

Profil Permukaan dan Gugus Fungsi Bioplastik Pati Singkong Termodifikasi

*The Profile Surface and Functional Groups of Biodegradable Plastics which made
from Cassava Modified Starch.*

Bambang Admadi Harsojuwono*, I Wayan Arnata dan Sri Mulyani

Jurusan Teknologi Industri, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana,
Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Kode pos : 80361; Telp/Fax : (0361) 701801

Diterima 29 Desember 2016 / Disetujui 28 Januari 2017

ABSTRACT

The purpose of research is to identify the profile of surface and functional groups biodegradable plastics made from cassava modified starch. Research conducted by exploration method, which starts from the manufacture biodegradable plastics of cassava starch modified and continued by observing the surface profile of biodegradable plastics of cassava starch modified on the side of the transverse and longitudinal using Scan Electron Microscope (SEM), and to identify the functional groups on the polymer formed in biodegradable plastics using a spectrometer FTIR. The results of a study showed that the surface profile of biodegradable plastics on the looks longitudinal shows the gel networks formed by modified starch polymer material with cavities in the air. Biodegradable plastics profile of starch cassava (tapioca) appear alongside or crosswise displays the order of layered vertical direction with a thickness of 379 microns, while the magnification 2500 times looked crosswise show tissues gel formed by the polymer material starch is structured in the form of waves or wave in the vertical direction. Biodegradable plastics are formed of polymer starch modified to contain functional groups hydroxyl (OH) bonded to hydrogen, alkanes (CH), aldehyde (CH), hydrogen bonding carboxylic acid, alkyne (C = C), esters, aromatics simple, carboxyl (CO), alkenes (C = C) and hydrocarbons - (CH₂)_n.

Keywords: *biodegradable plastics, cassava modified starch, surface profile and functional groups.*

*Korespondensi Penulis:

Email: ba_harsojuwono@yahoo.co.id

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah mengidentifikasi profil permukaan dan gugus fungsi bioplastik yang terbuat dari pati singkong termodifikasi. Penelitian dilaksanakan dengan metode eksplorasi, yang diawali dari pembuatan bioplastik pati singkong termodifikasi dan dilanjutkan dengan mengamati profil permukaan bioplastik pati singkong termodifikasi pada sisi melintang dan membujur dengan menggunakan Scan Electron Microscope (SEM), serta mengidentifikasi gugus fungsi pada polimer yang terbentuk dalam bioplastik menggunakan spectrometer FTIR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa profil permukaan bioplastik pada tampak membujur menunjukkan adanya jaringan-jaringan gel yang dibentuk oleh bahan polimer pati termodifikasi dengan rongga-rongga udara. Profil bioplastik pati singkong (tapioka) tampak samping atau melintang menampilkan susunan berlapis ke arah vertikal dengan ketebalan 379 mikron, sementara itu perbesaran 2500 kali tampak melintang menunjukkan jaringan-jaringan gel yang dibentuk oleh bahan polimer pati yang tersusun berbentuk gelombang atau ombak ke arah vertikal. Bioplastik yang dibentuk dari polimer pati termodifikasi mengandung gugus fungsi hidroksil (O-H) yang berikatan dengan hydrogen, alkana (C-H), aldehida (C-H), ikatan hidrogen asam karboksilat, alkuna (C≡C), ester, senyawa aromatik sederhana, karboksil (C-O), alkena (C=C) serta hidrokarbon - (CH₂)_n.

Kata kunci: *bioplastic; pati singkong termodifikasi; profil permukaan dan gugus fungsi.*

PENDAHULUAN

Pengembangan bioplastik diarahkan untuk mengganti plastik sintetis yang sukar terdegradasi dan penyebab pencemaran lingkungan. Bioplastik telah diupayakan dibuat dari berbagai bahan alami khususnya dari bahan hewani maupun hayati. Salah satu bahan hayati yang sangat potensial sebagai bahan baku bioplastik adalah pati. Pati dapat diperoleh dari berbagai tanaman, namun tanaman yang sangat potensial untuk diambil patinya dan dipakai sebagai bahan baku plastik adalah singkong atau ketela pohon. Menurut Firdaus dan Anwar (2004), pati singkong atau tapioka merupakan bahan yang paling potensial sebagai bahan baku bioplastik. Lebih lanjut menurut Kumoro dan Purbasari (2014), pati singkong sudah diproduksi

secara masal dalam skala industri sehingga terjamin ketersediaannya sebagai bahan baku.

