

Pengaruh Ukuran dan Kadar Partikel Batang Sawit Terhadap Sifat dan Morfologi Material *Wood Plastic Composites* (WPC) Berbasis Limbah Batang Sawit

Eka Febria Sari, Nirwana, Bahruddin

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik – Universitas Riau
Kampus Binawidya Km. 12,5 Simpang Baru, Pekanbaru 28293
Telp/Fax.(+62 761) 65593/(+62 761) 63279.
bahruddin02@yahoo.com

Abstrak

Wood Plastic Composite (WPC) merupakan komposit kayu dengan polimer termoplastik. Tujuan penelitian ini adalah kayu sawit sebagai pengganti kayu komersial yang semakin berkurang ketersediaannya dan untuk mengatasi limbah pada lingkungan. Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah perbandingan komposisi serbuk kayu sawit dan PP origin (wt/wt) 50:50, 60:40 dan 70:30. Ukuran serbuk kayu sawit 40-60; 60-80; 80-100 mesh. Dengan MAPP (5%) dan Minarex-H (5%). Pencampuran (pengadonan) bahan baku tersebut dilakukan menggunakan alat *Rheomix 3000 HAAKE Mixer* dengan kondisi operasi 180°C dan 60rpm selama 20menit. Pengujian yang dilakukan berupa uji serapan air, kuat tarik, kuat lentur dan uji morfologi menggunakan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tarik, kuat lentur, serapan air dan morfologi material WPC dipengaruhi oleh ukuran serbuk batang sawit dan rasio campuran serbuk batang sawit/PP. Hasil terbaik diperoleh pada ukuran serbuk batang sawit (40/60; 80/100) dan rasio campuran serbuk batang sawit/PP (60-80; 80-100) mesh, yaitu dengan kuat tarik 54,84 kgf/cm², kuat lentur 1,74 kgf/cm² dan serapan air 5,97%.

Kata kunci : Limbah Kayu Sawit, Morfologi, Polipropilena, Sifat Mekanik, *Wood Plastic Composite*

1. Pendahuluan

Wood Plastic Composite (WPC) merupakan komposit kayu dengan polimer termoplastik. WPC mencakup bahan komposit yang sangat luas yang menggunakan plastik, mulai dari *polypropylen* (PP) sampai *polyvinil chloryda* (PVC), dan bahan pengisi, mulai dari serbuk kayu hingga serat-serat yang dihasilkan tanaman pertanian.

Secara umum, penambahan bahan *filler* ke dalam termoplastik dapat meningkatkan kekakuan termoplastik, namun menurunkan keteguhan pukul dari komposit. Kebanyakan polimer terutama termoplastik adalah bahan yang bersifat non-polar, hal ini tentu tidak kompatibel dengan serat kayu yang bersifat polar. Akibatnya, adhesi yang lemah akan terjadi antara termoplastik dan serat kayu jika kedua bahan tersebut dicampurkan (Klasonet al., 1984; Hanet al., 1989). Untuk memperbaiki afinitas dan adhesi antara serat kayu dan termoplastik, maka perlu ditambahkan bahan aditif *coupling agent* dalam jumlah yang terbatas (Dalvag et al., 1985; Schneider and Brebner, 1985).

Pengembangan material WPC berbasis limbah batang sawit belum banyak dilakukan. Itu dapat dilihat dari hasil penelitian Lubis, et al (2008) yang mendapatkan sifat dan morfologi produk WPC berbasis limbah batang sawit dan PE daur ulang belum pada

standar baku yang diharapkan. Namun sifat dan morfologi sampel WPC berbasis limbah batang sawit ini masih dapat ditingkatkan dengan penambahan kompatibiliser (bahan aditif) yang sesuai.

Pada umumnya, yang mempengaruhi sifat dan morfologi suatu komposit polimer adalah kadar partikel, ukuran (20-80) mesh, penambahan zat aditif, serta kondisi proses, termasuk temperatur, waktu, dan kecepatan aduk. Pada penelitian ini akan dikaji pengaruh ukuran dan kadar partikel batang sawit terhadap sifat dan morfologi material WPC.

