

## SINTESIS BIOPLASTIK DARI KITOSAN-PATI KULIT PISANG KEPOK DENGAN PENAMBAHAN ZAT ADITIF

Yuana Elly Agustin, Karsono Samuel Padmawijaya

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Surabaya Raya Kalirungkut, Surabaya, Jawa Timur  
yuana@staff.ubaya.ac.id

### Abstrak

Bioplastik adalah plastik biopolimer yang mudah diuraikan oleh mikroorganisme sehingga dapat menjadi alternatif pengganti plastik komersial. Pengaruh komposisi pati kulit pisang Kepok dan kitosan terhadap sifat fisis bioplastik yang disintesis dipelajari melalui penelitian ini. Dalam penelitian ini juga didapatkan komposisi optimum pembuatan bioplastik berbahan kitosan dan pati kulit pisang Kepok dengan penambahan gliserol dan seng oksida (ZnO). Pada penelitian ini bioplastik disintesis dari kitosan sebagai backbone, filler pati pengoptimal sifat biodegradabilitas, gliserol sebagai plasticizer, serta ZnO sebagai penguat. Hasil bioplastik dikarakterisasi sifat mekanik (tensile strength dan elongation), swelling, WVTR, dan FTIR. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan komposisi optimum penyusun bioplastik, yaitu kitosan 4% - 30% pati - 5 ml gliserol - 5% ZnO dengan nilai tensile strength sebesar 0,6012 MPa, 0,1688% elongasi, nilai WVTR sebesar 81,5263 gram/m<sup>2</sup>.jam. Gugus fungsi utama dari bioplastik ditunjukkan melalui hasil analisa FTIR seperti -OH (3431 cm<sup>-1</sup>), C-H (2923 cm<sup>-1</sup>), -NH (1632 cm<sup>-1</sup>), dan Zn-O (585 cm<sup>-1</sup>).

**Kata Kunci:** bioplastik, gliserol, kitosan, pati kulit pisang Kepok, ZnO

## SYNTHESIS OF CHITOSAN-PATI bioplastics Kepok Banana LEATHER WITH ADDITION OF EXPOSURE ADDITIVE

### Abstract

Bioplastic is a biopolymer plastic that can be degraded easily by microorganisms so it can be used as alternative replaced commercial plastic. This research aims to study the Kepok banana peel starch and chitosan composition influence on mechanical properties and biodegradability, also to get the optimum composition of chitosan and Kepok banana peel starch with addition of glycerol and zinc oxide (ZnO). In this research, bioplastics were synthesized by chitosan as the backbone, Kepok banana peel starch as filler, glycerol as plasticizer, also ZnO as an amplifier. Characterization of bioplastics include mechanical test (tensile strength and elongation), swelling, , WVTR, and FTIR. The result showed the optimum composition of bioplastic is kitosan 4% - 30% starch - 5 ml Glycerol - 5% ZnO gives the tensile strength value as big as 0,6012 MPa, 0,1688% elongation, WVTR value is 81,5263 gr/m<sup>2</sup>.hour. The FTIR analysis showed the main functional groups are OH (3431 cm<sup>-1</sup>), C-H (2923 cm<sup>-1</sup>), -NH (1632 cm<sup>-1</sup>), dan Zn-O (585 cm<sup>-1</sup>).

**Keywords:** bioplastic, chitosan, glycerol, Kepok banana peel starch, ZnO

### PENDAHULUAN

Semakin majunya teknologi dan industri akan diikuti dengan semakin meningkatnya konsumsi masyarakat pada bahan-bahan plastik yang menyebabkan penumpukan sampah plastik.

Berdasarkan data statistik yang diperoleh dari Kementerian Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia (KNLH) pada tahun 2008 mengenai persampahan domestik Indonesia, sampah plastik menempati urutan kedua setelah sampah dapur sebesar 14% dari jumlah sampah total dan

diperkirakan akan meningkat 5,4 juta ton per tahunnya (Adnan, 2008).

Plastik merupakan salah satu polimer sintesis yang banyak digunakan karena memiliki sifat yang stabil, tahan air, ringan, transparan, ringan, fleksibel, dan kuat, namun tidak mudah diuraikan oleh mikroorganisme. Penguraian sampah plastik dengan pembakaran akan menghasilkan senyawa dioksin yang berbahaya bagi kesehatan (COM, 2000). Salah satu upaya untuk menanggulangi masalah tersebut adalah dengan menggunakan bioplastik. Bioplastik merupakan plastik yang dibuat dari bahan-bahan alami yang dapat diuraikan menggunakan mikroorganisme, sehingga lebih ramah lingkungan bila dibandingkan dengan plastik komersial. Bahan yang sering digunakan dalam sintesis bioplastik adalah pati dan kitosan.

