

Efek Penambahan Silane sebagai Grafting Agent pada Composite Tepung Kulit Singkong dan Polypropylene

Puspita Damayanti^{1*}, Tri Nurcahyaningrum², Elvi Kustiyah³, Bungaran Saing⁴, Suheira⁵

Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Bhayangkara Jakarta Raya.

Jalan Raya Perjuangan, Marga Mulya, Bekasi Utara.

e-mail: pusita.damayanti19@mhs.ubharajaya.ac.id,

tri.nurcahyaningrum19@mhs.ubharajaya.ac.id, elvikustiyah@gmail.com,

bungaran.saing@dsn.ubharajaya.ac.id, suheira@gmail.com

Abstract

Plastic waste is a waste that is difficult to decipher by soil and can pollute the environment. To overcome this problem, biodegradable plastic or bioplastic from cassava peel starch can be made to produce biodegradable plastics. To obtain bioplastics, starch is added with PP-g-MA as Agent Grafting so that the plastic is stronger and elastic. In this study carried out with a variety of materials added with a mass ratio of Polypropylene, PP-g-MA, and cassava peel starch namely (34.75: 0.25: 15), (34.5: 0.5: 15), (34.25: 0, 75: 15), (34: 1: 15), (33.75: 1,25: 15), and (33,5: 1,5: 15). Characterization of bioplastics was carried out by Tensile Strength test, Elongation at Break test, Modulus young test, and biodegradation test. It is expected that the resulting bioplastics can become bioplastics that are in accordance with the standards.

Keywords: *Plastic Biodegradable, PP – g – MA, Grafting Agent*

Abstrak

Sampah plastik adalah limbah yang sulit diurai oleh tanah dan dapat mencemari lingkungan. Untuk mengatasi masalah ini, plastik biodegradable atau bioplastik dari pati kulit singkong dapat dibuat untuk menghasilkan plastik biodegradable. Untuk mendapatkan bioplastik, pati ditambahkan dengan PP-g-MA sebagai Agen Grafting sehingga plastik lebih kuat dan elastis. Dalam penelitian ini dilakukan dengan berbagai bahan yang ditambahkan dengan rasio massa Polypropylene, PP-g-MA, dan pati kulit singkong yaitu (34,75: 0,25: 15), (34,5: 0,5: 15), (34,25: 0, 75: 15), (34: 1: 15), (33,75: 1,25: 15), dan (33,5: 1,5: 15). Karakterisasi bioplastik dilakukan dengan tes Tensile Strength, Elongation pada break test, Modulus young test, dan biodegradation test. Diharapkan bioplastik yang dihasilkan dapat menjadi bioplastik yang sesuai dengan standar.

Kata Kunci: *Plastic Biodegradable, PP – g – MA, Grafting Agent*

PENDAHULUAN

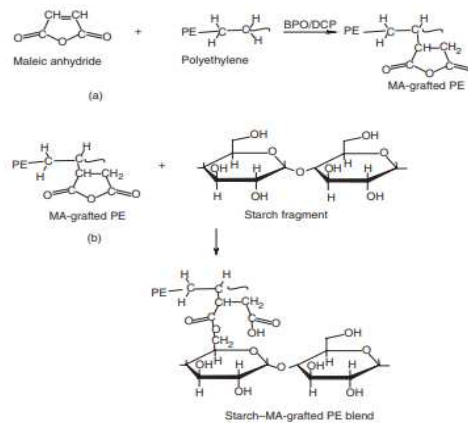
Komposit serat dengan termoplastik merupakan cara yang umum digunakan untuk mendapatkan sifat-sifat yang unggul dari gabungan keduanya. Memasukkan mineral ke dalam matrik termoplastik akan menaikkan kekakuan, kekuatan dan stabilitas thermal yang lebih besar (Bikiaris et al. 2001). Kekurangan yang sering timbul pada komposit serat dan termoplastik ini adalah lemahnya ikatan antara matrik dan serat sehingga menghasilkan sifat komposit cenderung lemah atau kurang baik. (Nobuyuki Hayashi 2017). Kekurangan ini dipengaruhi oleh sifat alami serat alam yang cenderung hidrophilic yaitu keinginan serat untuk mengikat air, sehingga mempengaruhi sifat mekanis suatu komposit.. (Mohammed et al. 2015).

