

PENGARUH CAMPURAN BAHAN KOMPOSIT DAN KONSENTRASI GLISEROL TERHADAP KARAKTERISTIK BIOPLASTIK DARI PATI KULIT SINGKONG DAN KITOSAN

I Gusti Agung Ayu Mirah Pradnya Dewi¹, Bambang Admadi Harsoyuono², I Wayan Arnata²

¹Mahasiswa Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Unud

²Dosen Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Unud

Email: mirahpradnya861@yahoo.com¹

Email koresponden: bambang.admadi@unud.ac.id²

ABSTRACT

This study aims to 1) determine the effect of material composite and glycerol concentration towards bioplastic characteristics 2) determine the mixture of composite and glycerol concentrations to produce the best characteristics of bioplastic composite. This research used a factorial randomized block design with 2 factors. First factor was the mixture of cassava starch skin and chitosan (starch: chitosan) which was consisted of 3 levels: 3g : 2g ; 3.5g : 1.5g ; 4g : 1g. The second factor was glycerol concentration of 3 levels: 1%, 1.5%, and 2%. Data was analyzed by using ANOVA and continued with Duncan test. The results showed that interaction between treatments very significantly affected the tensile strength and elasticity. The interaction between treatments was significantly affected toward elongation and the ability of biodegradation. The composite mixture of starch : chitosan (4 g: 1 g) and 1.5% glycerol concentration was the best treatment with characteristic of tensile strength 0.39MPa, elongation 44.06%, elasticity 0.008MPa, biodegradability 66.61% and the morphological characteristics is porous, because chitosan fiber larger than starch.

Keywords: *bioplastics, composites, starch, chitosan, glycerol*

PENDAHULUAN

Penggunaan plastik sebagai bahan kemasan telah menimbulkan masalah lingkungan karena tidak mudah hancur (Hasan, 2006). Plastik yang selama ini dipakai berasal dari minyak bumi, gas alam dan batu bara, yang merupakan sumber daya alam yang tidak dapat diperbaharui (Darni *et al.*, 2008).

Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengurangi permasalahan lingkungan tersebut yaitu mengembangkan bioplastik. Bioplastik merupakan plastik yang berasal dari bahan alam dan dapat diuraikan oleh mikroorganisme menjadi senyawa yang lebih sederhana. Bahan-bahan yang dapat digunakan salah satunya pati. Pati yang digunakan pada penelitian ini adalah pati kulit singkong karena ketersediaan singkong di Indonesia cukup tinggi, Data BPS 2013 menyatakan produksi singkong mencapai 24 juta ton. Hal ini menyisakan permasalahan lingkungan, yaitu limbah berupa kulit singkong. Kulit singkong mencapai 10-20 % dari umbi, dan lapisan periderm mencapai 0,5-2,0 % dari total berat umbi, lapisan cortex yang berwarna putih mencapai 8-19,5% (Supriadi, 1995). Dengan data tersebut maka limbah kulit singkong mencapai 2,4 juta ton – 4,8 juta ton per tahun. Berdasarkan penelitian pendahuluan dari 1 kg kulit singkong diperoleh pati sebesar

9% dengan demikian potensi pati dari kulit singkong mencapai 172.800 ton – 421.200 ton per tahun. Grace (1977) menyatakan dalam 100 gram kulit singkong mengandung pati 15-20 gram. Potensi pati kulit singkong yang sangat besar dapat dikembangkan menjadi bioplastik.

Bioplastik dari pati memiliki sifat mekanik rendah. Anita *et al* (2013) menyatakan bahwa nilai kuat tarik dan persen perpanjangan saat putus bioplastik dari pati kulit singkong dengan penambahan pati lebih dari 5 gram dan 4 ml gliserol yaitu 0,02 MPa dan persen perpanjangan saat putus 3,5 %, oleh karena itu dilakukan pencampuran pati dengan biopolimer lain disebut komposit seperti kitosan. Kitosan baik digunakan karena kitosan mempunyai sifat yang baik untuk dibentuk menjadi plastik dan mempunyai sifat antimikrobakterial. Kitosan juga mudah terdegradasi dan mudah digabungkan dengan material lainnya (Dutta *et al.*, 2009), serta penggunaan gliserol sebagai *plasticizernya*. Gliserol merupakan salah satu *plasticizer* yang banyak digunakan karena cukup efektif mengurangi ikatan hidrogen internal sehingga akan meningkatkan jarak intermolekuler. Gliserol merupakan *plastizicer* yang bersifat hidrofilik, sehingga cocok untuk bahan pembentuk plastik yang bersifat hidrofilik seperti pati (Gontard *et al.*, 1993).

