

KUALITAS KOMPOSIT SERBUK SABUT KELAPA DENGAN MATRIK SAMPAH STYROFOAM PADA BERBAGAI JENIS COMPATIBILIZER

QUALITY OF COMPOSITES MADE FROM COCODUST WITH STYROFOAM WASTE AS A MATRIX ON THE VARIOUS COMPATIBILIZER

Dwi Wahini Nurhajati, dan Ihda Novia Indrajati

Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik
dwiwahini@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh jenis compatibilizer terhadap kualitas komposit serbuk sabut kelapa dengan matrik sampah styrofoam. *Compatibilizer* yang digunakan adalah maleat anhidrida, asam stearat dan asam akrilat. Komposit dibuat menggunakan mesin Laboplastomill. Komposit yang dihasilkan dilakukan pengujian terhadap kondisi morfologi komposit, karakterisasi gugus fungsi, dan sifat fisis. Hasil uji morfologi komposit dengan *scanning electron microscopy* (SEM) menunjukkan telah terbentuk campuran yang homogen antara serbuk sabut kelapa dan sampah styrofoam, dan hasil terbaik ditunjukkan oleh komposit dengan compatibilizer maleat anhidrida. Karakterisasi gugus fungsi melalui FTIR menunjukkan munculnya puncak baru pada transmitansi 1728 cm^{-1} yang dibentuk dari reaksi esterifikasi dari gugus OH dalam serbuk sabut kelapa. Komposit dengan compatibilizer maleat anhidrid menunjukkan sifat fisis terbaik yaitu berat jenis $1,2\text{ g/cm}^3$, kekerasan 88 Shore D, kuat tarik $97,27\text{ kg/cm}^2$, perpanjangan putus 6,37%, stabilitas dimensi untuk panjang 0,08%, dan lebar 0,1%.

Kata kunci: Komposit, serbuk sabut kelapa, sampah styrofoam, jenis compatibilizer

ABSTRACT

The objective of this research is to study the influence of the compatibilizer types on the quality of the composite made from cocodust blend with styrofoam waste as a matrix. Compatibilizer used are maleic anhydride, stearic acid and acrylic acid. The composites were prepared on a Laboplastomill machine. Test result of the composite morphology with scanning electron microscopy (SEM) showed a homogeneous mixture has formed between cocodust and styrofoam waste, and the best results shown by the composites was compatibilized by addition maleic anhydride. Characterization of functional groups by FTIR showed a new peak transmittance at 1728 cm^{-1} which is formed from the esterification reaction of the OH group in cocodust. The best physical properties of the composites was compatibilized by addition maleic anhydride performed with 1.2 g/cm^3 density, 88 Shore D hardness, 97.27 kg/cm^2 tensile strength, 6.37% elongation at break, and 0.08% change of length and 0.1 % change of width respectively.

Keywords: composite, cocodust, styrofoam waste, type of compatibilizer.

PENDAHULUAN

Serbuk sabut kelapa (*cocodust*) merupakan limbah pertanian yang potensinya di Indonesia cukup besar. Menurut data Ditjen Perkebunan tahun 2009, luas areal kebun kelapa di Indonesia sekitar 3,789 juta ha yang tersebar di 33 daerah tanam di Sumatera, Jawa, Kalimantan, Nusa Tenggara, Sulawesi, Maluku, Irian dan diperkirakan mampu menghasilkan serbuk sabut kelapa sekitar 3,3 juta ton/ th. Dengan potensi yang sebesar itu maka dapat diperkirakan bahwa memanfaatkan serbuk sabut kelapa sebagai salah satu komoditi yang memiliki potensi bisnis yang cukup menjanjikan. Sabut kelapa sendiri terdiri dari bagian sel serat sekitar 40% dan bagian sel non-serat atau

serbuk yang jumlahnya sekitar 60%. Komponen utama serbuk sabut kelapa adalah lignin dan selulose dimana secara alami senyawa lignin selulose bersama hemi selulose dan pektin dapat mengalami penguraian dalam waktu relatif lama oleh mikrobia.