2. Metodologi

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah batang sawit dari perkebunan PTPN 5 Sei. Galuh yang berumur lebih kurang 25 tahun sebagai *filler*, Polipropilena (PP) jenis PF 1000 digunakan sebagai matrik yang diproduksi oleh PT. Pertamina (persero) Plaju, kompatibiliser, digunakan *Maleated Polypropylene* (MAPP) jenis Epolene G-3003 dan plastisiser jenis Minarex H produksi PT. Pertamina (persero) Cilacap.

2.1 Penyiapan Serbuk Batang Sawit

Persiapan bahan baku partikel batang sawit mengikuti metode yang dilakukan oleh Lubis, et al. (2008), ditujukan untuk mendapatkan serbuk batang

sawit dengan ukuran, kadar air, dan ukuran yang seragam. Pertama partikel batang sawit bagian tepi, tengah dan pusat digerus bersamaan menggunakan ketam kayu dan ditampung ke dalam wadah atau ember, lalu hasil gerusan ditimbang kemudian direndam dengan air pada suhu kamar selama ± 3 hari. Hasil perendaman kemudian disaring dan ditimbang sebelum dikering udarakan selama ± 24 jam. Setelah pengeringan udara serbuk batang sawit ditimbang kembali sebelum dikeringkan ke dalam oven pada suhu 102°C selama 2 jam. Sehingga nantinya akan didapatkan kandungan kadar air yang konstan pada partikel batang sawit. Lalu partikel batang sawit di blender dan ditumbuk menggunakan lumpang hingga menjadi serbuk. Kemudian serbuk batang sawit diayak menjadi ukuran partikel 40-60; 60-80; 80-100 Mesh.

2.2 Pembuatan Sampel WPC

Pembuatan material WPC dimulai pada tahap pengadonan. Dimana limbah batang sawit, PP, MAPP dan plastisiser dicampur menggunakan *Rheomix 3000 HAAKE Mixer*. Hasil campuran dibentuk slab dan dikempa menggunakan *Hydraulic Press* pada suhu 230°C dan tekanan 200 kg/cm^2 selama ± 30 menit.

Lembaran yang dihasilkan dikondisikan selama 24 jam untuk mencapai distribusi kadar air yang seragam dan melepaskan tegangan sisa dalam lembaran akibat pengempaan. Kemudian sampel disimpan ke dalam plastik sebelum dilakukan pengujian. Tahap berikutnya adalah pembuatan pola pemotongan/spesimen lembaran untuk membentuk spesimen pengujian menggunakan alat *dumbbell*.

2.3 Pengujian Material WPC

2.3.1 Uji Morfologi

Uji morfologi merupakan pengujian untuk melihat pencampuran *interface* bahan *filler* kedalam matrik. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscope (SEM)*. Sampel terlebih dahulu direndam dalam nitrogen cair selama 5 menit untuk menghindari terjadinya perubahan bentuk fasa pada saat dilakukan pematangan. Sebelum pengujian SEM, sampel tersebut terlebih dahulu dilapisi dengan emas menggunakan *JEOL Fine Coat (Ion Sputter)*.

2.3.2 Uji Kuat Tarik

Alat yang digunakan untuk mengukur kekuatan tarik material WPC adalah *Universal Testing Strength (UTM)*. Sampel diletakkan pada alat uji, kemudian alat distel hingga posisi diam, jarak antara kedua klem 180 mm. Pasang ujung jalur pada bagian atas kemudian satunya lagi dipasang pada bagian bawah sampel uji. Keraskan pada penjepit kedua ujung jalur dan dijaga agar jalur tersebut dipasang merata dan melintir. Lalu longgarkan pengatur untuk men-setting laju konstan 50 mm/menit , dan beban 500 kgf setiap sampel pengujian. Jalankan motor untuk mengayunkan bandul, ayunan akan berhenti pada saat jalur kertas putus.