Ikatan ini dapat diperbaiki dengan dua cara yaitu melakukan treatment kimia terhadap serat dan yang kedua menambahkan coupling agent pada saat proses compounding antara serat dan termoplastik. Beberapa perlakuan kimia yang sudah dilakukan oleh peneliti sebelumnya meliputi meliputi alkali treatment, silane treatment, isocyanate treatment, dan acetylation (Sofiana, Chandra, and Handayani 2017). Sedangkan cara kedua dengan menambahkan coupling agent pada saat proses compounding yaitu silane atau polypropylene grafting maleic anhydrite (PP-G-MA). (Park and Jin 2001) (Keener, Stuart, and Brown 2004).

Pada penelitian ini dipelajari membandingkan 2 jenis coupling agent yaitu silane dan PP-G-MA terhadap kekuatan mekanis antara serat pati kulit singkong dengan thermoplastic. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pengaruh silane dan PP-G-MA terhadap sifat mekanis composit pati kulit singkong dengan thermoplastik serta mengurangi kerusakan lingkungan akibat penggunaan bahan polimer yang sulit untuk terurai.

Proses grafting di mulai dengan mengikatkan gugus maleic anhydrite di gugus thermoplastik (PP atau PE), menjadi MA-g-PE atau PE-g-MA, atau kalau thermoplastiknya diganti PP maka yang terbentuk adalah MA-g-PP atau PP-g-MA dengan initiator DCP (Di Cumyl Peroxide) atau BPO (Benzoyl Peroxide). Untuk selanjutnya PP-g-MA ini sebagai agent untuk proses grafting antara pati dan thermoplastik PP, sehingga ada jembatan yang menghubungkan antara pati yang cenderung hidrophilic dengan thermoplastik polimer yang cenderung hidrophilic. (Kalambur and Rizvi 2006). Sedangkan penambahan maleic anhydrite ini untuk produk non biodegradable plastik sudah dilakukan oleh beberapa peneliti, misal pencampuran PE (Hobbs, Bopp, and Watkins 1983; Kyu Kim, Yun Park, and Jin Park 1991; Liu, Baker, and Russell 1990; Relationships, Han, and Chuang 1985), PP (Ide and Hasegawa 1974; Park, Kim, and Jeong 1990) dan lain sebagainya. Penambahan maleic anhydrite ini juga sudah dilakukan untuk beberapa serat dan matrik thermoplastik, starch – maleic – PLA (Zhang and Sun 2004), starch –maleic –polyester (Raquez, Nabar, and Srinivasan 2008).

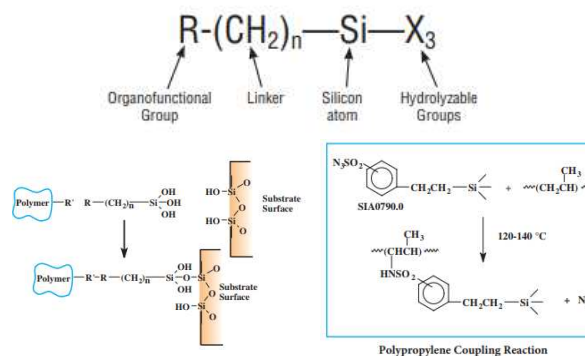
Berikut mekanisme proses grafting antara thermoplastik (PE) dengan Maleic anhydrite menjadi PE-g-MA selanjutnya pengikatan PP-g-MA dengan serat atau selanjutnya dengan thermoplastik murni.



Gambar 1. Mekanisme reaksi : (a) penambahan MA ke thermoplastik dan (b) reaksi PE-g-MA ke starch.