Hasil penelitian pendahuluan penambahan kitosan 2,5 gram dan pati 2,5 gram menghasilkan film plastik yang kaku dan memiliki warna cenderung kuning kecoklatan. Selain itu dalam proses pencampuran kitosan dengan pati memerlukan waktu pencampuran yang lama, karena campuran kitosan dan pati yang sangat kental. Hal ini disebabkan perbandingan antara pati dan kitosan yang sama. Hartatik (2014) menyatakan penambahan kitosan untuk menghasilkan sifat mekanik yang baik yaitu antara 1% sampai 2%. Penambahan gliserol 3g pada campuran gel pati dan gel kitosan menghasilkan film plastik dengan kuat tarik masih rendah, mudah sobek. Penambahan *plasticizier* yang terlalu banyak akan menurunkan nilai kuat tarik dari film plastik (Gontard *et al.*, 1993). Untuk mengatasi hal tersebut dilakukan penelitian dengan penggunaan konsentrasi kitosan yang lebih rendah dari 2,5 gram dan penggunaan konsentrasi pati yang lebih tinggi dari 2,5 gram serta penggunaan *plasticizier* gliserol dengan konsentrasi kurang dari 3 gram. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh campuran bahan komposit dan konsentrasi gliserol terhadap karakteristik komposit bioplastik dari pati kulit singkong dan kitosan serta menentukan campuran bahan komposit dan konsentrasi gliserol yang tepat untuk menghasilkan karakteristik komposit bioplastik dari pati kulit singkong dan kitosan yang terbaik.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Analisis Pangan dan Laboratorium Pengolahan Sumber Daya Alam Fakultas Teknologi Pertanian, Laboratorium Produksi Fakultas Teknik Universitas Udayana. Waktu pelaksanaan penelitian dari bulan Maret sampai Mei 2015.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan yaitu pati kulit singkong dimana singkong yang digunakan yaitu singkong putih yang diperoleh di pasar Tabanan, kitosan, asam asetat (CH_3COOH) 1%, gliserol ($\text{C}_3\text{H}_8\text{O}_3$) 99%, dan aquades.

Peralatan yang digunakan yaitu baskom, kain saring, blender, saringan/ayakan 60 mesh, *hot plate stirrer*, *magnetic stirrer*, oven Merk Labo Model DO 2116, cetakan Teflon (Maxim) diameter 20cm, gelas beaker 100 ml dan 250 ml (Herma), timbangan analitik (ohaus pioneer), desikator, pipet tetes, spatula, pot plastik, peralatan uji kadar air dan alat uji mekanik plastik berdasarkan ASTM D695-90 dan mikroskop optik perbesaran 1000x.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan pada penelitian ini yaitu rancangan acak kelompok (RAK) dengan dua faktor. Faktor pertama yaitu campuran bahan komposit yaitu pati kulit singkong dan kitosan (C) yang terdiri dari 3 taraf yaitu C1 : pati 3g dan kitosan 2g, C2 : pati 3,5g dan kitosan 1,5g, C3 : pati 4g dan kitosan 1g. Faktor kedua yaitu konsentrasi gliserol (K) yang terdiri dari 3 taraf yaitu : K1 : 1%, K2 : 1,5% dan K3 : 2%.

Kombinasi kedua faktor menghasilkan 9 perlakuan kombinasi yang dikelompokkan menjadi 2 berdasarkan waktu proses pembuatan plastik, sehingga terdapat 18 unit percobaan. Data yang diperoleh dianalisis keragamannya dan apabila terdapat pengaruh perlakuan terhadap parameter yang diamati, maka akan dilanjutkan dengan uji perbandingan berganda Duncan.

