

STABILITAS BIOPLASTIK BERBAHAN BAKU PATI TAPIOKA PADA BERBAGAI SUHU PENYIMPANAN

Waryat¹, dan I. Yuliasih²,

¹Peneliti pada Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Jakarta
Jl. Raya Ragunan No. 30 Psr Minggu, Jakarta Selatan

²Staf Pengajar Teknologi Industri Pertanian, IPB
Email : waryat21@yahoo.com

ABSTRAK

Bioplastik didegradasi oleh mikroorganisme seperti bakteri, alga, jamur dan yang lain, sehingga penggunaannya tidak menimbulkan dampak bagi lingkungan. Bioplastik diperoleh dengan cara modifikasi plastik sintetis dan mencampurkan plastik dengan pati yang sudah dimodifikasi. Tujuan penelitian ini adalah mendapatkan karakteristik pati tapioka dan mengevaluasi karakteristik (mekanik, permeabilitas dan morfologi) bioplastik pada berbagai kondisi penyimpanan yakni suhu ruang, suhu dingin dan suhu beku. Penelitian ini dibagi menjadi dua tahap yaitu pembuatan pati termoplastik dan pembuatan bioplastik. Pati tapioka hasil penelitian memiliki karakteristik kadar air 10,61%, kadar abu 1,14%, kadar protein 1,05, kadar lemak 0,17%, kadar karbohidrat 86,73%, kandungan pati 85,15%, dan diameter granula 10-60 μm . Karakteristik mekanik (kuat tarik dan perpanjangan putus), permeabilitas, dan morfologi bioplastik tidak signifikan pada berbagai suhu penyimpanan. Hal ini mengindikasikan bahwa bioplastik dapat mempertahankan kekuatan mekaniknya walaupun disimpan pada suhu rendah.

Kata kunci : bioplastik, karakteristik mekanik, permeabilitas, morfologi, suhu penyimpanan.

ABSTRACT

Bioplastic can be degraded by microorganisms such as bacteria, algae, fungi and others, so its use does not cause impacts to the environment. Bioplastic has been done by blending between synthetic plastic and modification starch. The purpose of this study was characterization of tapioca starch and evaluation of bioplastic characterization (mechanic, permeability and morphology) on storage temperature that is room, cold and frozen temperature . This study consisted two steps, namely preparation of thermoplastic starch and manufacturing process of bioplastic. The study showed that tapioca starch have a water content of 10,61%, ash 1,14%, protein 1,05%, fat 0,17%, carbohydrates 86,73%, starch content 85,15 and granule diameter 10-60 μm . At room and low temperature showed no significant changes in the mechanical properties, permeability, and morphology, on storage temperature. The result indicates that bioplastic can ability to maintain mechanical properties at low temperature.

Key words : bioplastic, mechanical characterization, permeability, morphology, storage temperature

PENDAHULUAN

Plastik banyak digunakan karena sifatnya praktis, fleksibel, ringan, tahan air, dan harganya relatif murah serta terjangkau oleh semua kalangan masyarakat, selain itu plastik mudah diproduksi secara massal.

Namun, sampah plastik dapat mencemari lingkungan karena tidak mudah hancur oleh cuaca hujan dan panas matahari maupun mikroba yang hidup dalam tanah. Salah satu cara yang dikembangkan untuk mengatasi masalah sampah plastik adalah penggunaan

bioplastik. Bioplastik adalah plastik yang dapat terdegradasi oleh mikroorganisme seperti bakteri, alga, jamur dan yang lain. Bioplastik terbuat dari bahan yang dapat diperbaharui (*renewable*) atau campuran antara bahan sintetis (*non-renewable*) dan bahan alami (*renewable*). Penggunaan bahan alami sebagai bahan pembuat bioplastik mempunyai keuntungan yaitu jumlahnya melimpah, harganya relatif murah, mudah diperoleh dan ramah lingkungan.

Pembuatan bioplastik telah dilakukan dengan berbagai cara, antara lain modifikasi plastik sintetis dan mencampurkan plastik dengan pati yang sudah dimodifikasi (Kim dan Lee, 2002; Ning *et al.*, 2007; Pushpadass *et al.*, 2010). Pedroso dan Rosa (2005) melakukan modifikasi pencampuran plastik daur ulang LDPE (*recycled* LDPE) dengan pati jagung yang menghasilkan peningkatan nilai *young modulus* dari 220 MPa menjadi 330 MPa. Yuliasih *et al.* (2010) dan Permatasari (2010) melaporkan pembuatan bioplastik dari campuran tapioka-onggok dan LDPE/HDPE yang kemampuan degradasinya mencapai 14,5-48,0%, namun plastik sifat mulurnya rendah (1,65%) dan warna plastik coklat.