Upaya mengembangkan pembuatan bioplastik dari pati singkong cukup luar biasa, bahkan untuk meningkatkan karakteristik mutunya, dilakukan dengan menggabungkan satu atau lebih bahan baku polimer lainnya sehingga terbentuk komposit. Namun demikian hasilnya belum juga menghasilkan bioplastik berbahan baku utama pati singkong yang memuaskan ditinjau dari segi biaya produksi, penggunaannya dalam arti luas serta karakteristik mutunya. Oleh karena itu salah satu upaya yang perlu dilakukan untuk mengembangkan bioplastik supaya karakteristiknya meningkat adalah mengganti bahan baku pati singkong menjadi pati singkong yang termodifikasi (Thu, 2015). Pati termodifikasi adalah

pati yang gugus hidroksilnya telah diubah lewat reaksi kimia seperti esterifikasi, eterifikasi, oksidasi atau dengan mengganggu struktur awalnya (Anonymous, 2015). Menurut Anonymous (2003), pati yang termodifikasi akan mengalami pembentukan ikatan silang dari dua molekul atau lebih dalam granula yang dihubungkan oleh gugus hidroksil (-OH). Pemanfaatan pati singkong termodifikasi ini dalam pembuatan bioplastik masih sedikit informasinya, sehingga karakteristik mutunya belum banyak diketahui. Oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah mengidentifikasi karakteristik profil permukaan dan gugus fungsi bioplastik yang terbuat dari pati singkong termodifikasi.

METODE PENELITIAN

Bahan

Alat yang digunakan antara beaker glass, spatula, waterbath, teflon, mesin pengering otomatis tipe cabinet dryer, SEM dan spectrometer FTIR (*Fourier Transform Infra Red*). Bahan penelitian meliputi pati singkong termodifikasi, aquadest, larutan asam cuka 25% dan gliserol.

Pelaksanaan Penelitian

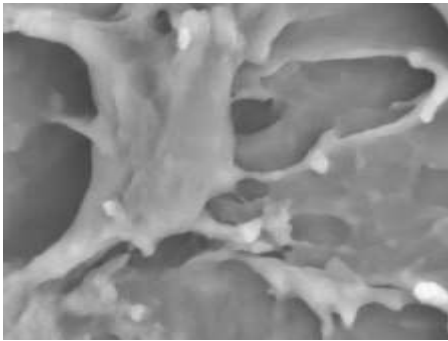
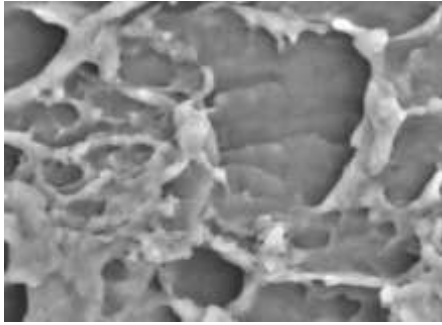
Penelitian menggunakan metode eksploratif yang diawali dari pembuatan bioplastik pati singkong termodifikasi dan dilanjutkan dengan mengidentifikasi profil permukaan dan gugus fungsi. Pembuatan pati singkong dilaksanakan sebagai berikut : Pati singkong termodifikasi dengan sebanyak 6 g,

aquadest 100 g, 0,2 g asam cuka 25% dicampur dan diaduk selama 10 menit dengan spatula dalam beaker glass, setelah itu ditambah plasticizer gliserol 1 g. Campuran tersebut diaduk kembali dengan spatula selama 10 menit agar campuran homogen. Selanjutnya, campuran dipanaskan dan diaduk dalam waterbath pada suhu 70°C sampai membentuk gel. Gel yang terbentuk kemudian dicetak di teflon dengan diameter 20 cm. Setelah itu dipanaskan pada mesin pengering otomatis tipe cabinet dengan laju udara panas $5 \pm 0,1$ m³/menit pada suhu 50°C selama 5 jam. Bioplastik yang terbentuk diangkat perlahan dan didinginkan pada suhu ruang selama 24 jam dan siap untuk diidentifikasi. Identifikasi profil permukaan bioplastik pati singkong termodifikasi dilakukan pada sisi melintang dan membujur dengan menggunakan *Scan Electron Microscope* (SEM), sementara itu identifikasi gugus fungsi dilakukan dengan menggunakan spectrometer FTIR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Profil Permukaan Bioplastik pada Posisi Membujur