Cocodust mempunyai kandungan air antara 16-23%, bahan organik berkisar 86,87-96,43%, abu 3,57-13,13% dan bersifat dapat terdekomposisi dalam tanah sebagai pentosan lignin (Penny Setyowati, dkk., 2004). Pada saat ini pengolahan lanjut terhadap serbuk sabut kelapa yang sudah dipasarkan masih terbatas pada penggunaan sebagai media tanam (*cocopeat*), maupun kompos. Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Bambang Subiyanto (2003)

serbuk sabut kelapa dapat dibuat panel papan partikel untuk penyerap air dan oli. Selain itu tim peneliti di Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik (BBKKP) telah memanfaatkan cocodust sebagai bahan pengisi organik untuk pembuatan karpet karet mobil yang mempunyai sifat tahan terhadap pampatan dan dapat meredam suara (Penny Setyowati, dkk 2004). Penelitian penggunaan cocodust untuk komposit plastik polyethylene telah dilaporkan oleh Dwi Wahini Nurhajati, dkk (2008). Oleh karena itu pemanfaatan serbuk sabut kelapa menjadi komposit menggunakan matrik sampah styrofoam masih berpeluang untuk dikembangkan lebih lanjut.

Penggunaan komposit polimer thermoplastik dengan bahan pengisi lignoselulose telah berkembang pesat dibidang konstruksi (meja kayu, frame jendela, interior kamar mandi, dan sebagainya) dan industri otomotif (dashboard). Dalam sistim komposit ini sifat termal seperti stabilitas panas, dan ekspansi panas merupakan faktor penting yang mempengaruhi kualitas produk akhir (Bodirlau, R, et al, 2009).

Kemasan plastik jenis polistirena foam atau yang dikenal dengan nama styrofoam banyak dipilih masyarakat untuk mengemas pangan siap saji, segar, maupun yang memerlukan proses lebih lanjut. Hal ini dikarenakan styrofoam mampu mempertahankan pangan yang panas/ dingin, tetap nyaman dipegang, mempertahankan kesegaran dan keutuhan pangan yang dikemas, ringan, dan inert terhadap keasaman pangan (Anonim, 2008). Styrofoam sendiri dibuat dari *expanded poly styrene* (EPS). Menurut data dari Badan Pusat Statistik, impor styrofoam tahun 2006 mencapai 3.472,667 ton dengan nilai US\$ 7.938.106. Akibat dari itu sampah yang ditimbulkan juga meningkat. Kemasan plastik jenis polistirena sering menimbulkan masalah pada lingkungan karena bahan ini sulit mengalami peruraian biologik dan sulit didaur ulang sehingga tidak diminati oleh pemulung. Padahal styrofoam termasuk jenis termoplast sehingga dapat di daur ulang dengan pemanasan seperti plastik termoplast lainnya.

Penggabungan serbuk sabut kelapa dengan plastik yang sifatnya berbeda tentunya membutuhkan bantuan *compatibilizer* agar diperoleh komposit yang homogen. Hal ini dikarenakan permukaan permukaan serbuk sabut kelapa bersifat hidrofilik sedangkan plastik termoplast bersifat hidrofobik. *Compatibilizer* merupakan senyawa spesifik yang dapat digunakan untuk memadukan polimer yang tidak kompatibel menjadi campuran yang stabil melalui ikatan intermolekuler (Mehta & Jain, 2007). *Compatibilizer* jenis anhidrida seperti asetat anhidrida (AA), maleat anhidrida (MA), suksinat anhidrida (SA), dan phthalat anhidrida (PA) banyak digunakan dalam pencampuran plastik dengan serat. Penambahan MA banyak diaplikasikan secara luas karena harga yang lebih murah, toksisitas rendah dan kemudahan anhidrida dicangkok pada polimer dengan suhu pencairan normal tanpa homopolimerisasi yang signifikan. Penambahan MA bisa dilakukan pada larutan atau saat kondisi pencairan. Reaksi diawali dengan inisiator seperti *benzoyl peroxide* (BPO) atau dikumil peroksida (DCP). Menurut Apri Heri Iswantol and Fauzi Febrianto (2005) konsentrasi maleat anhidrida pada pembuatan komposit recycle poly propylene (RPP) sekitar 6% dari berat RPP dan DCP divariasi 15% (berdasar berat MAH) memberikan hasil terbaik.

Kosonen dkk (2000) telah menggunakan asam akrilat sebagai coupling agent pada penelitian pembuatan komposit dari polistirena dengan serbuk kayu. *Compatibilizer* yang digunakan pada pencampuran polistirena daur ulang dengan serbuk kayu adalah asam akrilat (Neng Sri Suharty dan Maulidan Firdaus, 2007). Bodirlau, et al (2009) menggunakan maleat anhydride sebagai compatibilizer untuk membuat komposit dari PVC dengan serbuk gergaji.