Menurut Song dan Zheng (2008), penggunaan pati dalam pembuatan bioplastik mempunyai beberapa keuntungan antara lain harganya relatif murah, dapat terdegradasi dan dapat diperbaharui, sehingga berdampak

rendah terhadap pencemaran lingkungan (Fang dan Hanna, 2001). Tapioka atau pati singkong merupakan salah satu bahan baku pembuatan bioplastik. Produksi tapioka Indonesia yang mencapai 4-5 juta ton pertahun (BPS, 2011) merupakan potensi bahan baku bioplastik. Selain itu, harga tapioka lebih murah daripada tepung jagung dan bahan baku lainnya.

Pati memiliki keunggulan bila dijadikan bahan baku bioplastik yaitu permeabilitas oksigen yang cukup rendah. Namun, pati mempunyai kecenderungan menyerap air dari udara karena sifatnya yang hidrofilik. Sehingga sifat mekaniknya rendah dan laju transmisi uap air tinggi (Prachayawarakorn *et al.*, 2010). Untuk mengurangi kelemahan sifat mekanik tersebut pati dimodifikasi menjadi pati termoplastik (Thunwall *et al.*, 2008; Pushpadass *et al.*, 2010; Yokesahachart dan Yoksan, 2011). Pati termoplastik mempunyai keunggulan yakni lebih tahan terhadap suhu tinggi (140-160°C) dibandingkan pati alami (De Vlieger, 2003 *dalam* Yokesahachart dan Yoksan, 2011). Pati termoplastik juga lebih tahan terhadap deformasi karena adanya bahan pemlastis dan destrukturisasi granular, sehingga kerusakan permanen bisa diminimalkan (Ishiaku *et al.*, 2002). Menurut Imre dan Pukanszky (2013), kekuatan bioplastik dalam pemanfaatannya perlu diperhatikan. Salah satu cara adalah

modifikasi bahan baku yang digunakan. Menurut Imre dan Pukanszky (2013), penggunaan pati yang dicampurkan dengan bahan lainnya sekitar 16% dalam pembuatan bioplastik.

Bioplastik seperti halnya kemasan plastik konvensional diharapkan memiliki fungsi melindungi produk dalam penyimpanan dan pemasaran, termasuk dalam kondisi dingin-beku di almari pendingin (*freezer*). Oleh karena itu, bioplastik dituntut memiliki sifat fisik dan mekanik yang baik terhadap berbagai suhu penyimpanan sehingga dapat melindungi produk. Bioplastik diharapkan tahan terhadap kerusakan sehingga tidak pecah apabila terjadi deformasi. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari karakteristik pati tapioka sebagai bahan baku pembuatan bioplastik dan mengevaluasi karakteristik mekanik, permeabilitas dan morfologi bioplastik yang dihasilkan pada berbagai kondisi penyimpanan. Infensi ini berguna untuk menunjang pemanfaatan bioplastik sebagai bahan pengemas, terutama pengemas makanan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini tapioka yang ada dipasaran, gliserol, air destilata, *Linier Low Density Polyethylene* (LLDPE) UF181051 dengan spesifikasi masa jenis (densitas) 0,919-0,923

g/cm³ dan *Melt Flow Indeks* 0,8-1,2 *High Density Polyethylene* (HDPE) SF5007 dengan spesifikasi masa jenis (densitas) 0,948-0,951 g/cm³ dan *Medium Load Melt Indeks* (MLMI) 0,8-1,2 yang diperoleh dari PT Chandra Asri, Antioksidan (irganok) dan *compatibilizer* (LLDPE/HDPE-g-MA). Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Twin Screw Extruder* (HAAKE), Rheomix 3000 Merk HAAKE, *hydraulic hot press*, densimeter, *Lloyd Instrument* untuk menguji kuat tarik dan elongasi (Auto Strain NO. 216 tipe YZ-Yasuda Seiki), dan alat *Scanning Electron Microscope* (VE-8800 Low Voltage -Keyence, Co., Osaka, Jepang), WVTR tester (MOCON) dan O₂TR tester (MOCON).

Tahapan Penelitian

Pembuatan Pati Termoplastik (Zhang dkk., 2007)

Tapioka sebelum dibuat pati termoplastik diamati kadar air (AOAC 1995), kadar abu (AOAC 1995), kadar protein (AOAC 1995), kadar lemak (AOAC 1995), kadar karbohidrat (AOAC 1995), kadar pati (Metode Somogy Nelson), kristalinitas, *water holding capacity* (%), dan bentuk granula serta ukuran Granula (metode mikroskop cahaya terpolarisasi). Proses pembuatan produk termoplastis sebagai berikut : pencampuran pertama dilakukan antara gliserol dan air akuades selama 5 menit, kemudian dicampurkan dengan tapioka dan diaduk

hingga homogen. Selanjutnya dilakukan *aging* selama 8 hari agar campuran akuades dan gliserol dapat terserap sempurna ke dalam pati. Campuran diproses dalam *rheomix* pada suhu *barrel* 90-90-90°C dengan kecepatan 50 rpm selama 15 menit. Bongkahan hasil *rheomix* kemudian diperkecil ukurannya menggunakan *blender/glinder*.