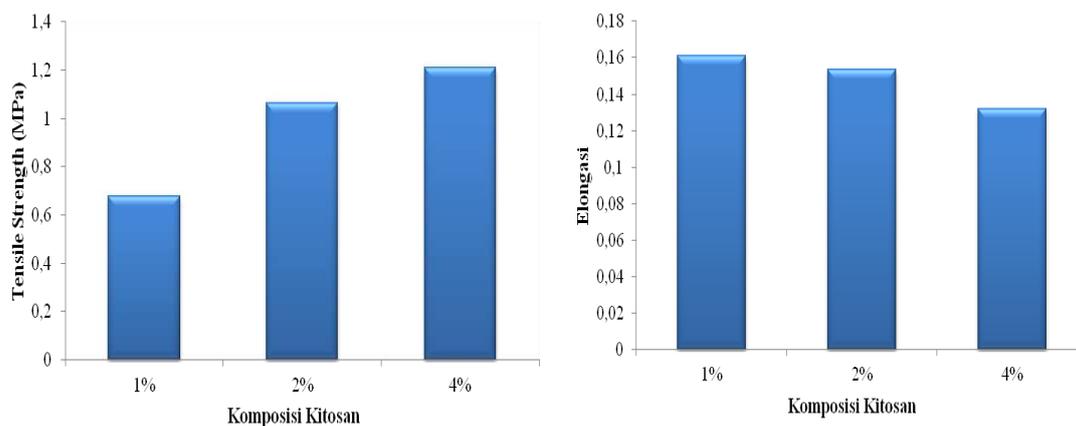
Sumber pati yang digunakan pada penelitian ini berasal dari kulit pisang Kepok. Limbah kulit pisang umumnya dibuang bersama dengan sampah-sampah dapur dan biasanya dalam penanganan, sampah tersebut akan dikubur dalam *landfill* yang dapat menghasilkan senyawa CH<sub>4</sub> dan CO<sub>2</sub> (IPCC, 2001). Berdasarkan Daftar Bahan Perusak Lapisan Ozon Berdasarkan Permen Perindustrian No. 33/M-IND/PER/4/2007, senyawa tersebut berperan dalam melubangi lapisan ozon. Kitosan adalah biopolimer sebagai bahan *anti microbial* (Mahatmanti, dkk., 2010) dan juga dapat berfungsi sebagai penguat, sehingga dapat meningkatkan *tensile strength* dan *elongation at break* (Zivanovic, dkk., 2007). Adapun diperlukan zat aditif untuk memperbaiki sifat

mekanik dari bioplastik, misalnya gliserol sebagai pemlastis atau logam sebagai penguat.

Penelitian ini mempelajari tentang bioplastik yang terbuat dari kitosan dan pati kulit pisang kepok dengan penambahan aditif gliserol yang berfungsi sebagai pemlastis (*plasticizer*) dan seng oksida (ZnO) sebagai penguat. Karakterisasi bioplastik yang dianalisa dalam penelitian ini adalah *tensile strength*, *elongation*, *swelling*, uji WVTR (*Water Vapor Transmission Rate*), serta penentuan gugus fungsi utama dengan analisa FTIR.

## METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan pada penelitian kali ini adalah kitosan, pati yang berasal dari kulit pisang kepok, dan untuk aditif digunakan gliserol sebagai pemlastis serta ZnO sebagai penguat. Sintesis bioplastik mula-mula dilakukan dengan mencampurkan antara variasi konsentrasi kitosan 1%, 2%, 4% yang dilarutkan dalam larutan asam asetat 1% dengan gliserol dengan perbandingan volume sebesar 3:1. Bioplastik dengan konsentrasi kitosan optimal ditambahkan pati dengan variasi komposisi pati 0%, 10%, 20%, 30%, 40%, 50% (b/b) terhadap massa awal kitosan yang ditambahkan. Bioplastik dengan komposisi kitosan-pati optimum selanjutnya ditambahkan gliserol dengan variasi 0, 5, 10 ml. Dilanjutkan penambahan ZnO, dilakukan variasi 1%, 3%, 5% (b/b) terhadap massa awal kitosan pada bioplastik dengan komposisi kitosan-pati-gliserol optimum.



**Gambar 1.** Pengaruh Komposisi Kitosan terhadap *Tensile Strength* dan *Elongation*

Semua bahan dicampur, dihomogenkan, dicetak pada cawan petri lalu dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 70 °C. *Film* bioplastik yang telah terbentuk pada cawan petri direndam dalam larutan NaOH 4% (b/v). Setelah *film* bioplastik terlepas dari cetakan, selanjutnya dialiri

dengan air dan dikeringkan pada suhu ruang. *Film* bioplastik dikarakterisasi dengan pengujian sifat mekanik (*tensile strength* dan *elongation*), % *swelling*, WVTR (*Water Vapor Transmission Rate*), serta analisa gugus fungsi utama dengan menggunakan FTIR.

