asam asetat 1% dengan pengadukan menggunakan stirrer selama 30 menit. Melarutkan pati talas dan selulosa tandan kosong kelapa sawit kedalam larutan asam asetat 1% sebanyak 50 ml dengan di aduk selama 30 menit dan dipanaskan hingga larutan mencapai suhu gelatinisasinya  $\pm 70 - 80^{\circ}\text{C}$ . Suhnya harus dijaga agar granula patinya tidak pecah. Kemudian menambahkan sorbitol dari volume campuran pati dan kitosan 100 ml sebagai pemplastis. Volume Sorbitol yang ditambahkan sebanyak 1 ml, 1.5 ml, 2 ml, 2.5 ml, dan 3 ml. Setelah semua bahan tercampur, dilakukan pengadukan selama 1 jam agar larutan homogen. Mencetak larutan

kedalam plat kaca (Petridist) yang telah dibersihkan dengan menggunakan alkohol 96%. Kemudian film plastik dikeringkan di dalam oven selama 5 jam pada suhu 70°C. Setelah kering mendinginkan pada suhu kamar hingga dingin lalu film plastik dapat dilepas dan disimpan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Hasil Pembuatan Pati dari Talas**



Gambar 2. Hasil Pati dari Talas

Pada penelitian ini didapatkan kadar pati yang terdapat dalam pati ubi talas sebesar 67,60 % dalam 20 gr sampel yang diuji, pengujian kadar pati tersebut menggunakan metode uji Titrimetri. Secara umum kadar pati yang diperoleh dari umbi talas sebesar 80%, kadar air 13,18% dan sisanya adalah amilosa dan amilopektin. [7]

**Hasil Kuat Tarik (Mpa) Terhadap Perbandingan Berat Pati dengan Selulosa Dan Volume Sorbitol**

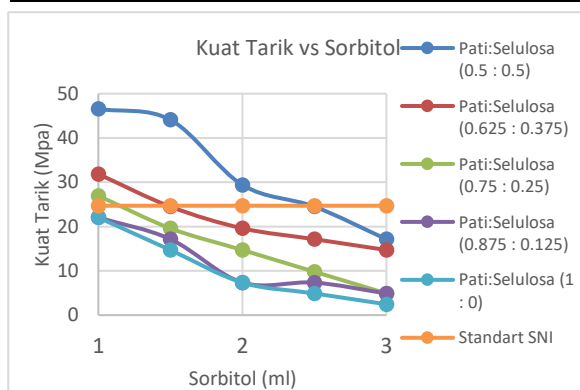
Tabel 1. Hasil Perhitungan Kuat Tarik Bioplastik (Mpa)

Pati : Selulosa (gr)	Variasi Volume Sorbitol (ml)	
	Sorbitol 1 ml ( MPa)	Sorbitol 1.5 ml (MPa)
0.5:0.5	46.55	44.1
0.625:0.375	31.85	24.5
0.75:0.25	26.95	19.6
0.875:0.125	22.05	17.15
1:0	22.05	14.7

Pati : Selulosa (gr)	Variasi Volume Sorbitol (ml)	
	Sorbitol 2 ml ( MPa)	Sorbitol 2.5 ml ( MPa)
0.5:0.5	24.5	24.5
0.625:0.375	17.15	17.15
0.75:0.25	9.8	9.8
0.875:0.125	7.35	7.35
1:0	4.9	4.9

Pati : Selulosa (gr)	Variasi Volume Sorbitol (ml)
	Sorbitol 3 ml ( MPa)
0.5:0.5	17.15
0.625:0.375	14.7
0.75:0.25	4.9
0.875:0.125	4.9
1:0	2.45



Gambar 3. Grafik Hubungan antara Variasi Volume Sorbitol Terhadap Kuat Tarik (MPa) dari Bioplastik