Pembuatan Bioplastik

Plastik dibuat dari dua campuran bahan, yakni pati termoplastik dengan LLDPE dan HDPE. Termoplastik yang diperoleh dari tapioka dicampur dengan antioksidan (irganok), selanjutnya dicampur dengan LLDPE atau HDPE dan *compatibilizer*. Berdasarkan penelitian pendahuluan, perbandingan antara pati termoplastik dengan LLDPE adalah 40:60 b/b dan *compatibilizer* 5%, sedangkan perbandingan antara pati termoplastik dengan HDPE adalah 30:70 b/b dan *compatibilizer* 7,5%. Pencampuran menggunakan *Twin Srew Ekstruder* pada suhu *barrel* 130-130-130-130-140°C dengan kecepatan rotor 75 rpm.

Hasil dari ekstruder dibentuk menjadi pellet menggunakan alat *pelletizer*. Setelah itu dibuat menjadi lembaran film menggunakan alat *blowing film* atau *hydraulic hot press*. Hasil dalam bentuk lembaran kemudian dipotong sesuai pengujian fisik dan mekanik bioplastik. Bioplastik diuji pada berbagai suhu penyimpanan antara lain suhu kamar (20-

25°C; RH 55%), suhu dingin (5-10°C; RH 76%) dan suhu beku (-5- -10°C; RH 50%). Parameter bioplastik yang diamati adalah kuat tarik, perpanjangan putus, permeabilitas dan morfologi permukaan plastik. Pengamatan dilakukan setiap hari selama 5 hari, kecuali morfologi permukaan diamati awal (hari ke-0) dan akhir (hari ke-5) untuk melihat perubahan morfologi bioplastik. Rancangan percobaan pada tahap ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 2 ulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

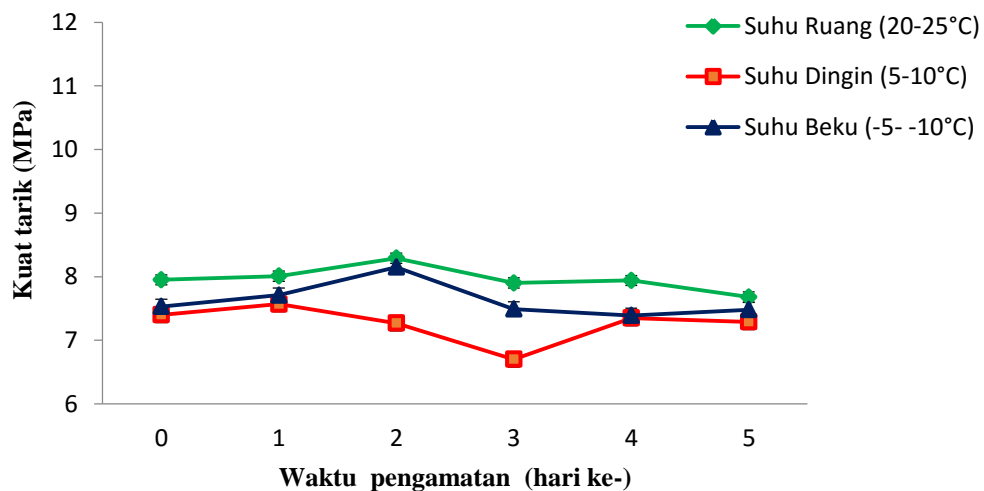
Karakteristik mekanik bioplastik pada berbagai suhu penyimpanan

Berdasarkan karakteristik kekuatan tarik dan perpanjangan putus pada penelitian pendahuluan, maka bioplastik berbahan baku TPS/LLDPE/*compatibilizer* dengan konsentrasi TPS 40%, LLDPE 60% dan *compatibilizer* (MA 5%) dipilih sebagai sampel yang akan diuji stabilitasnya pada berbagai suhu penyimpanan karena bioplastik tersebut telah memenuhi syarat sebagai *wrapping packaging* (JIS Z 1702-1986) yaitu memiliki nilai perpanjangan putus (*elongation*) sebesar 150% (Yuniari, 2011), sedangkan bioplastik berbahan baku TPS/HDPE/*compatibilizer* adalah TPS 30%, HDPE 70% dan *compatibilizer* (MA 7,5%) karena bioplastik tersebut telah

memenuhi syarat sebagai kemasan kantong (JIS Z 1702-1986) yaitu memiliki nilai kuat tarik sebesar 11,5 MPa (Yuniari, 2011). Menurut Krochta dan Johnson (1997) dalam Akili (2012) bahwa syarat standar sifat mekanik plastik untuk kemasan pangan memiliki nilai kuat tarik antara 10-100 MPa dan perpanjangan putus 10-50%. Hasil pengamatan pengaruh suhu penyimpanan terhadap sifat mekanik (kuat tarik dan perpanjangan putus) bioplastik berbahan baku TPS/LLDPE dan TPS/HDPE dapat dilihat pada Gambar 1, 2, 3 dan 4.