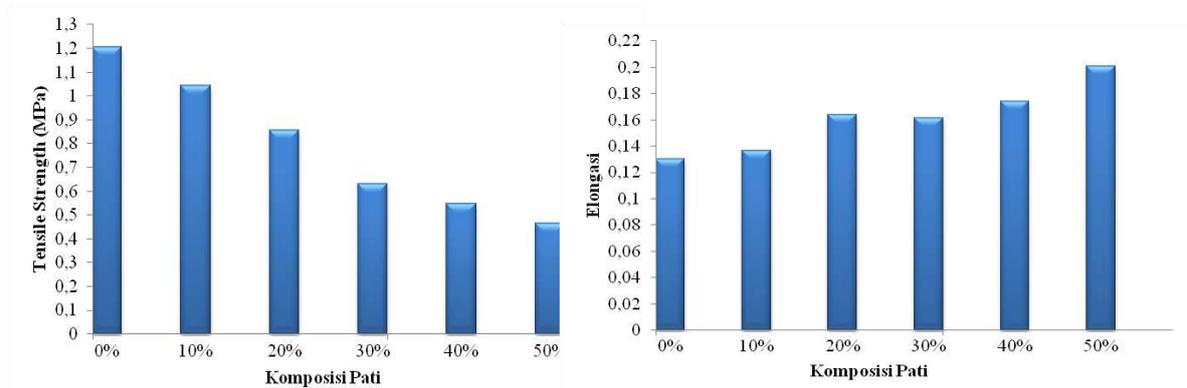
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh variasi komposisi kitosan, pati kulit pisang kepok, gliserol, dan ZnO terhadap nilai *Tensile Strength* dan *Elongation at break* bioplastik

Melalui Gambar 1 di atas dapat dilihat bahwa semakin besar komposisi kitosan maka nilai *tensile strength* bioplastik akan meningkat namun nilai *elongation* akan menurun. Kitosan 4% memiliki nilai *tensile strength* tertinggi sebesar 1,212 MPa sehingga diambil sebagai komposisi kitosan optimum dengan pertimbangan kitosan memiliki sifat sebagai penguat.

Konsentrasi kitosan terlarut mempengaruhi banyaknya interaksi hidrogen baik inter maupun

intramolekuler dalam kitosan. Selain itu, kitosan memiliki struktur rantai polimer yang linier, dimana struktur rantai linier cenderung membentuk fasa kristalin karena mampu menyusun molekul polimer yang teratur. Fasa kristalin dapat memberikan kekuatan, kekakuan, dan kekerasan namun juga menyebabkan *film* bioplastik menjadi lebih getas sehingga mudah putus atau patah. Sesuai dengan teori tersebut, hasil penelitian menunjukkan kecenderungan nilai *tensile strength* meningkat dan *elongation at break* menurun seiring bertambahnya komposisi kitosan



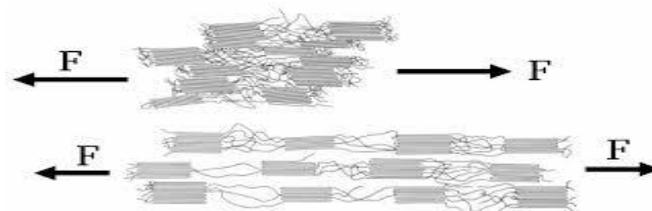
**Gambar 2.** Pengaruh Komposisi Pati Terhadap *Tensile Strength* dan *Elongation at break*

Peningkatan konsentrasi pati dalam bioplastik dapat menurunkan nilai *tensile strength* namun meningkatkan nilai *elongation at break*. Gambar 2 menunjukkan bahwa bioplastik tanpa penambahan pati memiliki nilai *tensile strength* tertinggi sebesar 1,206 MPa, sedangkan bioplastik dengan penambahan 50% pati memiliki nilai *elongation at break* tertinggi sebesar 0,2. Penelitian Wardhana dan Okky (2015) menunjukkan hasil yang serupa dimana penambahan kadar pati menyebabkan nilai *tensile strength* meningkat hingga 51,08% dan peningkatan *elongation at break* hingga 48%.