Mengingat styrofoam yang berbahan baku polistirena merupakan plastik yang bersifat getas, maka agar dapat diperoleh komposit yang tidak rapuh perlu penambahan bahan pemlastis (*plasticizer*). Menurut penelitian Dwi Wahini Nurhajati, dkk (2003) telah berhasil membuat styrofoam yang semula bersifat rapuh menjadi lebih plastis dengan penambahan pemlastis dioctyl phthalate (DOP), dimana yang terbaik sifatnya adalah

dengan penambahan DOP 20 bagian per 100 bagian styrofoam.

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh jenis *compatibilizer* terhadap sifat fisis komposit serbuk sabut kelapa dengan matrik sampah styrofoam.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan penelitian terdiri atas serbuk sabut kelapa (lolos saringan 50 mesh) hasil pengolahan masyarakat Kulon Progo, sampah *styrofoam* (EPS), *compatibilizer* (maleat anhidrid, asam stearat, dan asam akrilat), dikumil peroksida (DCP) sebagai inisiator, dioctyl phthalate (DOP) sebagai *plasticizer*, *heat stabilizer*, antioksidan, dan pelumas.

Alat

Alat yang digunakan meliputi laboplastomil merk Toyoseiki, alat tekan hidrolik merk Gonno, Scanning Electron Microscopy (SEM) merk Toyoseiki, Fourier Transform Infra Red (FTIR) merk Shimadzu, tensile strength tester Merek Kao Tieh, model KT 7010A, seri 70287 dan hardness tester merek Toyoseiki (Durometer D).

Metode

Penelitian terdiri atas 3 tahap yaitu:

Perlakuan pendahuluan (*pre-treatment*) serbuk sabut kelapa

Serbuk sabut kelapa terlebih dahulu dikeringkan dengan sinar matahari dan dipisahkan dari serat yang terbawa. Kemudian

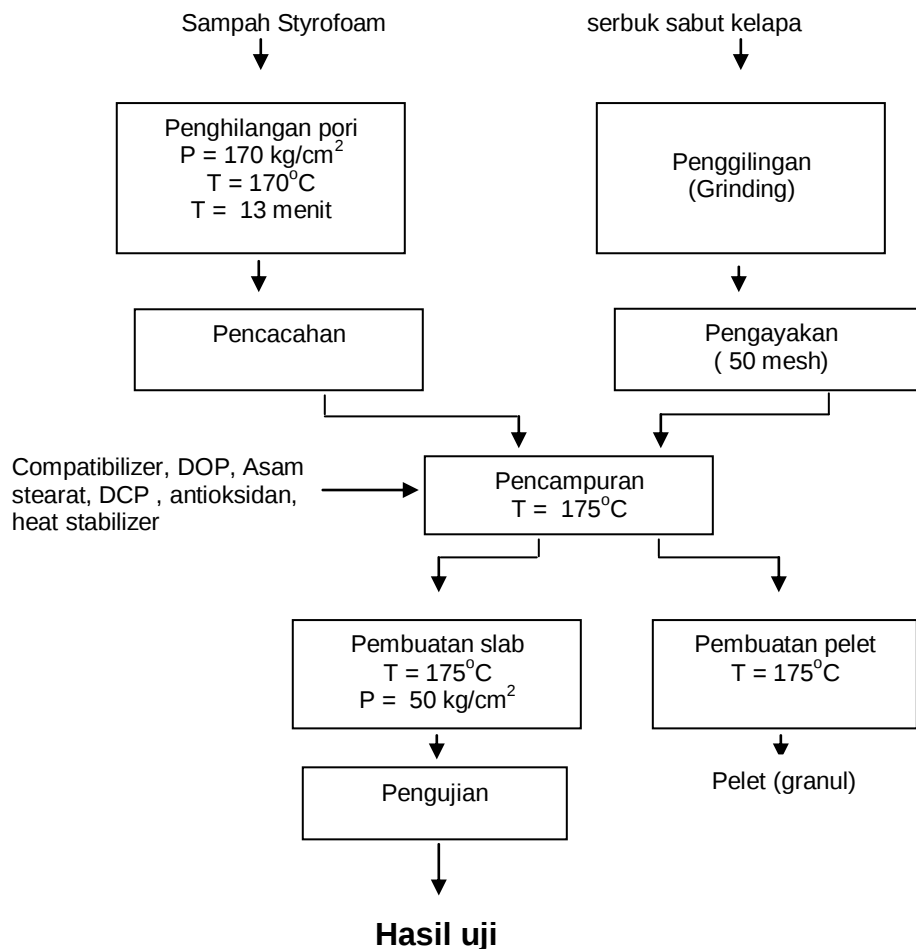
setelah kering, cocodust dihaluskan dengan mesin grinder dan diayak dengan saringan 50 mesh.

