

**PEMBUATAN PLASTIK *BIODEGRADABLE* DARI LIMBAH BONGGOL PISANG  
KEPOK DENGAN *PLASTICIZER* GLISEROL DARI MINYAK JELANTAH DAN  
KOMPOSIT KITOSAN DARI LIMBAH CANGKANG BEKICOT (*ACHATINA  
FULLICA*)**

**Indra Nafiyanto**

Laboratorium Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta  
Jl. Marsda Adi Sucipto Yogyakarta 55281 Telp +62-274-519739  
Email: indranafiyanto@yahoo.com

**ABSTRAK**

Penelitian tentang pembuatan plastik *biodegradable* dari limbah bonggol pisang kepok dengan *plasticizer* gliserol dari minyak jelantah dan komposit kitosan dari limbah cangkang bekicot (*Achatina Fullica*) telah dilakukan. Hasil uji karakteristik bioplastik dengan variasi kitosan dan variasi gliserol juga telah dilakukan. Berdasarkan hasil uji *tensile strength* untuk variasi kitosan dan gliserol dengan kuat tarik paling besar 3,7321Mpa adalah bioplastik A<sub>2</sub> dengan komposisi pati bonggol pisang kepok 5 g; kitosan 0,2 g dan gliserol 5 mL. Hasil uji *elongasi* untuk variasi kitosan dan gliserol paling besar 9,4243 % adalah bioplastik A<sub>1</sub> dengan komposisi pati pisang kepok 5 g; kitosan 0,2 g dan gliserol 2,5 mL. Peningkatan komposisi kitosan menyebabkan % *swelling* semakin menurun, sedangkan semakin besar volume gliserol yang ditambahkan maka % *swelling* akan semakin besar. Nilai WVTR akan semakin menurun seiring bertambahnya komposisi kitosan dan gliserol. Semakin meningkatnya konsentrasi kitosan maka bioplastik akan lebih sulit untuk didegradasi, sedangkan semakin meningkatnya konsentrasi gliserol maka sampel bioplastik makin mudah dan cepat untuk didegradasi. Hasil FTIR menunjukkan bahwa bioplastik yang telah disintesis memiliki nilai panjang gelombang yang mirip dengan bahan baku penyusunnya 3425,58 (-OH); 2931,8(-CH); 1635,64 (-NH).

Kata kunci: *Biodegradable, plasticizer, komposit, gliserol, kitosan*

**ABSTRACT**

Research on the manufacture of biodegradable plastic from kepok banana weevil with glycerol plasticizers from used cooking oil and chitosan composites from the waste of snail shells (*Achatina Fullica*) was carried out. Bioplastics characteristic test results with variations in chitosan and glycerol variations have also been carried out. Based on the results of tensile strength test for the variation of chitosan and glycerol with the greatest tensile strength of 3,7321 MPa, bioplastics A<sub>2</sub> with the composition of kepok 5 g banana starch; chitosan 0,2 g and glycerol 5 mL. The elongation test results for the most variation of chitosan and glycerol were 9,4243% are A<sub>1</sub> bioplastics with the composition of kepok 5 g banana starch; chitosan 0,2 g and glycerol 2,5 mL. Increasing the composition of chitosan causes% swelling to decrease, while the greater the volume of glycerol added, the greater the swelling%. WVTR value will decrease with increasing composition of chitosan and glycerol. The increasing concentration of chitosan, the bioplastics will be more difficult to degenerate, while the higher the concentration of glycerol, the bioplastics sample will be easier and faster to be demoted. FTIR results indicate that synthesized bioplastics have a wavelength value similar to the constituent raw material 3425,58 (-OH); 2931,8 (-CH); 1635,64 (-NH).

Keywords: *Biodegradable, plasticizers, composites, glycerol, chitosan*

**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 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.

Plastik banyak dimanfaatkan dalam berbagai keperluan manusia, mulai dari keperluan rumah tangga hingga keperluan industri. Plastik banyak digunakan sebagai pembungkus karena bentuknya yang elastis, berbobot ringan tetapi kuat, tidak mudah pecah, bersifat transparan, dan tahan air. Namun, pada kenyataannya plastik dapat menimbulkan dampak negatif. Sampah plastik dapat mencemari lingkungan karena membutuhkan waktu hingga ratusan tahun agar dapat terurai dan menghasilkan dioksin ketika dibakar (Anonim, PPLH, 2007).

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dibutuhkan alternatif plastik ramah lingkungan (*biodegradable*) yang berasal dari bahan yang dapat terurai di lingkungan, tersedia di alam dalam jumlah besar, dan dapat menghasilkan produk berkekuatan sama dengan plastik sintetik (Darni dkk., 2008). Pengembangan plastik *biodegradable* merupakan salah satu solusi untuk memecahkan masalah terhadap dampak negatif yang disebabkan plastik sintetik. Plastik *biodegradable* dapat dihasilkan melalui beberapa cara, salah satunya adalah biosintesis menggunakan bahan yang mengandung pati atau selulosa (Flieger et al, 2003).

Plastik *biodegradable* adalah plastik yang dapat digunakan layaknya seperti plastik konvensional, namun akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi hasil akhir air dan gas karbondioksida setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan. Karena sifatnya yang dapat kembali ke alam, plastik *biodegradable* merupakan bahan plastik yang ramah terhadap lingkungan (A.Rasyidi, 2012).

Bonggol pisang memiliki komposisi 76% pati, 20% air, sisanya adalah protein dan vitamin. Bonggol pisang dapat dimanfaatkan untuk diambil patinya, pati ini menyerupai pati tepung sagu dan tepung tapioka (Yuanita dkk., 2008). Bonggol pisang kepek dipilih karena berdasarkan hasil penelitian terhadap kandungan pati dari berbagai varietas bonggol pisang (varietas kepek, raja, mahuli, susu dan ambon), ternyata tepung bonggol pisang terbaik diperoleh dari varietas kepek. Tepung bonggol pisang kepek memberikan kualitas terbaik dengan kadar air lebih rendah yaitu 0,98%, dan kemampuan daya serap air yang lebih tinggi sebesar 253,33% (Saragih, 2013).

Pada proses pembuatan plastik *biodegradable* perlu ditambahkan *plasticizer* agar plastik yang dihasilkan lebih elastis, fleksibel dan tahan terhadap air (Darni dkk, 2008). Penambahan gliserol bertujuan untuk memperbaiki sifat fisik, sifat mekanik dan melindungi plastik dari mikroorganisme yang dapat merusak plastik. Gliserol dapat diperoleh dari minyak jelantah melalui proses transesterifikasi (Bourtoom, 2008).

Plastik *biodegradable* mempunyai kelemahan karena mudah rusak sehingga perlu ditambahkan pengawet. Salah satu pengawet dari bahan alam adalah kitosan. Kitosan merupakan modifikasi protein dari kitin yang ditemukan pada kulit udang, cangkang bekicot, kepiting, lobster dan serangga. Kitosan mempunyai sifat yang baik untuk dibentuk menjadi plastik dan mempunyai sifat antimikrobakterial (Dutta dkk, 2009). Kitosan juga mudah terdegradasi dan mudah digabungkan dengan material lainnya (Sanjaya dan Puspita; 2011). Cangkang bekicot (*Achatina fullica*) mengandung zat kitin sekitar 70% -80% sedangkan dalam udang terdapat kitin sebanyak 15% - 20% dan rajungan 20% -30% (Srijanto, 2003).

Penelitian tentang pembuatan plastik *biodegradable* dari pati yang berasal dari sumber-sumber yang berbeda telah dilakukan, tetapi plastik *biodegradable* yang berasal dari bonggol pisang kepok dengan penambahan *plasticizer gliserol* dari minyak jelantah serta komposit kitosan dari limbah cangkang bekicot serta optimasinya belum pernah dilakukan. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian ini sebagai implementasi program *green chemistry* agar lingkungan tetap terjaga kelestariannya dengan penggunaan plastik *biodegradable*.

