



## Komparasi Bioplastik Kulit Labu Kuning-Kitosan dengan Plasticizer dari Berbagai Variasi Sumber Gliserol

Aya Sofia , Agung Tri Prasetya, dan Ella Kusumastuti

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang  
Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

### Info Artikel

Diterima: Mei 2017

Disetujui: Juli 2017

Dipublikasikan: Agustus  
2017

#### Keywords:

bioplastic  
pumpkin peel  
glycerol

### Abstrak

Bioplastik berbahan dasar pati dibuat untuk mengurangi limbah plastik. Penggunaan kulit labu kuning (*Curcubita sp*) sebagai sumber pati dapat mengurangi pencemaran limbah domestik. Kitosan mampu meningkatkan sifat mekanik bioplastik dan gliserol hasil samping biodiesel sebagai *plasticizernya*. Penelitian ini membandingkan sifat mekanik, gugus fungsi dengan *Fourier Transform Infrared* (FT-IR), daya serap air dan biodegradabilitas dari bioplastik dengan penambahan gliserol murni (15%) dan gliserol minyak jelantah (15, 30, dan 60% b/b pati). Komposisi terbaik pada bioplastik kulit labu kuning-kitosan-gliserol minyak jelantah 15% dengan kuat tarik 1,73 MPa, *elongasi* 11,14%, elastisitas 0,15 MPa, daya serap air sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI), yakni 21,5% suhu 25 °C dan 69,09% pada suhu 100 °C, tetapi persen degradabilitasnya rendah (30,76% dalam 10 hari). Apabila dibandingkan dengan bioplastik-gliserol murni 15% sifat mekaniknya hampir sama (kuat tarik 1,95 MPa, *elongasi* 12,66%, dan elastisitas 0,18 MPa), tetapi bioplastik-gliserol murni daya serap airnya tinggi (383% pada suhu 25 °C dan 727,73% suhu 100 °C), dan degradabilitasnya mendekati SNI (52,82% dalam 10 hari).

### Abstract

Bioplastic made to reduce plastic waste. The use of pumpkin peels (*Curcubita sp*) as a source of starch may reduce domestic waste contamination. Chitosan to improve the mechanical properties of bioplastics and glycerol from biodiesel as the plasticizer. This study compared the mechanical properties, functional groups with Fourier Transform Infrared (FT-IR), water absorption and biodegradability of bioplastics glycerol (15%) and glycerol cooking oil (15, 30, and 60% w/w starch). The best composition is bioplastics pumpkin peel-chitosan with glycerol cooking oil 15%, with tensile strength of 1.73 MPa, elongation 11.14%, elasticity 0.15 MPa, water absorption according to SNI (21.5% at 25 °C and 69.09% at 100 °C), but the percent of degradability still low (30.76% in 10 days). When it compared with bioplastic-pure glycerol 15% the mechanical properties is almost same (tensile strength of 1.95 MPa, elongation 12.66%, and the elasticity of 0.18 MPa), but bioplastics-pure glycerol their high water absorption capacity (383% at 25 °C and 727.73% at 100 °C), and the degradability approached SNI (52.82% in 10 days).

© 2017 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:  
Gedung D6 Lantai 2 Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229  
E-mail: [ayasofia@gmail.com](mailto:ayasofia@gmail.com)

p-ISSN 2252-6951  
e-ISSN 2502-6844

## Pendahuluan

Plastik yang berasal dari minyak bumi jumlahnya semakin terbatas dan sifatnya yang tidak mudah didegradasi meskipun telah ditimbun puluhan tahun, akibatnya terjadi penumpukan limbah plastik yang menjadi penyebab pencemaran lingkungan (Wini, et al.; 2013). Berbagai upaya dilakukan untuk mengurangi limbah plastik, seperti pembuatan bioplastik. Bioplastik disintesis dengan pati sebagai bahan utama. Pati termasuk kelompok hidrokoloid, yang merupakan bahan yang mudah didapat, harganya murah, serta jenisnya beragam di Indonesia. Beberapa penelitian bioplastik, maupun *edible film* telah banyak dilakukan, salah satunya penelitian tentang bioplastik yang dibuat dengan menggunakan pati sukun dengan penambahan sorbitol (Wini, et al.; 2013). Akan tetapi bioplastik yang dihasilkan memiliki sifat mekanik dan daya serap air yang belum baik, yakni kuat tarik sebesar 16,34 MPa dan daya serap airnya 212,98%. Sifat mekanik dari bioplastik dapat dipengaruhi oleh pati yang digunakan, kadar pati yang terdapat pada sukun cukup tinggi sekitar 76,39%.