Variabel Yang Diamati

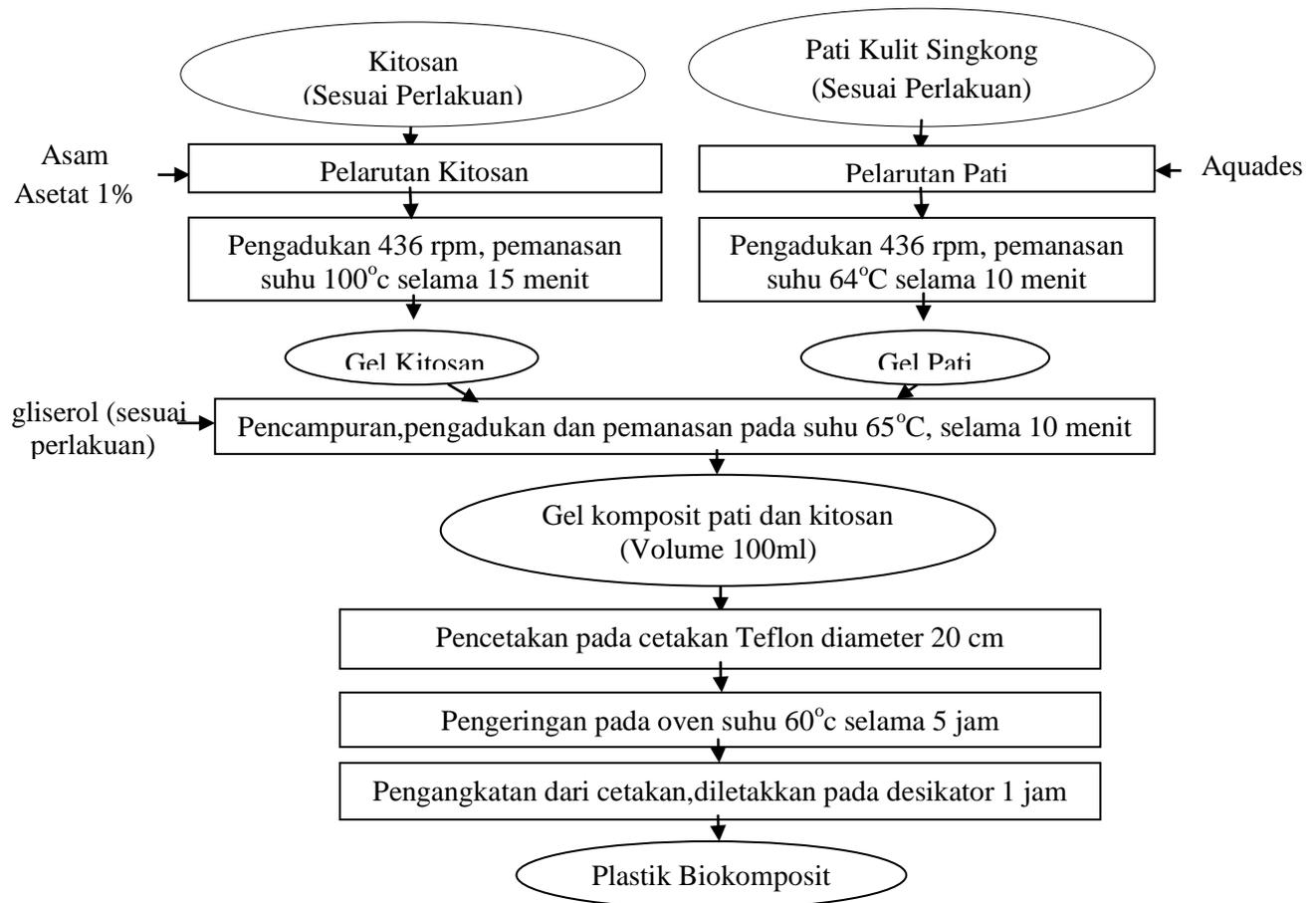
Variabel yang diamati pada penelitian ini yaitu: Sifat mekanik yang terdiri dari kekuatan tarik (*Tensile strength*) (Gibson,1994), perpanjangan (*Elongation*) (Gibson,1994) dan elastisitas (*Modulus Young*) (Gibson,1994), kemampuan biodegradasi (Harnist dan Darni, 2011). Perlakuan terbaik diuji morfologi dengan menggunakan mikroskop perbesaran 1000x (Utomo *et al.*, 2013).

