View metadata, citation and similar papers at core.ac.uk
brought to you by CORE
provided by Journal of Agroindustrial Technology

Jurnal Teknologi Industri Pertanian
26 (1):1-8 (2016)
ISSN 0216-3160 EISSN 2252-3901
Terakreditasi DIKTI No 56/DIKTI/Kep/2012

APLIKASI ASAM STEARAT SEBAGAI *COMPATIBILIZER* PADA FILM KOMPOSIT TEPUNG UBI KAYU-*LINEAR LOW DENSITY POLYETHYLENE*

APPLICATION OF STEARIC ACID AS COMPATIBILIZER ON CASSAVA FLOUR-LLDPE COMPOSITE FILM

Sugiarto[1)*], Titi Candra Sunarti[1)], Ani Suryani[1)], Sutrisno[2)], Indah Yuliasih[1)]

[1)]Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian IPB
Kampus IPB Dramaga, P.O.Box, 220, Bogor
Email: paksugiarto@yahoo.com
[2)]Departemen Teknik Mesin dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB

Makalah: Diterima 4 Agustus 2014; Diperbaiki 19 Januari 2015; Disetujui 30 Januari 2015

ABSTRACT

Mixing of thermo plasticized cassava flour (TCL) with linear low density polyethylene (LLDPE) is faced in polarity differences where TCL as a polar material while LLDPE is a nonpolar material. To get good compound, an additive substances called compatibilizer is needed to modify the polarityof respective component, i.e. stearic acid to give polar group on LLDPE molecules. The objective of this study was to investigate of the use of stearic acid as compatibilizer on TCL-LLDPE composite film. TCL was produced by adding 30 and 40% (w/w) of glycerin to cassava flour (CL). Composite films were formulated based on CL:LLDPE ratio 2:8 and 3:7. The stearic acid dosages used were 5 and 7% (w/w) of LLDPE. The influence of the flour, glycerin, and stearic acid dose on melt flow index, specific gravity, mechanical properties, seal strength, and film clarity were analyzed. The results show that higher composite melt flow index was obtained on composites that use higher stearic acid dosage. Higher composite specific gravity was obtained on composites that use higher CL. Higher CL ratio give composite film lower mechanical properties and seal strength. The best composite film properties was produced from 2:8 CL:LLDPE ratio, 40% glycerin, and 5% stearic acid. The best properties of the composite film are 5.62 MPa in MD tensile strength and 594.27% elongation.

Keywords: cassava flour, composite film, stearic acid

ABSTRAK

Pencampuran tepung singkong termoplastis (TCL) dengan *linear low density polyethylene* (LLDPE) dihadapkan pada perbedaan polaritas karena TCL merupakan bahan yang bersifat polar sementara LLDPE merupakan bahan yang bersifatnonpolar. Untuk mendapatkan campuran atau komposit yang baik, diperlukan bahan aditif, yaitu bahan kompatibiliser yang digunakan untuk mengubah polaritas komponen, di antaranya adalah asam stearat yang dapatmemberikan gugus polar pada molekulLLDPE. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan asam stearat sebagai kompatibiliser padafilm komposit TCL-LLDPE. TCL diproduksi dengan menambahkan 30 dan 40% (b / b) gliserin ke tepung singkong (CL). Film komposit dibuat dengan rasio CL:LLDPE sebesar 2:8 dan 3:7. Dosis asam stearat yang digunakan adalah 5 dan 7% (b/b) dari LLDPE.Parameter yang dianalisis pada penelitian ini adalah pengaruh rasio CL:LLDPE, dosis gliserin, dan dosis asam stearat terhadap *melt flow index*, *specific gravity*, sifat mekanik, kekuatan *seal*, dan kejernihan film yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *melt flow index*yang lebih tinggi dihasilkanoleh komposit yang menggunakan dosis asam stearat yang lebih tinggi. *Specific gravity* yang lebih tinggi dihasilkan oleh komposit yang menggunakan CL lebih tinggi.Rasio CL yang lebih tinggi menghasilkan film komposit dengan sifat mekanik dan kekuatan *seal* yang lebih rendah. Film komposit terbaik dihasilkan dari komposisi CL:LLDPE sebesar 2:8; 40% gliserin, dan 5% asam stearat. Sifat mekanisdari film komposit tersebut adalah kekuatan tarik arah MD 5,62 MPa dan elongasi 594,27%.

Kata kunci: tepung ubi kayu, film plastik komposit, asam stearat

PENDAHULUAN

Plastik merupakan bahan kemasan yang paling banyak digunakan saat ini. Hal ini disebabkan plastik mempunyai beberapa keunggulan yaitu ketahanan *impact* yang jauh lebih baik dibandingkan kemasan gelas, bobot ringan, harga murah, dan mudah dibentuk. Di balik keunggulannya, terdapat dua permasalahan penting dalam penggunaan kemasan plastik sintetis. Pertama, plastik menimbulkan pencemaran serta kerusakan lingkungan karena sulit terdegradasi secara alami. Menurut data statistik persampahan domestik Indonesia, estimasi total timbunan sampah berdasarkan jenisnya menunjukkan sampah plastik menduduki urutan kedua yaitu sebesar 5,4 juta ton/tahun (Kementrian Lingkungan Hidup, 2008).

