

PENGARUH SUHU, KECEPATAN ROTOR, DAN WAKTU PENCAMPURAN TERHADAP SIFAT DAN MORFOLOGI *WOOD PLASTIC COMPOSITE* BERBASIS BATANG SAWIT

Rico Efrizal, Zulfansyah, Bahruddin*
Laboratorium Teknologi Bahan Mineral dan Alam
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya KM 12.5 Panam-Pekanbaru
Telp./Fax. 0761-566937
*Email: bahruddin@unri.ac.id

Abstract

Oil palm trunk one of waste from plantation with huge population in Indonesia. Oil palm trunk used to made variety product, for example as filler for wood plastic composite (WPC). Objective of this study to determine process condition (temperature, rotor speed, and blending time) to increase quality of WPC. Internal mixer type Labo Plastomill used to blend oil palm stalk powder (OPSP) and polypropylene (PP) 50/50 by ratio while 2% plasticizer paraffin and 5% compatibilizer maleic anhydride polypropylene (MAPP) as additives. Blending process varied temperature 170°C, 175°C, and 180°C with rotor speed 60 rpm and 80 rpm for 10 minute and 15 minute. Mechanical properties for tensile strength used JIS K 6781 standard. This study show optimal mixing condition in temperature 170°C, rotor speed 80 rpm and mixing time 15 minute. Tensile strength obtain to 24,81 MPa.

Keyword: *Blending process, internal mixer, oil palm trunk, tensile strength, wood plastic composite*

1. Pendahuluan

Wood plastic composite (WPC) merupakan penggabungan kayu sebagai *filler* dan termoplastik sebagai *matrix* yang dapat digunakan sebagai bahan pengganti kayu alam [Clemons, 2002]. Termoplastik yang biasa digunakan sebagai *matrix* dalam pembuatan WPC ialah polietilena, polipropilena dan polivinil klorida (PVC), sedangkan *filler* dapat diperoleh dari potongan kayu, rami, sekam padi [Klyosove, 2007]. *Filler* yang digunakan dalam pembuatan WPC harus memiliki lignoselulosa [Karnani dkk, 1997]. Lignoselulosa berfungsi sebagai rangka dari WPC sehingga memiliki sifat keteguhan. Batang sawit merupakan salah satu pohon yang memiliki selulosa. Kadar selulosa batang sawit hampir sama dengan kayu alam sekitar 54,38% [Balfas, 2003]. Namun, pemanfaatan batang sawit sebagai salah satu limbah perkebunan sawit kurang

efektif. Sebenarnya batang sawit berpotensi dijadikan sebagai *filler* dalam pembuatan WPC dengan membentuknya menjadi serbuk batang sawit (SBS). Selama ini, batang sawit yang telah *direplanting* hanya dibiarkan melapuk di lahan perkebunan. Luas perkebunan sawit di Riau mencapai 2,1 juta hektare hingga akhir tahun 2010 [Zuprianto, 2008]. Lahan sawit sekitar 5000 hektare dapat menghasilkan 2 juta m³ batang sawit. Jika dikalkulasikan, dengan luas lahan sawit sekitar 2,1 juta hektar, maka limbah batang sawit yang memasuki masa *replanting* mencapai 840 juta m³ batang sawit. Aplikasi WPC yang sudah banyak diterapkan yaitu sebagai geladak kapal, dermaga kapal, lantai dan dinding rumah. WPC juga dapat digunakan pada peralatan *furniture* dan alat-alat perlengkapan rumah tangga. Penggunaan WPC dalam beberapa tahun terakhir cukup pesat.

Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas WPC adalah *compatibilizer*. Pengaruh kadar *compatibilizer maleic anhydride polypropylene* (MAPP) terhadap sifat dan morfologi WPC telah banyak diteliti. *Compatibilizer* berfungsi sebagai perekat antara serbuk batang sawit dan *polypropylene*. Kurniawan (2011) dan Karnani (1997) memperoleh hasil terbaik pada kadar MAPP 5%. Namun campuran termoplastik dan *filler* yang digunakan berbeda. Kurniawan (2011) menggunakan campuran SBS-polipropilena, sedangkan Karnani dkk (1997), menggunakan campuran rami-polipropilena. Sementara Bonse dkk (2010) meneliti komposit serat bambu-polipropilena dengan sifat mekanik (*tensile strength* dan *flexural strength*) yang lebih tinggi jika ditambahkan MAPP dengan kadar 4%.

Beberapa peneliti menggunakan kondisi operasi yang berbeda dalam proses pembuatan WPC. Naraprathep (2007), membuat komposit *polypropylene* dan serat dengan *compatibilizer* MAPP dengan kecepatan rotor pada *internal mixer* 50 rpm dan suhu 170°C. Sedangkan Yang dkk (2004) melakukan penelitian pembuatan WPC menggunakan sekam padi sebagai *filler* pada pembuatan komposit polipropilena dengan kecepatan rotor 20 rpm pada suhu 200°C selama 15 menit.

Berdasarkan beberapa penelitian sebelumnya, kualitas WPC yang dihasilkan belum memenuhi standar (JIS). Penyebab dari masalah ini diduga karena kondisi operasi yang belum sesuai dalam pembuatan WPC. WPC disusun atas dua material yang berbeda sifat; polipropilena (hidrofobik) dan SBS (hidrofilik). Polipropilena memiliki titik leleh sekitar 165°C dan SBS mulai terdegradasi oleh panas pada suhu >200°C sehingga suhu pencampuran 163-200°C [Clemons, 2002].

Kualitas WPC yang dihasilkan berpengaruh pada kondisi proses pencampuran polipropilena dan SBS dalam *internal mixer*; kualitas SBS tergantung pada kelembaban, sedangkan

polipropilena tergantung pada titik leleh [Rowell, 2008]. Dalam pembuatan WPC ditujukan untuk memperoleh kondisi operasi (waktu pencampuran, suhu pencampuran, dan kecepatan rotor) yang sesuai. Suhu yang terlalu tinggi dapat menyebabkan SBS hangus, sedangkan suhu yang terlalu rendah menyebabkan polipropilena tidak meleleh sempurna. Waktu pencampuran mempengaruhi jumlah panas yang terpapar pada SBS dan pelelehan polipropilena. Sedangkan kecepatan rotor mempengaruhi homogenitas dari komposit polipropilena-SBS. Tiga hal tersebut sangat berpengaruh dalam kualitas WPC yang dihasilkan. Dari penelitian ini, diharapkan diperoleh kondisi operasi (waktu pencampuran, suhu pencampuran, dan kecepatan rotor) yang optimal, sehingga kualitas WPC yang dihasilkan menjadi lebih baik dan energi yang digunakan dalam pembuatan WPC menjadi lebih efisien. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dikaji mengenai pengaruh suhu, kecepatan rotor dan waktu pencampuran terhadap sifat dan morfologi WPC berbasis limbah batang sawit.

2. Metodologi

2.1 Bahan Baku

Bahan baku batang sawit diperoleh dari perkebunan Bangkinang, Riau, polipropilena (PP) jenis PF1000 diperoleh dari PT Pertamina (Pesero), MAPP jenis Epolene G-3003 dan *plasticizer* jenis parafin dibeli di pasar lokal.

2.2 Alat

Proses penggerusan batang sawit menjadi Serbuk Batang Sawit (SBS) menggunakan *sawmill*. Kemudian proses pencampuran SBS-PP menggunakan *internal mixer* tipe Labo Plastomill. Pembentukan slab menggunakan *Hot Press* dan *Cold Press* jenis Gonno Hydraulic Press, kapasitas 210 kg/cm². Pembentukan spesimen uji sesuai dengan standar JIS K 6781 menggunakan *dumbbell*. Sedangkan peralatan untuk pengujian kuat tarik (*tensile strength*) menggunakan

universal testing machine model UCT-5T produksi Orientec Co. Ltd.