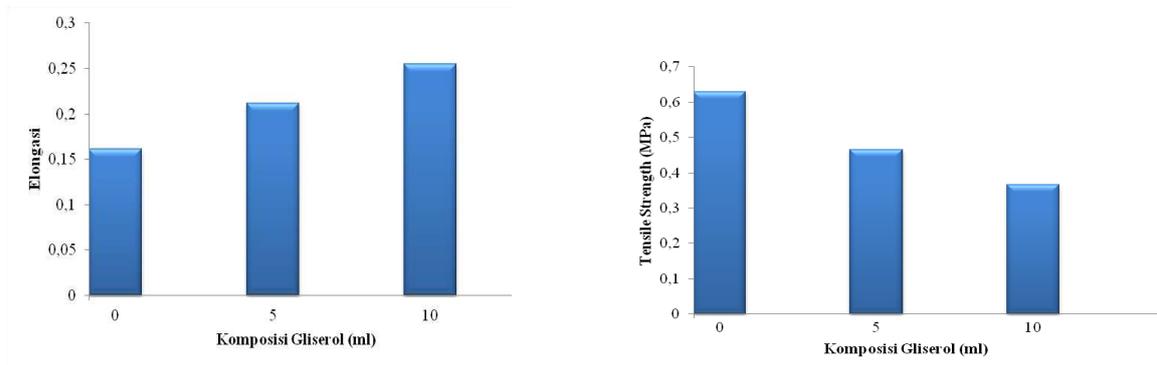
Terdapat 2 komponen penyusun utama dalam pati, yaitu amilosa yang struktur rantainya linier dan amilopektin yang struktur rantainya bercabang. Struktur bercabang ini mempunyai kecenderungan membentuk struktur amorf. Ketika *film* bioplastik diberikan beban tarik, elongasi diawali dari bagian amorf, dimana fasa amorf akan tertarik dan

meregang membentuk susunan sejajar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 3. Dengan demikian, amilopektin pada pati dapat memperbesar elongasi dan membuat *film* bioplastik mudah meregang walaupun hanya diberikan kekuatan tarik yang kecil.

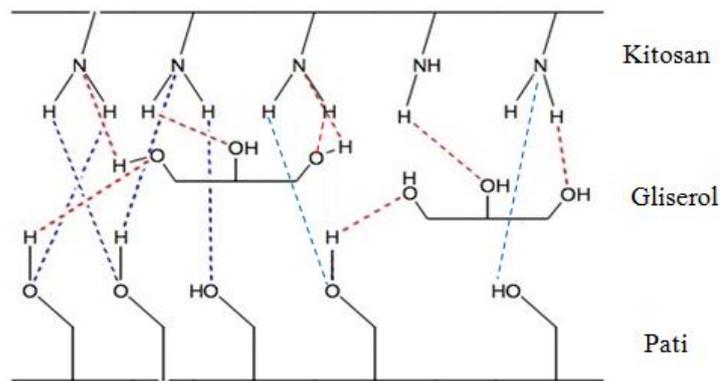
Dari Gambar 4 terlihat bahwa nilai *tensile strength* sebesar 0,63 MPa pada variasi yang tidak ditambahkan gliserol dan *elongation at break* tertinggi sebesar 0,255 pada variasi penambahan 10ml gliserol. Gliserol yang berfungsi sebagai *plasticizer* ini akan terletak diantara rantai biopolimer sehingga jarak antar kitosan dan pati akan meningkat. Hal ini membuat ikatan hidrogen antara kitosan-pati berkurang dan digantikan menjadi interaksi hidrogen antara kitosan-gliserol dan gliserol-pati sesuai dengan ilustrasi pada Gambar 5, dengan demikian bioplastik akan semakin elastis sehingga elongasi cenderung meningkat walau ditarik dengan tekanan yang kecil.



**Gambar 3.** Deformasi Material Saat Diberi Beban Tarik dan Terjadi Peregangan pada Fase Amorf



Gambar 4. Pengaruh Komposisi Gliserol Terhadap *Tensile Strength* dan *Elongation at break*

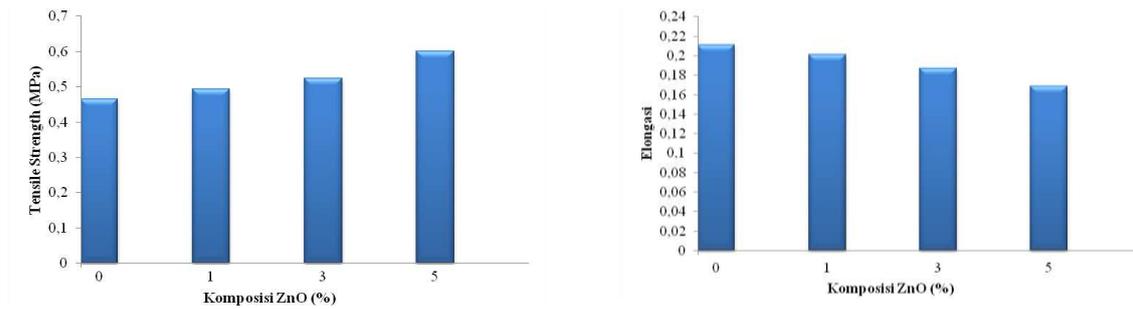


Gambar 5. Interaksi Hidrogen antara Kitosan-Gliserol-Pati

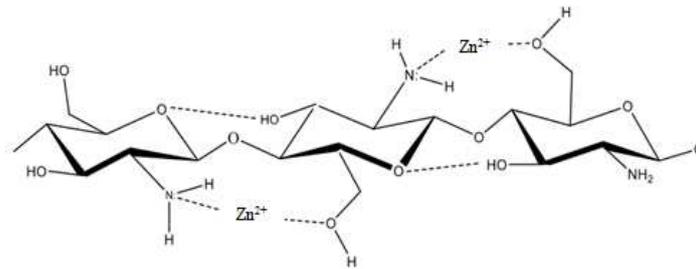
Berdasarkan teori tersebut, hasil penelitian menunjukkan kesesuaian dimana penambahan gliserol dapat membuat *film* bioplastik semakin elastis sehingga nilai *elongation at break* dapat meningkat namun *tensile strength* menurun.

