

PENGARUH *PRETREATMENT* BATANG SAWIT TERHADAP SIFAT DAN MORFOLOGI *WOOD PLASTIC COMPOSITE* (WPC)

Muchlis Ade Putra¹, Ahmad Fadli, Bahrudin
Laboratorium Teknologi Bahan Alam dan Mineral
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293
¹Email : adeputra_muchlis@yahoo.com

ABSTRACT

Palm trunk wood is one of solid waste from palm plantations that have not been utilized optimally. This waste can be developed as materials for Wood Plastic Composite (WPC). Extractive substances and hemicellulose fraction of this material may inhibit mixing process between wood filler and matrix, so it takes a pretreatment to eliminate these fraction. Effect of pretreatment on the properties and morphology of the resulting WPC studied in this research. Pretreatment was performed in an autoclave using water and solution of oxalic acid (OA) with concentration 0,05 M and 0,1 M at soaking temperature 100⁰C and 140⁰C then held for 5 and 15 minutes. Mixing the filler and matrix with the ratio 30/70, 2% mass paraffin and 5% mass of Maleic Anhydride Polypropylene (MAPP) was conducted on Internal Mixer Labo Plastomills with temperature and rotor speed conditions 170 ⁰C and 80 rpm respectively. Results of the lignocellulose analysis showed that highest reduction of extractive substances and hemicellulose fraction was 95,94 % and 25,22 %. The best mechanical and physical properties found in the pretreated sample with conditions 0,05 M OA concentration, 140 ⁰C soaking temperature, and 15 minutes soaking time. The tensile strength, flexural strength, and water absorption values was 273,244 kgf/cm², 427,551 kgf/cm² and 1,120 %, respectively.

Keywords : *filler, lignocellulose, pretreatment, wood plastic composite*

1. Pendahuluan

Peningkatan kebutuhan akan bahan kayu yang digunakan untuk konstruksi dan dekorasi ini menuntut untuk diadakannya penggunaan kayu secara efisien dan bijaksana, antara lain melalui konsep *the whole tree utilization*, disamping meningkatkan penggunaan bahan berlignoselulosa non kayu dan pengembangan produk-produk inovatif sebagai bahan bangunan pengganti kayu. Produk inovatif yang kini sedang dikembangkan ialah pembuatan *Wood Plastic Composite* (WPC) yang merupakan komposit polimer dari campuran serbuk kayu dan termoplastik. Istilah WPC mencakup bahan penguat (matrik) berupa termoplastik seperti polipropilena (PP) dan polivinil klorida (PVC) serta bahan pengisi (*filler*) mulai dari serat kayu hingga serat-

serat hasil tanaman pertanian (Clemons, 2002).

Sawit merupakan salah satu tanaman yang banyak dikembangkan oleh masyarakat Indonesia. Perkebunan sawit menghasilkan beberapa limbah, salah satunya batang sawit. Selama ini batang sawit yang memasuki masa *replanting* hanya dibiarkan membusuk di perkebunan atau dijadikan kayu balok.

Hasil analisis kimia menunjukkan bahwa kadar zat ekstraktif pada partikel batang sawit cukup tinggi yaitu hingga 10,21% (Bakar, 2003). Zat ekstraktif ini dapat menghambat proses perekatan pada pembuatan *particle board*. Menurut Afandy (2007) perlakuan perendaman dingin dan perendaman panas terhadap partikel menyebabkan penurunan kadar zat ekstraktif partikelnya, sehingga kontaminan yang ada pada dinding sel

dapat dihilangkan. Salah satu senyawa yang dapat digunakan pada *treatment* kimia adalah asam oksalat. Menurut Li, dkk. (2011) *pretreatment* menggunakan asam oksalat dapat mengurangi fraksi zat ekstraktif dan hemiselulosa kayu sehingga meningkatkan stabilitas dimensi dan sifat tahan air dari produk komposit yang dihasilkan.