Pada grafik menjelaskan mengenai data dari tabel, dimana terjadi pengaruh berat selulosa dengan pati dan volume Sorbitol terhadap kuat tarik bioplastik. Penentuan sifat mekanik bioplastik yang utama dilihat dari nilai kuat tarik bukan berasal dari nilai elongasi ataupun modulus young. Semakin besar komposisi Selulosa menyebabkan ikatan yang terbentuk semakin kuat. penambahan Sorbitol sebagai *plasticizer*, molekul-molekul *plasticizer* di dalam larutan tersebut terletak diantara rantai ikatan biopolimer dan dapat berinteraksi dengan membentuk ikatan hidrogen dalam rantai ikatan antar polimer sehingga menyebabkan interaksi antara molekul biopolimer menjadi semakin berkurang. Hal ini menyebabkan berkurangnya kuat tarik bioplastik dengan adanya penambahan *plasticizer* Sorbitol [8]. Hasil kuat tarik yang didapatkan sesuai dengan teori dan penelitian yang dilakukan oleh Coniwanti [9], jika semakin bertambahnya konsentrasi dari Sorbitol maka akan menurunkan nilai kuat tarik dari bioplastik. Penambahan *plasticizer* Sorbitol pada bioplastik akan mengurangi gaya antar molekul polisakarida sehingga struktur plastik yang dibentuk akan lebih halus dan fleksibel.

Hasil kuat tarik tertinggi pada grafik tersebut dapat dilihat pada perbandingan pati-selulosa 0,5:0,5 dan Sorbitol 1 ml, yaitu sebesar 46,55 MPa. Hasil kuat tarik terendah yaitu pada perbandingan pati-selulosa 1:0 dan Sorbitol 3 ml, yaitu sebesar 2.45 MPa. Dapat dikatakan pula bahwa kuat tarik tertinggi pada perbandingan pati-selulosa 0,5:0,5 dan Sorbitol 1 ml sudah memenuhi standart SNI, untuk nilai kuat tarik bioplastik yaitu sebesar 24,7-302 MPa.

Selain komposisi, kuat tarik juga dipengaruhi oleh faktor presentase kandungan amilosa dari pati. Pati sendiri terdiri dari dua fraksi yaitu fraksi amilosa dan fraksi amilopektin. Amilosa mempunyai struktur yang tidak bercabang sehingga amilosa terikat lebih kuat. Sedangkan

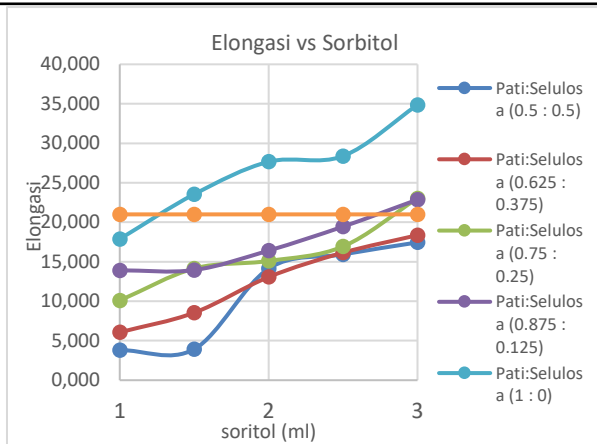
amilopektin mempunyai struktur bercabang, ukuran molekul lebih besar dan lebih terbuka sehingga lebih mudah untuk tergelatinisasi. Dengan demikian Pati Talas mempunyai kandungan amilosa berkisar 17-28 % dan sisanya kandungan amilopektin, adanya kandungan amilosa mempengaruhi kekuatan tarik bioplastik. interaksi hidrogen antara amilosa dengan kitosan dan Sorbitol lebih besar dibandingkan dengan amilopektin maka *tensile strength* bertambah. Hal ini menyebabkan sifat mekanik bioplastik yang terbentuk semakin besar. [10]

### Hasil Elongasi (%) Terhadap Perbandingan Berat Pati dengan Selulosa Dan Sorbitol

**Tabel 2.** Hasil Perhitungan Elongasi Bioplastik (%)

Pati : Selulosa (gr)	Variasi Volume Sorbitol (ml)	
	Sorbitol 1 ml ( MPa)	Sorbitol 1.5 ml (MPa)
0.5:0.5	3.817	3.933
0.625:0.375	6.067	8.550
0.75:0.25	10.100	14.150
0.875:0.125	13.917	13.950
1:0	17.883	23.550
Pati : Selulosa (gr)	Variasi Volume Sorbitol (ml)	
	Sorbitol 2 ml ( MPa)	Sorbitol 2.5 ml ( MPa)
0.5:0.5	14.133	15.933
0.625:0.375	13.067	16.150
0.75:0.25	15.100	16.933
0.875:0.125	16.417	19.450
1:0	27.667	28.383
Pati : Selulosa (gr)	Variasi Volume Sorbitol (ml)	
	Sorbitol 3 ml ( MPa)	
0.5:0.5	17.450	
0.625:0.375	18.367	
0.75:0.25	23.033	
0.875:0.125	22.867	
1:0	34.867	