Profil permukaan bioplastik pati singkong termodifikasi pada posisi membujur seperti terlihat pada Gambar 1. Pada Gambar 1a dengan perbesaran 3000 kali dan Gambar 1b dengan perbesaran 5000 kali, terlihat adanya jaringan-jaringan yang dibentuk oleh bahan polimer pati termodifikasi dengan rongga-rongga udara di antaranya.



Gambar 1. Tampak membujur permukaan bioplastik pati singkong termodifikasi (atas) perbesaran 3000x, (bawah) perbesaran 5000x



Gambar 2. Tampak membujur permukaan edible film dari pati dan gelatin (Al-Hassan dan Norziah, 2012)

Jaring-jaring tersebut menunjukkan adanya ikatan silang dalam polimer bioplastik pati singkong termodifikasi. Menurut Anonymous (2003) ikatan silang terjadi karena dua molekul atau

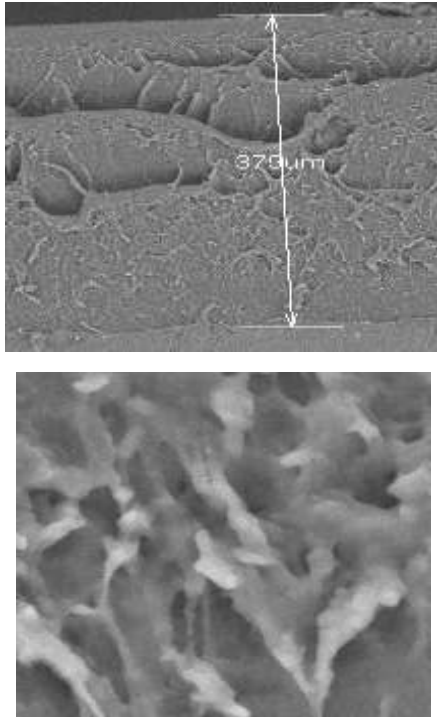
lebih dalam granula dihubungkan oleh gugus hidroksil (-OH). Hal ini nampak mirip hasil penelitian Al-Hassan dan Norziah (2012) yang menunjukkan hasil pembacaan SEM terhadap *edible film* yang berasal dari pati dan gelatin, seperti terlihat pada Gambar 2.

Profil Permukaan Bioplastik pada Posisi Melintang

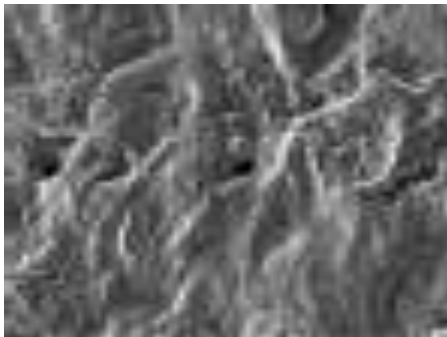
Profil permukaan bioplastik pati singkong termodifikasi pada posisi tampak samping atau melintang terlihat pada Gambar 3. Gambar 3a dengan perbesaran 180 kali menampilkan profil dengan susunan berlapis ke arah vertikal dengan ketebalan 379 mikron, sementara itu Gambar 3b dengan perbesaran 2500 kali menunjukkan profil permukaan tampak melintang dari lapisan yang tersusun ke arah vertikal. Profil melintang ini menunjukkan permukaan bioplastik pati singkong termodifikasi membentuk gelombang atau ombak yang teratur dengan ikatan silang (Liu dan Han, 2005). Hasil penelitian ini mirip dengan permukaan melintang *edible film* dari pati dan gelatin yang diperoleh Al-Hassan dan Norziah (2012) seperti yang terlihat pada Gambar 4.