Serat alam memiliki potensi untuk dilakukan *treatment* kimia karena adanya gugus hidroksil pada selulosa. Beberapa penelitian mengenai *treatment* kimia pada serat alam yang telah dilakukan diantaranya adalah *isocyanate treatment*, *benzolation treatment*, *alkaly treatment*, *xylane treatment*, *acetylation treatment*, dan *peroxide treatment*. Tujuan utama dilakukan *treatment* kimia pada serat adalah untuk meningkatkan adhesi antara serat dan *matrix*, dengan cara mengurangi substansi pada serat seperti pengotor (*impurities*), hemiselulosa dan lain sebagainya (Ghasemi dan Farsi, 2010).

Variabel yang dikaji pada penelitian ini adalah pengaruh konsentrasi, suhu, dan lama *pretreatment* (perendaman) pada batang sawit terhadap sifat mekanik (kuat tarik dan kuat lentur), sifat fisik (daya serap air) dan morfologi WPC. Diharapkan dengan melakukan *pretreatment* pada batang sawit dapat meningkatkan sifat fisik dan mekanik dari WPC yang dihasilkan.

2. Metode Penelitian

2.1 Bahan-bahan yang Digunakan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah batang sawit dari perkebunan sawit Siak Hulu Riau sebagai *filler*, polipropilena tipe PF1000 produksi PT. Pertamina Plaju sebagai matriks, paraffin sebagai *plasticizer*, *maleic anhydride polypropylene* (MAPP) tipe Epolene E-3003 Polymer produksi Eastman USA sebagai *compatibilizer*, asam oksalat yang diperoleh dari Bratachem dan *aquadest* untuk kebutuhan *pretreatment*.

2.2 Penyiapan Serbuk Batang Sawit

Batang sawit terlebih dahulu dibersihkan dari kotoran kemudian dilakukan pembuangan kulit, lalu dipotong dan langsung dipisahkan antara bagian dalam dan bagian luar. Potongan batang kemudian digerus sehingga diperoleh serat batang sawit. Selanjutnya dilakukan *pretreatment* yang mengikuti metode yang dilaporkan Li, dkk (2011) pada serat batang sawit, yaitu direndam dalam air panas dan asam oksalat dengan konsentrasi 0,05 M dan 0,1 M menggunakan *autoclave*. Pemanasan dilakukan sehingga mencapai suhu *set point* dengan variasi 100 °C dan 140 °C. Kemudian suhu tersebut dipertahankan dengan variasi waktu 5 dan 15 menit.

Setelah dilakukan *pretreatment*, serat batang sawit kemudian disaring, lalu dikeringkan dengan sinar matahari selama kurang lebih 24 jam. Kemudian, serat batang sawit dikeringkan menggunakan *oven* pada suhu 105 °C selama 2 jam sehingga kadar air serat batang sawit maksimal 10%. Setelah dikeringkan serat batang sawit dicacah dan ditumbuk menggunakan *grinder* dan lumpang agar menjadi serbuk batang sawit berukuran -100 ~ +200 *mesh*.

2.2 Pembuatan Sampel WPC (*Blending*)

Tahapan-tahapan yang dilakukan mengikuti prosedur yang telah dilaporkan oleh Efrizal (2012). Serbuk batang sawit (SBS) dan polipropilena (PP) ditimbang berdasarkan rasio pencampurannya yaitu 30/70. Polipropilena dimasukkan terlebih dahulu kedalam *labo plastomill*, polipropilena ditunggu hingga meleleh seluruhnya, lalu dimasukkan paraffin kemudian diaduk selama 1 menit, dilanjutkan dengan memasukkan SBS dan diaduk selama 7 menit, terakhir dimasukkan MAPP kemudian diaduk selama 2 menit. Suhu pencampuran diatur pada 170 °C dan laju rotor diatur pada 80 rpm.