Perlakuan pendahuluan sampah styrofoam

Sampah styrofoam perlu dilakukan perlakuan awal sebelum dicampur dengan cocodust dan bahan aditif lainnya. Perlakuan awal terhadap sampah styrofoam dilakukan dengan pemanasan dan penekanan menggunakan alat tekan hidrolik (*hydraulic press*) pada suhu 170°C dan tekanan 170 kg/cm², selama 13 menit. Tujuan dari perlakuan ini adalah untuk menghilangkan pori-pori pada styrofoam. Setelah proses penekanan, dilanjutkan dengan pencacahan agar styrofoam dapat diproses lebih lanjut dengan mudah.

Pembuatan komposit

Serbuk sabut kelapa dan sampah styrofoam yang telah melewati perlakuan pendahuluan dicampur dengan bahan aditif lainnya sesuai formula menggunakan mesin laboplastomil. Perbandingan Serbuk sabut kelapa/sampah styrofoam yang dipakai pada penelitian ini adalah 50/50 bagian. Bahan aditif ditambahkan dalam jumlah tetap. Bahan aditif yang digunakan adalah *dioctyl phthalate* (DOP) sebanyak 10%, antioksidan 1%, asam stearat sebagai pelumas 0,4%, inisiator DCP 0,1%, dan heat stabilizer 1% berat bahan baku. Pada kegiatan ini digunakan tiga jenis *compatibilizer*, yaitu maleat anhidrida, asam stearat dan asam akrilat, dengan jumlah masing-masing 5% berat bahan baku. Proses pembuatan komposit disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan komposit

Pengujian

Pengujian terdiri pengujian morfologi dan pengujian sifat fisis

a. Pengujian Morfologi

Uji morfologi dilakukan dengan tujuan mengetahui distribusi serbuk sabut kelapa di dalam matriks polimer (sampah styrofoam), juga untuk melihat efek *compatibilizer* pada komposit serbuk sabut kelapa/sampah styrofoam. Uji morfologi dilakukan menggunakan alat SEM. Selain itu dilakukan pula karakterisasi gugus fungsi pada komposit dengan menggunakan alat FTIR.

b. Pengujian sifat fisis

Pengujian sifat fisis komposit terdiri dari kuat tarik dan kemuluran, kekerasan, dan kestabilan ukuran. Uji kuat tarik dan kemuluran dilakukan berdasar SNI. 19-

14059-1996: Kantong plastik untuk pembibitan tanaman. Uji stabilitas dimensi atau pengerutan karena panas berdasar SNI. 06-4902-1998: Lembaran PVC rigid dan SNI. 03-4060-1996: Tegel plastik PVC, sedangkan uji kekerasan mengacu pada ASTM D 2240: Durometer hardness.

HASIL DAN PEMBAHASAN

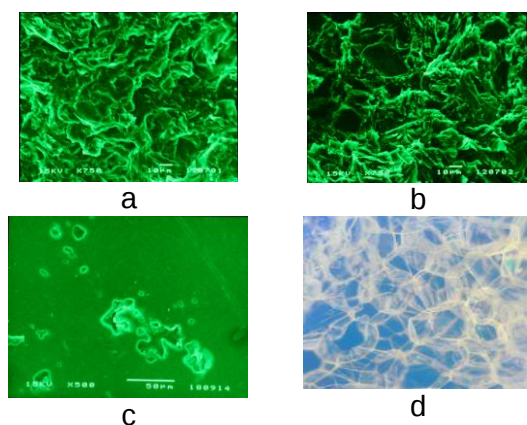
Kualitas komposit serbuk sabut kelapa dengan matrik sampah styrofoam menggunakan variasi jenis *compatibilizer* disajikan pada Gambar 2, Gambar 3, dan Tabel 1

Uji morfologi permukaan melintang komposit styrofoam-cocodust

Pengamatan melalui SEM dilakukan untuk melihat kondisi permukaan (morfologi)

komposit. Pengamatan morfologi komposit melalui SEM dilakukan menggunakan metode *secondary electron image* dengan perbesaran 750x. Hasil foto SEM komposit hasil penelitian disajikan pada Gambar 2.