2.3.2 Uji Kuat Lentur

Kuat lentur adalah ukuran ketahanan material WPC untuk menahan beban dalam batas proporsi (sebelum patah). Alat yang digunakan untuk mengukur kekuatan lentur adalah *Universal Testing Strength (UTM)*. Pertama siapkan sampel uji sesuai standar ASTM D790 yang sudah mencapai umur 28 hari. Kemudian tempatkan di atas 2 tumpukan silinder secara simetris dengan jarak tumpuan adalah panjang sampel uji dikurangi 50 mm. Lalu berikan beban maksimum dengan tanpa ada kejutan dengan penambahan beban secara terus menerus dan seragam sampai dengan batas maksimum patah (Maksimum Breaking Load).

2.3.3 Uji Serapan Air

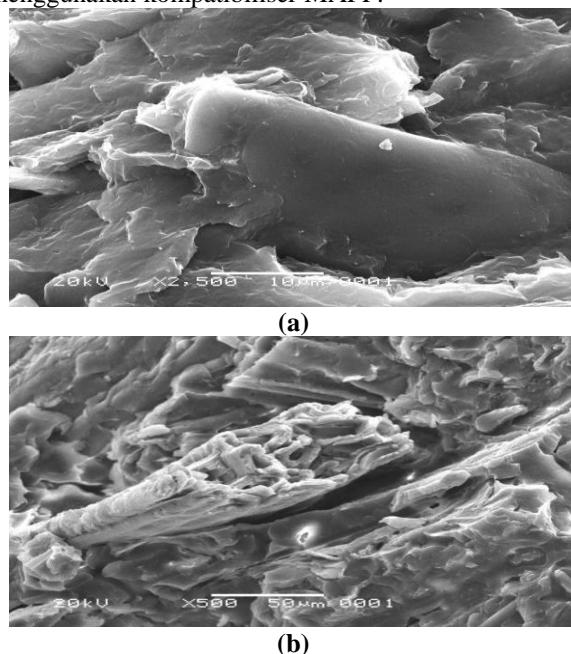
Serapan air merupakan sifat fisik yang memperlihatkan kemampuan komposit untuk menyerap air setelah direndam selama 24 jam. Hasil yang didapat, digunakan sebagai penentu material WPC dapat digunakan sebagai bahan interior atau eksterior.

Pertama, sampel WPC dibentuk berukuran $5\text{ cm} \times 5\text{ cm} \times 0,4\text{ cm}$ lalu ditimbang berat awalnya. Kemudian direndam dalam air pada suhu kamar selama 2 jam dan 24 jam, setelah itu ditimbang beratnya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Morfologi

Pengamatan morfologi dilakukan untuk melihat perubahan permukaan material WPC berbasis serbuk batang sawit/PP. Pada Gambar 1. (a) dan (b) dapat dilihat bentuk permukaan komposit tanpa dan menggunakan kompatibiliser MAPP.



Gambar 1. Hasil Pengamatan Morfologi Komposit. (a) Penyebaran Serbuk Batang Sawit ukuran 40-60 mesh dengan PP (50/50) dan (b) Penyebaran Serbuk Batang Sawit ukuran 80-100 mesh dengan PP (60/40).

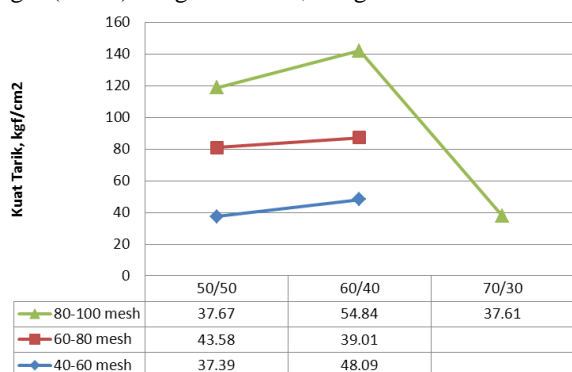
Pada Gambar 1 (a) memperlihatkan, bahwa untuk ukuran serbuk batang sawit 40-60 mesh dengan rasio (50/50) permukaan komposit yang dihasilkan lebih didominasi oleh PP origin, sedangkan serbuk batang sawit terpisah atau tidak terikat dengan PP origin. Hasil ini diduga karena ukuran serbuk batang sawit yang cukup besar menyebabkan pendistribusian ke dalam PP origin tidak merata. Sedangkan Gambar 1(b) memperlihatkan, bahwa dengan ukuran partikel serbuk batang sawit yang lebih halus 80-100 mesh penyebaran yang terjadi pada komposit lebih merata.