2.3 Pembuatan Lembaran (Slab)

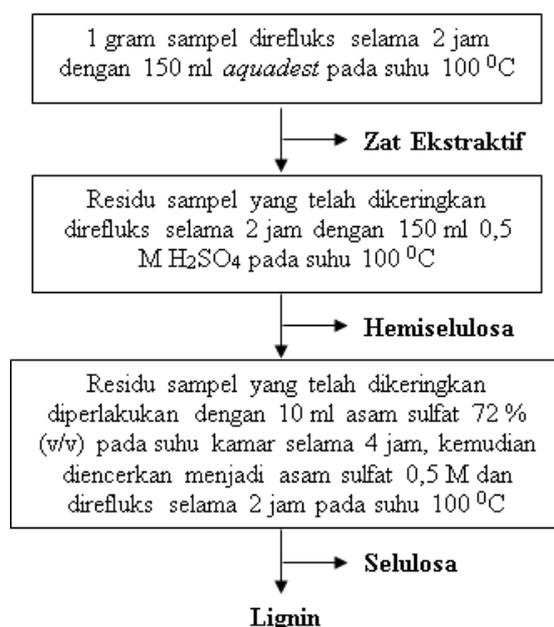
Ketebalan lembaran dibuat sesuai standar SNI ISO 37 - 2010. *Hot press* diatur pada suhu 180°C dan tekanan 100 kgf/cm². Tahap berikutnya adalah pemotongan lembaran untuk membentuk spesimen menggunakan alat *dumbell*. Jumlah dan ukuran spesimen disesuaikan dengan pengujian yang ingin dilakukan. Kemudian dilakukan pengkondisian selama 24 jam untuk mencapai distribusi kadar air yang seragam dan melepaskan tegangan sisa dalam lembaran akibat pengempaan. Sampel disimpan kedalam plastik sebelum dilakukan pengujian.

2.4 Pengujian Sampel

Pengujian sampel yang dilakukan adalah pengujian kadar lignoselulosa, sifat mekanik (kuat tarik dan kuat lentur) dan sifat fisik (daya serap air).

Pengujian Kadar Lignoselulosa

Pengujian kadar lignoselulosa kayu batang sawit dilakukan menggunakan metode Chesson – Datta.



Gambar 1. Metode Chesson – Datta
Sumber : (Isroi, 2013)

Pengujian Kuat Tarik

Ukuran sampel yang diuji disesuaikan dengan standar pengujian SNI ISO 37 – 2010. Alat yang digunakan untuk mengukur kekuatan tarik sampel WPC adalah *universal testing machine* (UTM).

Pengujian Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur mengikuti standar ASTM D790. Alat yang digunakan untuk mengukur kekuatan lentur adalah *Universal Testing Strength* (UTM), namun *setting* alat dan prosedur pengujiannya berbeda dengan pengujian kuat tarik.

Pengujian Daya Serap Air

Nilai daya serap air sampel WPC dapat dihitung berdasarkan persamaan :

$$\text{Daya Serap Air (\%)} = \frac{B_2 - B_1}{B_1} \times 100\% \dots(1)$$

Dimana B₁ merupakan massa awal sampel, dan B₂ merupakan massa sampel setelah direndam didalam air selama 24 jam.

Pengujian Morfologi

Sampel terlebih dahulu direndam dalam nitrogen cair selama 5 menit untuk menghindari terjadinya perubahan bentuk fasa pada saat dilakukan pematangan. Sebelum pengujian dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM), sampel tersebut terlebih dahulu dilapisi dengan emas menggunakan *JEOL Fine Coat (Ion Sputter)*. Pelapisan tersebut dilakukan untuk menghindari timbulnya muatan elektrostatik dari sampel pada saat pengujian SEM. Hasil pengujian yang dilakukan adalah *mikrograf*.

Analisis Varian dan Pemodelan

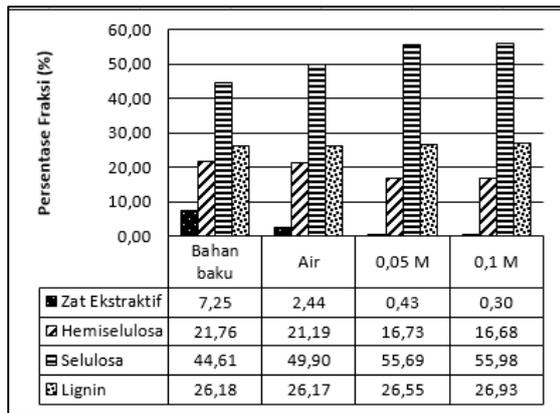
Data respon hasil penelitian dianalisis secara statistik menggunakan analisis varian dengan rancangan percobaan faktorial dengan faktor konsentrasi asam oksalat adalah A, faktor suhu perendaman adalah B dan faktor lama perendaman adalah C, lalu dibuat modelnya

menggunakan *Least Square Method* dengan pendekatan *matrix*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Lignoselulosa Kayu Batang Sawit

Data yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 2.