Pelaksanaan Penelitian

a. Preparasi Pati Kulit Singkong

Preparasi pati kulit singkong menggunakan metode Anita *et al.*, 2013 yaitu menggunakan kulit singkong (bagian putih dari kulit atau lapisan korteknya), kemudian dicuci sampai bersih. Ditambahkan air secukupnya untuk mempermudah proses penghancuran dengan blender sehingga diperoleh bubur/pulp kulit singkong basah. Dilanjutkan dengan pemerasan dan penyaringan menggunakan kain saring dan cairan yang diperoleh berupa air pati ditampung dalam baskom. Selanjutnya diendapkan selama 1 malam untuk memperoleh endapan pati, setelah terdapat endapan pati, antara air dan endapan dipisahkan. Endapan pati tersebut dikeringkan dengan oven pada suhu 70°C selama 30 menit setelah itu diayak dengan ayakan 60 mesh sehingga diperoleh pati halus.

b. Pembuatan Bioplastik Komposit



Gambar 2. Pembuatan bioplastik komposit dari pati kulit singkong dan kitosan (Hasil Penelitian Pendahuluan)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kekuatan Tarik (*Tensile strength*)

Berdasarkan hasil analisis keragaman pengaruh campuran bahan komposit (Pati : Kitosan) dan konsentrasi gliserol serta interaksi antar perlakuan berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kekuatan tarik. Nilai kekuatan tarik berkisar antara 0,27 – 0,59 MPa seperti terlihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai rata-rata kekuatan tarik (MPa) bioplastik komposit

Konsentrasi Gliserol (%)	Campuran Komposit (Pati : Kitosan)		
	C1 (3g : 2g)	C2 (3,5g : 1,5g)	C3 (4g : 1g)
K1 (1%)	0,59 a	0,46 c	0,41 d
K2 (1,5%)	0,52 b	0,40 d	0,37 e
K3 (2%)	0,3 f	0,28 g	0,27 g

Keterangan: huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)

Pada Tabel 1. terlihat bahwa nilai kekuatan tarik tertinggi terdapat pada campuran bahan komposit pati : kitosan (3g : 2g) dan konsentrasi gliserol 1% yaitu 0.59 MPa. Kekuatan tarik

terendah terdapat pada campuran bahan komposit pati : kitosan (4g : 1g) dan konsentrasi gliserol 2% yaitu 0.27 MPa dan tidak berbeda nyata pada campuran bahan komposit pati : kitosan (3,5g : 1,5g) dengan konsentrasi gliserol 2% yaitu 0,28 MPa. Hal ini terjadi karena kekuatan tarik dipengaruhi oleh konsentrasi gliserol dan campuran komposit. Semakin banyak konsentrasi gliserol maka kekuatan tarik akan semakin menurun (Krochta and Johnston, 1997). Peran gliserol sebagai *plasticizer* dapat meningkatkan fleksibilitas plastik. Molekul *plasticizer* akan mengganggu kekompakan polimer, menurunkan interaksi intermolekuler dan meningkatkan mobilitas polimer mengakibatkan penurunan kekuatan tarik (*tensile strength*) dan peningkatan *elongation* (Gontard *et al.*, 1993). Campuran bahan komposit yaitu konsentrasi pati dan kitosan yang digunakan mempengaruhi kekuatan tarik dari bioplastik yang dihasilkan. Semakin banyak kitosan yang ditambahkan maka nilai kuat tariknya cenderung meningkat, dikarenakan kitosan dapat membentuk ikatan hidrogen antar rantai sehingga bioplastik menjadi lebih rapat, sehingga plastik semakin kuat dan sulit di putus (Setiani *et al.*, 2013). Semakin banyak konsentrasi pati yang ditambahkan akan menurunkan kekuatan tarik dari film plastik yang dihasilkan. Darni dan Utami (2010) menyatakan penggunaan pati yang terlalu banyak menjadikan film rapuh/mudah sobek dan memiliki kekuatan tarik yang rendah.