*Penulis untuk korespondensi

Kedua, ketersediaan bahan baku plastik berupa minyak dan gas bumi semakin menipis.

Untuk mengurangi permasalahan ini dikembangkan *biodegradable polymer*. Salah satu contoh bahan yang sering digunakan yaitu pati. Pati merupakan polimer alami yang paling menjanjikan bagi pengembangan bahan-bahan *biodegradable* karena pati memiliki kombinasi atribut seperti harga murah, ketersediaan berlimpah, dan dapat diperbarui. Salah satu sumber pati yaitu ubi kayu. Harga ubi kayu murah dan ketersediaannya cukup melimpah di Indonesia yaitu sebesar 24 juta ton pada tahun 2011 (BPS, 2011) membuat ubi kayu mempunyai potensi untuk menjadi material pengemas.

Polimer berbasis pati memiliki beberapa kekurangan. Pati memiliki kemampuan proses mencair yang rendah, kemampuan menyerap air yang tinggi, rapuh, dan sulit diolah sehingga perlu ditambahkan *plasticizer* seperti gliserol dan air. Selain itu, bioplastik berbahan dasar pati mempunyai sifat mekanik yang lebih rendah dibandingkan plastik sintetis (Pilla, 2011). Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan pencampuran biopolimer berbahan dasar pati dan polimer sintetis.

Bahan yang bersifat hidrofilik (pati) dan bahan yang bersifat hidrofobik (polimer sintetis) menghasilkan campuran yang tidak kompatibel. Untuk meningkatkan kompatibilitas antara dua bahan campuran ditambahkan *compatibilizer* (kompatibiliser). Penggunaan asam stearat sebagai kompatibiliser dapat meningkatkan fleksibilitas matriks polimer (Kim *et al.,* 2006). Pencampuran pati dan LLDPE diharapkan dapat menghasilkan plastik komposit yang mempunyai sifat mekanik yang baik dan lebih ramah lingkungan. Penambahan *plasticizer* berupa gliserol dan air pada pati diharapkan dapat membuat pati menjadi termoplastis, sedangkan penambahan kompatibiliser dalam pencampuran pati termoplastik dan LLDPE diharapkan dapat membuat campuran menjadi kompatibel dan menghasilkan kompon yang homogen.

Tepung ubi kayu seperti halnya pati, mempunyai kemampuan menyerap air yang tinggi, rapuh, dan sulit diolah sehingga perlu penambahan *plasticizer* agar tepung bersifat termoplastis sehingga mudah dibentuk. Tepung ubi kayu termoplastik bersifat hidrofilik sedangkan LLDPE bersifat hidrofobik. Pencampuran tepung ubi kayu termoplastik dan LLDPE menimbulkan kendala yaitu sulit untuk dicampur dengan baik. Pada pencampuran kedua bahan ini diperlukan kompatibiliser. Pada penelitian ini digunakan *compatibilizer* berupa asam stearat. Asam stearate selain memiliki kemampuan sebagai kompatibiliser juga memiliki sifat sebagai *dispersant* dan pelumas. Pada pembuatan barang-barang plastik sintetis, asam stearat sering digunakan sebagai *dispersant* agar bahan aditif dapat tercampur merata di dalam matriks plastik dan memudahkan barang jadi dikeluarkan dari cetakan. Harapan dari penggunaan asam stearat selain memberikan efek kompatibilisasi juga memberikan efek *dispersant* dan lubrikasi.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan film komposit ubi kayu termoplastik-LLDPE dan mengetahui sifat mekanik film komposit ubi kayu termoplastik-LLDPE yang dihasilkan. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk mengetahui pengaruh rasio ubi kayu termoplastik dan LLDPE, pengaruh dosis *plasticizer* dan kompatibiliser yang digunakan terhadap indeks laju alir (MFI), kuat tarik, perpanjangan putus, kuat *seal*, dan sifat optik film komposit yang dihasilkan.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung ubi kayu lolos ayakan 100 mesh, resin *linear low density polyethylene* (LLDPE) UF1810 dengan MFI 1 g/10 menit dan UI2420 dengan MFI 20 g/10 menit yang diperoleh dari PT. Chandra Asri Petrochemical, gliserol dan air sebagai *plasticizer*, dan asam stearat Edenor ST 05 MMY sebagai c*ompatibilizer*. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *compression-type kneading and mixing machine* model ML-5L untuk plastisisasi tepung ubi kayu dan pembuatan kompon tepung ubi kayu/LLDPE, *crusher* FRB-7.5 untuk pengecilan ukuran, dan *blowing film line* dengan *dies* untuk film LLDPE untuk pembentukan film komposit. Peralatan analisis yang digunakan adalah *Universal Testing Machine* dari *Lloyd Instrument* untuk analisis sifat mekanis film komposit, spektrofotometer *Gretagmacbeth color* i5 untuk analisis optik, *Melt Flow Indexer* type Frank untuk analisis MFI, dan *moisture analyzer* AND MS-70 untuk pengukuran kadar air komposit.

Metode

Karakterisasi Tepung Ubi Kayu

Bahan berupa tepung ubi kayu berukuran 100 mesh dilakukan analisis proksimat untuk mengetahui karakteristiknya. Karakterisasi tepung ubi kayu meliputi analisis kadar air, kadar abu, dan kadar lemak, kadar protein dan kadar serat kasar, kadar pati dan kadar amilosa (AOAC 1995, AOAC, 1999).