Hasil uji morfologi pada Gambar 2 a dan 2b menunjukkan komposit lebih homogen dan sulit untuk membedakan antara serbuk sabut kelapa dan sampah *styrofoam*. Kondisi ini menunjukkan ikatan antara serbuk sabut kelapa dan sampah *styrofoam* pada komposit yang menggunakan *compatibilizer* maleat anhidrid dan asam stearat relatif lebih baik daripada komposit yang menggunakan asam akrilat (Gambar 2c). Sebagai pembandingan ditampilkan SEM dari *styrofoam* (Gambar 2d)



Gambar 1. Hasil uji SEM penampang komposit dengan berbagai jenis *compatibilizer*:

a. Maleat anhidrida, b. Asam stearat, c. Asam akrilat, d. Styrofoam sebagai pembandingan

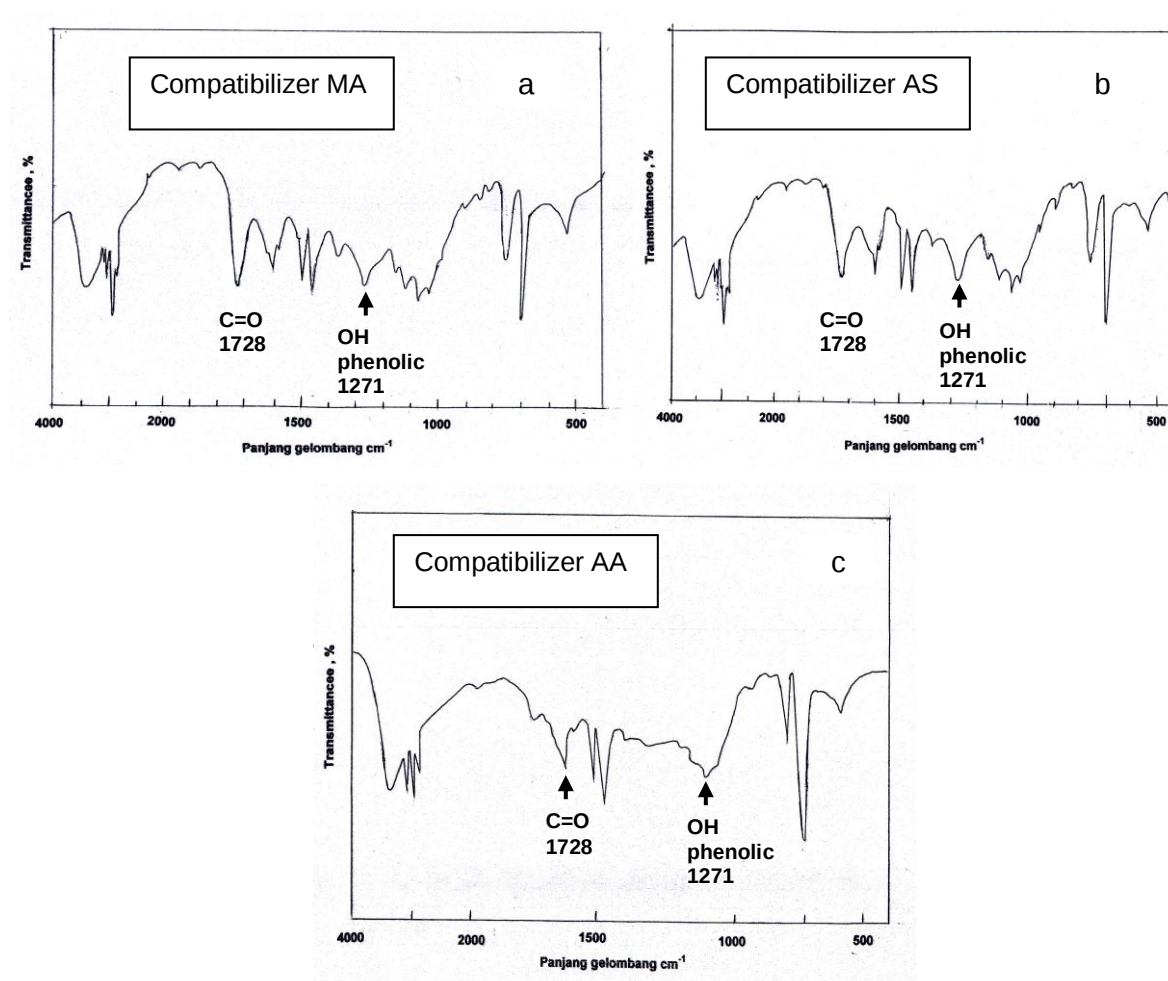
Hal ini sesuai dengan penjelasan Febrianto dkk (1999) bahwa penambahan MA sebagai *compatibilizer* pada komposit plastik dengan serbuk kayu mencegah terbentuknya ikatan hidrogen diantara serbuk kayu dan menyebabkan sifat permukaan serbuk dan