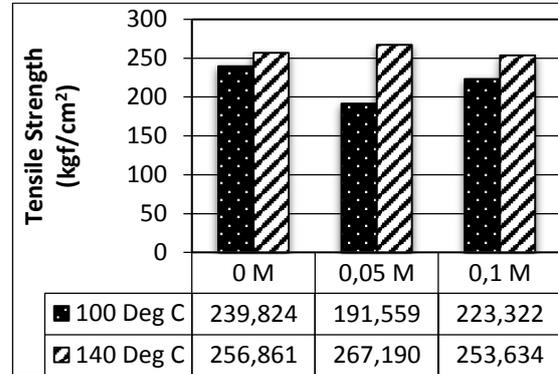


Gambar 2. Grafik Hubungan antara Variasi Konsentrasi Asam Oksalat dengan Fraksi Lignoselulosa Kayu Batang Sawit

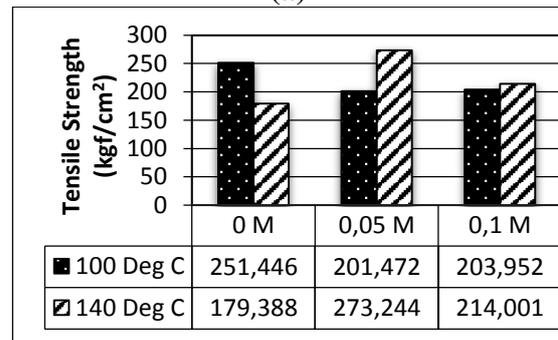
Berdasarkan data pada Gambar 2, dapat dilihat bahwa terdapat pengurangan fraksi hemiselulosa dan zat ekstraktif pada kayu setelah dilakukan *pretreatment* dibandingkan sebelum dilakukan *pretreatment*. Pengurangan hemiselulosa dan zat ekstraktif tertinggi terjadi pada *pretreatment* dengan konsentrasi asam oksalat 0,1 M yaitu sebesar 25,22 % dan 95,94 % dibandingkan dengan kayu sebelum dilakukan *pretreatment*. Hal ini sesuai dengan penelitian Li, dkk. (2011) yang memperoleh hasil penelitian pengurangan hemiselulosa terus bertambah dengan penambahan larutan asam oksalat dan meningkatnya suhu perendaman. Pengurangan hemiselulosa terbanyak pada penelitian tersebut adalah sebesar 27% dibandingkan dengan hemiselulosa kayu pinus sebelum dilakukan *pretreatment*. Pengurangan hemiselulosa dan zat ekstraktif pada kayu dikarenakan sifatnya yang mudah mengalami depolimerisasi, hidrolisis oleh asam atau basa dan mudah larut didalam air (Achmadi, 1990).

3.2 Pengaruh *Pretreatment* terhadap Kuat Tarik WPC

Kuat tarik merupakan sifat mekanik yang menunjukkan kekuatan material WPC menahan gaya tarik dari luar. Data hasil pengujian kuat tarik yang diperoleh adalah sebagai berikut :



(a)



(b)

Gambar 3. Grafik hubungan antara konsentrasi asam oksalat dan suhu perendaman dengan kuat tarik yang dihasilkan pada waktu perendaman (a) 5 menit dan (b) 15 menit.