Gambar 4. Grafik Hubungan antara Variasi Volume Sorbitol Terhadap Elongasi (%) dari Bioplastik

Pada grafik menjelaskan mengenai data dari tabel, dimana terjadi pengaruh berat selulosa dengan pati dan volume sorbitol terhadap elongasi bioplastik. Sorbitol digunakan sebagai *plasticizer* dan ditambahkan dengan tujuan menghasilkan bioplastik yang kuat serta fleksibel bila bereaksi dengan selulosa dan kitosan. *Plasticizer* yang ditambahkan mempengaruhi elastisitas bioplastik. Presentase elongasi berbanding terbalik dengan kuat tarik, semakin banyak *plasticizer* yang ditambahkan maka bioplastik semakin elastis. Penambahan sorbitol sebagai *plasticizer* molekul-molekul di dalam larutan tersebut terletak diantara rantai ikatan biopolimer. [9]

dan dapat berinteraksi dengan membentuk ikatan hidrogen dalam rantai ikatan antara polimer sehingga menyebabkan interaksi antar molekul biopolimer menjadi semakin berkurang. Hal ini menyebabkan berkurangnya kuat tarik bioplastik dengan adanya penambahan *plasticizer* sorbitol.

Bioplastik yang dihasilkan dengan penambahan bahan tambahan *plasticizer* mempunyai sifat lebih fleksibel daripada bioplastik tanpa *plasticizer*. Hal ini terlihat dari hasil elongasi tertinggi pada grafik tersebut dapat dilihat pada perbandingan pati-selulosa 1:0 dan sorbitol 3 ml, yaitu

sebesar 34.867 %. Dan hasil elongasi terendah yaitu pada perbandingan pati-selulosa 0,5:0,5 dan sorbitol 1 ml, yaitu sebesar 3.817%. Dapat dikatakan pula bahwa persen elongasi pada perbandingan pati-selulosa 1:0 dengan sorbitol 1,5 ; 2 ; 2,5 ; 3 ml sudah memenuhi standart SNI, untuk nilai Elongasi yaitu sebesar 21-220%. Sedangkan apabila dilihat dari sifat persen elongasinya, bioplastik yang dihasilkan

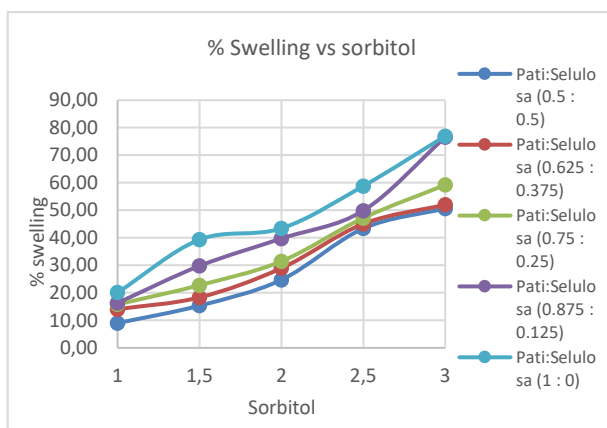
sudah dapat masuk dalam kisaran nilai elongasi pada *moderate properties*.

Penambahan sorbitol sebagai *plasticizer* bertujuan supaya bioplastik yang terbentuk tidak terlalu kaku, lebih kuat namun fleksibel dan licin, semakin banyak volume sorbitol yang ditambahkan maka semakin tinggi elongasi (peregangan) yang dapat dicapai. Peningkatan elongasi tersebut dapat terjadi karena molekul sorbitol memiliki gaya interaksi yang cukup kuat dengan pati-selulosa sehingga molekul sorbitol berdifusi ke dalam rantai polimer pati-selulosa. Hal lain yang mempengaruhi elongasi adalah presentase amilopektin dari Pati Talas. Amilopektin mempunyai struktur bercabang, ukuran molekul lebih besar dan lebih terbuka sehingga lebih mudah tergelatinisasi dan tidak terikat kuat antar molekulnya.