Suhu penyimpanan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kuat tarik bioplastik berbahan baku TPS/LLDPE dan TPS/HDPE (Gambar 1 dan 2). Nilai kuat tarik hasil pengamatan cenderung konstan dari hari ke-0 hingga hingga hari ke-5. Hal ini menunjukkan bahwa suhu penyimpanan tidak menyebabkan

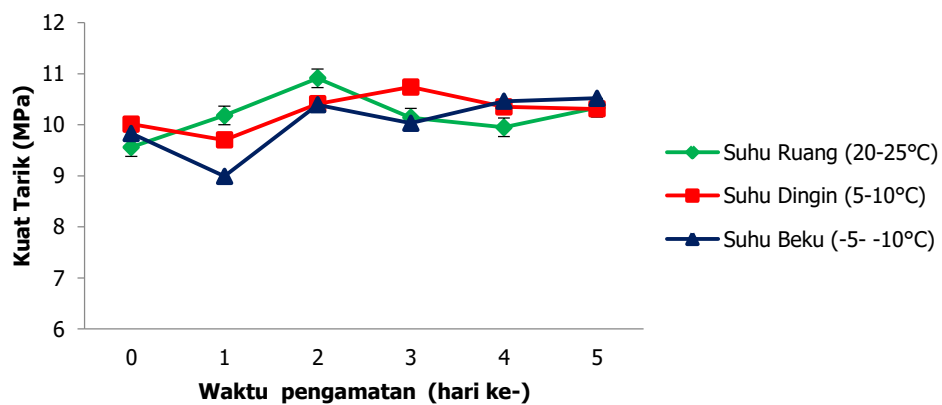
ikatan yang terbentuk antara TPS dan polimer LLDPE dengan penambahan *compatibilizer* menjadi mudah putus/lemah. Suhu dingin dan beku tidak menjadikan kerapatan antar molekul menjadi renggang atau memuai. Oses *et al.* (2008) juga mengatakan bahwa nilai kuat tarik dan perpanjangan putus relative stabil setelah bioplastik disimpan selama 180 hari pada suhu ruang dan RH 75 %. Menurut Surdia dan Saito (1985), suhu rendah tidak memberikan perubahan mekanik yang signifikan dibandingkan suhu tinggi. Selain suhu, waktu penyimpanan yang pendek tidak memberikan perubahan/kerusakan yang berarti pada sifat mekanik bioplastik. Surdia dan Saito (1985) mengatakan bahwa bahan kemasan akan mengalami kerusakan apabila disimpan dalam waktu lama pada suhu rendah maupun suhu tinggi.



Gambar 1. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap nilai kuat tarik (MPa) bioplastikTPS/LLDPE

Suhu penyimpanan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai perpanjangan putus bioplastik berbahan baku TPS/LLDPE dan TPS/HDPE. Hasil pengamatan awal (hari ke-0) perpanjangan putus pada suhu ruang, suhu dingin dan suhu ruang bioplastik berbahan baku TPS/LLDPE adalah 141,75%; 142,24%; dan 145,25%, sedangkan hasil pengamatan akhir (hari ke-5) perpanjangan putus adalah

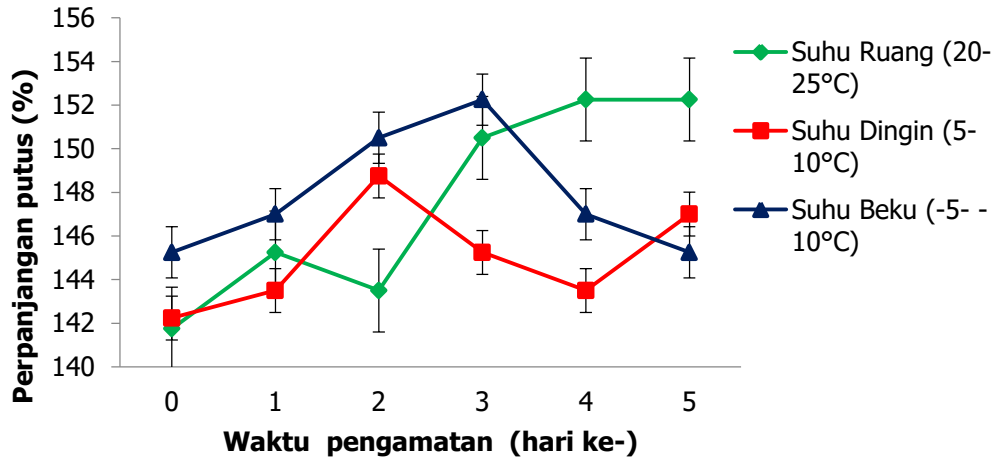
152,25%; 147%; dan 145,25% (Gambar 3). Pada bioplastik berbahan baku TPS/HDPE, hasil pengamatan awal (hari ke-0) perpanjangan putus pada suhu ruang, suhu dingin dan suhu ruang adalah 105%; 101,25%; dan 101,70%, sedangkan hasil pengamatan akhir (hari ke-5) perpanjangan putus adalah 105%; 101,25%; dan 101,25% (Gambar 4).