Hasil morfologi pada penelitian ini sesuai dengan pernyataan Stark dan Berger (1997) yang menyatakan bahwa semakin kecil ukuran filler dapat memudahkan pendistribusian matrik waktu pencampuran. Namun ukuran filler yang semakin kecil tidak mempengaruhi (meningkatkan) nilai sifat mekanik dari komposit. Hasil itu juga di kuatkan oleh Febrianto., dkk (1999) yang mengatakan bahwa kemampuan pendistribusian matrik ke dalam filler bukan ditentukan dari ukuran filler atau banyaknya nisbah campuran yang digunakan, tapi jenis perekat (kompatibiliser) yang digunakan untuk mengompakkan komposit tersebut.

3.2 Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Kuat tarik merupakan sifat mekanik papan partikel yang menunjukkan kekuatan material WPC menahan gaya tarik dari luar. Menurut Maloney (1993) produk WPC untuk keperluan struktural yang akan mendapatkan gaya tekan cukup besar harus diketahui nilai kekuatan mekanik. Pada Gambar 2 dapat dilihat nilai rata-rata kuat tarik.

Nilai rata-rata pengujian kuat tarik pada material WPC berbasis serbuk batang sawit/PP origin berkisar antara 37,39 – 54,84 kgf/m². Nilai tertinggi dihasilkan pada ukuran 80-100 mesh dan rasio serbuk batang sawit/PP origin (60/40) dengan nilai 54,84 kgf/m². Sedangkan, untuk hasil terendah terdapat pada ukuran 40-60 mesh dan rasio serbuk batang sawit/PP origin (50/50) dengan nilai 37,39 kgf/m².



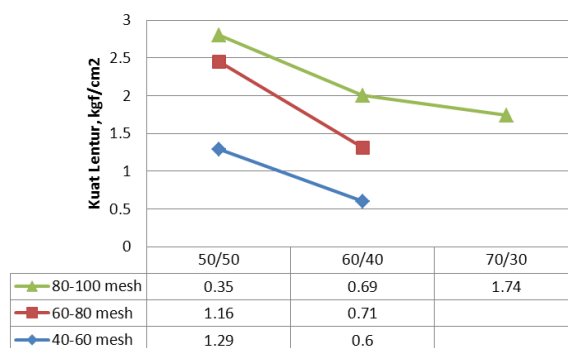
Gambar 2. Nilai Kuat Tarik Material WPC Berbasis Serbuk Batang Sawit/PP.

Hasil analisa menunjukkan bahwa komposisi serbuk batang sawit/PP origin sangat mempengaruhi kualitas nilai kuat tarik material. Pengaruh ini diduga oleh

distribusi dan interaksi partikel serbuk batang sawit dalam matrik PP tidak terjadi atau hanya pada sebagian lembaran komposit. Bila dibandingkan dengan nilai standar ASTM D638 yang menetapkan nilai kuat tarik WPC sebesar 390 kgf/cm². Maka, nilai kuat tarik pada penelitian ini belum memenuhi standar kualitas yang diinginkan. Hasil ini mungkin disebabkan persiapan bahan baku serbuk batang sawit yang kurang optimal, kadar air serbuk batang sawit masih cukup tinggi dan waktu proses pencampuran terlalu lama sehingga terjadinya dekomposisi bahan baku.

3.3 Kuat Lentur (*Flexural Strength*)

Kuat lentur adalah ukuran ketahanan material WPC untuk menahan beban dalam batas proporsi (sebelum patah). Pada Gambar 3 dapat dilihat nilai rata-rata kuat lentur material WPC.



Gambar 3. Nilai Kuat Lentur Material WPC berbasis Serbuk Batang Sawit/PP.