Perpanjangan Saat Putus (*Elongation At Break*)

Berdasarkan hasil analisis keragaman pengaruh campuran bahan komposit (Pati : Kitosan) dan konsentrasi gliserol berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) serta interaksi antar perlakuan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap persen perpanjangan saat putus. Nilai perpanjangan saat putus bioplastik komposit pati kulit singkong dan kitosan berkisar antara 19,96% - 54,15% seperti terlihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai rata-rata persen perpanjangan saat putus (%) bioplastik komposit

Konsentrasi Gliserol (%)	Campuran Komposit (Pati : Kitosan)		
	C1 (3g : 2g)	C2 (3,5g : 1,5g)	C3 (4g : 1g)
K1 (1%)	19,96 f	25,00 e	29,48 d
K2 (1,5%)	22,76 ef	30,05 d	44,06 b
K3 (2%)	35,65 c	41,82 b	54,15 a

Keterangan: huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)

Pada Tabel 6 terlihat bahwa persen perpanjangan saat putus (*Elongation at break*) tertinggi pada campuran bahan komposit pati : kitosan (3g : 2g) dan konsentrasi gliserol 2 % yaitu 54.15 %. Persentase yang terendah terdapat pada campuran bahan komposit pati : kitosan (3g : 2g) dan konsentrasi gliserol 1% yaitu 19,96 % dan tidak berbeda nyata dengan campuran bahan komposit pati : kitosan (3g : 2g) dan konsentrasi gliserol 1,5% yaitu 22,76%. Berdasarkan hal tersebut, terlihat bahwa semakin banyak konsentrasi gliserol maka persentase *elongation* nya juga semakin besar, karena gliserol dapat meningkatkan jarak antar molekul sehingga bioplastik akan semakin elastis (Gontard *et al.*, 1993), Semakin besar konsentrasi kitosan, maka persentase *elongation* semakin menurun (Setiani *et al.*, 2013). Pesentase *elongasi* berbanding terbalik dengan kuat tarik.

Semakin banyak kitosan yang ditambahkan ke dalam film plastik, maka elongasi akan menurun tapi kuat tarik akan meningkat. Penurunan *elongasi* diduga karena adanya interaksi kuat antara campuran bahan komposit yaitu molekul pati dengan kitosan. Ikatan yang terjadi antara molekul pati dengan kitosan semakin rapat dan kompak sehingga akan menyebabkan bioplastik menjadi kuat sehingga film semakin sulit untuk merenggang atau memanjang hal ini tentunya akan memperkecil persentase perpanjangan film (Setiani *et al.*, 2013).

Bioplastik komposit ini telah memenuhi sifat mekanik golongan *Moderate Properties* untuk nilai *Elongasi* yaitu 10-20% (Purwanti, 2010). Dalam Penelitian ini nilai *Elongasi* dari bioplastik telah memenuhi golongan tersebut. standar plastik internasional (ASTM 5336) besarnya persentase pemanjangan (*elongasi*) untuk plastik *Poly Lactid Acid* (PLA) dari Jepang mencapai 9% dan plastik *Polycaprolactone* (PCL) dari Inggris mencapai lebih dari 500 % (Aveorus, 2009 dalam Utomo *et al.*, 2013). Hasil Penelitian ini *Elongasi* yang dihasilkan sudah memenuhi kriteria plastik *Poly Lactid Acid* (PLA) dari Jepang tetapi belum memenuhi plastik *Polycaprolactone* (PCL) dari Inggris.