## **BAHAN DAN METODE**

### **Bahan**

Bonggol pisang kepok, minyak jelantah, cangkang bekicot, asam sitrat, HCl, asam asetat, aquades, kertas saring, kain bersih, tisu, label, tali, papan akrilik, plastik.

### **Alat**

Peralatan gelas, neraca analitik, hotplate magnetik stirer, blender, oven, saringan.

### **Metode**

#### **1. Pembuatan Pati dari bonggol pisang**

Pembuatan pati bonggol pisang dengan cara memisahkan bonggol pisang dari batangnya, dicacah dan direndam ke dalam larutan asam sitrat 50% (w/v) selama 10 menit. Bonggol pisang dipanaskan di bawah terik matahari dan direndam di dalam air sehingga mudah hancur ketika diblender. Bubur tersebut disaring dan diperoleh endapan. Selanjutnya pati dikeringkan di bawah panas matahari dan ditumbuk menjadi serbuk.

#### **2. Pembuatan Gliserol dari Minyak Jelantah**

Gliserol diperoleh dengan reaksi transesterifikasi dari minyak jelantah dengan KOH dan metanol.

#### **3. Pembuatan Kitosan dari Cangkang bekicot**

Kitosan diperoleh dari cangkang bekicot secara dua tahap, yaitu isolasi kitin dari limbah cangkang bekicot (*Achatina fulica*) dan deasetilasi kitin menjadi kitosan menggunakan pelarut NaOH dan HCl.

#### **4. Pembuatan Plastik Biodegradable dengan Variasi Gliserol dan Kitosan**

Pembuatan plastik *biodegradable* menggunakan metode *melt intercalation*. Pembuatan film plastik *biodegradable* dilakukan tanpa menggunakan kitosan dan dengan penguat kitosan. Pada pembuatan film plastik tanpa penguat kitosan dilakukan dengan melarutkan pati bonggol pisang terlebih dahulu ke dalam asam asetat glasial. Kemudian dilakukan pengadukan dengan menggunakan stirrer. Gliserol kemudian ditambahkan ke dalam campuran pati bonggol pisang dan asam asetat glasial setelah pati bonggol pisang tergelatinisasi. Pati bonggol pisang tergelatinisasi pada suhu 70°C-83°C dan lama waktu gelatinisasi adalah 25 menit. Setelah itu larutan tersebut diturunkan suhunya sampai di bawah 50 °C lalu dicetak di atas plat akrilik berukuran 20x30 cm. Kemudian dikeringkan dengan oven selama 2 jam dengan suhu 60°C. Pembuatan film plastik *biodegradable* dengan penguat kitosan dilakukan dengan melarutkan kitosan terlebih dahulu ke dalam asam asetat glasial. Kitosan larut dengan sempurna di dalam asam asetat glasial dengan pengadukan menggunakan stirrer selama 30 menit. Larutan kitosan yang diperoleh berwarna putih bening dan terdapat gelembung-gelembung udara akibat pengadukan. Setelah kitosan larut ditambahkan pati bonggol pisang yang telah dilarutkan dengan asam asetat glasial pada suhu 70°C-83°C. Hal ini karena suhu gelatinisasi dari pati bonggol pisang adalah 70°C – 83°C dan lama waktu 25 menit. Campuran harus selalu dijaga suhunya dengan pengukuran menggunakan termometer agar tidak terjadi pecah granula pati. Kemudian ditambahkan gliserol sebagai pemplastis. Setelah semua bahan tercampur, dilakukan

pengadukan selama 1 jam agar larutan homogen. Setelah homogen larutan didiamkan pada suhu dibawah 50 °C, kemudian dicetak di atas plat akrilik. dan dikeringkan dengan oven selama 2 jam dengan suhu 60 °C. Biarkan pada suhu kamar selama 2 x 24 jam dan bioplastik siap dianalisa. Dengan cara yang sama pembuatan bioplastik dilakukan dengan variasi gliserol dan kitosan.

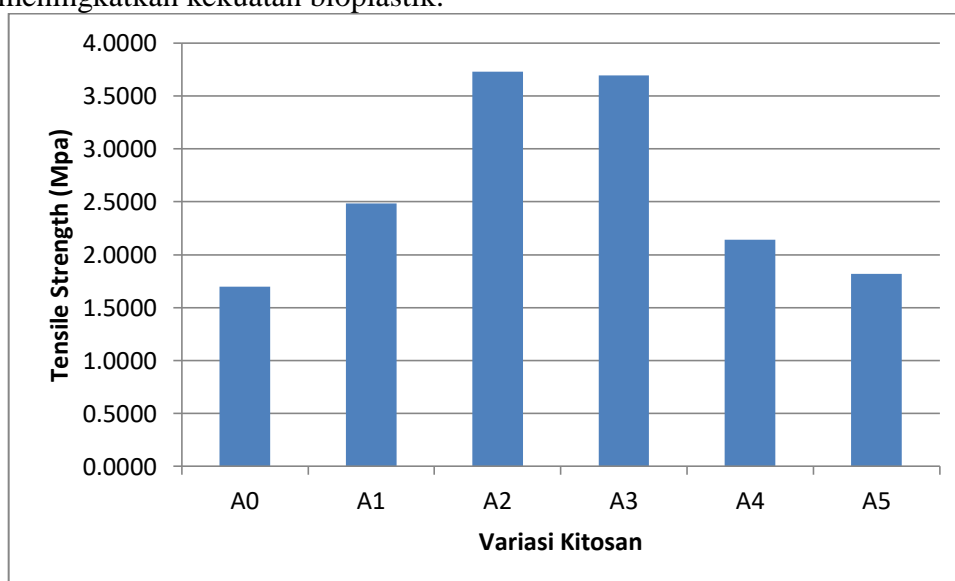
## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan bioplastik dari bonggol pisang kepok menggunakan metode *melt intercalation*, yaitu teknik inversi fasa dengan penguapan pelarut setelah proses pencetakan yang dilakukan pada plat akrilik. Metode pembuatan film plastik *biodegradable* ini didasarkan pada prinsip termodinamika larutan dimana keadaan awal larutan stabil kemudian mengalami ketidakstabilan pada proses perubahan fase (*demixing*), dari cair menjadi padat. Proses pematangannya (*solidifikasi*) diawali transisi fase cair satu ke fase dua cairan (*liquid-liquid demixing*) sehingga pada tahap tertentu fase (polimer konsentrasi tinggi) akan membentuk padatan. Pembuatan bioplastik berbahan dasar pati dari bonggol pisang kepok dengan penambahan gliserol dari minyak jelantah sebagai plasticizer dan kitosan dari kangkung bekicot sebagai komposit dilakukan dengan berbagai variasi.

Bioplastik dari pati bonggol pisang, gliserol dan kitosan yang telah dibuat dilakukan uji karakteristik atau uji mekanik. Uji karakteristik meliputi uji kuat tarik (*tensile strength*), elongasi, swelling, WVTR, biodegradasi dan FTIR.

### 1. Uji Kuat Tarik (*Tensile Strength* dan *Elongasi*)

Berdasarkan hasil uji *tensile strength* diperoleh hasil bahwa bioplastik yang ditambah kitosan ( $A_1 - A_5$ ) lebih besar nilai *tensile strength* nya dibandingkan bioplastik yang tanpa ditambah kitosan ( $A_0$ ). Hal ini membuktikan bahwa penambahan kitosan dapat meningkatkan kekuatan bioplastik.