**Hasil Analisa Swelling (%) Terhadap Perbandingan Berat Pati dengan Selulosa Dan Sorbitol**

**Tabel 3.** Hasil Perhitungan Swelling (%) Pada Bioplastik

Pati : Selulosa (gr)	Variasi Volume Sorbitol (ml)	
	Sorbitol 1 ml ( MPa)	Sorbitol 1.5 ml (MPa)
0.5:0.5	9.00	15.34
0.625:0.375	14.04	18.34
0.75:0.25	15.80	22.77
0.875:0.125	16.34	29.78
1:0	20.11	39.33
Pati : Selulosa (gr)	Variasi Volume Sorbitol (ml)	
	Sorbitol 2 ml ( MPa)	Sorbitol 2.5 ml ( MPa)
0.5:0.5	24.73	43.39
0.625:0.375	28.94	45.05
0.75:0.25	31.46	47.19
0.875:0.125	39.73	49.87
1:0	43.40	58.81
Pati : Selulosa (gr)	Variasi Volume Sorbitol (ml)	
	Sorbitol 3 ml ( MPa)	
0.5:0.5	50.67	
0.625:0.375	52.02	
0.75:0.25	59.21	
0.875:0.125	76.55	
1:0	76.94	



**Gambar 5.** Hubungan antara Variasi Volume Sorbitol Terhadap Presentase Swelling (%) dari Bioplastik

Pada grafik menjelaskan mengenai data dari tabel, dimana terjadi pengaruh berat selulosa dengan pati dan volume sorbitol terhadap presentase swelling (%). Swelling merupakan keadaan dimana suatu material mengalami perubahan (peningkatan) massa maupun volume saat kontak dengan cairan, gas maupun uap [10]. Analisa ini dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan dalam polimer serta tingkatan atau keteraturan ikatan dalam polimer yang ditentukan melalui presentase penambahan berat polimer setelah terjadi penyerapan air.

Dari grafik diatas dapat terlihat bahwa semakin lama waktu perendaman maka semakin banyak air yang terserap oleh bioplastik, sehingga presentase swelling meningkat seiring bertambahnya waktu. Selain itu, presentase swelling terbesar dihasilkan oleh bioplastik dengan komposisi pati-selulosa 1:0 dan sorbitol 3 ml yaitu sebesar 76.94% serta presentase swelling terkecil dihasilkan oleh bioplastik dengan komposisi pati-selulosa 0,5:0,5 dan sorbitol 1 ml yaitu sebesar 9 %.

Dengan demikian, peningkatan komposisi selulosa menyebabkan penyerapan air semakin berkurang. Akan tetapi, dengan penambahan sorbitol akan memperbesar nilai uji swelling nya. Hal ini disebabkan oleh sifat komponen penyusunnya dimana selulosa bersifat hidrofobik yaitu tidak dapat mengikat air. Sifat hidrofobik inilah yang menahan dan menurunkan daya serap air. Sedangkan sorbitol bersifat hidrofilik yaitu mampu mengikat air karena, adanya gugus hidroksil sehingga ia mudah mengikat air. Semakin banyak volume sorbitol yang ditambahkan maka semakin banyak air yang terserap dan swelling meningkat. zteraksi yang terjadi antara air dan bioplastik ini juga dipengaruhi oleh sifat kepolaran masing-masing komponen. Air, pati dan sorbitol bersifat polar. Dalam hal ini, semakin tinggi komposisi

pati dan sorbitol maka semakin banyak air yang dapat terikat sehingga presentase *swelling* semakin bertambah. [10]

**Hasil Bioplastik sesuai SNI berdasarkan Modulus Young (MPa)**

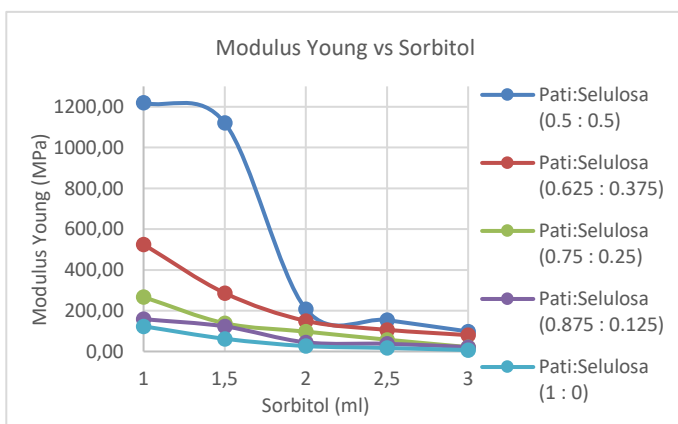
**Tabel 4.** Hasil Perhitungan Modulus Young (MPa) Pada Bioplastik