Elastisitas (*Modulus Young*)

Berdasarkan hasil analisis keragaman pengaruh campuran bahan komposit (Pati : Kitosan) dan konsentrasi gliserol, serta interaksi antar perlakuan berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap elastisitas bioplastik komposit. Nilai *Modulus Young* bioplastik komposit pati kulit singkong dan kitosan berkisar antara 0,01 – 0,03 MPa, seperti terlihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Nilai rata-rata elastisitas (*Modulus Young*) (MPa) bioplastik komposit

Konsentrasi Gliserol (%)	Campuran Komposit (Pati : Kitosan)		
	C1 (3g : 2g)	C2 (3,5g : 1,5g)	C3 (4g : 1g)
K1 (1%)	0,029 a	0,018 c	0,014 d
K2 (1,5%)	0,023 b	0,013 d	0,008 e
K3 (2%)	0,008 e	0,007 f	0,005 g

Keterangan: huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)

Elastisitas (*Modulus young*) merupakan ukuran kekakuan suatu bahan (Setiani, *et al.*, 2013). Elastisitas merupakan perbandingan dari kuat tarik dengan *elongasi*. Pada Tabel 7 terlihat bahwa nilai *Modulus Young* tertinggi terdapat pada campuran bahan komposit pati : kitosan (3g : 2g) dan konsentrasi gliserol 1% yaitu 0,029 MPa, sedangkan nilai *Modulus Young* terendah terdapat pada campuran bahan komposit pati : kitosan (4g : 1g) dan konsentrasi gliserol 2% yaitu 0,008 MPa. Berdasarkan data Tabel 7 nilai elastisitas bioplastik dipengaruhi oleh campuran komposit dan konsentrasi gliserol. Nilai elastisitas berbanding lurus dengan nilai kuat tarik sedangkan berbanding terbalik dengan *elongasi* (Darni dan Utami, 2010). Hal ini dapat dilihat pada campuran bahan komposit pati : kitosan (3g : 2g) dan konsentrasi gliserol 1% pada perlakuan ini memiliki nilai kuat tarik dan *Modulus Young* tertinggi namun memiliki nilai *elongasi* rendah. Semakin banyak konsentrasi kitosan yang digunakan dan konsentrasi pati yang semakin rendah maka nilai elastisitas semakin meningkat. Hal ini sependapat dengan Setiani *et al.*, (2013) dan Darni dan Utami (2010)

menyatakan semakin banyak kitosan yang digunakan, maka nilai kuat tarik semakin tinggi sehingga elastisitasnya juga tinggi, sedangkan semakin banyak pati yang digunakan maka plastik semakin rapuh dan kuat tariknya rendah sehingga elastisitasnya rendah. Sedangkan semakin banyak konsentrasi gliserol yang ditambahkan mengakibatkan penurunan nilai elastisitas film plastik. Hal ini disebabkan gliserol sebagai plastisizer dapat meningkatkan persentase pemanjangan dan penurunan kekuatan tarik (Setiani *et al.*, 2013).

Biodegradasi

Berdasarkan hasil analisis keragaman pengaruh campuran bahan komposit (pati : Kitosan) dan konsentrasi gliserol berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$), serta interaksi antar perlakuan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kemampuan biodegradasi atau persen kehilangan massa bioplastik komposit. Nilai persen kehilangan massa (kemampuan biodegradasi) selama 1 minggu berkisar antara 13,26% - 82,5%, dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Nilai rata-rata kemampuan biodegradasi (%) bioplastik komposit

Konsentrasi Gliserol (%)	Campuran komposit (Pati : Kitosan)		
	C1 (3g : 2g)	C2 (3,5g : 1,5g)	C3 (4g : 1g)
K1 (1%)	13,26 g	25,58 f	46,77 d
K2 (1,5%)	37,67 e	46,42 de	66,61 b
K3 (2%)	55,73 cd	64,71 bc	82,50 a

Keterangan: huruf berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata ($p < 0,05$)