Gambar 1. Grafik Hasil analisa *tensile strength* bioplastik bonggol pisang kepok

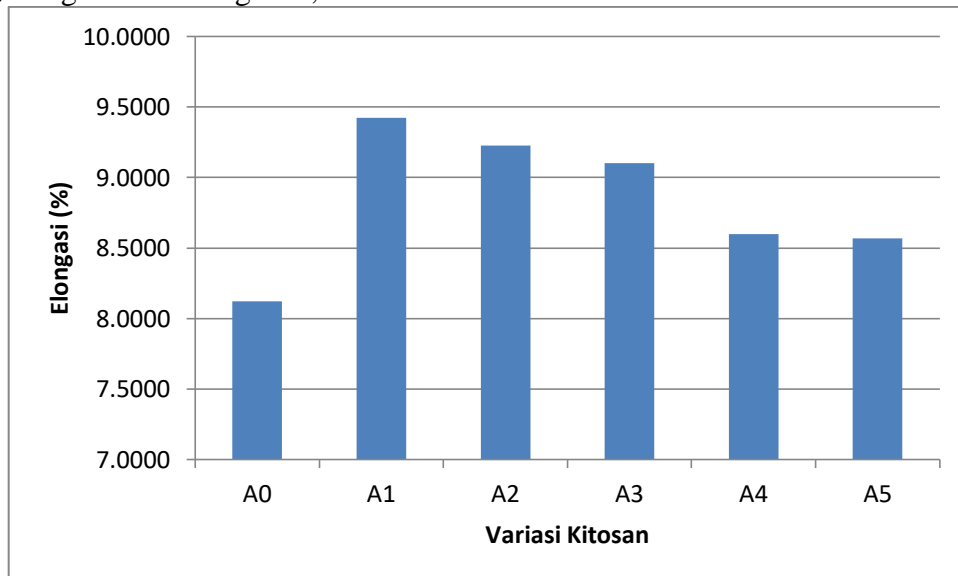
Dengan variasi kitosan, diperoleh hasil bahwa semakin banyak kitosan yang ditambahkan maka nilai *tensile strength* nya semakin meningkat sampai optimum pada penambahan 0,2 gram kitosan ( $A_2$ ). Kemudian nilai *tensile strength* menurun kembali pada penambahan 0,3 gram ( $A_3$ ) dan 0,4 gram kitosan ( $A_4$ ). Hal ini disebabkan komposisi kitosan dan pati sudah maksimal bercampur, sehingga ada kelebihan kitosan yang tidak bercampur sempurna. Perubahan sifat mekanik ini berhubungan dengan interaksi antara kitosan, pati dan gliserol.

Semakin besar konsentrasi kitosan maka akan semakin banyak ikatan hidrogen yang terdapat di dalam bioplastik sehingga ikatan kimia dari bioplastik akan semakin

kuat dan sulit untuk diputus, karena memerlukan energi yang besar untuk memutuskan ikatan tersebut. Hal itu disebabkan oleh partikel bioplastik banyak mengalami perubahan fisika. Sehingga bioplastik semakin homogen dan strukturnya rapat, dengan karakteristik tersebut tentunya kuat tarik semakin besar dan persentase elongasinya juga semakin besar. Plastik *biodegradable* dari kitosan diharapkan memenuhi sifat mekanik yang memenuhi golongan *Moderate Properties* untuk nilai kuat tarik yaitu 1-10 MPA (Ani, 2010).

Dalam penelitian ini, nilai kuat tarik dari bioplastik telah memenuhi golongan tersebut. Semakin banyaknya kitosan tanpa diimbangi penambahan komposisi pati dan gliserol menyebabkan tidak semua kitosan dapat bercampur sempurna sehingga nilai *tensile strength* setelah meningkat kemudian akan menurun lagi. Komposisi optimal untuk uji *tensile strength* diperoleh pada A<sub>2</sub> (pati 5 gram, gliserol 5 mL, kitosan 0,2 g) dengan kekuatan *tensile strength* 3,7321 M.Pa.

Berdasarkan grafik uji elongasi, dapat dilihat bahwa nilai elongasi bioplastik yang ditambahkan kitosan (A<sub>1</sub> – A<sub>5</sub>) lebih tinggi dibandingkan bioplastik tanpa kitosan (A<sub>0</sub>). Variasi kitosan yang ditambahkan ke dalam bioplastik berpengaruh terhadap penurunan nilai elongasi. Dengan semakin banyaknya kitosan yang ditambahkan nilai elongasi semakin menurun. Nilai elongasi paling besar diperoleh dengan penambahan kitosan 0,1 g (A<sub>1</sub>) dengan nilai elongasi 9,42%.

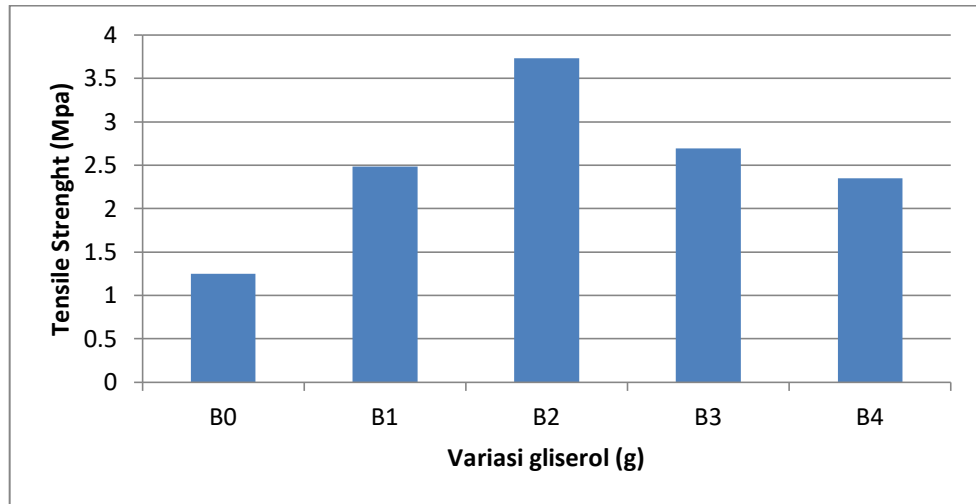


Gambar 2. Grafik 2 Hasil uji elongasi bioplastik bonggol pisang kepok

Elastisitas bioplastik ini disebabkan oleh semakin menurunnya jarak ikatan antarmolekulernya, karena titik jenuh telah terlampaui sehingga molekul-molekul pemplastis yang berlebih berada di dalam fase tersendiri di luar fase polimer dan akan menurunkan gaya intermolekul antar rantai, menyebabkan gerakan rantai lebih bebas sehingga fleksibilitas mengalami peningkatan (semakin elastis).

Konsentrasi kitosan terlarut mempengaruhi banyaknya interaksi hidrogen baik intermolekuler maupun intramolekuler dalam kitosan. Selain itu, kitosan memiliki struktur rantai polimer yang linier, di mana 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

Hasil uji daya tarik (*tensile strength* dan *elongation*) juga dilakukan pada bioplastik dengan variasi gliserol. Variasi gliserol juga mempengaruhi nilai *tensile strength* bioplastik. Pengaruh variasi gliserol dapat dilihat pada grafik berikut.