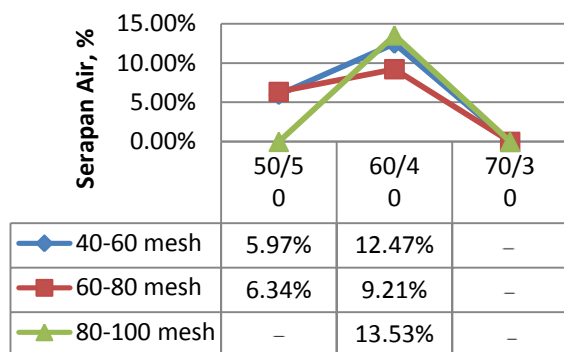
Nilai rata-rata pengujian kuat lentur pada sampel uji WPC berbasis serbuk batang sawit/PP origin berkisar antara 0,35– 1,74 kgf/m². Nilai tertinggi kuat lentur komposit terdapat pada ukuran 80-100 mesh dan rasio serbuk batang sawit/PP origin (70/30) dengan nilai 1,74 kgf/m². Sedangkan, untuk hasil terendah terdapat pada ukuran 80-100 mesh dan rasio serbuk batang sawit/PP origin (50/50) dengan nilai 0,35 kgf/m².

Hasil analisa menunjukkan bahwa pengaruh ukuran dan rasio pencampuran serbuk batang sawit sebagai filler memberikan dampak nyata dalam pembedaan material WPC. Nilai kuat lentur pada penelitian ini tidak sesuai sepenuhnya dengan pernyataan Setyawati dan Sulaeman (2003) yang mengatakan bahwa semakin halus ukuran filler, maka dapat meningkatkan sifat mekanik pada komposit. Bila dibandingkan dengan standar ASTM D790 yang menetapkan standar nilai kuat lentur material WPC sebesar 60 kgf/cm², maka nilai kuat lentur hasil penelitian ini masih jauh berada dibawah standar yang ditetapkan oleh ASTM D790.

3.4 Serapan Air

Daya serap air adalah sifat fisik material WPC yang menunjukkan kemampuan material WPC untuk menyerap air selama direndam dalam air. Menurut Siregar (2006) pengujian daya serap air dilakukan secara bertahap pada tingkatan waktu 2 jam dan 24 jam.

Nilai rata-rata tertinggi daya serap air untuk perendaman selama 24 jam terdapat pada rasio material WPC serbuk batang sawit/PP origin (60/40) dengan ukuran serbuk batang sawit 80-100 mesh adalah 13,53%, sedangkan untuk nilai rata-rata terendah terdapat pada rasio material WPC serbuk batang sawit/PP origin (50/50) dengan ukuran serbuk batang sawit 40-60 mesh adalah 5,97%. Grafik pengujian serapan air komposit dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Nilai Serapan Air Material WPC berbasis Serbuk Batang Sawit/PP selama 24 jam.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa lama waktu perendaman akan meningkatkan daya serap air pada material WPC berbasis serbuk batang sawit/PP origin. Masih dapatnya celah masuk air ke dalam komposit diduga karena sifat dasar batang sawit yang higroskopis, sehingga masih mampu menyerap air meskipun sudah di kering tanurkan.

Pengamatan uji daya serap air pada penelitian ini sesuai dengan Bakar (2003) yang menyatakan bahwa salah satu kelemahan dari batang sawit adalah bersifat

higroskopis dengan stabilitas dimensi yang tidak stabil sehingga sangat mudah menyerap air dari lingkungan sekitar.

Bila dibandingkan dengan nilai daya serap air yang ditetapkan oleh standar ASTM D570 yaitu sebesar 0,2-0,4 %. Maka pada penelitian ini nilai daya serap air masih belum pada standar baku yang diharapkan. Masih adanya air yang terserap diduga karena adanya sisa tegangan setelah pengempaan belum sepenuhnya hilang, sehingga menimbulkan celah sebagai jalan keluar masuknya air pada komposit.