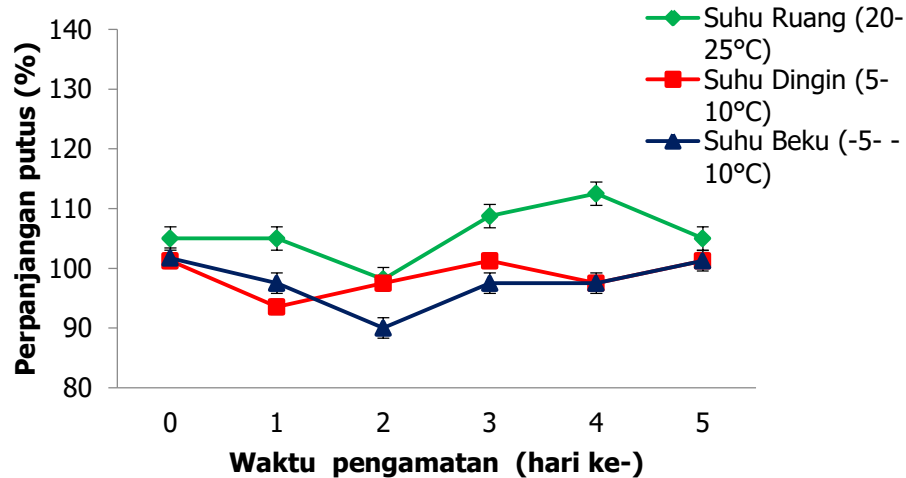
Gambar 2. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap nilai kuat tarik (MPa) bioplastik TPS/HDPE

Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Butler et al. (1996) bahwa perpanjangan putus film chitosan relative tetap setelah disimpan 12 minggu pada suhu 23°C dan RH 50%. Hal ini berkaitan dengan terjadinya ikatan yang kuat antara molekul penyusun bioplastik (TPS dan LLDPE atau HDPE) dengan penambahan

compatibilizer. Zeus (2005) dalam <http://www.zeusinc.com> mengatakan bahwa plastik yang memiliki nilai *tg* (*transisi glass*) di bawah suhu ruang lebih fleksibel dan tidak mudah pecah saat disimpan pada suhu ruang atau suhu di atas suhu *tg*-nya.



Gambar 3. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap nilai perpanjangan putus (%) bioplastik TPS/LLDPE



Gambar 4. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap nilai perpanjangan putus (%) bioplastik TPS/HDPE

Karakteristik permeabilitas bioplastik

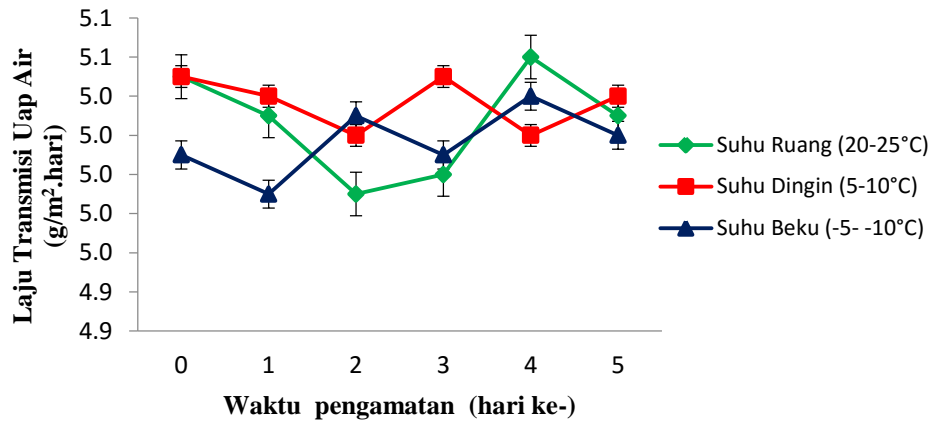
Nilai permeabilitas suatu bahan kemasan penting untuk memperkirakan daya simpan produk yang dikemas dan menentukan kemasan apa yang sesuai untuk produk tertentu. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap nilai WVTR dapat dilihat pada Gambar 5 dan Gambar 6. Hasil pengamatan awal (hari ke-0), nilai WVTR bioplastik berbahan baku TPS/LLDPE pada suhu ruang,