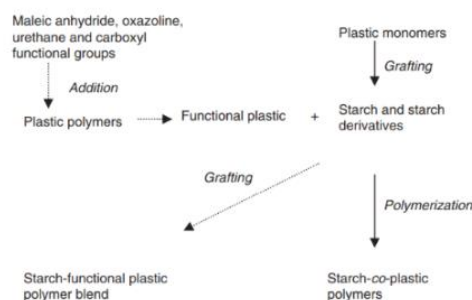
Silane

Trialkoxy functional silane coupling agents yang mengandung reactive organofunctional groups sudah berhasil di terapkan pada composit glass fibres dalam thermoset resin matrik. (Demjén, Pukánszky, and Nagy 1999). Silane yang biasa digunakan adalah sebagai berikut :



Gambar 2. Mekanisme grafting Gugus fungsi silane dengan polypropylene (Demjén et al. 1999).

Kompatibilitas (compatibility)



Gambar 3. Skema sintesa rekasi pencampuran pati dengan matrik polimer. (Kalambur and Rizvi 2006).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bersifat eksperimental dan Observasi langsung di Laboraturium untuk memperoleh struktur morphologi bioplastik dengan tujuan agar dapat membedakan antara pengaruh silene dan PP-G-MA terhadap sifat mekanisme composite pati kulit singkong dengan thermoplastik .

Alat dan Bahan

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Oven, Saringan 100 mesh, Timbangan, Beaker glass 100cc dan 250cc, Gelas ukur, Batang pengaduk, Pipet tetes, Kertas timbang, Heater, Rheomix, Magnet stirrer, Loyang, Corong pemisah.

Bahan

1. Pati kulit singkong,
2. PP-g-MA,
3. Silane ,
4. Polypropilene resin.

Prosedur Kerja

Ekstraksi Pati Kulit Singkong

1. Kulit singkong dicuci sampai bersih, kemudian ditambahkan air secukupnya untuk mempermudah proses penghancuran.
2. Hancurkan dengan alat blender.
3. Bubur kulit singkong kemudian disaring hingga diperoleh air yang ditampung dalam baskom.
4. Endapkan selama 1 malam.
5. Setelah diperoleh endapan pati, selanjutnya di keringkan dalam oven pada suhu 70°C selama 30 menit.
6. Pati kering diayak dengan ayakan 60 mesh hingga diperoleh pati halus. Hasil akhir, pati kering dengan kadar air maksimal 5%.

Pembuatan komposit pati kulit singkong dengan thermoplastic

1. Hasil ekstraksi pati kulit singkong.
2. Selanjutnya proses dry mix yakni proses pencampuran bahan polypropylene sebagai matrik + pati kulit singkong + pp-g-ma /silane (dalam berbagai formulasi perbandingan berat masing-masing sampel Polypropilen, PP-g-MA, dan pati kulit singkong yaitu (34,75:0,25:15), (34,5:0,5:15), (34,25:0,75:15), (34:1:15), (33,75:1,25:15), dan (33,5:1,5:15)).
3. Hot Blending: menggunakan extrusion yang melelehkan matrik dan mencangkokkan pati kulit singkong sebagai agen pencangkokan pp-gma dan silane.
4. Masuk ke tahap karakterisasi material meliputi pengujian mekanis berupa sifat material yang bertujuan untuk memastikan kecocokan plastik untuk aplikasi yang diinginkan, dan pengujian micro, untuk mengetahui unsur kandungan yang terdapat dalam spesimen.
5. Analisa hasil pengujian, pembuatan jurnal dan laporan.

Uji Paramater Fisik

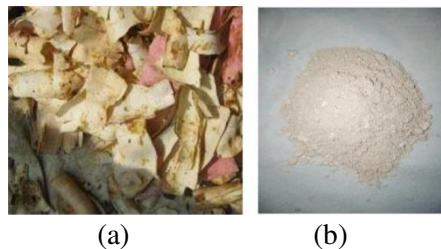
Uji Morphologi

Film bioplastik hasil perlakuan terbaik dianalisis bentuk morfologi permukaan menggunakan Scanning Electron Microscopy (SEM) dan tingkat kristalinitas menggunakan Energy Dispersive X-Ray Diffraction (EDX). Scanning Electron Microscopy (SEM) dapat digunakan untuk mengidentifikasi struktur micro dengan cara pengambilan gambar, fotografi yang dilakukan dengan teknik dan metode operasi khusus. Sedangkan Energy Dispersive X-Ray Diffraction (EDX) digunakan untuk menganalisis unsur atau karakteristik kimia dari specimen. Karakterisasi ini bergantung pada penelitian dari interaksi beberapa eksitasi sinar X dengan specimen.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian bioplastik dari pati kulit singkong