Kuat tarik terendah pada penelitian ini diperoleh pada kondisi *pretreatment* air, suhu perendaman 140 °C dan lama perendaman 15 menit yaitu 179,388 kgf/cm². Sedangkan kuat tarik tertinggi diperoleh pada kondisi *pretreatment* dengan konsentrasi asam oksalat 0,05 M, suhu perendaman 140 °C dan lama perendaman 15 menit yaitu 273,244 kgf/cm². Nilai kuat tarik tertinggi pada penelitian ini lebih baik dari nilai kuat tarik penelitian Efrizal (2012) yang melakukan perendaman pada batang sawit menggunakan air selama 3 hari pada suhu kamar sebagai *pretreatment*. Nilai kuat

tarik tertinggi dari WPC yang dihasilkan pada penelitian tersebut adalah 253,173 kgf/cm².

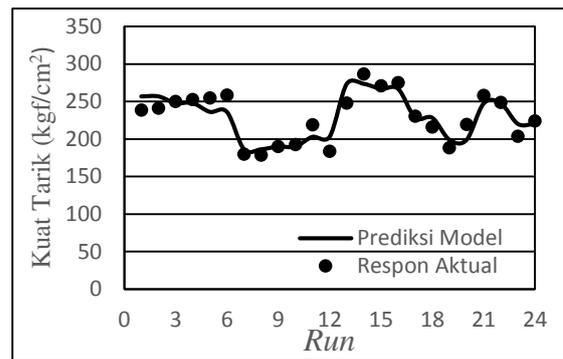
Pretreatment dengan penambahan larutan asam oksalat pada perendaman serat batang sawit dapat mendegradasi hemiselulosa dan zat ekstraktif pada serat batang sawit, yang mengakibatkan lebih banyak rongga pada serat batang sawit. Dengan banyaknya rongga pada serat batang sawit dapat memperbesar kesempatan untuk terikatnya *filler* (selulosa) dengan *matrix* (plastik) sehingga nilai kuat tarik WPC yang dihasilkan lebih tinggi. Berdasarkan analisis varian ($\alpha=0,05$) penambahan konsentrasi asam oksalat pada *pretreatment* tidak berpengaruh secara signifikan terhadap kuat tarik material WPC yang dihasilkan.

Peningkatan suhu perendaman pada *pretreatment* berpengaruh signifikan ($\alpha=0,05$) terhadap kuat tarik WPC. Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa dengan meningkatnya suhu perendaman, kuat tarik WPC cenderung meningkat. Hal ini dikarenakan peningkatan suhu perendaman mampu mengurangi lebih banyak zat ekstraktif dan hemiselulosa pada serat batang sawit, sehingga serat batang sawit lebih kompatibel dengan plastik. Lama perendaman juga berpengaruh signifikan ($\alpha=0,05$) terhadap kuat tarik. Semakin lama *pretreatment* dilakukan, semakin banyak zat ekstraktif dan hemiselulosa yang berkurang, sehingga meningkatkan kuat tarik WPC.

Model yang dihasilkan berdasarkan respon kuat tarik adalah :

$$Y_{tensile} = 261,222 - 11798,6A + 9,402C + 88,732AB - 0,103BC + 111593,2A^2 + 1,076ABC - 841,714A^2B - 1281,28A^2C$$

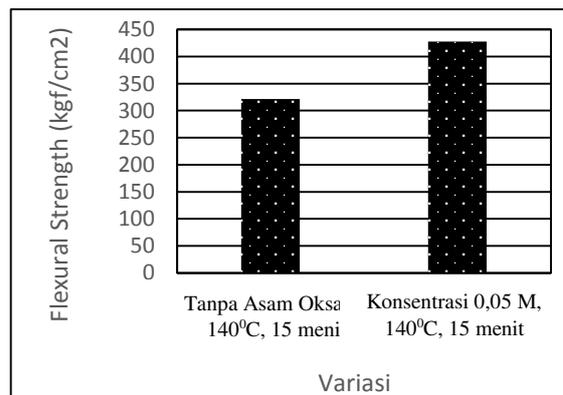
Gambar 4. menunjukkan perbandingan antara nilai aktual respon dengan prediksi model. Nilai koefisien determinasi (R^2) model adalah 0,825 dengan persen kesalahan rata-rata adalah 4,83%.



Gambar 4. Grafik perbandingan antara nilai aktual respon dengan prediksi model kuat tarik.