Pembuatan Pelet Komposit

Pembuatan pelet komposit dimulai dengan proses plastisisasi tepung ubi kayu menggunakan gliserol dan air. Gliserol dicampurkan pada tepung dengan dosis 30 dan 40% dari bobot tepung ubi kayu, sementara air ditambahkan sampai kadar air campuran mencapai 25%. Plastisisasi dilakukan menggunakan *kneading and mixing machine* selama 15 menit pada suhu 90^{o}C dengan kecepatan putar 52 rpm. Gumpalan hasil pencampuran kemudian dihancurkan menggunakan *crusher* sehingga diperoleh pelet berukuran 6 - 8 mm.

Tepung ubi kayu termoplastik dicampur dengan resin LLDPE dan asam stearat untuk memperoleh pelet komposit. Rasio tepung ubi kayu:resin LLDPE yang digunakan adalah 2:8 dan 3:7. Dosis asam stearat yang digunakan adalah 5 dan 7% dari bobot resin LLDPE. Resin LLDPE yang digunakan adalah campuran 1:1 LLDPE UF1810 dan LLDPE UI2420 untuk mendapatkan MFI resin sekitar 10 g/10 menit.

Komponding dilakukan pada suhu 190^{o}C dengan kecepatan 52 rpm sampai diperoleh kompon yang rata. Gumpalan kompon yang dihasilkan dihancurkan sampai berukuran 6 - 8 mm. Pelet komposit yang diperoleh dianalisis kadar airnya. Pelet komposit ini selanjutnya dikeringkan menggunakan *hopper dryer* pada suhu 110^{o}C hingga mencapai kadar air kurang dari 0,3%. Setelah dikeringkan, pelet komposit dianalisis indeks laju alirnya (ASTM D1238, 1991) dan bobot jenisnya.

Pembuatan Film Plastik Komposit

Pelet komposit yang sudah dikeringkan diproses dengan mesin *blowing film* dengan kecepatan *screw* 800 rpm dan suhu 150^{o}C di keempat zona ekstruder sehingga dihasilkan tabung film. Film yang dihasilkan dianalisis sifat mekanik (kuat tarik dan panjang elongasi) lembaran film (ASTM D-882, 1991), kekuatan *seal*, FTIR, SEM (ASTM E-2015, 1991), dan warna (*yellowness* dan *opacity* (ASTM E-313, 1991)).

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap faktorial dengan 2 kali ulangan. Faktor yang digunakan yaitu rasio tepung ubi kayu terhadap LLDPE yang terdiri dari 2 taraf (2:8 dan 3:7), dosis gliserol yaitu (30 dan 40% bobot tepung ubi kayu), dan dosis asam stearat yaitu (5 dan 7% bobot LLDPE).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Tepung Ubi Kayu

Karakterisasi tepung ubi kayu dilakukan untuk mengetahui kondisi awal tepung sebelum proses pencampuran dengan gliserol dan air pada proses plastisisasi tepung. Karakterisasi tepung ubi kayu dilakukan agar mengetahui pengaruhnya terhadap proses pembuatan plastik komposit dan plastik komposit yang dihasilkan. Hasil karakterisasi tepung ubi kayu ditampilkan pada Tabel 1.

Air yang terkandung dalam tepung ubi kayu berfungsi untuk membantu proses plastisisasi tepung. Penambahan air ini juga dilakukan untuk menekan terjadinya pencoklatan film komposit yang dihasilkan. Kandungan air ini akan berkurang akibat penguapan ketika dilakukan proses plastisisasi pada suhu 90^{o}C dan proses pembuatan komposit pada suhu 150^{o}C. Adanya protein dalam tepung ubi kayu diduga berpengaruh terhadap pencampuran dengan polimer sintesis (resin LLDPE). Menurut Wang dan Liu (2002), penghilangan protein pada pati beras menyebabkan dispersi pati, kuat tarik, dan elongasi lebih meningkat. Adanya protein dalam pati meningkatkan interaksi antar granula pati sehingga menghalangi penyebaran tepung yang dicampurkan ke dalam matriks LLDPE.

Tabel 1. Karakteristik tepung ubi kayu

Parameter	Nilai
Kadar air (%, b/b)	15,87
Kadar abu (% b/b)	1,48
Kadar protein (%)	2,83
Kadar serat kasar (%)	0,23
Kadar pati (%)	78,53
Rasio amilosa (%)	27,07
Ukuran (% lolos ayakan 100 mesh)	100

Rendahnya kadar serat kasar tepung ubi kayu disebabkan adanya perlakuan penggilingan dan pengayakan sampai lolos ayakan 100 mesh. Serat kasar tepung ubi kayu sulit dihaluskan sehingga seratnya tertahan di ayakan. Penurunan kadar serat kasar pada proses penggilingan sebenarnya memberikan pengaruh negatif karena serat kasar dapat memberikan kekuatan mekanis namun jika tidak dilakukan penggilingan maka ukuran tepung ubi kayu yang terlalu besar juga akan menyebabkan sulitnya pencampuran karena perlu waktu lebih lama untuk melelehkan tepung ubi kayu dan akibatnya selain kemungkinan terjadinya pencoklatan juga terjadi pemutusan ikatan glikosida pati. Kandungan amilosa tepung ubi kayu relatif tinggi sehingga diharapkan dapat menghasilkan film komposit yang lebih baik karena kecenderungan amilosa membentuk film yang lebih kuat dibandingkan dengan amilopektin. Untuk membentuk film dan gel yang kuat harus digunakan pati dengan kandungan amilosa yang tinggi. Struktur amilosa sangat stabil dan dapat membentuk film yang lebih padat dan lebih kuat dibandingkan dengan film amilopektin (Lourdin *et al.*, 1995).