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan dari pati kulit singkong sebagai bahan pembuatan bioplastik. Oleh karena itu, tahap awal penelitian ini dilakukan dengan persiapan bahan baku kemudian pembuatan bioplastik itu sendiri. Persiapan bahan yang dilakukan adalah mengekstraksi kulit singkong menjadi pati. Kulit singkong yang digunakan sebanyak 5 Kg dan proses ekstraksi dilakukan dengan cara mengendapkan pati pada suatu wadah dan dikeringkan dibawah terik matahari. Pengeringan dilakukan selama 3 hari dan diperoleh hasil seperti gambar.

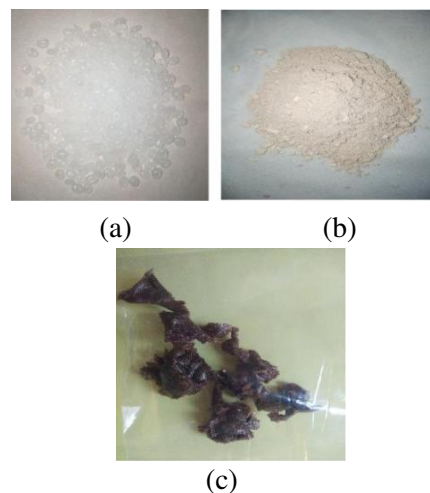


Gambar 4. (a) Kulit Singkong, (b) Pati kulit singkong.

Pembuatan Bioplastik

Pembuatan bioplastik dilakukan dengan memvariasikan konsentrasi PP-g-MA yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan mekanis antara serat pati kulit singkong dengan polypropylene. Perbandingan berat masing-masing sampel Polypropilene, PP-g-MA, dan pati kulit singkong yaitu (34,75:0,25:15), (34,5:0,5:15), (34,25:0,75:15), (34:1:15), (33,75:1,25:15), dan (33,5:1,5:15). Proses blending bioplastik dilakukan dengan menggunakan alat Rheomix dengan suhu 170-175 °C.

Waktu yang dibutuhkan untuk blending 1 sampel yaitu 10 menit dengan keterangan 5 menit pertama untuk blending PP dan PP-g-MA kemudian di tambah pati dan di blending kembali selama 5 menit.



Gambar 5. (a) Sampel PP dan PP-g-MA, (b) Pati Kulit Singkong. (c) Sampel bioplastik yang terbentuk. Dengan formulasi perbandingan variabel Polypropylene, PP-g-MA, dan pati kulit singkong yaitu 34:1:15.

Pembentukan Dogbond

Sampel yang sudah melalui proses blending, kemudian dilakukan pengepresan dengan alat Hot Press dengan suhu 170-175°C dengan tekanan 2500 psi. tujuan dari pembentukan dogbond adalah untuk mempermudah saat dilakukan uji mekanik.



Gambar 6. Sampel setelah dipress.

Hasil Karakterisasi Plastik Biodegradable

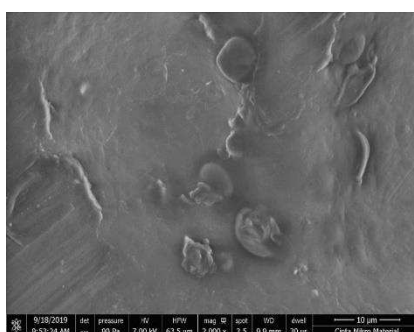
Bioplastik yang dihasilkan akan dilakukan pengujian untuk mengetahui struktur morfologi bioplastik dilakukan uji SEM dan EDS. Dalam penelitian ini pengujian untuk mengetahui karakteristik bioplastik hanya uji SEM dan EDS.