3.3 Pengaruh *Pretreatment* terhadap Kuat Lentur WPC

Kuat lentur (*flexural strength*) adalah ukuran ketahanan material untuk menahan beban sebelum patah. Pengujian kuat lentur dilakukan pada sampel dengan nilai kuat tarik terendah dan tertinggi. Data hasil pengujian kuat lentur ditampilkan pada Tabel 5.



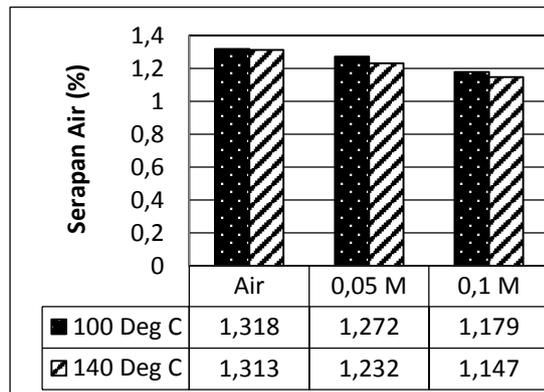
Gambar 5. Grafik pengujian kuat lentur

Berdasarkan grafik pada Gambar 5 terlihat bahwa nilai kuat lentur pada sampel dengan nilai kuat tarik tertinggi (*pretreatment* asam oksalat 0,05 M, suhu perendaman 140 °C dan lama perendaman 15 menit) lebih besar dari nilai kuat lentur pada sampel dengan nilai kuat tarik terendah (*pretreatment* air, suhu perendaman 140 °C dan lama perendaman 15 menit). Hal ini dikarenakan dengan nilai kuat tarik berbanding lurus dengan nilai kuat lentur. Penambahan konsentrasi asam oksalat, suhu perendaman dan lama perendaman pada *pretreatment* batang

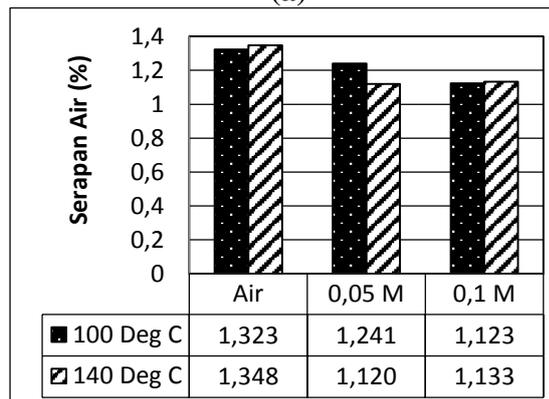
sawit cenderung meningkatkan nilai kuat tarik WPC, sehingga nilai kuat lentur juga meningkat.

3.4 Pengaruh *Pretreatment* terhadap Daya Serap Air WPC

Data hasil pengujian kerapatan material yang diperoleh adalah sebagai berikut



(a)



(b)

Gambar 6. Grafik hubungan antara konsentrasi asam oksalat dan suhu perendaman dengan daya serap air WPC pada waktu perendaman (a) 5 menit dan (b) 15 menit.

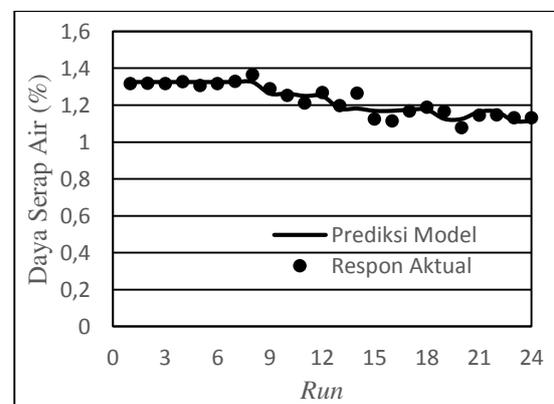
Berdasarkan grafik pada Gambar 6 terlihat bahwa daya serap air material cenderung berkurang dengan bertambahnya konsentrasi asam oksalat, suhu, dan lama perendaman. Hal ini sesuai dengan Klyosov (2007) yang menyatakan bahwa semakin tinggi kerapatan WPC, porositas menjadi lebih kecil sehingga daya serap air rendah. Hal ini juga sesuai dengan penelitian Li, dkk (2011) yang memperoleh pengurangan daya serap air dengan