Karakter *Pelet* Komposit

Kadar air pelet komposit yang dihasilkan yaitu 1,62 – 2,08%. Kadar air pelet komposit berpengaruh pada sifat film plastik komposit yang dihasilkan. Pada saat proses *film blowing*, jika kadar air pelet komposit terlalu tinggi, air akan terjebak bersama pelet komposit yang terkena panas di dalam mesin *blowing film* yang tidak mempunyai ventilasi. Saat film keluar dari *die*, air yang menempel pada film akan menguap karena panas dan menyebabkan terjadinya lubang-lubang pada film yang dihasilkan. Data kadar air dan karakter sifik komposit disajikan pada Tabel 2. Kadar air komposit tidak dipengaruhi oleh ketiga faktor yang dicoba, yaitu rasio tepung ubi kayu terhadap resin LLDPE, dosis plastisiser, dan dosis kompatibiliser.

Tabel 2. Karakter komposit

Formulasi	Kadar Air (%)	MFI (g/10 menit)	Bobot Jenis (g/cm^3)
T20 R80 G30 AS5	1,795	3,975 [a]	0,917 [a]
T20 R80 G30 AS7	1,620	4,732 [b]	0,912 [a]
T20 R80 G40 AS5	1,730	4,295 [a]	0,916 [a]
T20 R80 G40 AS7	1,738	4,788 [b]	0,917 [a]
T30 R70 G30 AS5	2,018	3,814 [a]	0,948 [b]
T30 R70 G30 AS7	1,930	4,347 [b]	0,934 [b]
T30 R70 G40 AS5	1,872	4,422 [b]	0,939 [b]
T30 R70 G40 AS7	2,084	4,883 [b]	0,942 [b]

Keterangan: huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda dengan tingkat kepercayaan 95%.
T20 R80 = rasio tepung ubi kayu : resin LLDPE 2:8
T30, R70 = rasio tepung ubi kayu : resin LLDPE 3:7
G30, G40 = dosis gliserol 30% dan 40% dari bobot tepung
AS5, AS7 = dosis asam stearate 5% dan 7% dari bobot resin LLDPE.

Dosis asam stearat berpengaruh nyata terhadap nilai MFI komposit yang dihasilkan. Komposit yang menggunakan 7% asam stearat memiliki nilai MFI yang lebih besar dibandingkan pelet komposit yang menggunakan 5% asam stearat. Hal ini disebabkan asam stearat dapat berfungsi sebagai pelumas yang mengurangi gesekan antar mesin pengolahan dan mencegah agar pelet tidak menempel pada mesin cetakan sehingga aliran pelet di dalam mesin lebih lancar (Piringer dan Banner, 2008).

Dari data yang diperoleh, peningkatan nilai MFI berbanding lurus dengan peningkatan persentase asam sterat yang digunakan. Hasil ini serupa dengan penelitian yang dilakukan Waryat *et al*. (2013), bahwa MFI cenderung meningkat dengan peningkatan dosis kompatibiliser, sementara Kim *et al*. (2006) menyatakan campuran LLDPE dan *filler* yang dilapisi asam stearat menghasilkan lelehan dengan viskositas yang lebih rendah dibandingkan LLDPE dan filler tanpa dilapisi asam stearat.

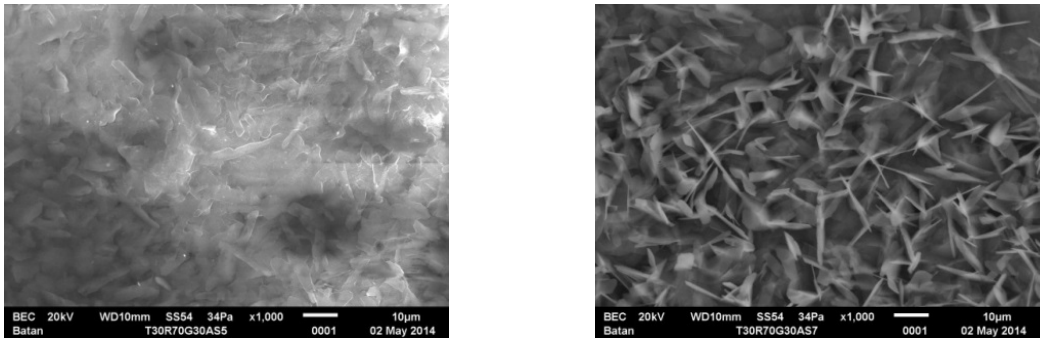
Rasio tepung ubi kayu terplastisisasi terhadap resin LLDPE yang digunakan berpengaruh nyata terhadap bobot jenis pelet komposit yang dihasilkan. Perbedaan bobot jenis komposit ditentukan oleh banyaknya tepung ubi kayu di dalam komposit. Semakin banyak tepung ubi kayu maka bobot jenis komposit akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan bobot jenis tepung ubi kayu lebih tinggi dari LLDPE.