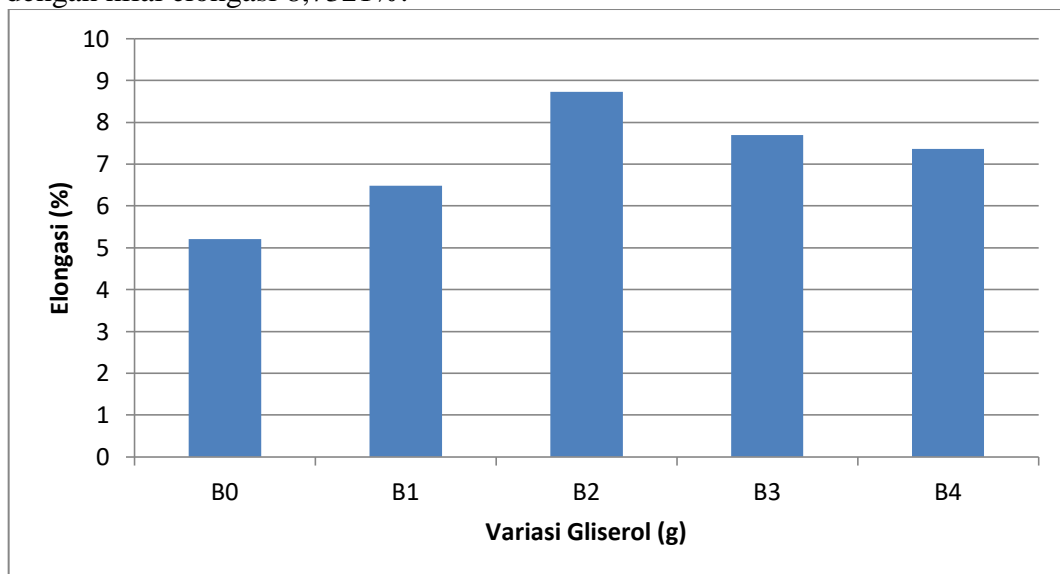


Gambar 3. Grafik Hasil uji tensile strenght bioplastik dengan variasi gliserol

Penambahan gliserol dengan variasi (B<sub>1</sub> – B<sub>4</sub>) menunjukkan nilai kuat tarik (*tensile strength*) lebih tinggi dibandingkan bioplastik tanpa gliserol (B<sub>0</sub>). Hasil kuat tarik (*tensile strength*) bioplastik mengalami kenaikan dengan bertambahnya gliserol dan setelah mencapai maksimum (B<sub>2</sub>), kuat tarik akan menurun (B<sub>3</sub> dan B<sub>4</sub>). Bioplastik tanpa gliserol (B<sub>0</sub>) mempunyai kuat tarik 1,2463 M.Pa. Penambahan gliserol 2,5mL (B<sub>1</sub>) menjadikan kuat tarik meningkat menjadi 2,4823 M.Pa. Bioplastik dengan gliserol 5 mL (B<sub>2</sub>) mempunyai kuat tarik terbesar yaitu 3,7321M.Pa. Penambahan konsentrasi gliserol 7,5 mL (B<sub>3</sub>) menyebabkan penurunan nilai kuat tarik menurun menjadi 2,6931 M. pa dan terakhir penambahan 10 mL gliserol (B<sub>4</sub>) menyebabkan kuat tariknya menurun lagi menjadi 2,3522 M.Pa.

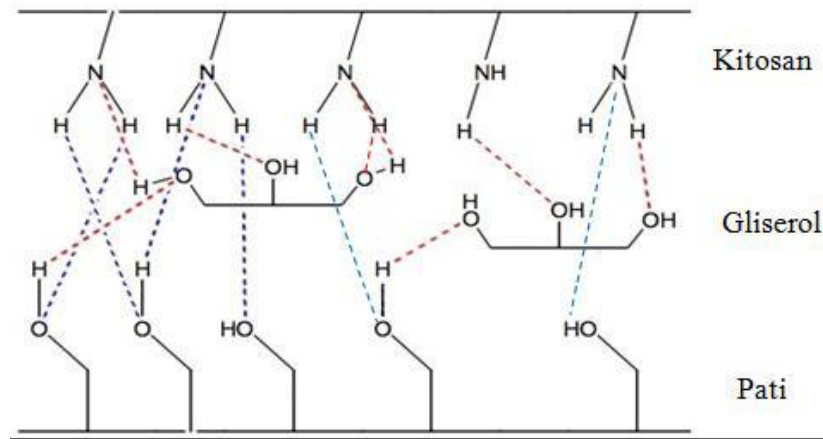
Dengan adanya penambahan gliserol (B<sub>1</sub> – B<sub>4</sub>) menunjukkan nilai elongasi lebih besar dibandingkan bioplastik tanpa gliserol (B<sub>0</sub>). Pada variasi gliserol, nilai elongasi tertinggi diperoleh pada penambahan 5 mL gliserol (B<sub>2</sub>) dengan komposisi pati bonggol pisang 5 gram dan kitosan 0,2 gram.

Penambahan gliserol yang makin banyak (B<sub>3</sub> dan B<sub>4</sub>) menyebabkan nilai elongasinya menurun. Hal ini dapat disebabkan komposisi gliserol sudah maksimum untuk bercampur dengan pati dan kitosan. Jadi, kondisi optimum bioplastik dengan variasi gliserol diperoleh pada variasi gliserol 5 mL, pati 5 gram dan kitosan 0,2 gram dengan nilai elongasi 8,7321%.



Gambar 4. Grafik Hasil uji elongasi bioplastik dengan variasi gliserol

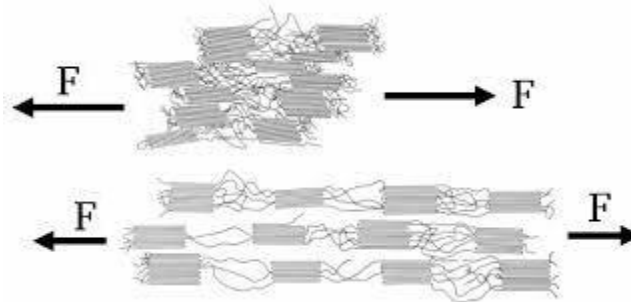
Interaksi antara gliserol, kitosan dan pati dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 5. Interaksi hidrogen antara kitosan-glislerol-pati

Berdasarkan gambar 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.

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-glislerol dan gliserol-pati sesuai dengan ilustrasi pada di atas, dengan demikian bioplastik akan semakin elastis sehingga elongasi cenderung meningkat walau ditarik dengan tekanan yang kecil.



Gambar 6. Deformasi material saat diberi beban tarik dan terjadi peregangan pada fase amorf

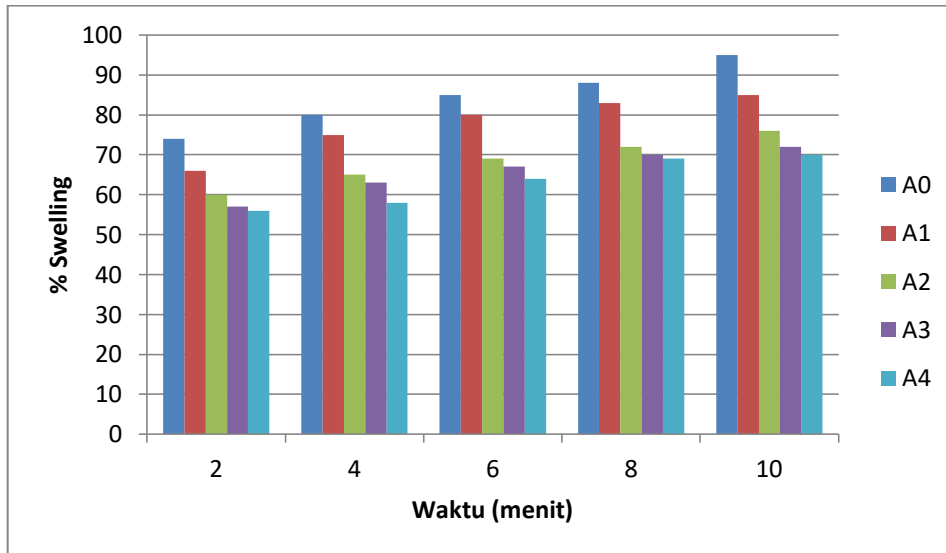
## 2. Uji Swelling (Ketahanan Bioplastik terhadap air)

Sifat ketahanan bioplastik terhadap air ditentukan dengan *uji swelling*, yaitu persentase pengembangan bioplastik oleh adanya air.