Penelitian ini akan digunakan limbah kulit labu kuning, meskipun diperkirakan kadar pati dalam kulit labu kuning tidak setinggi yang terdapat pada pati sukun. Penggunaan kulit labu kuning (*Curcubita sp*) dilakukan untuk mengurangi pencemaran limbah domestik di daerah industri geplak waluh. Bioplastik pati kulit labu kuning diharapkan sifat mekaniknya bertambah jika dikombinasikan dengan kitosan dan gliserol. Kitosan sebagai biopolimer untuk meningkatkan sifat mekanik karena dapat membentuk ikatan hidrogen antar rantai dengan amilosa dan amilopektin dalam pati (Wini, et al.; 2013).

Penambahan gliserol dapat menambah elastisitas dan menghasilkan *edible film* yang lentur. Penelitian yang telah dilakukan oleh Wini, et al. (2013) masih menggunakan gliserol *pro analyst* yang harganya mahal. Hal ini menjadikan alasan bagi peneliti untuk memanfaatkan gliserol hasil samping industri biodiesel, yakni dengan menjadikannya sebagai *plasticizer*. Penelitian ini membandingkan karakteristik bioplastik yang dibuat dengan penambahan gliserol murni 99% (*pro analyst*) dan gliserol hasil samping biodiesel dari minyak jelantah.

## Metode

Instrumen yang digunakan adalah alat uji kuat tarik, jangka sorong digital, *Gas Chromatography Spectroscopy Massa* (GC-MS *QP-2010SE Shimadzu*), dan FT-IR *Spektrum 100-Perkin Elmer*. Bahan utama yang digunakan adalah kulit labu kuning (*Curcubita sp*), kitosan, minyak jelantah, metanol, gliserol *pro analyst* 99%, larutan asam asetat, NaOH,  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ , HCl, KI, larutan *Luff Schoorl*, aquades, bakteri EM4, dan gula jawa.

Pati kulit labu kuning dibuat dengan perendaman *slurry* dalam air suhu 80-90 °C selama 30 menit. Hasil rendaman diperas, disaring, dan filtratnya didiamkan hingga membentuk endapan, endapan dikeringkan pada suhu 30 °C selama 20 jam. Serbuk pati dikarakterisasi kadar air (metode oven (AOAC, 1995)) dan kadar pati totalnya (*Direct Acid Hydrolysis Method; AOAC 1970 dan Metode Luff Schoorl*). Kemudian disintesis gliserol dari transesterifikasi minyak jelantah yang ditambah larutan sodium metoksida 2% dibantu pemanasan dan pengadukan pada suhu 65 °C selama  $\pm 30$  menit, sehingga akan terbentuk 2 lapisan. Gliserol dianalisis dengan GC-MS. Pembuatan bioplastik dilakukan dengan pencampuran larutan pati 3% dan larutan kitosan 2% dan dipanaskan sampai mencapai suhu 52 °C, kemudian campuran ditambah gliserol *pro analyst* (15%) maupun gliserol minyak jelantah (0,15,30,60%), kemudian diaduk selama 5 menit. Larutan campuran dituang ke dalam cetakan 20×20×1 cm dan diangin-anginkan selama 24 jam, kemudian dikeringkan pada T = 60 °C selama  $\pm 16$  jam hingga bioplastik cukup mengering. Bioplastik hasil sintesis diuji kuat tarik, elongasi, elastisitas, sifat biodegradabilitas, daya serap air dan gugus fungsinya dengan FT-IR.