suhu dingin dan suhu beku adalah 5,05; 5,05; 5,01 g/m².hari, sedangkan hasil pengamatan akhir (hari ke-5) adalah 5,03; 5,04; 5,02 g/m².hari.

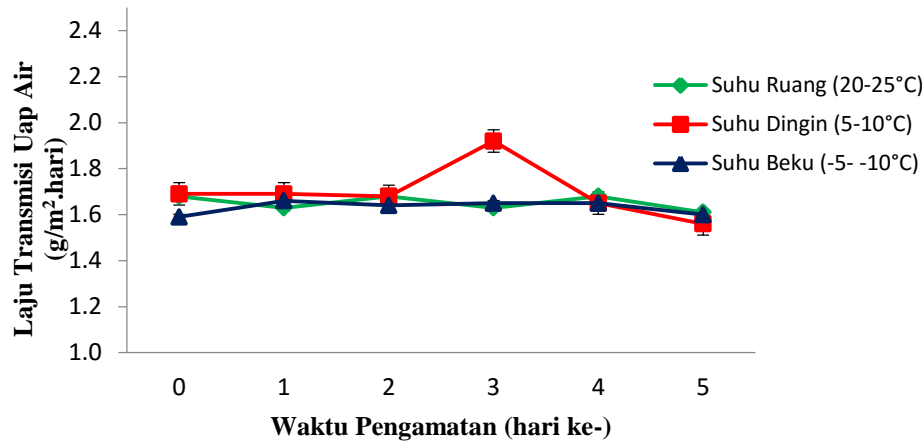
Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa suhu penyimpanan tidak berpengaruh nyata terhadap nilai WVTR bioplastik berbahan baku TPS/LLDPE dan TPS/HDPE. Nilai WVTR menunjukkan kecenderungan konstan. Hal tersebut menunjukkan molekul uap air

sulit menembus ke dalam bioplastik karena terdapat ikatan yang kuat antara molekul penyusunnya. Kerapatan dan struktur dasar bioplastik sangat menentukan nilai WVTR. Nilai WVTR berbahan baku TPS/HDPE relatif lebih rendah dan konstan dibandingkan LLDPE

karena HDPE memiliki struktur rantai yang lebih lurus bila dibandingkan LLDPE sehingga memiliki derajat kristalinitas yang lebih tinggi. Polymer plastik yang memiliki derajat kristalinitas tinggi lebih mampu menahan perpindahan uap air (Osés *et al.*, 2008).



Gambar 5. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap nilai WVTR bioplastik TPS/LLDPE



Gambar 6. Pengaruh suhu penyimpanan terhadap nilai WVTR bioplastik TPS/HDPE

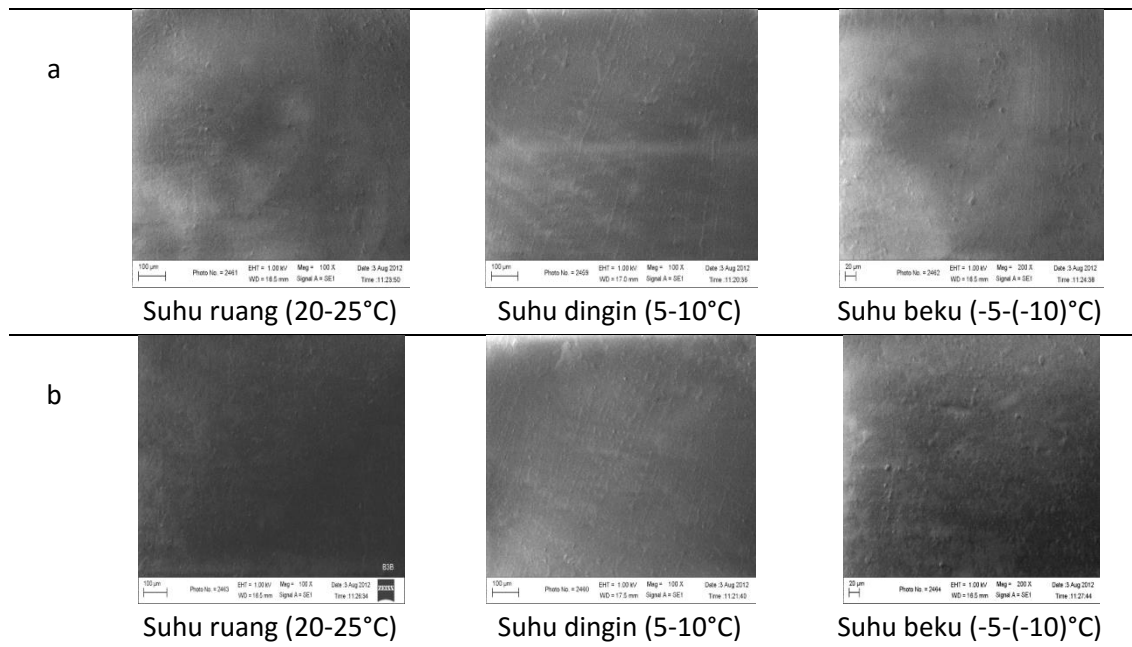
Karakteristik morfologi bioplastik pada berbagai suhu penyimpanan