matrik menjadi lebih homogen. Penambahan maleat anhidrida sebagai *compatibilizer* memudahkan kontak langsung antara serbuk kayu dan matrik polistirena, serta meningkatkan penyebaran dalam fase matriks ketika seluruh serat telah tertutupi oleh lapisan bahan matriks. Distribusi *cocodust* dalam komposit yang menggunakan *compatibilizer* maleat anhidrida lebih homogen dibanding komposit yang menggunakan *compatibilizer* asam stearat seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2a dan Gambar 2b.

Gambar 2c memperlihatkan serbuk sabut kelapa terlihat utuh dan terpisah dari sampah *styrofoam*. Hal ini disebabkan oleh terbentuknya ikatan hidrogen diantara permukaan serbuk sabut kelapa dan adanya perbedaan sifat polaritas antara serbuk sabut kelapa dengan matriksnya yang menyebabkan serbuk sabut kelapa cenderung mengelompok/ menggumpal terpisah dari *styrofoam* dengan adanya rongga disepanjang serbuk sabut kelapa. Akhirnya terjadilah distribusi yang tidak sama rata disepanjang matrik menyebabkan terbentuknya ruang disepanjang serat serbuk sabut kelapa, sehingga serat menjadi terbuka. Hal ini menunjukkan penambahan asam akrilat sebagai *compatibilizer* masih belum dapat menaikkan ikatan kompatibilitas dan kontak antara serbuk sabut kelapa dan sampah *styrofoam* sebagai matriksnya.

Hasil Spektrum FTIR

Spektrum FTIR komposit hasil penelitian relatif sama seperti yang tersaji pada Gambar 3. Karakteristik pita serapan komposit dengan *compatibilizer* maleat anhidrid, asam stearat, dan asam akrilat dapat diklasifikasikan menjadi beberapa daerah seperti disajikan pada Tabel 1, Tabel 2, dan Tabel 3.



**Gambar 3 Spektra FTIR komposit dengan berbagai compatibilizer :
a. Maleat anhidrida, b. Asam stearat, c. Asam akrilat**

Dari Gambar 3, untuk semua spektra FTIR komposit hasil penelitian terlihat puncak serapan sekitar 3400 cm^{-1} (lebar). Puncak ini utamanya ditandai adanya ikatan intermolekuler dan hydrogen bebas dari O-H *stretching* vibrasi dari serbuk sabut kelapa. Ada dua puncak yang juga menonjol di daerah $2850\text{--}3103\text{ cm}^{-1}$ yang diduga adalah C-H *stretching* dari kelompok methyl dan methylene dari lignin serbuk sabut kelapa tetapi juga tumpang tindih dengan pita serapan styrofoam (H-C-H *Stretches of alkanes*). Puncak $1728\text{--}1726\text{ cm}^{-1}$ diduga C=O *stretching* dari karbonil (Kuo et al., 1988; Anderson et al., 1991) merupakan puncak baru yang dibentuk dari reaksi esterifikasi dari grup OH dalam serbuk sabut kelapa.

Untuk komposit yang menggunakan compatibilizer asam akrilat puncak 1726 cm^{-1}

¹ terlihat pendek dan kecil, namun untuk komposit yang menggunakan compatibilizer maleat anhidrid dan asam stearat puncak serapan 1728 cm^{-1} yang merupakan puncak baru yang dibentuk dari reaksi esterifikasi dari grup OH dalam serbuk sabut kelapa terlihat lebih panjang dan sangat jelas ini berarti maleat anhidrid dan asam stearat berfungsi lebih baik dibanding asam akrilat.