## Hasil dan Pembahasan

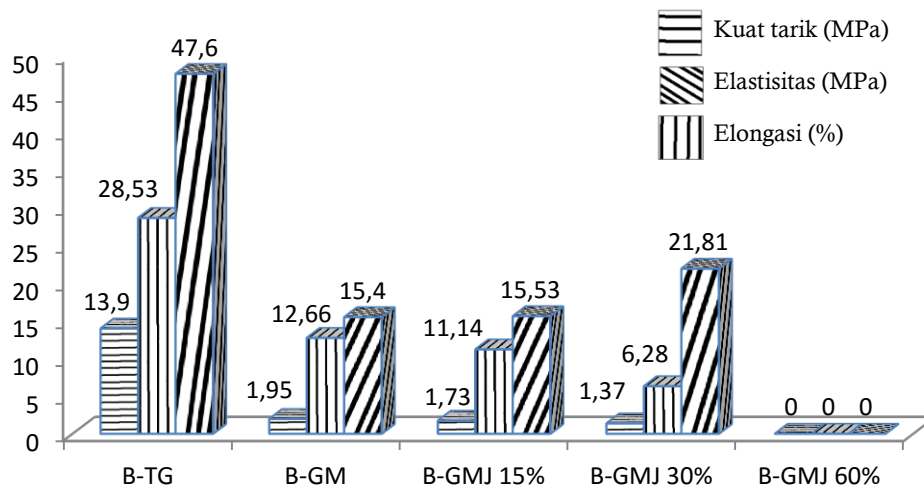
Serbuk pati kulit labu kuning dikarakterisasi kadar air (metode oven (AOAC, 1995)) dan kadar pati totalnya (*Direct Acid Hydrolysis Method; AOAC 1970 dan Metode Luff Schoorl*). Hasil karakterisasi pati ditunjukkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Kandungan serbuk pati kulit labu kuning

Kandungan (kadar)	Jumlah (% b/b)
Pati total	8,27
Air	8,98

Proses (*blanching*) perendaman kulit labu kuning di dalam air panas (80-90°C) mengakibatkan sebagian kandungan patinya telah tergelatinisasi. Pati kulit labu kuning dapat tergelatinisasi pada suhu 52-60 °C. Proses gelatinisasi akan merusak ikatan hidrogen intermolekuler dimana ikatan hidrogen ini

berfungsi untuk mempertahankan struktur integritas granula, sehingga kadar pati yang terukur menjadi rendah (Noviarso, 2003). Kadar air serbuk kulit labu kuning ini masih masuk ke dalam standar kadar air pati SNI yaitu maksimal sebesar 14% (Wini, *et al.*; 2013). Kadar air berpengaruh pada masa simpan pati, semakin rendah kadar air pati maka mikroba akan sulit tumbuh dan masa simpan pati semakin lama. Gliserol hasil transesterifikasi minyak jelantah dikarakterisasi dengan GC-MS, dan didapatkan kemurnian gliserol dengan persen area sebesar 21,83%. Bioplastik yang dibuat tanpa penambahan gliserol memiliki kuat tarik yang paling besar (Gambar 1). Interaksi hidrogen antara kitosan dengan pati mengakibatkan ikatan antar rantai akan semakin kuat dan sulit untuk diputus (Ban; 2005).



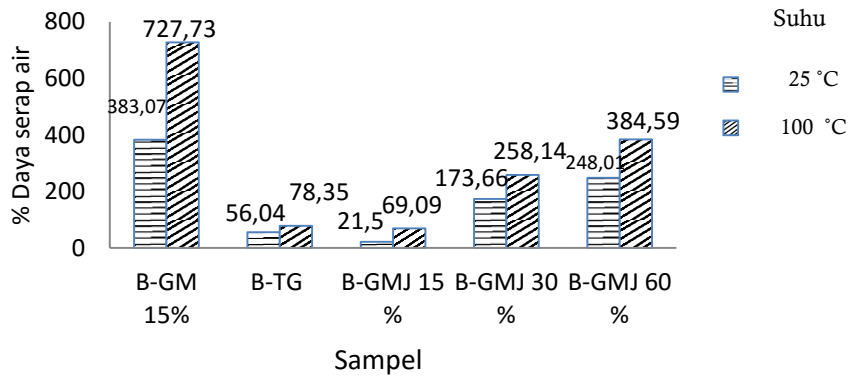
**Gambar 1.** Perbandingan kekuatan tarik, elongasi, dan elastisitas dari bioplastik gliserol murni (B-GM), bioplastik tanpa gliserol (B-TG), dan bioplastik gliserol minyak jelantah (B-GMJ)