Profil Gugus Fungsi

Bioplastik pati singkong termodifikasi tersusun dari bahan utama pati singkong termodifikasi sebagai polimer utama dengan bahan tambahan lain seperti pemlastis yang berupa gliserol. Pembentukan bioplastik pati yang terplastisasi akan menyebabkan perubahan gugus fungsi dari masing-



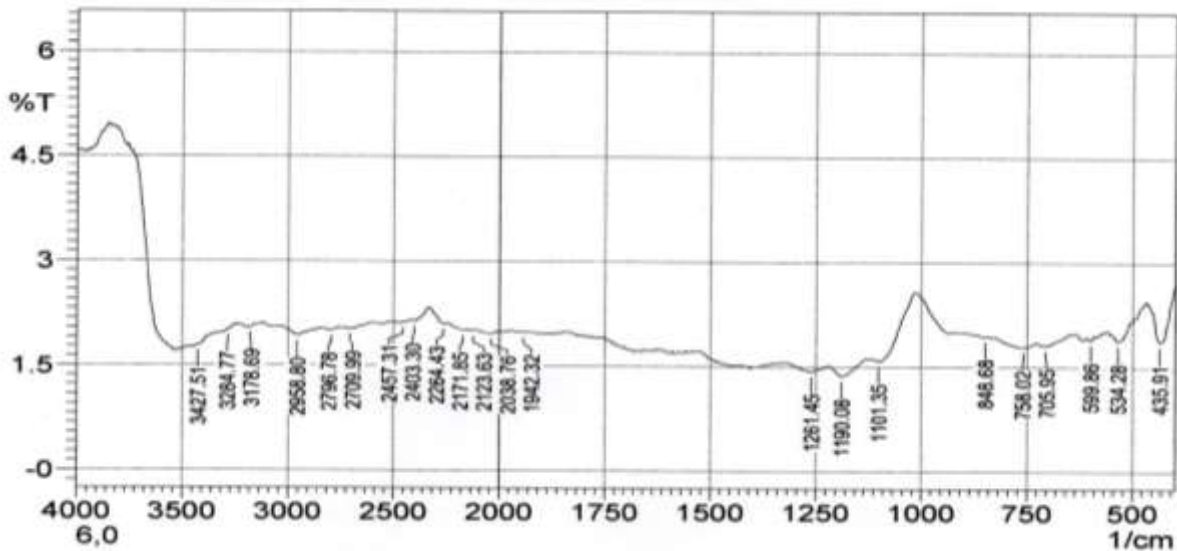
Gambar 3. Tampak melintang permukaan bioplastik pati singkong termodifikasi perbesaran 180x, (b) perbesaran 2500x



Gambar 4. Tampak melintang permukaan edible film dari pati dan gelatin (Al-Hassan dan Norziah, 2012)

masing komponen akibat terjadinya reaksi polimerisasi (Averous, 2004). Hasil pembacaan dengan spektrofotometer FTIR (*Fourier*

Transform Infra Red), diperoleh spektragram seperti terlihat pada Gambar 5 yang menunjukkan bilangan gelombang 3427,51; 3284,77; 3178,69; 2958,80; 2796,78; 2709,99; 2457,31; 2403,30; 2264,43; 2171,85; 2123,63; 2038,76; 1942,32; 1261,45; 1190,06; 1101,35; 848,68; 758,02; 705,95; 599,86; 534,28; 435,91 cm^{-1} . Menurut Anonymous, 2012, puncak-puncak serapan pada bilangan gelombang sekitar 3200 – 3500 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus hidroksil (O-H) yang berikatan dengan hidrogen. Sementara itu bilangan gelombang antara 2850– 2970 menunjukkan alkana (C-H), bilangan gelombang 2750 – 2850 menunjukkan aldehida (C-H), spectrum 2500-2700 menunjukkan ikatan hidrogen asam karboksilat, dan 2100 – 2260 menunjukkan adanya alkuna (C \equiv C). Bilangan gelombang 2000-2300 cm^{-1} menunjukkan gugus fungsi ester dan 1650 – 2000 cm^{-1} menunjukkan adanya senyawa aromatik sederhana. Sementara itu menurut Anonymous (2013), cincin aromatik terdapat juga pada puncak serapan berintensitas sedang sampai kuat di dekat bilangan gelombang 1500 cm^{-1} dan juga terdapat pada puncak-puncak serapan di sekitar bilangan gelombang 3000 - 3100; 1550 - 1600 dan 600 - 900 cm^{-1} . Pada bilangan gelombang 1000 - 1300 cm^{-1} menunjukkan keberadaan gugus karboksil (C-O), bilangan gelombang 675 – 995 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus fungsi alkena (C=C) sementara itu di bawah 700 cm^{-1} menunjukkan senyawa hidrokarbon lain seperti $-(\text{CH}_2)_n$ (Thu, 2015).