Hasil uji sifat Fisis

Data pengujian sifat fisis terhadap komposit hasil penelitian yaitu komposit yang menggunakan compatibilizer maleat anhidrid (KMA), asam stearat (KAS), dan asam akrilat (KAA) dibandingkan dengan data kompon sampah styrofoam (KS) dan komposit komersial yang dijual dipasaran (FP). Secara lengkap hasil uji sifat fisis

komposit berupa berat jenis, kekerasan, stabilitas dimensi, kuat tarik, dan perpanjangan putus disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 memperlihatkan bahwa berat jenis komposit hasil penelitian lebih besar dibanding dengan komposit komersial, ini berarti komposit komersial yang dijual dipasaran lebih berongga dibanding komposit hasil penelitian. Komposit pasaran dibuat dari bahan polietilen dan serbuk kayu, secara teori bila komposisinya terdiri dari 50% plastik dan 50% serbuk kayu

tentunya berat jenis lebih dari 1 karena serbuk kayu mempunyai berat jenis $1,30 \text{ g/cm}^3$. Kekerasan komposit hasil penelitian lebih keras dari komposit komersial yang ada dipasaran. Untuk stabilitas dimensi maka komposit dengan compatibilizer asam akrilat mempunyai kestabilan yang sangat bagus, dan dibanding dengan komposit komersial yang beredar di pasaran, maka komposit hasil penelitian lebih stabil.

Tabel 4. Hasil pengujian sifat fisis komposit hasil penelitian

No	Macam Uji	Hasil Uji/Kode				
		KMA	KAS	KAA	KS	KP
1	Densiti, g/cm^3	1,2	1,19	1,17	0,92	0,95
2	Kekerasan, Shore D	88	87	88	89,4	85
3	Stabilitas Dimensi, mm					
	3.1. Panjang, %	0,08	0,05	0	0,1	0,17
	3.2. Lebar, %	0,1	0,03	0	0,1	2,3
4.	Kuat Tarik, kg/cm^2	97,27	89,99	67,36	0,75	60,04
5	Perpanjangan putus, %	6,37	4,55	3,50	8,33	9,82

Keterangan:

KMA : Komposit hasil penelitian dengan compatibilizer maleat anhidrid

KAS : Komposit hasil penelitian dengan compatibilizer asam stearat

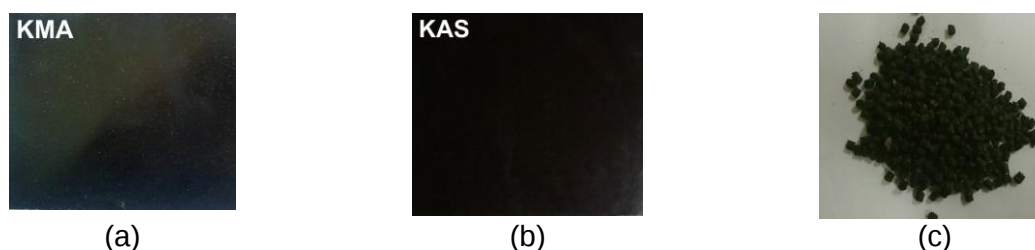
KAA : Komposit hasil penelitian dengan compatibilizer asam akrilat

KS : Kompon sampah styrofoam

KP : Komposit komersial yang dijual dipasaran dengan bahan baku polietilena dan serbuk kayu

Kekuatan tarik komposit hasil penelitian yang menggunakan *compatibilizer* maleat anhidrid, asam stearat dan asam akrilat lebih bagus dibanding komposit komersial yang ada di pasaran. Dengan demikian compatibilizer maleat anhidrid dan asam stearat lebih bagus dibanding asam akrilat. Kekuatan tarik dan perpanjangan putus komposit hasil penelitian yang menggunakan *compatibilizer* maleat anhidrid lebih tinggi dibanding yang menggunakan asam stearat dan asam

akrilat. Hal ini dikarenakan ikatan *interfacial* antara serbuk sabut kelapa dan sampah *styrofoam* pada komposit yang menggunakan *compatibilizer* maleat anhidrid relatif lebih baik daripada komposit yang menggunakan asam stearat dan asam akrilat seperti ditunjukkan pada Gambar 2. Hasil uji kekuatan tarik ini juga membuktikan bahwa penambahan serbuk sabut kelapa dapat menaikkan sifat kuat tarik dibandingkan dengan komponen *styrofoam* (Fs). Produk komposit bentuk slab dan pelet disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Produk komposit (a) & (b) bentuk slab, (c) bentuk pelet