Uji SEM

Uji SEM (Scanning Electron Microscope) dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui morfologi dari sampel bioplastik. Bioplastik yang diuji adalah bioplastik dengan perbandingan variabel Polypropylene, PP-g-MA, dan pati kulit singkong dalam gram yaitu 34:1:15. Dengan formulasi tersebut dapat memberikan hasil yang lebih efisien dan maksimal dari segi karakteristik dibanding menggunakan formulasi lainnya. Hasil SEM ditunjukkan dalam gambar 7 dan gambar 8.



Gambar 7. Hasil SEM Bioplastik dengan berat PP-g-MA 1 gr (perbesaran 500 X).

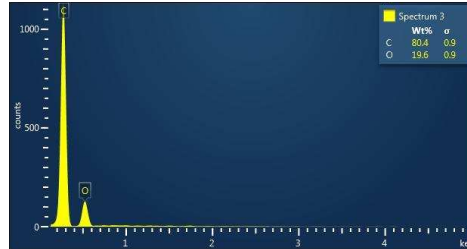


Gambar 8. Hasil SEM Bioplastik dengan berat PP-g-MA 1 gr (perbesaran 2000 X).

Dari Gambar 7 perbesaran 500 kali, terlihat masih terdapat pati yang tidak homogen. Hal tersebut diduga diakibatkan oleh ukuran partikel pati kulit singkong yang cukup besar sehingga tidak tercampur sempurna. Gambar 8 menunjukkan permukaan yang kurang halus dan masih banyak serat-serat yang tidak homogen.

Uji EDS

Uji Energy Dispersive X-ray Spektroskopi (EDS atau EDX atau EDAX) bertujuan untuk menganalisis unsur atau karakteristik kimia dari bioplastik. Karakteristik ini bergantung pada penelitian dari interaksi beberapa eksitasi sinar X dengan sampel bioplastik (Pranoto, Y. et al 2015). Hasil uji EDS ditunjukkan pada gambar dibawah ini.



Gambar 9. Spesimen yang akan dianalisis



Gambar 10. Spectrum 1



Gambar 11. Spectrum 2

Dari hasil uji EDS pada spectrum 1, 2, dan 3 terdapat 2 unsur yang terdapat pada sampel yang terdiri dari Karbon dan Oksigen. Unsur yang mendominasi di setiap spectrum adalah unsur karbon (C). Pada spectrum 1 terdapat kandungan karbon 95.0%, dan oksigen 5.0 %. Spectrum 2 terdapat kandungan karbon 96.2 %, dan oksigen 3.8 %. Sedangkan spectrum 3 terdapat kandungan unsur karbon yang lebih rendah dibanding spectrum 1 dan 2 yaitu 80.4%, dan kandungan oksigen lebih tinggi yaitu 19.6%.

Tabel 1. Unsur dalam spectrum 1,2 dan 3

Unsur	Wt%		
	Spectrum 1	Spectrum 2	Spectrum 3
C	95.0	96.2	80.4
O	5.0	3.8	19.6

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dipaparkan sebelumnya, dapat disimpulkan bahwa hasil uji SEM pada sampel dengan perbandingan berat masing-masing Polypropilena, PP-g-MA, dan pati kulit singkong adalah 34:1:15 gram menunjukkan bahwa masih terdapat komponen pati yang tidak homogen dan menunjukkan permukaan yang tidak halus. Hasil uji EDS diperoleh bahwa unsur yang lebih dominan dalam spectrum 1,2 dan 3 adalah unsur Carbon. Dengan kandungan masing masing spectrum adalah 95.0 %, 96.2 % dan 80.4 %.

Dalam Penelitian ini belum dilakukannya Uji Tarik pada thermoplastik karena pada penelitian ini hanya untuk mengetahui struktur morfologi bioplastik dengan dilakukannya uji SEM dan EDS. Maka

saran dari kami untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan Uji Tarik agar menjadi penelitian yang sempurna.