Penambahan gliserol mengakibatkan penurunan nilai kuat tarik bioplastik, hal ini dikarenakan adanya ruang kosong yang terjadi karena ikatan antar polisakarida yang diputus oleh gliserol dan menyebabkan ikatan antar molekul dalam bioplastik melemah (Intan, *et al.*; 2011). Selain itu Bourtoom (2008) juga menyatakan bahwa kenaikan pada penambahan konsentrasi gliserol sebagai *plasticizer* menyebabkan nilai kuat tarik semakin berkurang seiring dengan berkurangnya interaksi intermolekul. Penambahan *plasticizer* gliserol berfungsi untuk menaikkan elastisitas, namun pada bioplastik tanpa gliserol elastisitas dan persen *elongasi*nya sangat tinggi jika dibandingkan dengan bioplastik yang ditambah dengan gliserol murni maupun gliserol minyak jelantah. Ketidaksesuaian fungsi gliserol ini dipengaruhi oleh proses pengeringan bioplastik yang tidak merata dan homogenitas dari bahan baku bioplastik. Bioplastik dengan penambahan gliserol minyak jelantah sebanyak 15% dan 30% menunjukkan kenaikan elastisitas. Terlalu banyaknya jumlah gliserol minyak jelantah yang ditambahkan akan mempengaruhi sifat fisik bioplastik. Hal ini terbukti dengan bioplastik yang ditambah gliserol minyak jelantah 60%. Sifat fisik dari bioplastik gliserol minyak jelantah 60% sangat rapuh dan bioplastik tidak dapat diuji kekuatannya, sehingga dapat diartikan bahwa nilai kuat tarik, *elongasi*, dan elastisitasnya sangat kecil.

Penambahan gliserol murni maupun gliserol minyak jelantah mengakibatkan nilai *elongasi* dari bioplastik menurun. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian sebelumnya. Penelitian yang dilakukan oleh Septiosari, *et al.* (2014) menyatakan bahwa nilai *elongasi* akan semakin bertambah seiring dengan pertambahan gliserol. Perbedaan hasil penelitian ini dikarenakan tidak rata permukaan bioplastik menyebabkan penambahan perpanjangan saat diberi gaya tidak terlalu besar, sehingga terjadi penurunan persen *elongasi*. Selain itu proses pengeringan juga berpengaruh, jika bioplastik terlalu kering maka pertambahan panjang bioplastik saat diberi gaya akan sangat kecil nilainya. Saat proses pengeringan, bioplastik yang ditambah dengan gliserol murni maupun gliserol dari minyak jelantah lebih cepat mengering jika dibandingkan dengan bioplastik tanpa penambahan gliserol.

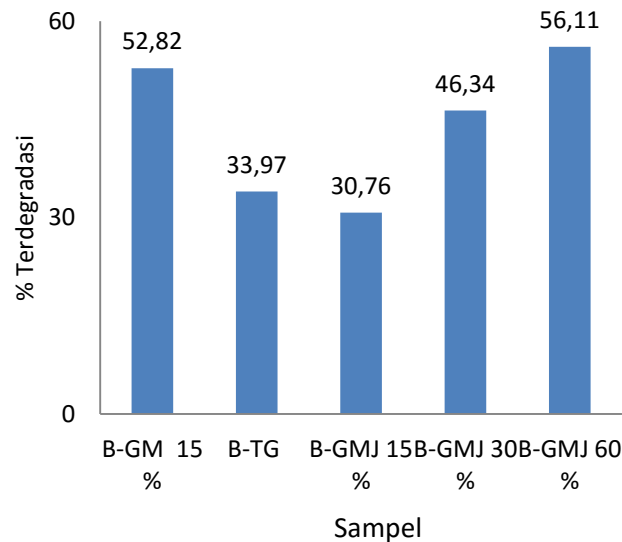
Penambahan gliserol meningkatkan daya serap bioplastik, hal ini dikarenakan sifat gliserol yang hidrofilik sehingga mempunyai kemampuan mengikat air (Wini, *et al.*; 2013). Bioplastik dengan penambahan gliserol murni memiliki daya serap air yang paling tinggi, sebesar 383,07% pada suhu 25 °C dan 727,73% pada suhu 100 °C. Bioplastik gliserol minyak jelantah 60% memiliki nilai daya serap air yang tinggi pula mendekati nilai daya serap bioplastik gliserol murni (Gambar 2). Semakin tinggi kemampuan

bioplastik menyerap air akan semakin rendah kualitas dari bioplastik tersebut karena berkaitan dengan ketahanannya saat disimpan.