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari hasil SEM terlihat bahwa *compatibilizer* maleat anhidrid (MA) memberikan homogenitas pencampuran yang paling baik.
2. Komposit dari serbuk sabut kelapa dengan matrik sampah styrofoam menggunakan perbandingan 50/50 hasil penelitian mempunyai kualitas yang lebih baik dari pada komposit komersial yang dijual di pasaran yang terbuat dari plastik polietilena dan serbuk kayu.
3. Kualitas komposit hasil penelitian terbaik dengan *compatibilizer* maleat anhidrida sebagai berikut : densiti 1,2 g/cm³, kekerasan 88 Shore D, kuat tarik 97,27 kg/cm², perpanjangan putus 6,37%, stabilitas dimensi untuk panjang, 0,08%, dan lebar, 0,1%.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2008, Kemasan Polistirena Foam (Styrofoam), Info POM, Vol. 9, No. 5, September 2008, ISSN 1829-9334, Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia.
- Apri Heri Iswantol and Fauzi Febrianto (2005), Peronema Forestry Science Journal Vol.1, No.2, September 2005, ISSN 1829 6343, hal. 46-49.
- Bambang Subiyanto, Raskita Saragih dan Effendy Husin, 2003, J. Ilmu & Teknologi Kayu Tropis Vol. 1 • No. 1.
- Bodirlau, R, Teaca, C.A., Spiridon, I., 2009, BioResources 4(4), 1285-1304.
- Dwi Wahini Nurhajati, 2002, Prosiding Seminar Nasional II, hal. 569-576, Yogyakarta.
- Dwi Wahini Nurhajati, Penny Setyowati, dan Sri Nadilah, 2008, Majalah Polimer Indonesia (Indonesian Polymer Journal) Vol. 11, No. 1, hal. 51-55, ISSN 1410-7864.
- Febrianto, F., Yoshioka, M., Nagai, Y., Mihara, M., and Ssiraisi, N., 1999, Composite of Wood and trans -1, 4-Isoprene Rubber I : Mechanical, Physical, and Flow Behaviour, Journal Wood Science, 45: pp 38-45.
- Kosonen, M. L., Wang, Bo, Caneba, G.T., Gardner D.J., Rials, T.G., 2000, Clean Products and Process 2 117-123, Springer-Verlag
- Maldas, D. and B.V. Kokta. 1991. Influence of organic peroxide on the performance of maleic abhydride coated cellulose fiber filled thermoplastic composites. Polym. J. 23(10):1163-1171.
- Mehta AK, Jain D. 2007. Polymer blends and alloys part-I compatibilizers- ageneral survey. www.plusspolymers.com. Tanggal akses: 17 Mei 2010.
- Neng Sri Suharty dan Maulidan Firdaus, 2007, Buku Abstrak Simposium Polimer Nasional VII, hal. 59.
- Penny Setyowati, Sri Nadilah, Any Setyaningsih, dan Hernadi Surip, 2004, Pemanfaatan Limbah Pertanian Serbuk Sabuk Kelapa (Cocodust) Untuk Pembuatan Komposit Karet (Lanjutan), Departemen Perindustrian dan Perdagangan, BBKKP, Yogyakarta.

Daftar Pertanyaan:

1. Pada pendahuluan istilah “cocodust” cukup disebut 1 kali.
2. Gambar 1 s/d 3 sebaiknya dijadikan Gambar 1 a,b,c dan kemudian dibandingkan dengan foto SEM styrofoam murni.
3. Tabel yang sama hendaknya dijadikan satu.
4. SNI tidak perlu dicantumkan pada daftar pustaka, demikian pula pada tabel hasil pengujian.
5. Pada kesimpulan poin 2 perlu dijelaskan komposit pasaran terbuat dari bahan baku apa.
6. Pustaka sebaiknya terbitan tahun 2000 keatas
7. Pada gambar spektrum FTIR perlu dicantumkan angka panjang gelombang pada peak yang menonjol.