Berdasarkan data dari Tabel 4 dapat dilihat penyusutan massa tertinggi terdapat pada campuran bahan komposit pati : kitosan (4g : 1g) dengan konsentrasi gliserol 2%, sedangkan perlakuan terendah terdapat pada campuran bahan komposit pati : kitosan (3g : 2g) dengan konsentrasi gliserol 1%. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilihat campuran bahan komposit dan konsentrasi gliserol berpengaruh terhadap persen penyusutan massa bioplastik. Semakin banyak penggunaan pati dan kitosan yang lebih sedikit serta konsentrasi gliserol yang digunakan semakin meningkat maka penyusutan massa semakin besar. Hal ini karena pati dan gliserol bersifat hidrofilik (Gontard *et al.*, 1993), sedangkan semakin banyak penggunaan kitosan maka persen kehilangan massanya semakin menurun, hal ini dikarenakan kitosan bersifat hidrofobik dan memiliki sifat antimikrobakterial sehingga mengalami kerusakan dan penyusutan massa lebih lama (Dutta *et al.*, 2009). Hal ini sependapat dengan (Hartatik, 2014) yang menyatakan bahwa penambahan kitosan yang semakin meningkat maka tingkat kerusakan bioplastik lebih sedikit dan terdegradasi lebih lama.

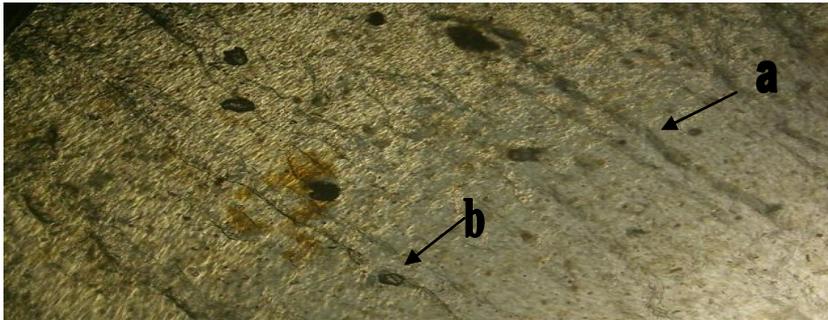
Uji Efektivitas

Uji efektifitas dilakukan untuk menentukan bioplastik dengan karakteristik terbaik dari sifat mekanik dan kemampuan biodegradasinya. Variabel yang diamati yaitu kekuatan tarik, elongasi, elastisitas/*Modulus Young* dan kemampuan biodegradasi. Berdasarkan hasil perhitungan efektifitas (de Garmo, *et al.*, 1984), Perlakuan terbaik ditunjukkan dengan nilai N_h tertinggi, yaitu pada

campuran komposit pati: kitosan (4g: 1g) dan konsentrasi gliserol 1,5%, dengan nilai hasil efektivitas yaitu 0,521.

Morfologi Bioplastik

Uji morfologi dilakukan pada sampel dengan perlakuan terbaik dari sifat mekanik dan kemampuan biodegradasinya yang ditentukan dengan uji efektivitas yaitu pada campuran bahan komposit pati : kitosan (4g : 1g) dan konsentrasi gliserol 1,5% dilihat karakteristik morfologinya dengan menggunakan mikroskop. Adapun hasil dari morfologi bioplastik tersebut sebagai berikut: bioplastik disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Morfologi Bioplastik Komposit (a) serat dan (b) pori (perbesaran 1000x)

Berdasarkan hasil uji morfologi terlihat bahwa permukaan bioplastik komposit berserat dan berpori. Hal ini karena serat polimer kitosan cukup besar yaitu 600-841 μ , sedangkan serat polimer pati yaitu 250 μ sehingga menyebabkan permukaan yang kurang rapat atau berpori. Hal ini sesuai dengan bentuk amorf bioplastik sehingga menyebabkan air akan terserap lebih banyak (Setiani *et al.*, 2013). Gambar tersebut juga menunjukkan adanya flok-flok kecoklatan. Flok kecoklatan tersebut berasal dari pati kulit singkong yang digunakan namun belum bercampur sempurna dengan kitosan.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil Penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Interaksi campuran bahan komposit dan konsentrasi gliserol berpengaruh sangat nyata terhadap kuat tarik dan elastisitas. Interaksi campuran bahan komposit dan konsentrasi gliserol nyata terhadap *elongation* dan kemampuan biodegradasi.
2. Komposit plastik terbaik yaitu pada campuran komposit pati : kitosan (4g: 1g) dan konsentrasi gliserol 1,5% dengan karakteristik : nilai kuat tarik 0,39 MPa, *elongation* 44,06%, elastisitas 0,008 MPa, kemampuan biodegradasi 66,61%. Hasil uji morfologi dihasilkan bioplastik berpori, karena ukuran serat polimer kitosan yang lebih besar dari pati.