**Gambar 2.** Perbandingan daya serap air suhu kamar dan suhu ekstrim pada bioplastik gliserol murni (B-GM), bioplastik tanpa gliserol (B-TG), dan bioplastik gliserol minyak jelantah (B-GMJ)

Hasil penelitian ini bioplastik yang memiliki daya serap rendah dan memenuhi SNI adalah bioplastik dengan penambahan gliserol minyak jelantah 15%, yakni dengan persen daya serap air pada suhu 25 °C sebesar 21,5% . Bioplastik dengan penambahan gliserol minyak jelantah 15% memiliki daya serap yang hampir sama dengan bioplastik tanpa gliserol. Gliserol minyak jelantah masih mengandung campuran asam lemak yang tidak dapat mengikat air, selain itu gliserol minyak jelantah juga memiliki kemurnian yang rendah. Persen degradasi dari bioplastik dapat ditentukan dari berat awal sebelum perendaman dan sesudah perendaman di dalam bakteri EM4. Perbandingan persen degradasi dari bioplastik ditunjukkan pada Gambar 3.



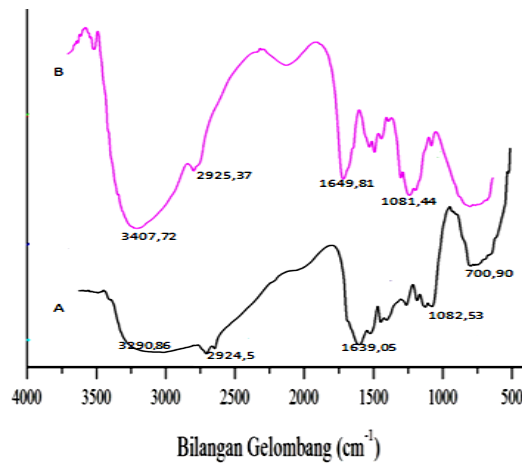
**Gambar 3.** Perbandingan persen terdegradasi bioplastik tanpa gliserol (BTG), bioplastik dengan gliserol murni (B-GM), dan bioplastik dengan gliserol minyak jelantah (B-GMJ)

Gambar 3 menunjukkan bahwa bioplastik yang mudah terdegradasi adalah bioplastik dengan penambahan gliserol minyak jelantah sebanyak 60% dengan persen degradasi sebesar 56,11%. Persen degradasi dari bioplastik minyak jelantah 60% ini hampir mendekati persen degradasi bioplastik gliserol murni yang besarnya 52,82%. Menurut SNI plastik biodegradable akan terdegradasi 60%< selama seminggu. Sehingga bioplastik dengan penambahan gliserol minyak jelantah sebanyak 60% hampir

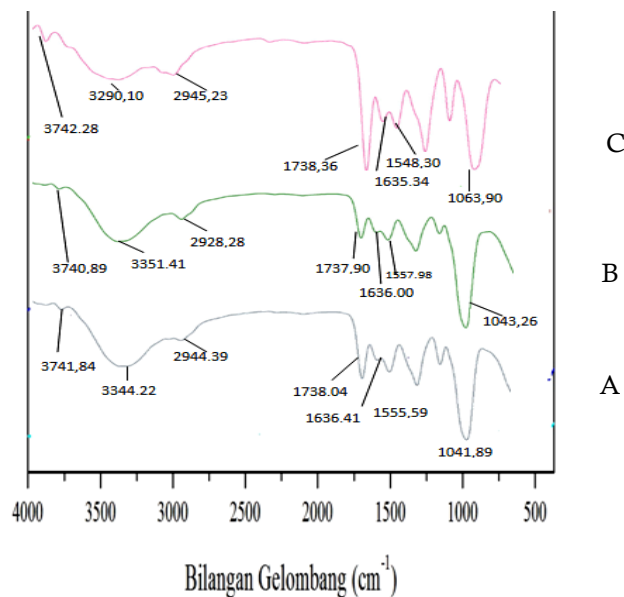
mendekati standar SNI. Bioplastik dengan penambahan gliserol minyak jelantah 15% dan bioplastik tanpa gliserol memiliki persen degradasi yang rendah, hal ini berkaitan dengan kemampuan bioplastik dalam menyerap larutan bakteri EM4. Tidak ditambahkan gliserol membuat struktur bioplastik menjadi getas dan sulit menyerap air maupun larutan bakteri.