Penambahan ZnO dilakukan dengan tujuan sebagai penguat. Nilai *tensile strength* tertinggi adalah sebesar 0,601 MPa pada penambahan 5% ZnO, dan *elongation at break* tertinggi sebesar 0,2 MPa pada variasi tanpa penambahan ZnO. Gambar 6 dapat dilihat bahwa penambahan ZnO menghasilkan nilai *tensile strength* yang semakin meningkat namun nilai *elongation at break* cenderung turun, dengan demikian diambil kitosan 4% - 30% pati – 5 ml Gliserol – 5% ZnO sebagai komposisi optimum penyusun bioplastik,

karena memiliki kekuatan yang paling optimum. Ikatan yang terjadi saat ditambahkan ZnO adalah ikatan kompleks logam-kitosan. Elektron bebas pada unsur O dan N dalam kitosan dapat berkoordinat membentuk ikatan-ikatan aktif dengan kation-kation logam seperti yang diilustrasikan pada Gambar 7. Meningkatnya nilai *tensile strength* pada *film* bioplastik disebabkan logam  $Zn^{2+}$  sebagai *filler* yang menjadi penghubung dan pengganti ikatan hidrogen intramolekul dan intermolekul yang hilang saat sudah ditambahkan pati dan gliserol. Menurut Purnawan, dkk. (2012) adanya logam dalam konsentrasi kecil mampu meningkatkan kristalinitas dari kitosan. Hal ini membuat *film* bioplastik semakin kuat tapi juga semakin getas.



Gambar 6. Pengaruh Komposisi ZnO Terhadap *Tensile Strength* dan *Elongation at break*



Gambar 7. Ikatan Logam dengan Kitosan

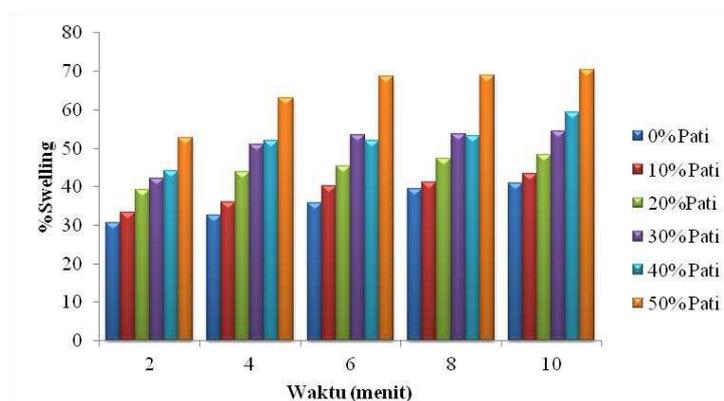
Sumber: Purnawan, dkk. (2012)

**Pengaruh variasi pati kulit pisang kepok, gliserol, dan ZnO terhadap %Swelling**

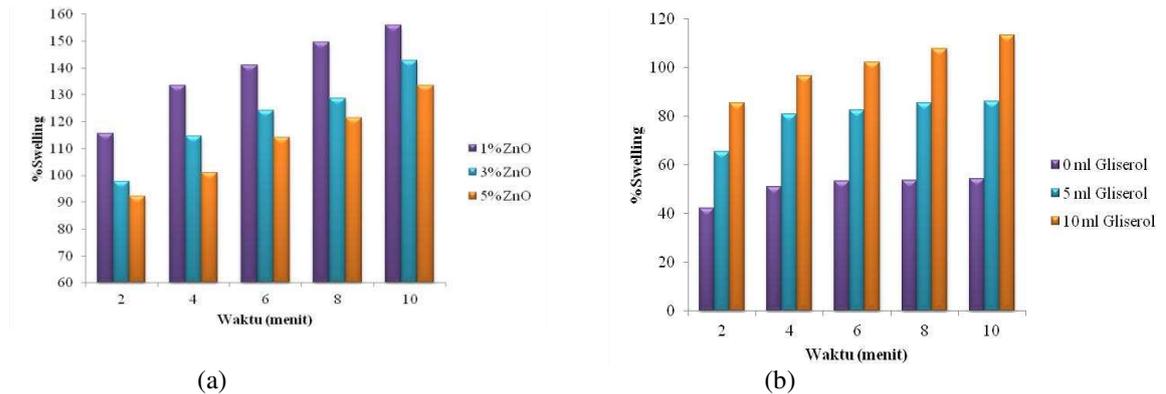
Uji *Swelling* pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui suatu bioplastik terhadap air. Semakin lama waktu pengamatan, semakin meningkat pula %*Swelling* yang diperoleh akibat adanya air yang berdifusi ke *film* bioplastik.