Saran

Saran dari hasil penelitian ini yaitu meningkatkan atau mengembangkan cara untuk meningkatkan nilai kekuatan tarik bioplastik serta mengembangkan cara untuk menjernihkan warna bioplastik yang dihasilkan, dari berwarna kecoklatan menjadi transparan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anita, Z., F. Akbar, dan H. Harahap. 2013. Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Film Plastik Dari Pati Kulit Singkong. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2 (2) : 37-41. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Darni, Y., A Chici., D. S. Ismiyati. 2008. Sintesa Bioplastik dari Pati Pisang dan Gelatin dengan Plasticizer Gliserol. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II 2008 Lampung*: Universitas Lampung.
- Darni, Y., dan H. Utami. 2010. Studi Sifat dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan lingkungan*. 7(4) : 88-93. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, 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
- DeGarmo, EP., W.G. Sullivan dan J.R. Canada. 1984. *Engineering Economy (7th ed.)* Macmillan Publishing Company, New York, p.264-265.
- Grace, M.R. 1977. *Cassava Processing*. FAO Plant Production and Protection, Room. pp 1-6.
- Gontard, N.S., Guilbert, & J.L., Cuq. 1993. *Water and Glycerol as Plasticizer Effect Mechanical and Water Vapor Barrier Properties of an Edible Wheat Gluten Film*. *J. Food Sci.*, Vol. 58(1) : 206-211.
- Gibson, R.F. 1994. *Principles of Composite Material Mechanics*. Mc. Graw-Hill, Inc. Singapore
- Hasan, M. 2006. Pembuatan Bioplastik Untuk Kemasan Antara Polikaprolaton (PCL) dan Pati Tapioka dengan Pemanfaatan Minyak Kelapa Sawit Sebagai Pemplastis Alami. Banda Aceh.
- Harnist, R. dan Y. Darni. 2011. Penentuan Kondisi Optimum Konsentrasi Plasticizer pada Sintesa Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Pati Sorgum. Universitas Lampung, Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II
- Hartatik, D.Y., L. Nuriyah, Iswarin. 2014. Pengaruh Komposisi Kitosan Terhadap Sifat Mekanik dan Biodegradable Bioplastik. Jurusan Fisika FMIPA, Universitas Brawijaya, Malang.
- Krochta, J.M and M. Johnston. 1997. *Edible and Biodegradable Polymer Film*. Challenges and Opportunities. *Food Tech*. 51(2):61-74

- Purwanti, A. 2010. Analisis Kuat Tarik dan Elongasi Plastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol. *Jurnal Teknologi* 3(2) : 99-106. Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains dan Teknologi AKPRIND, Yogyakarta.
- Setiani, W., T. Sudiarti dan L. Rahmindar. 2013. Preparasi Dan Karakterisasi Edible Film Dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. *Jurnal Kimia Valensi* 3(2) : 100-109 . Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Gunung Djati. Bandung
- Supriyadi. 1995. Pengaruh Tingkat Hasil Fermentasi Kulit Ubi Kayu Oleh Jamur *Aspergillus niger* dalam Ransum Terhadap Performan Ayam Pedaging Periode Starter. Skripsi. Universitas Padjadjaran, Bandung.
- Utomo, A. W., B.D. Argo., dan M.B. Hermanto. 2013. Pengaruh Suhu Dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Fisikokimiawi Plastik Biodegradable Dari Komposit Pati Lidah Buaya (*Aloe vera*)-Kitosan. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis* 1 (1) : 73-79.