Pati : Selulosa (gr)	Variasi Volume Sorbitol (ml)	
	Sorbitol 1 ml ( MPa)	Sorbitol 1.5 ml (MPa)
0.5:0.5	1219.65	1121.19
0.625:0.375	525.00	286.55
0.75:0.25	266.83	138.52
0.875:0.125	158.44	122.94
1:0	123.30	62.42
Pati : Selulosa (gr)	Variasi Volume Sorbitol (ml)	
	Sorbitol 2 ml ( MPa)	Sorbitol 2.5 ml ( MPa)
0.5:0.5	208.02	153.77
0.625:0.375	150.00	106.19
0.75:0.25	97.35	57.87
0.875:0.125	44.77	37.79
1:0	26.57	17.26
Pati : Selulosa (gr)	Variasi Volume Sorbitol (ml)	
	Sorbitol 3 ml ( MPa)	
0.5:0.5	98.28	
0.625:0.375	80.04	
0.75:0.25	21.27	
0.875:0.125	21.43	
1:0	7.03	

**Gambar 6.** Hubungan antara Variasi Volume Sorbitol Terhadap Modulus Young (MPa) dari Bioplastik

Pada grafik menjelaskan mengenai data dari tabel, dimana terjadi pengaruh berat selulosa dengan pati dan volume sorbitol terhadap modulus *young*. 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 grafik IV.3 dapat dilihat Modulus *Young* bioplastik tertinggi terdapat pada perbandingan pati-selulosa 0,5:0,5 dan volume sorbitol 1 ml yaitu sebesar 1219.65 MPa dan hasil Modulus *Young* terendah pada perbandingan pati-selulosa 1:0 dengan sorbitol 3 ml, yaitu sebesar 7.03 MPa. Secara umum, semakin besar komposisi pati dan sorbitol dalam bioplastik, maka Modulus *Young* akan menurun.

Adapun pada grafik tersebut untuk perbandingan pati-selulosa 0,5:0,5 dengan sorbitol 1 ml dan 1.5 ml, nilai Modulus *Young* yakni tinggi. Kemudian mengalami penurunan drastis nilai Modulus *Young* pada perbandingan pati-selulosa 0,5:0,5 dengan sorbitol 2 ml. Hal ini dapat terjadi dikarenakan dengan tingginya kekuatan kuat tarik serta sedikitnya sorbitol yang diberikan pada sampel yang mengakibatkan elongasinya tidak seberapa, sehingga nilai Modulus *Young* tinggi sehingga mengalami fluktuatif grafiknya dibandingkan grafik pada perbandingan pati-selulosa yang lainnya. Sehingga perlu adanya penyempurnaan variable kedepannya bagi penelitian ini agar perbandingan antara



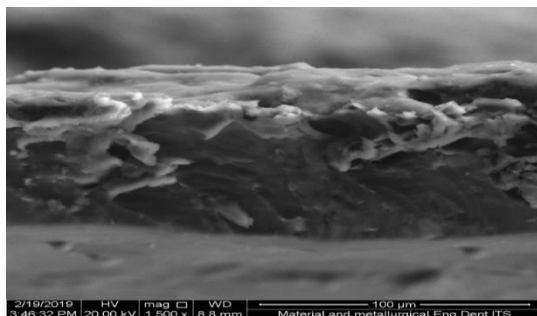


kuat tarik dengan elongasi seimbang bersama sesuai SNI (Standar Nasional Indonesia).