Tabel 4. Hasil uji swelling bioplastik dengan variasi kitosan

| Variasi Kitosan | Uji Swelling |         |         |         |          |
|-----------------|--------------|---------|---------|---------|----------|
|                 | % Swelling   |         |         |         |          |
|                 | 2 menit      | 4 menit | 6 menit | 8 menit | 10 menit |
| A <sub>0</sub>  | 74           | 80      | 85      | 88      | 95       |
| A <sub>1</sub>  | 66           | 75      | 80      | 83      | 85       |
| A <sub>2</sub>  | 60           | 65      | 69      | 72      | 76       |
| A <sub>3</sub>  | 57           | 63      | 67      | 70      | 72       |
| A <sub>4</sub>  | 56           | 58      | 64      | 69      | 70       |

Semakin lama waktu pengamatan, semakin meningkat pula % *swelling* yang diperoleh akibat adanya air yang berdifusi kedalam bioplastik. Analisa ini dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan dalam polimer serta tingkatan atau keteraturan ikatan dalam polimer yang ditentukan melalui persentase penambahan berat polimer setelah terjadi penyerapan air.



Gambar 7. Grafik Hasil uji swelling bioplastik dengan variasi kitosan

Grafik 5 menunjukkan bahwa peningkatan komposisi kitosan menyebabkan % *swelling* semakin menurun. Hal ini dikarenakan kitosan yang memiliki sifat hidrofobik dan tak larut di dalam air. Jadi semakin besar konsentrasi kitosan, maka % swellingnya semakin kecil dibanding variabel kitosan lainnya. Sifat menyerap air pada bioplastik juga dapat terlihat pada struktur morfologi dari bioplastik yang memiliki banyak rongga yang berfungsi untuk menyerap kandungan air. Pada grafik terlihat % *swelling* yang paling optimum pada variasi kitosan A<sub>1</sub> (kitosan 0,1 g; gliserol 5 mL, pati 5 gram) sebesar 85%.

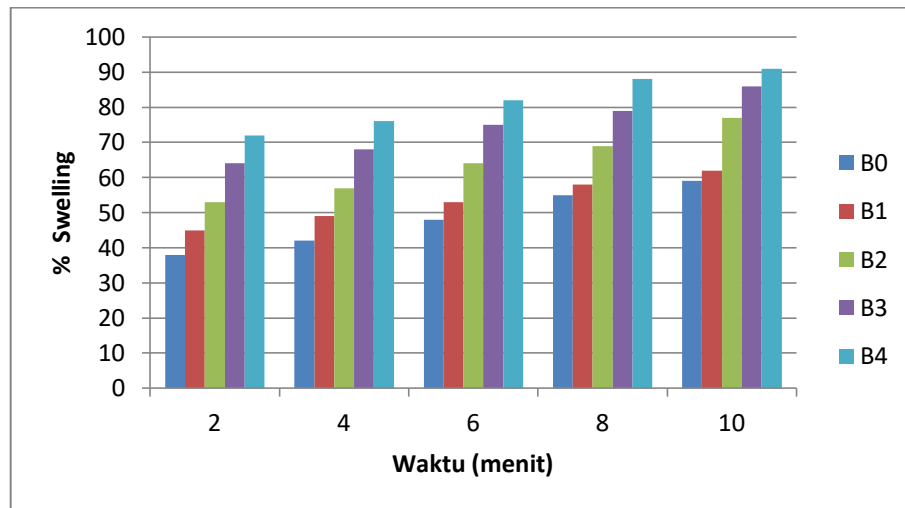
Uji *swelling* juga dilakukan pada bioplastik dengan variasi gliserol. Pada bioplastik dengan variasi gliserol diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil uji swelling bioplastik dengan variasi gliserol

| Uji Swelling     |                        |         |         |         |          |
|------------------|------------------------|---------|---------|---------|----------|
| Variasi Gliserol | Hasil Uji Swelling (%) |         |         |         |          |
|                  | 2 menit                | 4 menit | 6 menit | 8 menit | 10 menit |
| B <sub>0</sub>   | 38                     | 42      | 48      | 55      | 59       |
| B <sub>1</sub>   | 45                     | 49      | 53      | 58      | 62       |
| B <sub>2</sub>   | 53                     | 57      | 64      | 69      | 77       |
| B <sub>3</sub>   | 64                     | 68      | 75      | 79      | 86       |
| B <sub>4</sub>   | 72                     | 76      | 82      | 88      | 91       |

Melalui gambar tersebut dapat diketahui bahwa penambahan gliserol memberi pengaruh pada % *swelling*. Semakin besar volume gliserol yang ditambahkan maka % *swelling* akan semakin besar.





Gambar 8. Grafik Hasil uji swelling bioplastik dengan variasi gliserol

Gliserol bersifat higroskopis dan memiliki gugus -OH yang cukup banyak sehingga dapat berikatan dengan air melalui interaksi hidrogen. Hal ini menyebabkan bioplastik memiliki daya serap air yang tinggi. Melalui grafik di atas dapat dilihat sifat ketahanan film plastik terhadap air. Analisa ini dilakukan untuk mengetahui terjadinya ikatan dalam polimer serta tingkatan atau keteraturan ikatan dalam polimer yang ditentukan melalui persentase penambahan berat polimer setelah terjadi penyerapan air. Hubungan antara konsentrasi kitosan dan gliserol dengan % swelling dari masing-masing sampel dapat dilihat pada Grafik 6. Pada grafik menunjukkan % swelling yang paling optimum dengan waktu 10 menit pada variasi B<sub>2</sub> (gliserol 10 mL, kitosan 0,2 gram dan pati 5 gram) yaitu besar 91%.

### 3. Uji WVTR

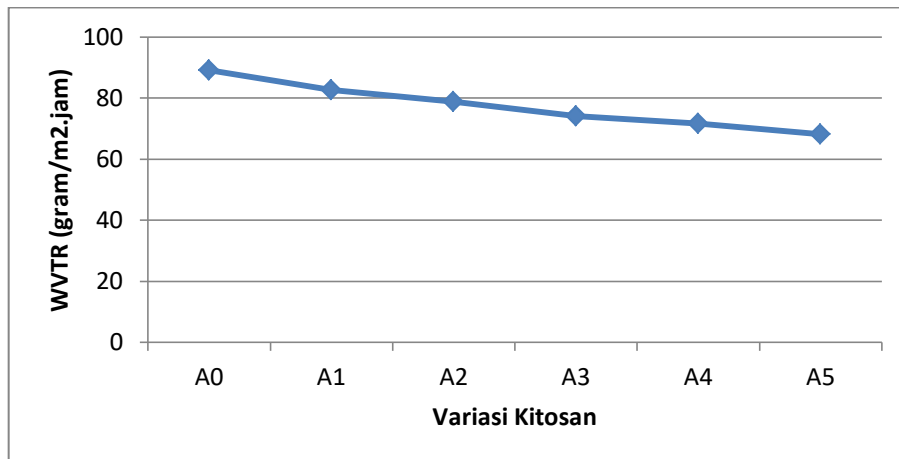
Uji WVTR adalah salah satu uji yang menyatakan jumlah uap air yang dapat terlewat melalui lapisan bioplastik. Sebuah bioplastik diletakkan di atas wadah yang di dalamnya dimasukkan sejumlah silika gel (desikan) yang telah ketahuinya massa awalnya. Bioplastik direkatkan dengan mulut wadah menggunakan 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.