Morfologi Film Komposit

Morfologi permukaan film komposit tepung ubi kayu-LLDPE dengan rasio 3:7 dan gliserol 30 persen ditampilkan pada Gambar 1. Pada Gambar 1 tampak bahwa tepung ubi kayu termoplastik tersebar merata pada matriks LLDPE hal tersebut menunjukkan bahwa asam stearat pada LLDPE memiliki kemampuan sebagai kompatibiliser pada pencampuran LLDPE dengan tepung ubi kayu termoplastik. Sebagai kompatibiliser, asam stearat dapat meningkatkan gaya adhesi antara LLDPE dengan tepung ubi kayu termoplastik. Hal ini sesuai dengan penelitian Puspadass *et al.* (2010) yang menunjukkan bahwa penggunaan kompatibiliser (LLDPE dengan ikatan cabang *maleat anhydride*) pada campuran pati jagung dengan LLDPE dapat memperbaiki gaya adhesi dan interaksi antara pati jagung dengan LLDPE. Selain sebagai kompatibiliser, asam stearat juga berfungsi sebagai *dispersant* yang membantu penyebaran tepung ubi kayu termoplastik ke dalam matriks LLDPE (Piringer dan Banner, 2008) sehingga dapat diperoleh komposit yang lebih homogen.

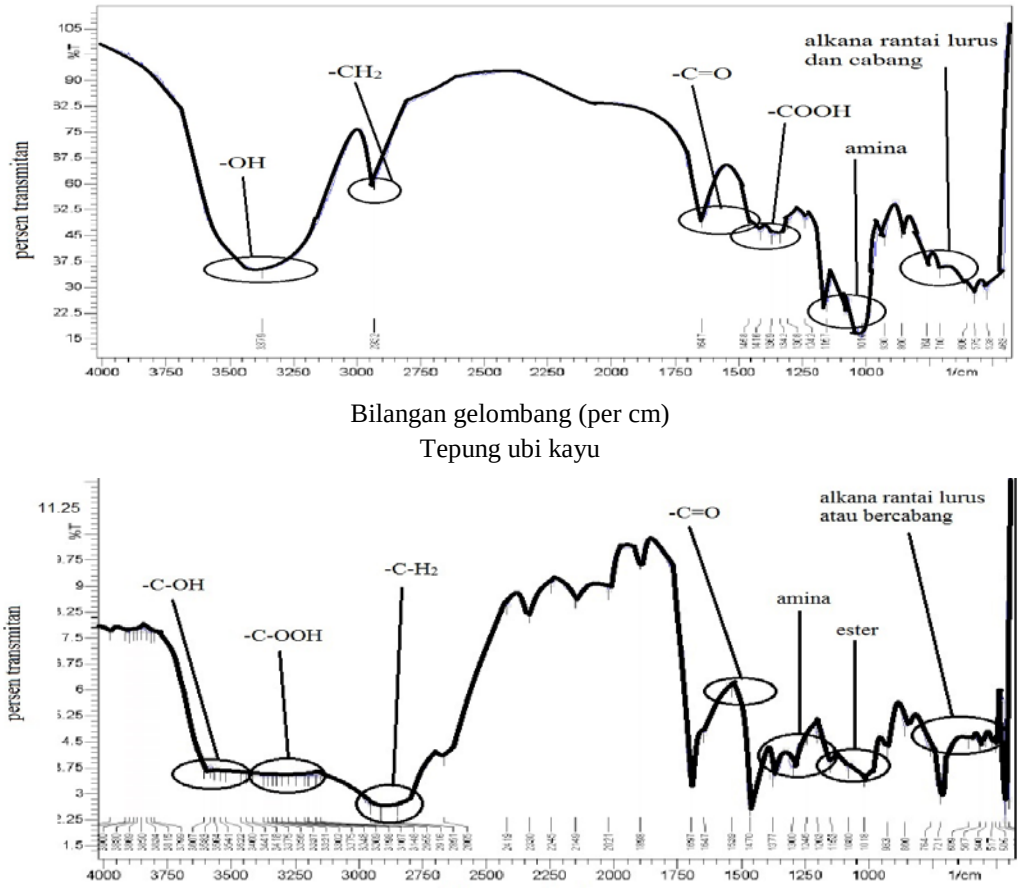
Spektrum FTIR

Spektrum FTIR tepung ubi kayu dan komposit LLDPE/tepung ubi kayu ditampilkan pada Gambar 2. Spektrum FTIR menunjukkan banyak puncak gugus alkohol primer, sekunder, dan tersier dengan ikatan yang kuat dan sedang serta gugus asam karboksilat dengan ikatan sedang pada komposit (bilangan gelombang sekitar 3000-3750/cm) sementara pada tepung ubi kayu hanya ada satu puncak gugus alkohol atau asam karboksilat. Dari banyaknya puncak gugus asam karboksilat pada komposit dapat diduga bahwa pengikatan asam stearate pada rantai LLDPE tidak terjadi pada gugus karboksilat-nya tetapi pada rantai yang bersifat hidrofobik, hal ini ditunjukkan dengan munculnya puncak alkana rantai cabang (bilangan gelombang ±500). Dengan demikian LLDPE yang telah mengikat asam stearat memiliki gugus karboksilat yang bersifat hidrofilik. Gugus inilah yang menyebabkan LLDPE terkompatibilisasi ini mampu bercampur dengan lebih baik dengan tepung ubi kayu yang bersifat hidrofilik dengan membentuk ikatan hidrogen antara gugus kaboksilat pada LLDPE terkompatibilisasi dengan gugus hidroksil pada tepung ubi kayu termoplastis.