2.3 Pembuatan Sampel WPC

Batang sawit diketam hingga terbentuk serat. Serat batang sawit direndam dalam air selama 3x24 jam dengan pergantian air setiap 24 jam. Kemudian SBS dijemur dan dioven hingga kadar air 5-10%. Selanjutnya SBS diayak dengan ukuran 100 mesh.

SBS dan PP dengan nisbah 50/50 dimasukkan kedalam *internal mixer* tipe Labo Plastomill beserta *plasticizer* paraffin 2%, dan *compatibilizer* MAPP 5%. Kondisi operasi yang divariasikan yaitu suhu pencampuran 170°C, 175°C, dan 180°C; lama waktu pencampuran 10 menit dan 15 menit; serta kecepatan rotor pencampuran 60 rpm dan 80 rpm. Setelah proses pencampuran, dilakukan proses pembentukan slab WPC dengan ketebalan 0,1 cm. Kemudian dibentuk spesimen *dumbell* sesuai dengan standar pengujian.

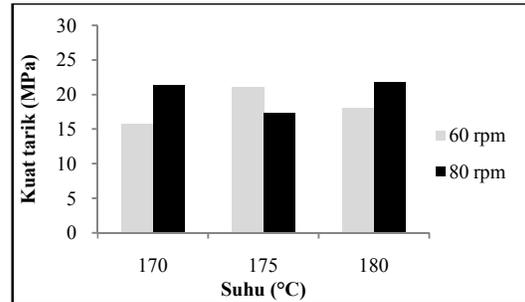
2.4 Pengujian Sampel

Pengujian mekanis yang dilakukan menggunakan *universal testing machine*. Uji *tensile strength* menggunakan standar JIS K 6781.

3 Hasil dan Pembahasan

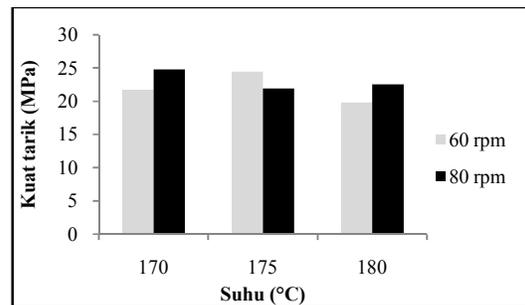
Proses pembuatan WPC sangat tergantung pada suhu, tekanan, dan kecepatan pengadukan [Cheremisnoff, 1987]. Proses pembuatan WPC merupakan penggabungan dua material dengan sifat yang berbeda; higroskopik (SBS) dan hidrofobik (PP) sehingga dalam proses pembuatannya diperlukan ketelitian dalam pemilihan kondisi proses agar memaksimalkan proses pencampuran dan meminimalkan kerusakan SBS [Rowell, 2008]. Suhu operasi pencampuran WPC menggunakan bahan baku PP/SBS berada diantara (165-200)°C, suhu dimana polipropilena (PP) mulai meleleh dan Serbuk Batang Sawit (SBS) belum terdegradasi oleh suhu [Clemons, 2002].

Kuat tarik (*tensile strength*) ditampilkan dalam bentuk gambar seperti berikut ini.



Gambar 1. Pengaruh suhu terhadap *tensile strength* pada waktu pencampuran 10 menit.

Gambar 1 diatas menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu pencampuran maka proses pengadukan akan semakin baik. Hal ini disebabkan proses pelelehan PP menjadi lebih cepat pada suhu tinggi. Semakin cepat pelelehan PP maka pori-pori pada struktur *matrix* dalam WPC semakin cepat terbuka. Jika pori-pori *matrix* ini terbuka sempurna, maka SBS sebagai *filler* akan lebih mudah mengisi ruang dalam *matrix* WPC sehingga kekuatan produk WPC menjadi lebih baik. Suhu terbaik untuk waktu pencampuran 10 menit terletak diantara 170°C-175°C. Meskipun suhu 180°C memiliki *tensile strength* yang tinggi, namun suhu yang terlalu tinggi (mendekati 210°C) dapat menyebabkan SBS hangus.