Tabel 6. Hasil uji WVTR bioplastik dengan variasi kitosan

| Uji WVTR        |            |
|-----------------|------------|
| Variasi Kitosan | Hasil WVTR |
| A <sub>0</sub>  | 89,2371    |
| A <sub>1</sub>  | 82,7656    |
| A <sub>2</sub>  | 78,9034    |
| A <sub>3</sub>  | 74,1052    |
| A <sub>4</sub>  | 71,6293    |
| A <sub>5</sub>  | 68,2512    |

Pada tabel tersebut, bioplastik tanpa kitosan (A<sub>0</sub>) memiliki nilai WVTR lebih besar dibandingkan dengan bioplastik yang ditambahkan kitosan (A<sub>1</sub> - A<sub>5</sub>). Pada bioplastik dengan variasi kitosan, nilai WVTR akan semakin menurun dengan bertambahnya komposisi kitosan. Hal tersebut dapat disebabkan karena semakin banyaknya jumlah kitosan, maka akan semakin sedikit pula pori-pori di permukaan bioplastik. Hal ini menyebabkan semakin sedikit uap air yang dapat melewati bioplastik. Nilai WVTR

dengan variasi kitosan tertinggi adalah sebesar 89,2371 gram/m<sup>2</sup>.jam pada variasi A<sub>1</sub> (komposisi 5 gram pati, 0,1 gram kitosan dan 5 mL gliserol).



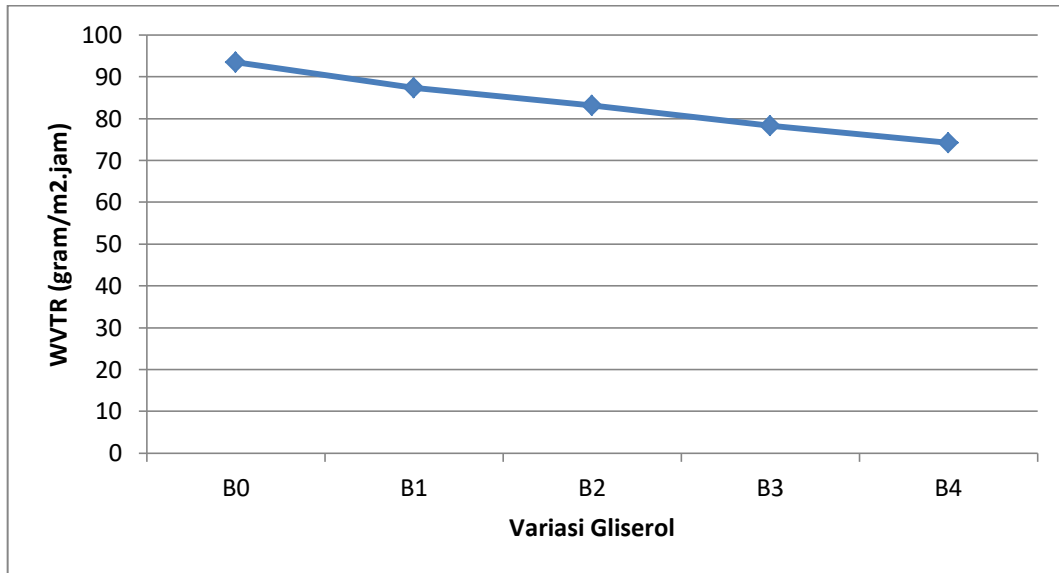
Gambar 9. Grafik Hasil uji WVTR bioplastik dengan variasi kitosan

Uji WVTR juga dilakukan pada bioplastik dengan variasi gliserol. Bioplastik yang tanpa penambahan gliserol (B<sub>0</sub>) mempunyai nilai WVTR lebih besar dibandingkan dengan penambahan gliserol (B<sub>1</sub> - B<sub>4</sub>).

Tabel 7. Hasil uji WVTR bioplastik dengan variasi gliserol

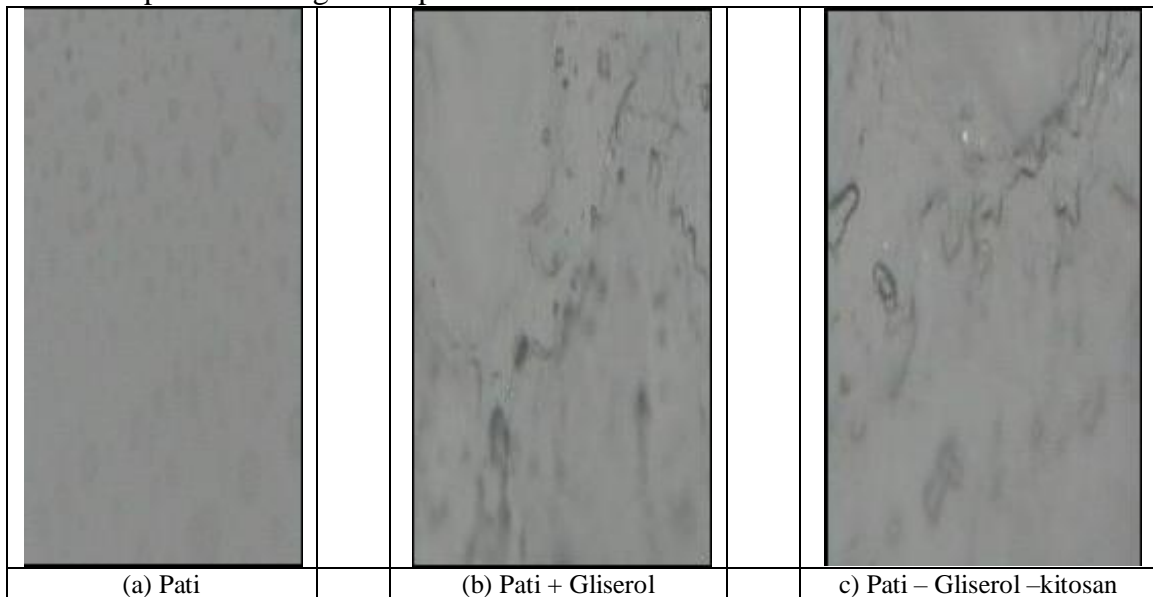
| Uji WVTR         |                                       |
|------------------|---------------------------------------|
| Variasi Gliserol | Hasil WVTR (gram/m <sup>2</sup> .jam) |
| B <sub>0</sub>   | 93,5271                               |
| B <sub>1</sub>   | 87,3863                               |
| B <sub>2</sub>   | 83,1089                               |
| B <sub>3</sub>   | 78,2761                               |
| B <sub>4</sub>   | 74,1982                               |

Pada Tabel 7 dan Grafik 8 menunjukkan bahwa penambahan gliserol 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 bioplastik. Nilai WVTR dengan variasi kitosan tertinggi adalah sebesar 87,3863 gram/m<sup>2</sup>.jam pada variasi B<sub>1</sub> dengan komposisi 5 gram pati; 0,1 gram kitosan dan 2,5 mL gliserol.



**Gambar 10.** Grafik Hasil uji WVTR bioplastik dengan variasi gliserol

Melalui gambar di bawah ini dapat dilihat struktur morfologi dari variasi bioplastik Gambar (a) menunjukkan struktur permukaan plastik yang tidak memiliki titik-titik putih karena pati larut dengan sempurna.