Asam stearat 5% Asam stearat 7%

Gambar 1. Morfologi permukaan film komposit LLDPE/tepung ubi kayu



Gambar 2. Spektrum FTIR tepung ubi kayu dan komposit LLDPE/tepung ubi kayu

Sifat Mekanik Film Plastik Komposit

Kuat tarik merupakan ukuran besarnya beban atau gaya yang dapat ditahan sebelum suatu sampel rusak atau putus, sementara elongasi adalah perubahan panjang contoh yang dihasilkan oleh ukuran tertentu panjang spesimen akibat gaya yang diberikan (Stevens, 2007). Hasil analisis kuat tarik komposit disajikan pada Tabel 3.

Analisis statistika menunjukkan bahwa kuat tarik film komposit hanya dipengaruhi oleh faktor rasio tepung ubi kayu terhadap LLDPE. Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai kuat tarik komposit yang dihasilkan dari semua perlakuan jauh lebih rendah dari kuat tarik film LLDPE murni, yaitu 24,0-26,5 MPa pada arah sejajar mesin *film blowing* namun hanya sekitar setengah dari kuat tarik komposit pati termoplastik-LLDPE dengan rasio 2:8 dan 3:7 menggunakan *maleic anhydride* sebagai kompatibiliser yang dibuat oleh Waryat *et al*. (2013).

Tabel 3. Karakter mekanis film komposit

Formulasi	Kuat tarik (MPa)		Elongasi (%)	
	Tegak lurus arah *blowing*	Sejajar arah *blowing*	Tegak lurus arah *blowing*	Sejajar arah *blowing*
T20 R80 G30 AS5	4,51[a]	5,25[a]	52,12	298,09[a]
T20 R80 G30 AS7	2,85[a]	4,57[a]	54,86	331,62[a]
T20 R80 G40 AS5	4,84[a]	5,62[a]	129,01	594,27[a]
T20 R80 G40 AS7	4,04[a]	4,50[a]	115,19	431,07[a]
T30 R70 G30 AS5	3,28[b]	4,06[b]	32,29	150,27[b]
T30 R70 G30 AS7	2,87[b]	3,84[b]	35,22	131,24[b]
T30 R70 G40 AS5	2,90[b]	3,27[b]	58,78	218,09[b]
T30 R70 G40 AS7	2,68[b]	2,95[b]	55,99	251,83[b]

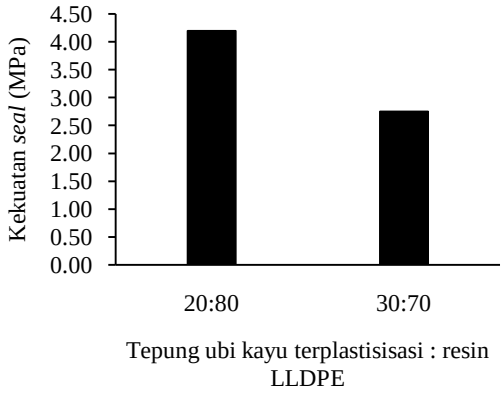
Keterangan: huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda dengan tingkat kepercayaan 95%.
T20 R80 = rasio tepung ubi kayu : resin LLDPE 2:8
T30, R70 = rasio tepung ubi kayu : resin LLDPE 3:7
G30, G40 = dosis gliserol 30 % dan 40% dari bobot tepung
AS5, AS7 = dosis asam stearate 5 % dan 7% dari bobot resin LLDPE.

Rendahnya kuat tarik film komposit disebabkan adanya tepung ubi kayu di dalam matriks LLDPE. Tepung ubi kayu yang ditambahkan ini mengganggu ikatan antar muka LLDPE sehingga menurunkan kekuatan komposit yang dihasilkan. Nikazar *et al*. (2005) menyatakan bahwa penambahan pati ke dalam polimer plastik akan menurunkan nilai kuat tarik dan elongasinya. Semakin banyak tepung ubi kayu yang ditambahkan maka ikatan antar muka LLDPE semakin terganggu sehingga kuat tariknya juga semakin menurun.

Perbedaan polaritas antara bahan yang dicampur juga mengganggu pencampurannya sehingga tidak dapat membentuk ikatan yang kuat antara keduanya (Ong *et al*., 2002). Waryat *et al*. (2013) juga menghasilkan hal yang sama yaitu menurunnya kuat tarik plastik komposit dengan rasio pati termoplastik terhadap LLDPE sebesar 2:8 dibandingkan plastik komposit dengan rasio pati termoplastik terhadap LLDPE sebesar 3:7. Hal yang sama ditunjukkan oleh penelitian Kim dan Lee (2002) dan Rimdusit *et al*. (2008) bahwa peningkatan jumlah pati akan menurunkan kuat tarik dan elongasi yang disebabkan oleh penurunan interaksi antar permukaan antara pati dengan LLDPE.