Gambar 8 memperlihatkan bahwa peningkatan komposisi menyebabkan %*swelling* semakin meningkat pula. Hal ini dikarenakan sifat pati yang hidrofilik sehingga mampu mengikat molekul air

dan dapat membentuk ikatan hidrogen antara pati dan air. Bioplastik dengan komposisi 0% pati masih mampu mengikat air. Hal ini disebabkan oleh adanya gugus hidroksil dari kitosan yang memungkinkan untuk berikatan dengan molekul air. Selain itu, bioplastik sebelum ditambahkan pati sudah mengandung gliserol dengan perbandingan kitosan:gliserol sebesar 3:1. Adanya kandungan gliserol tersebut membuat bioplastik tanpa kandungan pati mampu menyerap air.



Gambar 8. Pengaruh Komposisi Pati pada %*Swelling* Bioplastik Kitosan 4



Gambar 9. Pengaruh Penambahan Komposisi Zat Aditif Terhadap %Swelling Bioplastik

Kitosan 4% - 30% Pati, (a) Gliserol, (b) ZnO

Melalui Gambar 9a dan 9b dapat diketahui bahwa penambahan zat aditif gliserol memberi pengaruh pada %swelling yang berbanding terbalik dengan penambahan zat aditif ZnO. Semakin besar volume gliserol yang ditambahkan maka %swelling akan semakin besar, sedangkan semakin besar konsentrasi ZnO yang ditambahkan maka %swelling akan semakin kecil.

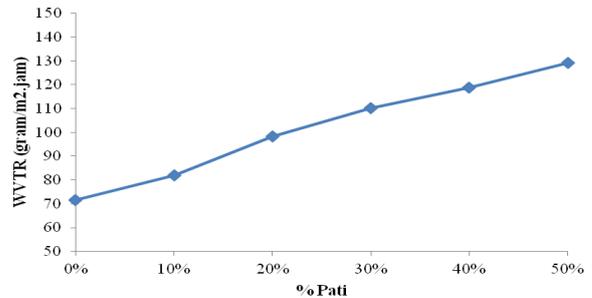
Gliserol bersifat higroskopis dan memiliki gugus -OH yang cukup banyak yang dapat berikatan dengan air melalui interaksi hidrogen. Hal ini menyebabkan film bioplastik memiliki daya serap air yang tinggi. Sedangkan, ZnO yang bersifat hidrofobik selain sebagai penguat juga berfungsi sebagai filler sehingga dapat menutupi rongga atau pori yang terdapat di permukaan film bioplastik. Hal ini membuat film bioplastik mengalami penurunan daya serap air.

**Pengaruh variasi pati kulit pisang kepok, gliserol, dan ZnO terhadap Water Vapor Transmission Rate (WVTR)**

Uji WVTR adalah salah satu uji yang menyatakan jumlah uap air yang dapat terlewat melalui lapisan film bioplastik. Sebuah film bioplastik diletakkan diatas wadah yang di dalamnya dimasukkan sejumlah silika gel (desikan) yang telah ketahui massa awalnya. Bioplastik direkatkan dengan mulut wadah menggunakan selotip untuk memastikan tidak ada celah. Disediakan pula wadah lain berisi air mendidih. Kedua wadah tersebut kemudian diletakkan dalam bejana tertutup selama beberapa waktu, yang kemudian dapat diketahui massa akhir dari desikan.

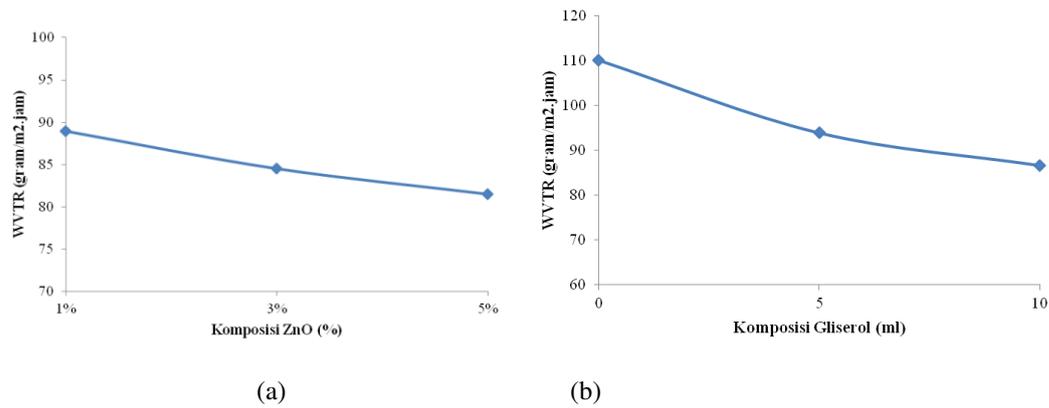
Pada variasi komposisi pati, nilai WVTR akan semakin besar seiring bertambahnya komposisi pati,

seperti yang ditunjukkan pada Gambar 10. Hal tersebut dapat disebabkan karena semakin banyaknya jumlah pati maka akan semakin banyak pula pori di permukaan film bioplastik, sehingga semakin banyak uap air yang dapat terlewat.