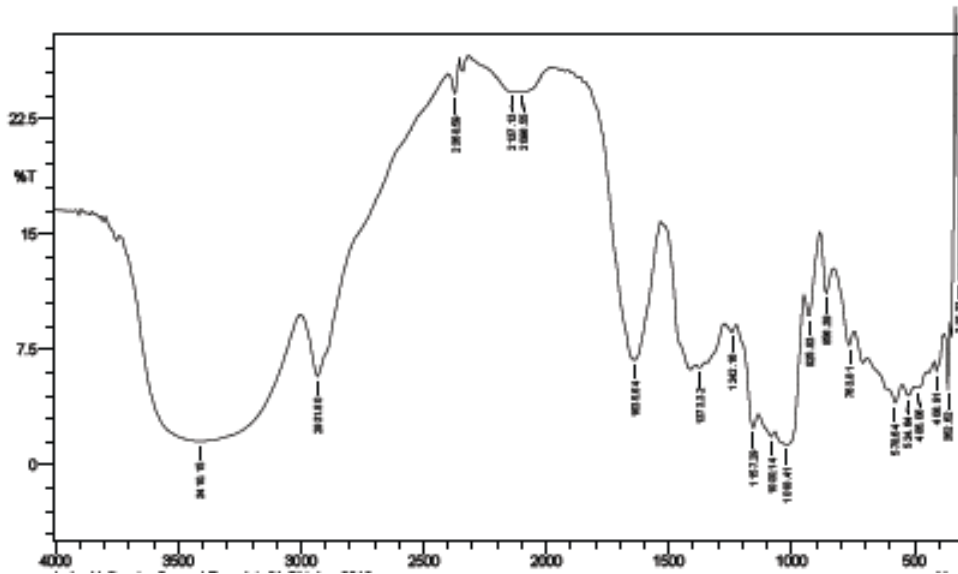
**Gambar 11.** Struktur morfologi bioplastik

Pada gambar (b) terlihat adanya gelembung-gelembung kecil yang tersebar pada permukaan bioplastik. Hal ini menunjukkan penyebaran gliserol yang tidak merata pada permukaan bioplastik. Gelembung yang tersebar pada permukaan bioplastik sangat banyak. Gelembung tersebut menyebabkan permukaan bioplastik menjadi tidak halus. Pada gambar (c) dapat dilihat titik-titik putih yang terlihat pada gambar dengan penguat kitosan menggambarkan distribusi ukuran partikel kitosan. Pada gambar (c) terdapat gumpalan putih agak besar. Hal ini mengindikasikan bahwa partikel kitosan mengalami aglomerasi mengelompok sehinggamenyebabkan distribusi kitosan di dalam lapisanfilm tidak tersebar secara merata. Hal tersebut disebabkan tidak adanya tenaga yang cukup kuat seperti proses pemanasan dan pengadukan antara kitosan dan pati yang menyebabkan penyebaran kitosan tidak merata. Jika terdapat tenaga yang kuat seperti pengadukan yang baik selama proses pencampuran pada suhu gelatinisasi dan transisi *glass* akan dengan mudah menggabungkan partikel-partikel kitosan yang tidak saling larut ke dalam pati sehinggamenyebabkan distribusi kitosan yang tersebar dengan baik. Dengan

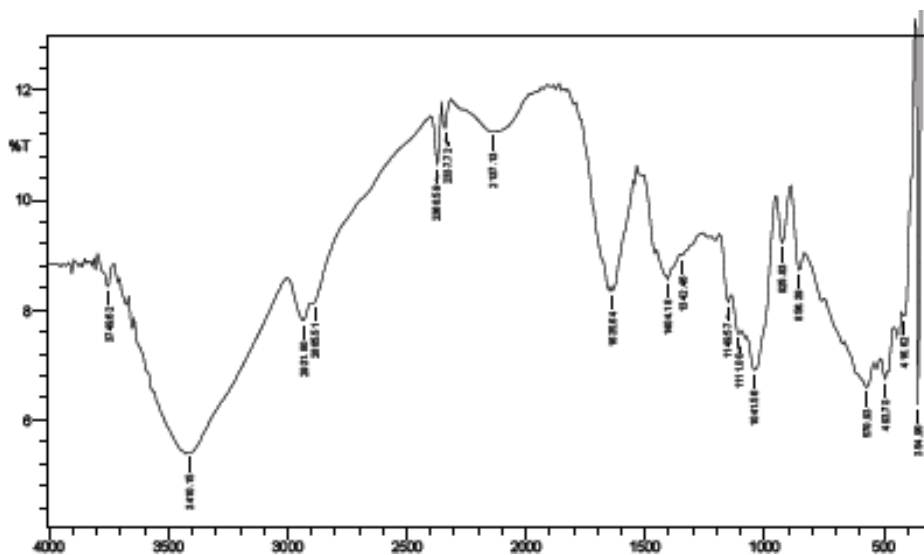
meningkatnya konsentrasikitosan, akan menyebabkan rongga-rongga padalapisan bioplastik semakin sedikit, sehingga akanmemperkuat bioplastik. Hal tersebut dibuktikanpada analisa kuat tarik bioplastik. Semakinmeningkatnya konsentrasi kitosan, maka akanmeningkatkan nilai kuat tarik dari bioplastik. Akan tetapidengan semakin kelebihan kitosan juga akan menurunkan kekuatan bioplastik karena makin banyak kitosan yang tidak bercampur sempurna. Kondisi optimum tercapai pada penambahan kitosan 0,2 gram pada 5 gram pati dan 5 mL gliserol.

**4. Uji FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)**

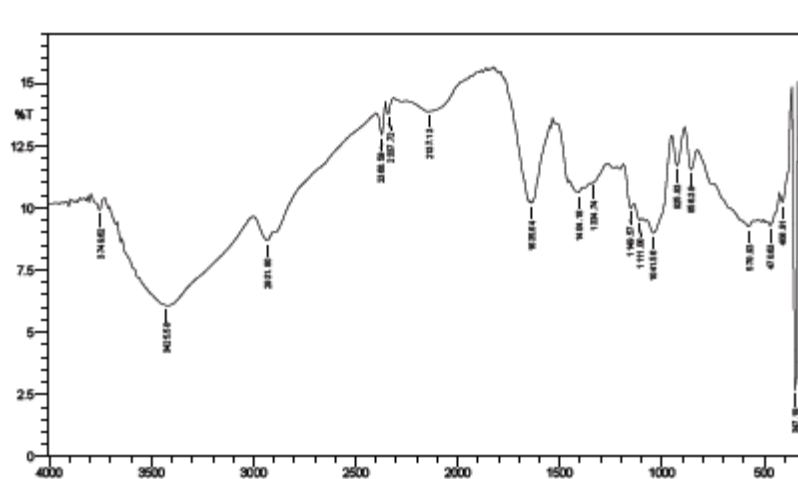
Uji FTIR berfungsi untuk mengetahui gugus fungsi dari bioplastik. Berdasarkan hasil uji FIR pada sampel pati bonggolpisang, bioplastik tanpa kitosan,bioplastik dengan kitosan diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 12. Sampel Pati



Gambar 13. Sampel Pati + Gliserol



Gambar 14. Sampel Pati + Gliserol + Kitosan

Tabel 10. Hasil analisa gugus fungsi (FTIR) pada pada bioplastik

| Komponen                  | Bilangan Gelombang |        |         |
|---------------------------|--------------------|--------|---------|
|                           | -OH                | -CH    | -NH     |
| Pati                      | 3410,15            | 2931,8 | 1635,64 |
| Pati+ Gliserol            | 3410,15            | 2885,1 | 1635,64 |
| Pati + Gliserol + Kitosan | 3425,58            | 2931,8 | 1635,64 |

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.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan:

1. Bioplastik dapat dibuat dari pati bonggol pisang dengan plastizer gliserol dari minyak jelantah dan komposit kitosan dari cangkang bekicot .
2. Hasil uji *tensile strenght* tertinggi 3,7321Mpa pada variasi kitosan diperoleh pada A<sub>2</sub> dengan komposisi pati bonggol pisang kepok 5 gram; kitosan 0,2 g dan gliserol 5 mL.
3. Hasil uji *elongasi* tertinggi 9,4243 % pada variasi kitosan diperoleh pada A<sub>1</sub> dengan komposisi pati bonggol pisang kepok 5 gram; kitosan 0,1 g dan gliserol 5 mL.
4. Hasil uji *tensile strenght* tertinggi 3,7321 Mpa pada variasi gliserol diperoleh pada B<sub>2</sub> dengan komposisi pati bonggol pisang kepok 5 gram; kitosan 0,2 g dan gliserol 5 mL.
5. Hasil uji *elongasi* tertinggi 8,7321% pada variasi gliserol diperoleh pada B<sub>2</sub> dengan komposisi pati bonggol pisang kepok 5 gram; kitosan 0,2 g dan gliserol 5 mL.
6. Peningkatan komposisi kitosan menyebabkan % *swelling* semakin menurun, sedangkan semakin besar volume gliserol yang ditambahkan maka % *swelling* akan semakin besar.
7. Pada variasi komposisi kitosan dan gliserol, nilai WVTR akan semakin menurun seiring bertambahnya komposisi kitosan dan gliserol

8. Semakin meningkatnya konsentrasi kitosan maka bioplastik akan lebih sulit untuk didegradasi, sedangkan semakin meningkatnya konsentrasi gliserol, maka sampel bioplastik makin mudah dan cepat untuk didegradasi.
9. Hasil FTIR menunjukkan bahwa bioplastik yang telah disintesis memiliki nilai panjang gelombang yang mirip dengan bahan baku penyusunnya 3425,58 (-OH), 2931,8(-CH), 1635,64 (-NH).