Semakin banyak gliserol yang ditambahkan akan semakin mudah terdegradasi. Gliserol memiliki sifat hidrofilik sehingga mempengaruhi kekuatan rantai dan tingginya gaya antar rantai dari ikatan hidrogen antar gugus hidroksil pada rantai yang menyebabkan bioplastik mudah berinteraksi dengan mikroba yang terdapat pada larutan EM4 (Gilang, *et al.*; 2013). Meskipun gliserol minyak jelantah memiliki kandungan pengotor yang cukup banyak, persen degradabilitasnya berbanding lurus dengan banyaknya jumlah gliserol minyak jelantah yang ditambahkan.

Gambar 4.A, menunjukkan Hasil FT-IR pati, serapan di daerah  $2924,5 \text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan senyawa alkana, yakni adanya stretching C-H di daerah  $2850\text{-}3000 \text{ cm}^{-1}$  (Coates; 2000). Stretching -O- eter terdapat pada  $1639,05 \text{ cm}^{-1}$ , kemudian adanya serapan pada  $3290,86 \text{ cm}^{-1}$  merupakan serapan gugus fungsi -OH, namun serapan -OH tidak tajam atau landai, hal ini dikarenakan adanya pengotor yang mengganggu saat proses analisis dengan FT-IR. Kitosan yang diperoleh juga dianalisis menggunakan instrumen FT-IR (Gambar 4.B). Serapan tajam pada  $3407,2 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya stretching -NH<sub>2</sub> atau -OH, selain itu adanya stretching di  $1649,81 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus fungsi -O- eter.



**Gambar 4.** Spektrum FT-IR dan (A) serbuk pati kulit labu kuning dan (B) serbuk kitosan



**Gambar 5.** Spektrum FT-IR bioplastik pati kulit labu kuning-kitosan: (A) penambahan gliserol minyak jelantah, (B) penambahan gliserol murni, dan (C) tanpa gliserol

Gambar 5. menunjukkan perbandingan spektrum dari bioplastik, baik yang ditambah dengan gliserol *pro analyst*, gliserol minyak jelantah maupun yang tidak ditambah dengan gliserol. Hasil analisis gugus fungsi dari spektra FT-IR pada sampel bioplastik dan bahan dasar bioplastik ditunjukkan dalam Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil analisis gugus fungsi menggunakan FT-IR

		Bilangan gelombang (cm <sup>-1</sup> )			Tipe vibrasi	Referensi
Pati	Kitosan	Pati – kitosan	Pati-kitosan-gliserol 99%	Pati-kitosan-gliserol minyak jelantah		
-	3774,37	3742,28	3740,89	3741,84	-OH alkohol	<i>Encyclopedia of Analytical Chemistry</i> (2000)
3290,86	3407,72	3290,10	3351,41	3344,22	-OH karboksil	
2924,50	2925,37	2945,23	2928,28	2944,39	C-H alkana	
1639,05	1649,81	1635,34	1636,00	1636,41	C=O karbonil	
1082,53	1081,44	1063,90	1043,26	1041,89	C-O <i>strech</i>	
-	1424,83	1548,30	1557,98	1555,59	R-NH <sub>2</sub>	
-	3407,72	-	-	-	-NH <sub>2</sub> primer	