Morfologi permukaan bioplastik pada ketiga suhu penyimpanan disajikan pada Gambar 7 dan 8. Pengujian dengan SEM pembesaran 100x menunjukkan bahwa suhu

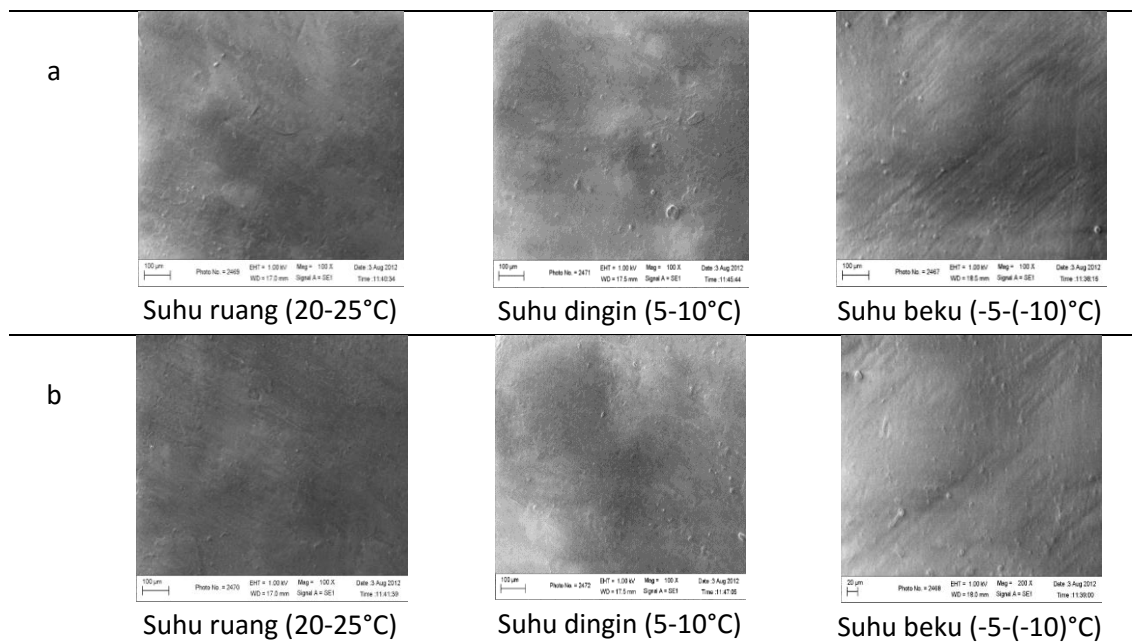
penyimpanan tidak mengakibatkan perubahan terhadap morfologi bioplastik berbahan baku TPS/LLDPE dan TPS/HDPE. Bioplastik tidak mengalami kerusakan seperti adanya lubang, robekan atau kerutan karena TPS yang ada pada bioplastik tidak atau belum mengalami

perubahan ukuran akibat penyerapan air dari lingkungan sekitar yang dapat dilihat dari nilai

WVTR-nya yang relative konstan (Gambar 5 dan 6).



Gambar 7. Morfologi permukaan bioplastik TPS/LLDPE pada (a) awal penyimpanan (hari ke-0) dan (b) akhir penyimpanan (hari ke-5)