Tepung ubi kayu juga bersifat lebih kaku dan rapuh dibandingkan dengan LLDPE. Penambahan tepung ubi kayu ke dalam LLDPE akan menyebabkan komposit yang dihasilkan bersifat kurang plastis. Hal ini ditunjukkan dengan rendahnya panjang putus komposit dibandingkan LLDPE serta penurunan nilai panjang putus akibat peningkatan jumlah tepung ubi kayu.

Film plastik komposit di-*seal* agar bisa digunakan untuk menampung beban. Analisis kuat *seal* dilakukan untuk melihat kekuatan tarik film plastik komposit yang telah di-*seal*. Rasio tepung ubi kayu terplastisisasi terhadap resin LLDPE berpengaruh nyata terhadap kekuatan *seal* film plastik komposit. Pengaruh rasio tepung ubi kayu terhadap kuat *seal* ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Kuat *seal* film plastik komposit

Kandungan tepung ubi kayu di dalam komposit berbanding terbalik dengan kuat *seal* film komposit. Hal ini disebabkan titik leleh tepung ubi kayu dan LLDPE yang berbeda. Kuat *seal* film komposit yang dihasilkan sedikit lebih rendah dibandingkan kuat tarik film kompositnya. Penurunan kekuatan ini disebabkan selama proses *sealing* terjadi pelelehan dan pembekuan kembali komposit. Peristiwa pelelehan dan pembekuan kembali tersebut terjadi pada kondisi berbeda dengan di dalam ekstruder ataupun *kneader* sehingga kemungkinan terjadi pemisahan komponen LLDPE dengan tepung ubi kayu termoplastik karena perbedaan polaritas. Pemisahan inilah yang menyebabkan turunnya kuat tarik pada titik *sealing*.

Seluruh film komposit sesuai formulasi yang dicobakan menggunakan *film blowing line* dengan *die* untuk LLDPE masih cukup tebal, yaitu lebih dari 200 µm. Seluruh formulasi yang dicobakan tidak dapat menghasilkan film kurang dari 200 µm dengan baik. Hal ini diduga karena teknik *film blowing* yang digunakan tidak cocok untuk komposit yang dihasilkan. Penggunaan teknik film blowing yang lain seperti dengan mengganti *die* dengan *die* untuk HDPE yang *melting point*nya lebih tinggi atau dengan teknik *film blowing* untuk polipropilen dengan arah cetak dan hembus dari atas ke bawah mungkin dapat menghasilkan film komposit yang lebih tipis.

Sifat Optis Film Komposit

Film komposit yang dihasilkan dianalisis sifat optisnya, yaitu *yellowness* dan kejernihannya. Film komposit yang dihasilkan dari semua perlakuan memiliki derajat kuning yang tidak berbeda, semua film yang dihasilkan berwarna kekuningan. Warna kekuningan ini disebabkan terjadinya pencoklatan bahan yang digunakan terutama tepung ubi kayu yang banyak mengandung pati, sedikit serat dan protein, serta gliserol yang ditambahkan sebagai *plastisiser*. Perlakuan panas selama komponding dan *blowing* menyebabkan terjadinya pelepasan molekul air dari struktur pati dan serat membentuk karamel (proses karamelisasi) yang berwarna coklat. Semakin banyak kehilangan air maka akan dihasilkan warna yang lebih gelap sampai akhirnya menjadi hitam jika semua air terlepas sehingga pati dan serat menjadi arang. Penyebab pencoklatan yang kedua adalah terjadinya reaksi Maillard antara gugus alkohol pada pati, serat dan gliserol dengan gugus amina yang terdapat pada protein pati ubi kayu. Tepung ubi kayu yang digunakan mengandung 2,83% protein dan lebih dari 78,53 pati. Data warna film komposit disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Karakter optis film komposit

Formulasi	*Yellowness*	Kejernihan
T20 R80 G30 AS5	26,61	41,48
T20 R80 G30 AS7	15,14	32,67
T20 R80 G40 AS5	21,41	29,96
T20 R80 G40 AS7	21,55	35,89
T30 R70 G30 AS5	25,43	43,63
T30 R70 G30 AS7	26,16	45,01
T30 R70 G40 AS5	23,42	28,08
T30 R70 G40 AS7	22,41	34,61

Keterangan:
T20 R80 = rasio tepung ubi kayu : resin LLDPE 2:8
T30, R70 = rasio tepung ubi kayu : resin LLDPE 3:7
G30, G40 = dosis gliserol 30 % dan 40% dari bobot tepung
AS5, AS7 = dosis asam stearate 5 % dan 7% dari bobot resin LLDPE