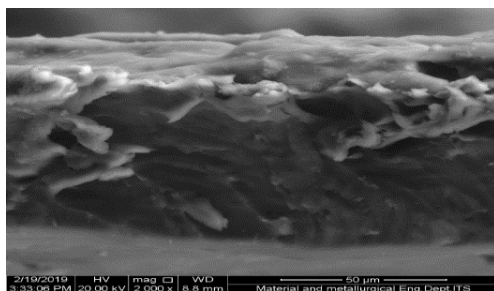
**Hasil Analisa Scanning Electron Microscopy (SEM) Pada Bioplastik**

Pada analisa cross section film bioplastik ini dilakukan analisa pada variable yang terbaik dengan formulasi, pati 0,5 gr, selulosa 0,5 gr, kitosan 1 gr dan sorbitol 2 ml, diperoleh kuat tarik sebesar 29,4 Mpa, Elongasi sebesar 14,13% dan Modulus young sebesar 208,02 Mpa.

(a)



(b)



Gambar 7. Hasil Struktur Morfologi Cross Section Bioplastik pada Perbesaran (a) 1500x. (b) 2000x.

Hasil analisa morfologi cross section bioplastik pada gambar 7 menunjukkan bahwa bioplastik mempunyai permukaan yang tidak homogen, kurang halus dan kurang sempurna. Serta terdapat lekukan-lekukan yang menunjukkan

permukaan film bioplastik tidak rata dan juga terdapat gumpalan pati dan selulosa yang tidak larut sempurna pada saat proses pembuatan bioplastik. Morfologi cross section tersebut memperlihatkan titik-titik terang yang berwarna putih dan terdapat gumpalan putih agak besar, hal ini mengindikasikan bahwa partikel kitosan tidak tersebar secara merata karena mengalami aglomerasi mengelompok sehingga menyebabkan distribusi kitosan di dalam lapisan film tidak tersebar secara merata dan terdapat gumpalan pati yang tidak tergelatinisasi secara sempurna. Kurangnya tenaga yang cukup kuat pada proses pemanasan dan pengadukan antara kitosan dengan pati inilah yang mungkin menyebabkan tidak tersebarnya partikel dengan baik.

**Uji Biodegradasi Bioplastik Menggunakan EM-4**

Tabel 5. Uji Biodegradasi Bioplastik pada hari ke-1

Pati : Selulosa (gr)	Variasi Volume Sorbitol (ml)				
	Sorbitol 1 ml	Sorbitol 1.5 ml	Sorbitol 2 ml	Sorbitol 2.5 ml	Sorbitol 3 ml
5:0.5	Tidak Terurai	Tidak Terurai	Tidak Terurai	Tidak Terurai	Tidak Terurai
625:0.375	Tidak Terurai	Tidak Terurai	Tidak Terurai	Tidak Terurai	Tidak Terurai
75:0.25	Tidak Terurai	Tidak Terurai	Tidak Terurai	Tidak Terurai	Tidak Terurai
875:0.125	Tidak Terurai	Tidak Terurai	Tidak Terurai	Tidak Terurai	Tidak Terurai
1:0	Tidak Terurai	Tidak Terurai	Tidak Terurai	Tidak Terurai	Tidak Terurai

	ak Ter urai	ak Ter urai	ak Ter urai	ak Ter urai	ak Ter urai
--	-------------	-------------	-------------	-------------	-------------

Tabel 6. Uji Biodegradasi Bioplastik pada hari ke-2

Pati : Selulososa (gr)	Variasi Volume Sorbitol (ml)				
	Sorbitol 11 ml	Sorbitol 11.5 ml	Sorbitol 12 ml	Sorbitol 12.5 ml	Sorbitol 13 ml
5:0.5	Tidak Terurai	Tidak Terurai	Tidak Terurai	Tidak Terurai	Tidak Terurai
625:0.375	Tidak Terurai	Tidak Terurai	Tidak Terurai	Tidak Terurai	Tidak Terurai
75:0.25	Terurai 2 %	Terurai 2%	Terurai 3%	Terurai 3%	Terurai 2%
875:0.125	Terurai 4%	Terurai 5%	Terurai 5%	Terurai 5%	Terurai 6%
1:0	Terurai 5%	Terurai 7%	Terurai 6%	Terurai 6%	Terurai 7%

.125	urai 10 %	urai 10 %	urai 15 %	urai 10 %	urai 15 %
1:0	Terurai 20 %	Terurai 20 %	Terurai 20 %	Terurai 25 %	Terurai 25 %



(a)

(b)



(c)