Gambar 10. Pengaruh Komposisi Pati Terhadap nilai WVTR Bioplastik Kitosan 4%

Nilai WVTR tertinggi adalah sebesar 129,3114 gram/m<sup>2</sup>.jam pada komposisi 50% pati dan terendah sebesar 71,6778 gram/m<sup>2</sup>.jam pada bioplastik tanpa penambahan pati. Gambar 11 memperlihatkan bahwa penambahan zat aditif pada bioplastik maka nilai WVTR akan semakin rendah. Semakin banyak gliserol maka semakin banyak air yang dapat terikat pada bioplastik. Hal ini dapat menyebabkan uap air tidak dapat melewati bioplastik dan terserap oleh desikan. Dapat disesuaikan dengan uji swelling dimana semakin banyak gliserol, semakin besar %swelling dari bioplastik, yang berarti molekul air memiliki interaksi yang kuat dengan film bioplastik. Penambahan ZnO juga menyebabkan penurunan nilai WVTR pada bioplastik. Hal ini dikarenakan sifat ZnO yang hidrofobik, sehingga uap air dapat lewat akan semakin rendah.

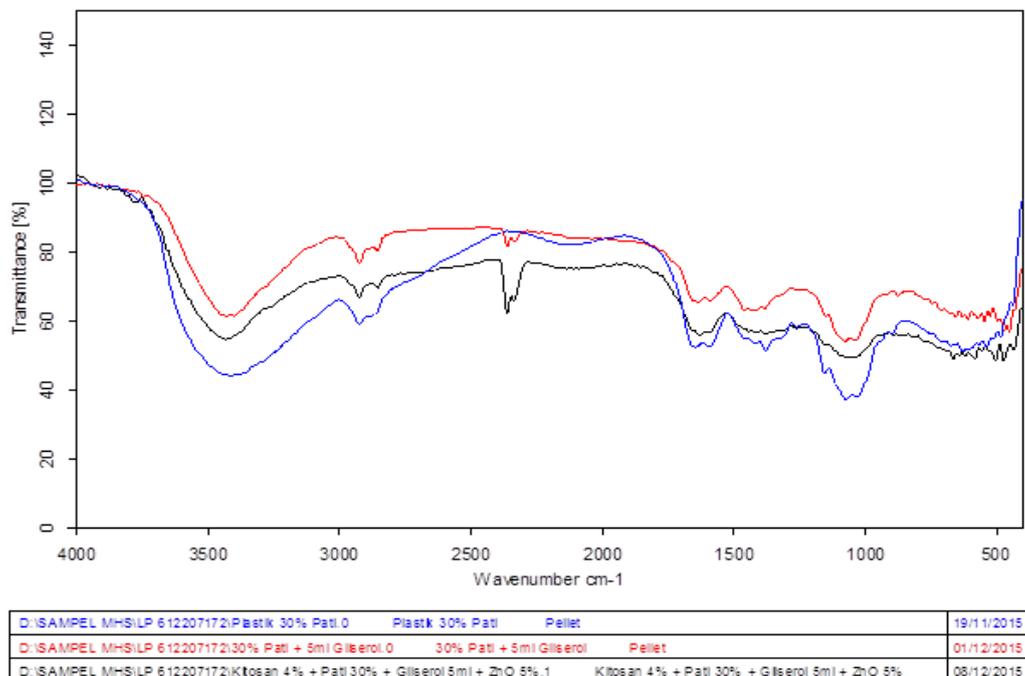


**Gambar 11.** Pengaruh Komposisi Zat Aditif Terhadap nilai WVTR Bioplastik Kitosan 4% - 30% Pati, (a) Gliserol, (b) ZnO

Apabila dibandingkan dengan penelitian Marbun (2012), nilai WVTR bioplastik dengan komposisi optimum pada penelitian kali ini bernilai lebih besar yaitu 81,5263 gram/m<sup>2</sup>.jam sedangkan pada penelitian Marbun hanya sebesar 4,581 gram.m<sup>2</sup>.jam. Hal tersebut dapat dikarenakan metode penelitian ini menggunakan air mendidih yang diletakkan pada bejana tertutup bersama-sama

dengan sampel, sehingga transmisi uap air yang melalui *film* bioplastik terjadi secara difusi paksa. Gambar 14 menunjukkan hasil FTIR sampel bioplastik dengan variasi komposisi optimum, dan melalui Tabel 1 menunjukkan bilangan gelombang yang terbaca pada hasil FTIR bahan-bahan baku penyusun bioplastik sekaligus sampel bioplastik yang tersintesa pada penelitian ini.