Film yang dihasilkan memiliki sifat kurang jernih atau transparan yang ditunjukkan dengan nilai kejernihan yang kurang dari 50. Rendahnya nilai kejernihan ini disebabkan kedua bahan utama pembentuk resin memang kurang jernih. Film LLDPE sendiri agak buram seperti berkabut, sementara tepung ubi kayu bersifat lebih opak dibandingkan dengan film LLDPE dengan demikian pencampuran keduanya akan menghasilkan film yang lebih buram dibandingkan film LLDPE.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Peningkatan komposisi tepung ubi kayu termoplastis dapat menurunkan sifat mekanik film plastik komposit yang dihasilkan. Sifat mekanik terbaik film komposit dihasilkan pada formulasi dengan rasio tepung ubi kayu terplastisisasi dan resin LLDPE sebesar 2:8 menggunakan 40% gliserol dan 5% asam stearat. Penggunaan asam stearat sebagai kompatibiliser dengan konsentrasi 7% memberikan *melt flow index* pelet komposit yang lebih tinggi dibandingkan asam stearat 5%. Penggunaan tepung ubi kayu terplastisisasi sebesar 30% menghasilkan bobot jenis pelet komposit yang lebih tinggi dibandingkan tepung ubi kayu terplastisisasi sebesar 20%. Penggunaan tepung ubi kayu terplastisisasi sebesar 20% memberikan kekuatan *seal* yang lebih baik dibandingkan tepung ubi kayu terplastisisasi sebesar 30%. Warna film komposit tidak dipengaruhi rasio tepung ubi kayu:LLDPE, dosis gliserol, dan dosis asam stearat. Film komposit yang dihasilkan bersifat buram dengan warna kecoklatan.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai teknik pembuatan kompon yang lebih baik sehingga dapat dihasilkan film yang lebih cerah. Teknik *film blowing* masih perlu dieksplorasi agar dapat dibuat film komposit dengan kandungan tepung ubi kayu lebih tinggi dan film yang lebih tipis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada PT Inter Aneka Lestari Kimia atas bantuan sebagian bahan, peralatan proses dan analisis, Direktorat Pendidikan Tinggi, Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan RI atas beasiswa BPPS, Program BOPTN Direktorat Pendidikan Tinggi, Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan atas dana penelitian melalui skema BOPTN dan Rivan Juniawan dan Bora Lasian Sianturi atas bantuannya selama pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

[AOAC] Association of Official Analytical Chemist. 1995. *Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist*. AOAC, Inc. Virginia, USA.

---------. 1999. *Official Method of Analysis of The Association of Official Analytical Chemist*. AOAC, Inc. Virginia, USA.

[ASTM] American Society for Testing and Material. 1991. *Annual Book of ASTM Standards.* Volume 8. American Society for Testing and Material. Philadelphia, USA.

Badan Pusat Statistik (BPS). 2011. *Luas Panen, Produktivitas dan Produksi Ubi Kayu Menurut Provinsi.*

Kementrian Lingkungan Hidup. 2008. Kebijakan pengelolaan lingkungan hidup. *Prosiding seminar meretas langkah menuju bumi bebas sampah plastik dengan bioplastik*. Universitas Negeri Jogjakarta. Yogyakarta: 6 November 2008.

Kim H, Biswas J, dan Choe S. 2006. *Effects of stearic acid coating on zeolite in LDPE, LLDPE, and HDPE composites*. Department of Chemical Engineering, Inha University, Incheon 402-751.

Kim M dan Lee SJ. 2002. Characteristidc of crosslink potato starch and starch filled LLDPE films. *Carbohydr Polym.* 50:331-337.

Nikazar M, Safari B, Bonakdarpour, Milani Z. 2005. Improving the biodegradability and mechanical strength of corn starch-LDPE blends through formulation modification. *Iranian Polym J.* 14:1050-1057.

Ong DAHT dan Charoenkongthum K. 2002. Thermal properties and moisture absorption of LDPE/banana starch bio-composite films. *J Metals, Mat and Min.* 12:1-10.

Permatasari NA. 2010. *Produksi Plastik Komposit dari Campuran Tapioka-Onggok Termoplastis dengan Compatibilized Polietilen*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.

Pilla S. 2011. *Bioplastics and Biocomposites Engineering Applications.* United Kingdom: John Wiley and Sons.

Piringer OG dan Banner AL. 2008. *Plastic Packaging*. Weinhein: Wiley Vch.

Rimdusit S, Jingjid S, Damrongsakkul S, Tiptipakorn S, Tekeichi T. 2008. Biodegradability and property pharacteri-zations of methyl cellulose: effect of nanocompositing and chemical crosslinking. *Carbohydr Polym.* 72:444-455.

Lourdin D, Della VG, dan Colonna P. 1995. Influence of amylose content on starch films and foams. *Carbohydr Polym.* 27:261-270.

Mali S, Grossmann MVE, García MA, Martino MN, Zaritzky NE. 2008. Antiplasticizing effect of glycerol and sorbitol on the properties of cassava starch Films. *Braz J Food Technol.* 11:194–200.

Wang YJ dan Liu W. 2002. Morphology and properties of pow pensity polyethylene and pice starch composites. *Rice Quality and Proc.* 34:419-425.

Waryat, Romli M, Suryani A, Yuliasih I, Johan S. 2013. Using of a compatibilizer to improve morphological, physical and mechanical properties of biodegradable plastic from thermoplastic starch/LLDPE blends. *Int J Eng Technol.* 13: 115-122.