Tabel 7. Uji Biodegradasi Bioplastik pada hari ke-3

Pati : Selulososa (gr)	Variasi Volume Sorbitol (ml)				
	Sorbitol 11 ml	Sorbitol 11.5 ml	Sorbitol 12 ml	Sorbitol 12.5 ml	Sorbitol 13 ml
5:0.5	Terurai 2%	Terurai 3%	Terurai 4%	Terurai 3%	Terurai 4%
625:0.375	Terurai 6%	Terurai 6%	Terurai 6%	Terurai 6%	Terurai 7%
75:0.25	Terurai 12 %	Terurai 12 %	Terurai 13 %	Terurai 13 %	Terurai 12 %
875:0	Ter	Ter	Ter	Ter	Ter

Gambar 8. Uji biodegradasi menggunakan larutan EM-4 (a) Hari ke-1. (b) Hari ke-2. (c) Hari ke-3

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. Hasil uji biodegradabilitas menunjukkan bioplastik pati talas - selulosa dapat terdegradasi sempurna dalam waktu 5 hari.

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Penambahan selulosa dan pati dapat meningkatkan kuat tarik dari bioplastik, berbanding terbalik dengan penambahan sorbitol dapat menurunkan kuat tarik serta dapat meningkatkan elongasi dari bioplastik. Bioplastik penelitian ini memiliki karakteristik bioplastik yakni kuat tarik dan elongasi yang sudah sesuai SNI (Standar Nasional Indonesia) kuat tarik 24,7-302 MPa ; persen elongasi 21-220, serta kemampuan bioplastik untuk dapat terdegradasi sempurna. Bioplastik yang dihasilkan dari penelitian ini menghasilkan bioplastik yang dapat terdegradasi atau plastik ramah lingkungan sesuai kriteria dengan standar degradasi ASTM 5338.

### Saran

1. Disarankan pada penelitian selanjutnya tentang pembuatan bioplastik tidak menggunakan bahan-bahan pangan, agar kedepannya apabila bioplastik diproduksi secara industri tidak berpengaruh terhadap ketahanan pangan.
2. Disarankan pada penelitian selanjutnya tentang pembuatan bioplastik dilakukan penambahan zat kimia lain agar bioplastik yang dihasilkan menjadi transparan.

### Refrensi

- [1] Winursito, Isananto. 2014. *"Perkembangan dan Evaluasi Terjadinya degradasi pada plastic oxo-degradable"*. Madado : Balai Riset dan Standardisasi Industri Manado
- [2] Istiqlal. 2017. *"Pemanfaatan Kitosan Limbah Cangkang Rajungan Dan Berbagai Macam Pati Pada Pembuatan Bioplastik"*. Jurusan Teknik Kimia FT UPN "Veteran" Jawa Timur
- [3] Dewanti, Dian Purwitasari. 2018. *"Potensi Selulosa dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit untuk Bahan Baku Bioplastik Ramah Lingkungan"*. Jurnal Teknologi Lingkungan Vol. 19, No 1.
- [4] Selpiana,dkk. 2016. *"Pengaruh Penambahan Kitosan dan Sorbitol pada Pembuatan Bioplastik dari ampas tebu dan ampas tahu"*. Palembang : Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya
- [5] Widyaningsih, dkk. 2012. *"Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Kalsium Karbonat terhadap karakteristik dan sifat biodegradasi fil dari pati kulit pisang"* Purwokerto : Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknik Unsoed
- [6] Murtiningsih dan suyanti. 2011. *"Membuat Tepung dan Variasi Olahannya"*. Jakarta : PT. Agromedia Pustaka.
- [7] Rahmawati, Wida dkk. 2012. *"Karakterisasi Pati Talas (Colocasia (L.) Schott) Sebagai Alternative Sumber Pati Industry Di Indonesia"*. Semarang : Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro.
- [8] Purwanti, Ani. 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
- [9] Coniwanti, Pamilia, dkk. 2014. "*Pembuatan Film Plastik Biodegradabel Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan Dan Pemplastis Gliserol*". Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sriwijaya, Jurnal Teknik Kimia No. 4, Vol. 20
- [10] Oey, Elshinta Wijaya dan Cynthia Dewi Santoso. 2014. "*Sintesis Bioplastik Dari Komposit Pati Garut – Kitosan*". Universitas Surabaya. Surabaya