### Analisa FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)



**Gambar 14.** Hasil Pengujian FTIR Bioplastik

Tabel 1. Hasil analisa FTIR terhadap gugus utama bioplastik dan perbandingannya

Komponen	Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )			
	-OH	-CH	-NH	-ZnO
Kitosan	3382	2920	1657	-
Pati	3388	2929	-	-
Gliserol	3286	2880-2935	-	-
ZnO	3396	-	-	543-874
Kitosan 4% + 30% Pati	3412	2923	1644	-
Kitosan 4% + 30% Pati + 5ml Gliserol	3426	2922	1634	-
Kitosan 4% + 30% Pati + 5ml Gliserol + 5% ZnO	3431	2923	1632	585

Hasil FTIR menunjukkan bahwa bioplastik yang telah disintesis memiliki nilai panjang gelombang yang mirip dengan bahan baku penyusunnya.. Pada panjang gelombang yang terbaca, penambahan pati dan gliserol tidak menunjukkan terbentuknya gugus fungsi baru. Menurut Marbun (2012), proses pembuatan bioplastik kitosan-pati yang disertai penambahan aditif merupakan proses *blending* secara fisika. Hal ini juga dapat mempengaruhi nilai transmisi yang menurun pada setiap penambahan pati maupun gliserol, yang berarti tidak ada reaksi dan ikatan secara kimiawi antara kitosan-pati atau kitosan-pati-zat aditif.

Bioplastik yang dihasilkan memiliki gabungan gugus fungsi dari komponen penyusunnya, sehingga menyebabkan bioplastik yang dihasilkan masih memiliki sifat-sifat seperti komponen penyusunnya. Sifat-sifat tersebut meliputi kuat, mudah terurai, plastis, dan memiliki aktivitas antimikroba.

### SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dievaluasi, maka dapat disimpulkan antara lain: semakin tinggi komposisi kitosan, maka nilai dari *tensile strength* akan semakin tinggi, sedangkan untuk *elongation* akan menurun. Untuk komposisi pati, semakin banyak pati yang ditambahkan maka nilai dari *tensile strength* menurun, namun *elongation*, *%swelling*, dan nilai akan WVTR meningkat. Komposisi optimum untuk pembuatan bioplastik berbahan dasar kitosan dan kulit pisang Kepok dengan penambahan zat aditif gliserol dan seng oksida (ZnO) adalah kitosan 4% – 30% pati – 5 ml gliserol – 5% ZnO.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Surabaya yang telah memberi dukungan **financial** terhadap penelitian ini dan kepada Lengkang Janette serta Steven Hartanto yang telah membantu pelaksanaan riset.

### DAFTAR PUSTAKA

Adnan, Mohd. G., 2008. *Statistik Persampahan Domestik Indonesia*. Kementrian Negara Lingkungan Hidup, Jakarta.

Commission of the European Communities, 2000. *Green Paper: Environmental Issues of PVC*. Brussels.

Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001. *Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge, UK.

Kun, E. and Kalman Marossy, 2013. *Evaluation Methods of Antimicrobial Activity of Plastics*. Material Science Forum, Vol. 729, 430-435.

Mahatmanti, dkk., 2010. *Sintesis Kitosan dan Pemanfaatannya sebagai Anti Mikroba Ikan Segar*. Semarang.

Marbun, E. S., 2012. *Sintesis Bioplastik dari Pati Ubi Jalar Menggunakan Penguat Logam ZnO dan Penguat Alami Selulosa*. Skripsi, Universitas Indonesia.

Oey, E. W., & Cynthia D. W., 2014. *Sintesis Bioplastik dari Komposit Pati Garut – Kitosan*. Jurnal, Universitas Surabaya, Surabaya.

Yuana Elly Agustin, Karsono Samuel Padmawijaya: Sintesis bioplastik dari kitosan-pati kulit pisang kepok dengan penambahan zat aditif

- Purnawan, C., Wibowo, A. H., Samiyatun, (2012). *Kajian Ikatan Hidrogen dan Kristalinitas Kitosan Dalam Proses Adsorpsi Ion Logam Perak (Ag)*. Jurnal, Molekul, Vol.7, no. 2, 121-129. Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Wardhana, P. J., & Okky Sijayanti, 2015. *Sintesis Bioplastik dari Kitosan-Pati Pisang Kepok dengan Penambahan Zat Aditif*. Universitas Surabaya, Surabaya.
- Zivanovic, dkk., 2007. *Physical, Mechanical, and Antibacterial Properties of Chitosan / PEO Blend Films*. Tennessee.