Gambar 8. Morfologi permukaan bioplastik TPS/HDPE pada (a) awal penyimpanan (hari ke-0) dan (b) akhir penyimpanan (hari ke-5)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diketahui tidak ada perubahan signifikan pada karakteristik mekanik (kuat tarik dan perpanjangan putus), permeabilitas, dan morfologi bioplastik pada berbagai suhu penyimpanan. Bioplastik memiliki kemampuan dalam mempertahankan kekuatan mekaniknya walaupun disimpan pada suhu rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Akili MS 2012. Pembuatan dan karakterisasi edible film dari pectin hasil ekstraksi kulit pisang. Tesis. Sekolah Pascasarjana. IPB. Bogor.
- AOAC. 1995. *Official method of analysis of the association of official analytical chemist*. Virginia: AOAC, Int.
- [ASTM] American Society for Testing and Material. (1991). *Annual book of ASTM standards*. Volume ke-14. Philadelphia: American Society for Testing and Material.
- Badan Pusat Statistik. 2011. Indonesia Dalam Angka 2010. Jakarta.
- Butler BL, Vergano PJ, Testin RF, Bunn JM, Wiles JL. 1996. Mechanical and barrier properties of edible chitosan films as affected by composition and storage. *Journal of Food Science* 61(5) : 953–955.
- Escamilla GC, Canché-Canché M, Duarte-Aranda S, Cáceres-Farfán M, Borges-Argáez R. 2011. Mechanical properties and biodegradation of thermoplastic starches obtained from grafted starches with acrylics. *Carbohydrate Polymers* 86: 1501– 1508.
- Fang Q, and Hanna, MA. 2001. Preparation and characterization of biodegradable copolyester-starch base foams. *Bioresource Technology* 78: 115-122.
- Imre, B and B. Pukanszky. 2013. Compatibilization in bio-based and biodegradable polymer Blends. *European Polymer Journal* 49. 1215–1233.
- Ishiaku US, Pang KW, Lee WS, Ishak ZAM. 2002. Mechanical properties and enzymic degradation of thermoplastic and granular sago starch filled poly (ϵ -caprolactone). *European Poly. J.* 38 : 393-401.
- Kim M, and Lee SJ. 2002. Characteristics of crosslink potato starch and starch-filled LLDPE films. *Carbohydrate Polymers* 50: 331-337.
- Luallen T. 2004. Utilizing starch in product development. In : Eliasson, A.C. 2004. *Starch in Food : Function, and Applications*. CRS Press, Boca Raton.
- Ning W, Jiugao Y, Xiaofei M, Ying W. 2007. The influence of citric acid on the properties of thermoplastic starch/linear low-density polyethylene blends. *Carbohydrate Polymers* 67: 446–453.
- Oses J, Fernandez-Pan I, Mendoza M, Mate, JI. 2008. Stability of the mechanical properties of edible films based on wheyprotein isolate during storage at different relative humidity.
- Pedroso, A.G. and Rosa, D.S. (2005). Mechanical, Thermal and Morphological Characterization of Recycled LDPE/Corn starch Blends. *Carbohydr. Polym.* 59: 1-9.
- Permatasari NA. 2010. Produksi plastik komposit dari campuran tapioka-onggok termoplastik dengan *compatibilizer* polietilen. Tesis. Sekolah Pascasarjana. IPB. Bogor.
- Prachayawarakorn J, Sangnitdej P. dan Boonpasith P. (2010). Properties of

thermoplastic rice starch composites reinforced by cotton fiber or low-density polyethylene. *Carbohydrate Polymers* 81 : 425–433.

- Pushpadass HA, Robert WW, Joseph JD, and Milford AH. 2010. Biodegradation characteristics of starch–polystyrene loose-fill foams. in a composting medium. *Bioresource Technology* 101: 7258–7264.
- Song Y, Zheng Q. 2008. Improved tensile strength of glycerol-plasticized gluten bioplastic containing hydrophobic liquids. *Bioresource Technology* 99: 7665-7671.
- Surdia, T dan Saito S. (1985). *Pengetahuan Bahan Teknik*. PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- Thunwall M, Kuthanova V, Boldizar A, Rigdahl M. 2008. Film blowing of thermoplastic starch. *Carbohydrate Polymers* 71: 583–590.
- Yokesahachart C, Yoksan R. 2011. Effect of amphiphilic molecules on characteristics and tensile properties of thermoplastic starch and its blends with poly(lactic acid). *Carbohydrate Polymers* 83 : 22–31.
- Yuliasih I, Sunarti TC, Waryat, Misgiyarta. 2010. Pembuatan bioplastik untuk kemasan pangan berbasis onggok. Laporan Hasil Penelitian KKP3T. IPB. Bogor.
- Yuniari A. 2010. Morfologi dan sifat fisika polipaduan LDPE-pati tergrafting maleat anhidrat. *Jurnal Riset Industri* 5(3) : 239-247.
- Zeus. 2005 Low temperature properties of polymers. Technical Whitepaper 2005. Diakses tanggal 7 Januari 2013.
- Zhang, Q.X., Yu, Z.Z., Xie, X.L., Naito, K. dan Kagawa, Y. (2007). Preparation Crystalline Morphology of Biodegradable Starch/Clay Nanocomposites. *Polymer* 48(24): 7193-7200.