DAFTAR PUSTAKA

- Bikiaris, D., P. Matzinos, J. Prinios, V. Flaris, A. Larena, and C. Panayiotou. 2001. "Use of Silanes and Copolymers as Adhesion Promoters in Glass Fiber/Polyethylene Composites." *Journal of Applied Polymer Science* 80(14):2877–88.
- Demjén, Zoltán, Béla Pukánszky, and József Nagy. 1999. "Possible Coupling Reactions of Functional Silanes and Polypropylene." *Polymer* 40(7):1763–73.
- Hobbs, S. Y., R. C. Bopp, and V. H. Watkins. 1983. "Toughened Nylon Resins." *Polymer Engineering & Science* 23(7):380–89.
- Ide, Fumio and Akira Hasegawa. 1974. "Studies on Polymer Blend of Nylon 6 and Polypropylene or Nylon 6 and Polystyrene Using the Reaction of Polymer." *Journal of Applied Polymer Science* 18(4):963–74.
- Kalambur, Sathya and Syed S. H. Rizvi. 2006. "An Overview of Starch-Based Plastic Blends from Reactive Extrusion." *Journal of Plastic Film and Sheeting* 22(1):39–58.
- Keener, T. J., R. K. Stuart, and T. K. Brown. 2004. "Maleated Coupling Agents for Natural Fibre Composites." *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing* 35(3):357–62.
- Kyu Kim, Byung, Sang Yun Park, and Sang Jin Park. 1991. "Morphological, Thermal and Rheological Properties of Blends: Polyethylene/Nylon-6, Polyethylene/Nylon-6/(Maleic Anhydride-g-Polyethylene) and (Maleic Anhydride-g-Polyethylene)/Nylon-6." *European Polymer Journal* 27(4–5):349–54.
- Liu, N. C., W. E. Baker, and K. E. Russell. 1990. "Functionalization of Polyethylenes and Their Use in Reactive Blending." *Journal of Applied Polymer Science* 41(9–10):2285–2300.
- Mohammed, Layth, M. N. M. Ansari, Grace Pua, Mohammad Jawaid, and M. Saiful Islam. 2015. "A Review on Natural Fiber Reinforced Polymer Composite and Its Applications." *International Journal of Polymer Science* 2015.
- Park, Sang Jin, Byung Kyu Kim, and Han Mo Jeong. 1990. "Morphological, Thermal and Rheological Properties of the Blends Polypropylene/Nylon-6, Polypropylene/Nylon-6/(Maleic Anhydride-g-Polypropylene) and (Maleic Anhydride-g-Polypropylene)/Nylon-6." *European Polymer Journal* 26(2):131–36.
- Park, Soo Jin and Joong Seong Jin. 2001. "Effect of Silane Coupling Agent on Interphase and Performance of Glass Fibers/Unsaturated Polyester Composites." *Journal of Colloid and Interface Science* 242(1):174–79.
- PerkinElmer. 2013. "Thermogravimetric Analysis (TGA) PerkinElmer's TGA - A Beginner's Guide."
- PerkinElmer. 2014. "Differential Scanning Calorimetry: A Beginner's Guide." 1–9.
- Raquez, Jean-marie, Yogaraj Nabar, and Madhusudhan Srinivasan. 2008. "Maleated Thermoplastic Starch by Reactive Extrusion." *Carbohydrate Polymers* 74(2):159–69.
- Relationships, I. Rheology-structure, Chang D. A. E. Han, and Hsiao-ken Chuang. 1985. "Blends of Nylon 6 with an Ethylene-Based Multifunctional Polymer ." 30:2431–55.
- Sofiana, Aprilia, Leo Chandra, and Sri Handayani. 2017. "Analisis Termal Dan Gugus Fungsi Mikrofibril Selulosa (MFC) Dari Limbah Batang Sorghum." 20(2):65–72.
- Zhang, Jian-feng and Xiuzhi Sun. 2004. "Mechanical Properties of Poly (Lactic Acid)/ Starch Composites Compatibilized by Maleic Anhydride." 1446–51.