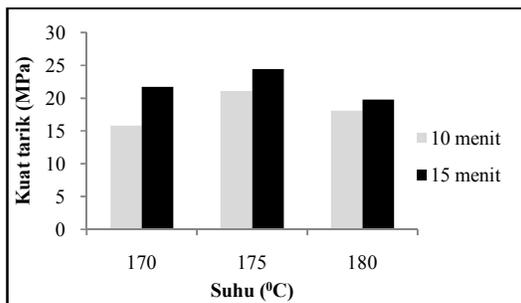


Gambar 2. Pengaruh suhu terhadap *tensile strength* pada waktu pencampuran 15 menit.

Sama halnya dengan waktu pencampuran 10 menit, Gambar 2 menunjukkan pembuatan sampel WPC

menggunakan waktu pencampuran 15 menit menghasilkan *tensile strength* tertinggi yang berada pada rentang suhu 170°C-175°C. Namun, jika dibandingkan antara waktu pencampuran 10 menit dan 15 menit, maka waktu pencampuran 15 menit memiliki *tensile strength* lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu pengontakan bahan baku SBS dan PP, *compatibilizer* MAPP, dan *plasticizer* paraffin maka campuran akan lebih homogen. Campuran yang homogen akan mempunyai ikatan yang lebih kuat karena berfungsi dengan baik. Paraffin akan membuka pori-pori *matrix* yang akan diisi oleh SBS sebagai *filler*, kemudian diikat oleh *compatibilizer* MAPP.

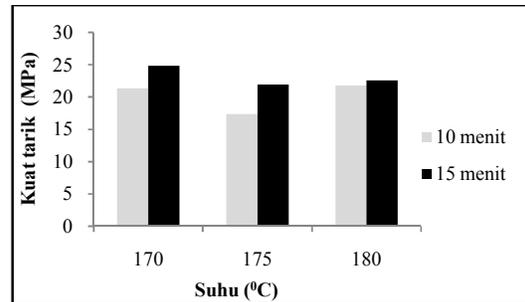
Gambar 1 dan 2 menunjukkan bahwa suhu optimal dalam pembuatan WPC dari PP dan SBS berada pada rentang suhu 170°C-175°C.



Gambar 3. Pengaruh suhu terhadap *tensile strength* pada kecepatan rotor 60 rpm

Gambar 3 menunjukkan bahwa dengan kecepatan rotor 60 rpm, suhu yang menghasilkan *tensile strength* tertinggi diperoleh pada suhu 175°C. Pada kecepatan rotor 60 rpm, *tensile strength* cenderung meningkat sebanding dengan kenaikan suhu. Namun mengalami penurunan pada suhu 180°C. Hal ini terjadi karena panas yang tinggi mulai mendegradasi SBS dan memutus rantai *polypropylene*. Akibat dari putusnya rantai *polypropylene* ini, kekuatan dan keteguhan WPC menjadi menurun. Menurut Clemons (2004), perbedaan suhu pencampuran akan mempengaruhi *tensile strength* karena

pemilihan kondisi operasi (suhu, waktu pencampuran, dan kecepatan rotor) yang tepat akan meningkatkan sifat mekanik WPC.



Gambar 4. Pengaruh suhu terhadap *tensile strength* pada kecepatan rotor 80 rpm

Gambar 4 menunjukkan pengaruh suhu terhadap *tensile strength* pada kecepatan rotor 80 rpm. Jika dibandingkan antara kecepatan rotor 60 rpm dan 80 rpm, maka proses pembuatan WPC dengan kecepatan rotor 80 rpm memiliki *tensile strength* yang relatif lebih besar. Hal ini disebabkan kecepatan rotor yang lebih tinggi, maka gesekan yang terjadi antara masing-masing bahan baku WPC semakin banyak terjadi. Gesekan ini menyebabkan campuran WPC lebih homogen.