penambahan asam oksalat dan peningkatan suhu perendaman. Daya serap air tertinggi pada penelitian ini diperoleh pada kondisi *pretreatment* air, suhu perendaman 140 °C dan lama perendaman 15 menit yaitu 1,348 %. Sedangkan daya serap air terendah diperoleh pada kondisi *pretreatment* konsentrasi asam oksalat 0,05 M, suhu perendaman 140 °C dan lama perendaman 15 menit yaitu 1,120 %.

Berdasarkan analisis varian ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa konsentrasi asam oksalat, suhu perendaman dan lama perendaman berpengaruh signifikan terhadap daya serap air material WPC yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan dengan bertambahnya konsentrasi asam oksalat, suhu perendaman dan lama perendaman serat batang sawit menyebabkan kerapatan material yang lebih tinggi, porositas yang lebih kecil sehingga air sulit masuk ke dalam serat batang sawit (*filler*) maupun ke dalam material WPC.

Model yang dihasilkan berdasarkan respon daya serap air adalah :

$$Y_{water\ absorption} = 1,325 + 6,751A - 0,078AB - 77,125A^2 + 0,749A^2B - 0,5A^2C$$



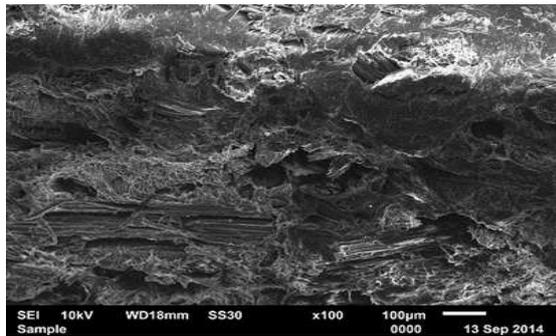
Gambar 7. Grafik perbandingan antara nilai aktual respon dengan prediksi model daya serap air.

Nilai koefisien determinasi (R^2) model adalah 0,870 dengan persen kesalahan rata-rata adalah 1,97%.

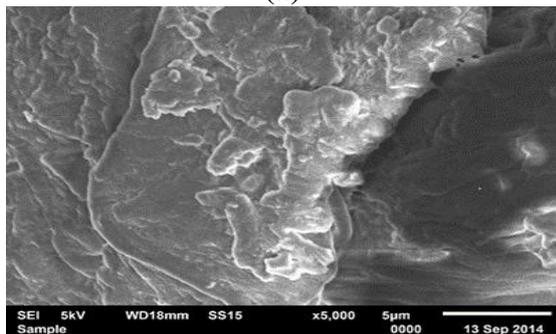
3.5 Morfologi WPC

Gambar 8 dan 9 menunjukkan mikrograf dari sampel dengan nilai kuat

tarik tertinggi dan terendah pada perbesaran 100x dan 5000x.

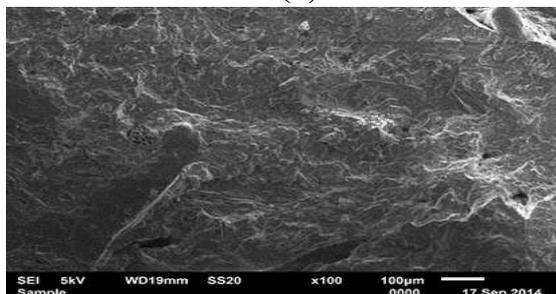


(a)

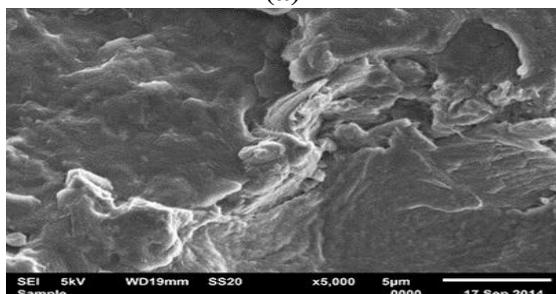


(b)