Gambar 5. Spektrogram bilangan gelombang bioplastik pati singkong (tapioka) termodifikasi

Uraian tersebut menjelaskan bahwa bioplastik pati singkong termodifikasi diperkirakan mengandung gugus fungsi hidroksil (O-H) yang berikatan dengan hidrogen, alkana (C-H), aldehida (C-H), ikatan hidrogen asam karboksilat, alkuna ($C\equiv C$), ester, senyawa aromatik sederhana, karboksil (C-O), alkana (C=C) serta hidrokarbon $-(CH_2)_n$.

SIMPULAN

Profil permukaan bioplastik pada tampak membujur menunjukkan adanya jaringan-jaringan gel yang dibentuk oleh bahan polimer pati termodifikasi dengan rongga-rongga udara. Profil bioplastik pati singkong (tapioka) tampak samping atau melintang menampilkan susunan berlapis ke arah vertikal dengan ketebalan 379 mikron, sementara itu perbesaran 2500 kali tampak melintang menunjukkan jaringan-jaringan gel

yang dibentuk oleh bahan polimer pati yang tersusun berbentuk gelombang atau ombak ke arah vertikal.

Bioplastik yang dibentuk dari polimer pati termodifikasi diperkirakan mengandung gugus fungsi hidroksil (O-H) yang berikatan dengan hydrogen, alkana (C-H), aldehida (C-H), ikatan hidrogen asam karboksilat, alkuna ($C\equiv C$), ester, senyawa aromatik sederhana, karboksil (C-O), alkana (C=C) serta hidrokarbon $-(CH_2)_n$.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih diucapkan kepada Rektor Universitas Udayana yang mengalokasikan dana penelitian melalui PNBP dan juga Ketua LPPM yang memfasilitasi program penelitian dana PNBP skim grup riset, serta semua pihak yang membantu sehingga terselesaikannya penelitian dan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous. 2003. Tapioca Starch and Modified starch. SCT. Co. Ltd., Bangkok.
<http://www.scttrading.com/products/tapiocastarch/>. Diakses 1 September 2016
- Anonymous, 2012.
<http://ingreat.blogspot.co.id/2012/06/spektroskopi-ir.html>. Diakses 1 September 2016
- Anonymous, 2013.
<http://endiferrysblog.blogspot.co.id/2011/11/spektroskopi-ir-dalam-penentuan.html>. Diakses 1 September 2016.
- Anonymous, 2015. Pati Alami Vs Pati Termodifikasi.
<http://foodtech.binus.ac.id/2015/10/12/pati-alami-vs-pati-termodifikasi/>.
 Diakses 1 September 2016
- Al-Hassan, A.A. and M.H. Norziah, 2012. Starch Gelatin Edible Films: Water vapor permeability and mechanical properties as affected by plasticizers. Journal Food Hydrocolloids. Volume 26, issue1. January 2012. Page 108-117
- Averous, L., 2004. Biodegradable Multiphase System Based on Plasticized Starch : A Review, Journal of Macromolecular Science, United Kingdom.
- Firdaus, F., dan C. Anwar. 2014. Potensi Limbah Padat Cair Industri Tepung Tapioka Sebagai Bahan Baku Film Plastik Biodegradable. Jurnal Logika Volume I No 2, 2014.
- Kumoro, A.C. dan A. Purbasari. 2014. Sifat Mekanik Dan Morfologi Plastik Biodegradable Dari Limbah Tepung Nasi Aking Dan Tepung Tapioka Menggunakan Gliserol Sebagai Plasticizer. Jurnal Teknik Kimia ISSN 0852-1697, Universitas Diponegoro.
- Thu, S. L., 2015. Modification of Cassava Starch for Biodegradable Plastics Preparation. MRes Thesis. Department of Industrial Chemistry. University of Yangon. Myanmar. http://www.academia.edu/16835196/Modification_of_Cassava_Starch_For_Biodegradable_Plastic_Preparation. Diakses 1 September 2016
- Liu, Z. and J. H. Han, 2005. Film Forming Characteristics of Starches, J. Food Science, Vol. 70, No. 1, E31-E36.