Berdasarkan hasil uji *tensile strength* secara keseluruhan diperoleh kondisi proses optimal dalam pembuatan WPC terdapat pada suhu 170°C dengan kecepatan rotor 80 rpm dan lama waktu pencampuran 15 menit dengan hasil *tensile strength* 24,81 MPa. Sampel dengan *tensile strength* tertinggi ini, dilakukan pengujian *tearing strength* sehingga diperoleh 61,31 MPa.

4 Kesimpulan

Semakin tinggi suhu, sifat waktu pencampuran, dan kecepatan rotor, maka sifat mekanik WPC yang dihasilkan menjadi lebih baik. Kondisi proses optimal dalam pembuatan WPC terdapat pada suhu 170°C dengan kecepatan rotor 80 rpm dan lama waktu pencampuran 15 menit dengan hasil uji *tensile* 24,81 MPa dan *tearing* mencapai 61,31 MPa.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Saudara Nyoman Kurniawan dan Lili Saktiani yang telah memberikan gambaran mengenai penelitian WPC, serta Reni Oktaviani dan Rikawati yang telah membantu dan memberikan saran selama pengerjaan penelitian.

Daftar Pustaka

- Balfas, J., 2003. Potensi kayu sawit sebagai alternatif bahan baku industri perKayuan. *Seminar Nasional Himpunan Alumni IPB dan HAPKA*, Fakultas Kehutanan IPB Wilayah Regional Sumatera, Medan.
- Bonse, B.C., M. C. S. Mamede, R. A. Costa dan S. H. P. Bettini, 2010, *Effect of Compatibilizer and Bamboo Fiber Content on the Mechanical Properties of Pp-G-Ma Compatibilized Polypropylene/Bamboo Fiber Composites*, Centro Universitario da FEI.
- Clemons, C.M., 2002, Wood-plastic composites in the United States. *Forest Products Journal*, **6**(52), 10-18.
- Cheremisinoff, N.P., 1987, *Polymer Mixing and Extrusion Technology*, Marcell Decker, Inc, New York.
- Dinas Kehutanan., 2008, Bina Produksi Kehutanan. <http://www.dephut.go.id>, 21 Juni 2012.
- Karnani, R., M. Krishnan, dan R. Narayan, 1997, Biofiber-Reinforced Polypropylene Composite, *Polymer Engineering and Science*, **2**(37), 476-483.
- Klyosove, A, 2007, *Wood Plastic Composite*, John Wiley & Sons, Inc, New Jersey.
- Kurniawan, N., 2011, Pengaruh Komposisi Kompatibiliser Maleated Polypropylene (MAPP) Terhadap Sifat dan Morfologi Material *Wood plastic composites* (WPC) Berbasis Limbah Batang Sawit, Skripsi. Universitas Riau.
- Naraprateep, T., 2007, *Effect of Compatibilizer and Silane Coupling Agent on Physical Properties of Natural Fiber-Polypropylene Composite*, Thesis. Suranaree University of Technology.
- Rowell, R.M, 2008, Challenges in Biomass-Thermoplastic Composites, *Journal Polymer Environment*, Universitas of Wisconsin.
- Yang, H., H. Kim, J. Son, H. Park, B. Lee, dan T. Hwang, 2004, *Rice-husk Flour Filled Polypropylene Composite; Mechanical and Morphological Study*, *Composite Structure*, **63**(2004), 305-312.
- Zuprianto, 2008, 2011, APHI Gandeng PTPN V Bangun Pabrik Kayu Alternatif, <http://riaubisnis.com>, 24 Februari 2011.