Gambar 8. Mikrograf pada sampel *pretreatment* air, suhu perendaman 140 °C dan lama perendaman 15 menit (a) Perbesaran 100x dan (b) Perbesaran 5000x



(a)



(b)

Gambar 9. Mikrograf pada sampel *pretreatment* asam oksalat 0,05 M, suhu perendaman 140 °C dan lama perendaman 15 menit (a) Perbesaran 100x dan (b) Perbesaran 5000x.

Berdasarkan mikrograf pada Gambar 8 dan 9 terlihat bahwa terdapat lebih banyak rongga pada sampel dengan *pretreatment* air, suhu perendaman 140 °C dan lama perendaman 15 menit dibandingkan dengan mikrograf pada sampel dengan *pretreatment* asam oksalat 0,05 M, suhu perendaman 140 °C dan lama perendaman 15 menit. Hal ini menunjukkan bahwa adanya campuran yang lebih kompak sehingga sifat mekanik meningkat.

4. Kesimpulan

Terjadi pengurangan zat ekstraktif dan hemiselulosa pada kayu batang sawit setelah dilakukan *pretreatment*. Pengurangan tertinggi diperoleh pada variasi *pretreatment* konsentrasi asam oksalat 0,1 M, suhu 140 °C, dan lama perendaman 15 menit yaitu sebesar 95,94 % dan 25,22 %. Variasi konsentrasi berpengaruh signifikan terhadap daya serap air WPC. Variasi suhu perendaman dan lama perendaman berpengaruh signifikan terhadap kuat tarik dan daya serap air. Sifat mekanik dan sifat fisik terbaik terdapat pada sampel dengan kondisi *pretreatment* konsentrasi asam oksalat 0,05 M, suhu perendaman 140 °C dan lama perendaman 15 menit dengan nilai kuat tarik 273,244 kgf/cm², kuat lentur 427,551 kgf/cm² dan daya serap air 1,120%.

5. Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DIKTI yang telah mendanai sebagian besar penelitian ini.

6. Daftar Pustaka

- Achmadi, S. 1990. *Kimia Kayu*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas. Ilmu Hayat. Institut Pertanian Bogor.
- Afandy, H. 2007. *Peningkatan Mutu Papan Komposit dari Limbah Serbuk Sengon dan Plastik Polypropylene Daur Ulang dengan Perlakuan Fisik dan Kimia*. IPB : Bogor

- Bakar, E.S. 2003. *Kayu Sawit sebagai Substitusi Kayu dari Hutan Alam*. Forum Komunikasi dan Teknologi Industri Kayu. Vol. 2, 5-6.
- Clemons, C.M. 2002. *Wood-Plastic Composites in the United States : The Interfacing Of Two Industries*. Forest Products Journal. Vol. 52, no.6, 10-18.
- Efrizal, R. 2012. *Pengaruh Suhu, Kecepatan Rotor, dan Waktu Pencampuran Terhadap Sifat dan Morfologi Material Wood Plastic Composite (WPC) Berbasis Batang Sawit*. Skripsi sarjana. Fakultas Teknik. Universitas Riau.
- Ghasemi, I. dan M. Farsi. 2010. *Interfacial Behaviour of Wood Plastic Composite: Effect of Chemical Treatment on Wood Wood Fibres*. Iranian Polymer Journal. Vol. 19, no. 10, 811-818.
- Isroi. 2013. *Analisis Kandungan Lignoselulosa dengan Metode Chesson-Datta*. Balai Besar Bioteknologi Perkebunan Indonesia.
- Klyosov, A. 2007. *Wood Plastic Composite* (1st ed.). John Wiley & Sons, Inc. New Jersey.
- Li, X., Z. Cai, E. Horn dan J.E. Winandy. 2011. *Effect of Oxalic Acid Pretreatment of Wood Chips on Manufacturing Medium-Density Fiberboard*. *Holzforchung Journal*. Vol. 65, 737-741.