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada **LPPM UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta** yang telah memberi hibah dana penelitian sehingga bisa terlaksananya penelitian ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, Mohd. G., 2008. *Statistik Persampahan Domestik Indonesia*. Kementerian Negara Lingkungan Hidup, Jakarta.
- Agustin, Yuana Elly dan Karsono Samuel Padmawijaya. 2016. "Sintesis Bioplastik dari Kitosan- Pati Kulit Pisang Kepok dengan Penambahan Zat Aditif", *J. Teknik Kimia* 10, no. 2 : h. 40-48.
- Agustina, Sry, dkk. 2015. "Isolasi Kitin, Karakterisasi dan Sintesis Kitosan dari Kulit Udang", *J. Kimia* 2, no. 9 (:): h. 271-278.
- Anonim. 2007. *Bahaya Bahan Plastik*. Mojokerto: Pusat Pendidikan Lingkungan Hidup.
- Anita, Zulisma, dkk. 2013. "Pengaruh Penambahan Gliserol terhadap Sifat Mekanik Film Bioplastik Biodegradasi dari Pati Kulit Singkong", *J. Teknik Kimia* 2, no. 2 (:): h. 37-41.
- Ardiansyah, R. (2011). *Pemanfaatan Pati Umbi Garut untuk Pembuatan Plastik Biodegradable*. Depok: Universitas Indonesia.
- Aripin S, Saing B, Kustiyah E. 2017. Studi pembuatan bahan alternatif plastik biodegradable dari pati ubi jalar dengan plasticizer gliserol dengan metode melt intercalation. *Jurnal Teknik Mesin (JTM): Vol. 06, Edisi Spesial 2017*
- Ben, E., & Z., H. A. 2007. Studi Awal Pemisahan Amilosa dan Amilopektin Pati Singkong Dengan Fraksinasi Butanol-Air. *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi*, 12, 1-11.
- Bourtoom, Thawien. 2008. Plasticizer Effect on The Properties of Biodegradable Blend Film from Rice Starch-Chitosan. *J. Sci. Technol.* 30 (Suppl.1), 149-165
- Commission of the European Communities, 2000. *Green Paper: Environmental Issues of PVC*. Brussels.
- Darni, Y. Chici, A. & Ismiyati, S. 2008. *Sintesa Plastik biodegradable dari Pati singkong dan Gelatin dengan Plastikizer Gliserol*. Seminar Nasional Sains dan Teknologi II. Universitas Lampung.
- Dutta, P. K., S. Tripathi, and G. K. Mehrotra. 2009. Physicochemical and Bioactivity of Cross-linked Chitosan-PVA Film for Food Packaging Applications. *Journal of Biological Macromolecules*. 45:72-76
- Coniwanti, Pamilia, dkk. 2014. "Pembuatan Film Plastik Biodegradabel dari Pati Jagung dengan Penambahan Kitosan dan Pemplastis Gliserol", *J. Teknik Kimia* 20, no. 4 : h. 22-30.
- Flieger, M., M. Kantorova, A. Prell, T. Rezanka, J. Votruba. 2003. Review Biodegradable Plastics from Renewable Sources. *Folia Microbiol.* 48 (1), 27-44.
- Ita Indriana Sari, 2015. *Pemanfaatan tepung kulit singkong (manihot utilissima) untuk pembuatan plastik ramah lingkungan (biodegradable) dengan penambahan Gliserol dari minyak jelantah*. Skripsi. Program Studi Pendidikan Biologi. IKIP Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Kristiani, Maria. 2015. "Pengaruh Penambahan Kitosan dan Plastisizer Sorbitol terhadap Sifat Fisiko- Kimia Bioplastik dari Pati Biji Durian (*Durio zibethinus*)", Skripsi. Sumatera Utara: Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.

- Nurhikmawati, Fikriatun, dkk. 2014. "Penggunaan Kitosan dari Limbah Kulit Udang sebagai Inhibitor Keasaman Tuak", *J. Kimia* 2, no. 8 (:): h. 191-197.
- Pasaribu, F. 2009. *Peranan Gliserol Sebagai Plastisiser Dalam Film Pati Jagung Dengan Pengisi Serbuk Halus Tongkol Jagung*. Medan: Sekolah PascaSarjana Universitas Sumatera Utara.
- Rahma, dkk. 2011. *Pemanfaatan Kulit Pisang Raja (Musa sapientum) dalam Pembuatan Plastik Biodegradable dengan Plasticizer Gliserin dari Minyak Jelantah. Laporan Kemajuan Program Kreativitas Mahasiswa*. Bandung: ITB.
- Rosdiana, R. 2009. *Pemanfaatan Limbah dari Tanaman Pisang*. Bharatara Karya Aksara, Jakarta.
- Sanjaya, Gede dan Tyas Puspita. 2011. *Pengaruh Penambahan Khitosan dan Plasticizer Gliserol Pada Karakteristik Plastik Biodegradable dari Pati Limbah Kulit Singkong: Institut Teknologi Sepuluh November*.
- Saragih, B; 2013. Analisis Mutu Tepung Bonggol Pisang Dari Berbagai Varietas Dan Umur Panen Yang Berbeda. *Jurnal TIBBS Teknologi Industri Boga dan Busana ISSN 0216-7891 Vol. 9(1):22-29 (Maret)*
- Sihaloho, Eva B. 2011. "Evaluasi Biodegradabilitas Plastik Berbahan Dasar Campuran Pati dan Polietilen Menggunakan Metode Enzimatis, Konsorsia Mikroba dan Pengomposan", Skripsi. Depok: Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Indonesia,
- Sumartono, Nugroho Wahyu, dkk. 2015. "Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Alang-Alang (*Imperata Cylindrica L.*) dengan Penambahan Kitosan, Gliserol dan Asam Oleat", *Pelita X*, no. 2 : h. 13-25.
- Ummah, Nathiqoh Al. 2013. "Uji Ketahanan Biodegradable Plastic Berbasis Tepung Biji Durian (*Durio Zibethinus Murr*) Terhadap air dan Pengukuran Densitasnya", Skripsi. Semarang: Jurusan Fisika Fakultas MIPA Universitas Negeri Semarang,.
- Wiyarsi, Antuni dan Erfan Priyambodo. 2009. "Pengaruh Konsentrasi Kitosan dari Cangkang Udang terhadap Efisiensi Penjerapan Logam Berat", Skripsi
- Yuanita, dkk. 2008. Pabrik Sorbitol dari Bonggol Pisang (*Musa Paradisiaca*) dengan Proses Hidrogenasi Katalitik. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia. ITS. Surabaya*.
- Zulfa, Z. (2011). *Pemanfaatan Pati Ubi Jalar untuk Pembuatan Biokomposit Semikonduktor*. Depok: Universitas Indonesia.