Berdasarkan Tabel 4. gugus fungsi pada bioplastik hampir sama dengan gugus fungsi yang ada pada masing-masing komponen penyusun bioplastik (pati dan kitosan). Penambahan gliserol mengakibatkan meningkatnya intensitas gugus fungsi –OH karboksil (Utami, *et al.*; 2014). Penambahan gliserol murni pada bioplastik memberikan intensitas –OH karboksil yang lebih besar dibandingkan dengan bioplastik yang ditambah dengan gliserol minyak jelantah. Intensitas gugus fungsi –OH alkohol pada bioplastik-gliserol minyak jelantah lebih besar jika dibandingkan dengan intensitas gugus fungsi –OH alkohol pada bioplastik-gliserol murni. Hal ini disebabkan karena gliserol minyak jelantah terdapat kandungan senyawa *2-Hexadecanoyl glycerol* yang memiliki gugus –OH alkohol lebih banyak. Hasil FT-IR menunjukkan tidak adanya kemunculan gugus fungsi yang baru, dengan kata lain secara kimia tidak terjadi perubahan, sehingga proses pembuatan bioplastik merupakan pencampuran secara fisik. Adanya ikatan hidrogen yang terjadi antara gugus –OH pada pati dengan gugus –NH<sub>2</sub> pada kitosan dapat turut serta meningkatkan sifat mekanik bioplastik dengan membentuk ikatan hidrogen antar rantai sehingga bioplastik menjadi rapat dan kaku.

### Simpulan

Hasil perbandingan karakteristik dari bioplastik pati kulit labu kuning-kitosan dengan variasi penambahan gliserol minyak jelantah 15, 30 dan 60%, didapatkan komposisi terbaik pada bioplastik dengan gliserol minyak jelantah 15%. Hal ini dikarenakan bioplastik tersebut memiliki nilai kuat tarik 1,73 MPa, elongasi 11,14%, elastisitas 0,15 MPa, dan daya serap air yang sesuai SNI (21,5% pada suhu 25°C dan 69,09% pada suhu 100°C), tetapi persen degradabilitasnya masih tergolong rendah, yakni 30,76% dalam 10 hari dan belum memenuhi SNI. Apabila dibandingkan dengan bioplastik-gliserol murni 15% sifat mekaniknya hampir sama (kuat tarik 1,95 MPa, elongasi 12,66%, dan elastisitas 0,18 MPa), meskipun daya serap airnya lebih tinggi dan tidak memenuhi SNI (383% pada suhu 25°C dan 727,73% pada suhu 100°C), akan tetapi bioplastik-gliserol murni memiliki persen degradabilitas yang lebih baik dan mendekati SNI (52,82% dalam 10 hari).

### Daftar Pustaka

- Ban, W. 2005. Improving the Physical and Chemical Functionally of Starch-Derived Films with Biopolymers. *Journal of Applied Polymer Science*, (10): 118-129
- Bourtom, T. 2008. Edible Films and Coatings: Characteristics and Properties. *International Food Research Journal.*, 15(3): 1-12
- Coates, J. 2000. *Interpretation of Infrared Spectra, a Practical Approach*. Encyclopedia of Analytical Chemistry R.A. Meyers (Ed.): 10815–10837
- Gilang, P. & S.E. Cahyaningrum. 2013. Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik Berbahan Dasar Kitosan dan Pati Singkong dengan Plasticizer Gliserol. *UNESA Journal of Chemistry*, 2(3): 1-6
- Intan, D.H & Wan, A. 2011. Tensil and Water Absorbption of Biodegradable Composites Derived from Cassava Skin/ Polyvinyl Alcohol with Glycerol as Plasticizer. *Sains Malaysiana*, 40(7): 713-718

- Noviarso, C. 2003. Pengaruh Umur Panen dan Masa Simpan Buah Sukun (*Artocarpus altilis*) terhadap Kualitas Tepung Sukun yang Dihasilkan. *Skripsi*. Jurusan Teknologi Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Septiosari, A., Latifah, & E. Kusumastuti. 2014. Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik Limbah Biji Mangga dengan Penambahan Selulosa dan Gliserol. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 3(2): 157-162
- Utami, M.R., Latifah, & N. Widiarti. 2014. Sintesis Plastik *Biodegradable* dari Kulit Pisang dengan Penambahan Kitosan dan Plasticizer Gliserol. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 3(2): 163-167
- Wini, S., T. Sudiarti, & L. Rahmidar. 2013. Preparasi dan Karakterisasi *Edible Film* dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. *Jurnal Valensi*, 3(2): 100-109