3.5 Perbandingan Sifat Berbagai Jenis Material WPC

Bila dibandingkan dengan peneliti lain (Tabel 1), dapat disimpulkan bahwa sifat produk WPC dipengaruhi oleh ukuran *filler* yang digunakan. Penggunaan batang sawit sebagai *filler* masih jauh dari yang diharapkan, namun sifat mekanik batang sawit ini masih bisa ditingkatkan dengan penyiapan lebih baik, seperti; waktu pemilihan pemotongan, penghilangan bahan-bahan ekstraktif dan proses pencampuran dengan matrik.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa faktor rasio pencampuran serbuk batang sawit/PP origin dan MAPP berpengaruh nyata terhadap sifat-sifat fisik-mekanik dan morfologi yang dihasilkan pada komposit. Hasil pengamatan SEM menunjukkan bahwa ukuran serbuk batang sawit sebagai filler mempengaruhi penyebaran matrik pada pembentukan komposit.

Penambahan MAPP berpengaruh nyata terhadap kuat tarik dan kuat lentur dari komposit, namun belum pada standar ASTM yang diinginkan. Hasil uji fisik

Tabel 1. Perbandingan hasil uji sifat fisik dan morfologi mterial WPC.

Komponen	Peneliti				Standar ASTM
	Rowell, dkk, (1999)	Febrianto, dkk, (2006)	Lubis, dkk, (2009)	Penelitian ini, (2010)	
Bahan Baku					
Filler	<i>Talc</i>	<i>Eucalyptus deglupta</i>	Batang Sawit	Batang Sawit	
Matrik	PP origin	PP daur ulang	PE daur ulang	PP origin	
Kompatibiliser	MAPP	MAH+DCP	MAH+DCP	MAPP	
Uji Sifat Fisik					
Kerapatan, gr/cm ³	1,27	-	0,77	0,59	≥ 0,4-1.0 ASTM D792
Daya Serap Air, (%)	-	-	0,79	5,97	≤ 0,8 ASTM D570
Kadar Air, (%)	0,02	3,62	2,82	0,41	≤ 1.7 ASTM D 648
Pengembangan Tebal, (cm)	-	2,35	0,53	0,61	≤ 1.0 ASTM D 1037
Uji Sifat Mekanik					
Kuat Tarik, (kgf/cm ²)	350	380	21,7	54,84	≥ 390 ASTM D638
Kuat Lentur, (kgf/cm ²)	630	-	0,84x10 ²	1,74	≥ 380 ASTM D790

komposit tidak semuanya memenuhi standar ASTM seperti, kadar air, dan daya serap air. Hal ini disebabkan oleh sifat dasar batang sawit yang hidropobik (suka air).

Daftar Pustaka

- ASTM. 2003. "Standar ASTM". US. <http://www-2dix.com>. 31 Januari 2011.
- Bakar, E.S. 2003. "Kayu Sawit Sebagai Substitusi Kayu Dari Hutan Alam". *Forum Komunikasi dan Teknologi dan Industri Kayu 2* : 5-6. Bogor.
- Dalvag H; Klason, C and Stromvall, H.E. 1985. "The efficiency of cellulosic fillers in common thermoplastics". Part II: Filling whit processing aids and coupling agents. *Inter. J. Polym. Mater.* 11: 9-38.
- Febrianto F. 1999. Preparation and properties enhancement of moldable wood-biodegradable polymer composites. Doctoral Thesis Kyoto University, Kyoto, Japan. [Tidak dipublikasikan].
- Han, G.S; Ichinose, H, Takase, S, and Shiraishi, N. 1989. "Composites of Wood and Polypropilene III". *Mokuzai Gakkaishi* 35 (12): 1100-1104.
- Klason C; Kubat, J and Stromvall H.E. 1984. "The efficiency of cellulosic fillers in common thermoplastics". Part I. Filling without processing aids or coupling agents. *Inter. J. Polim. Mater.* 10:159-187.
- Lubis, M.J; Risnasari, I; Nuryawan, A dan Febrianto, F. 2009. "Kualitas Papan Komposit dari Limbah Batang Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) dan Polyethylene (PE) Daur Ulang". *J. Tek. Ind. Pert.* Vol. 19(1): 16-20.
- Rowell, R.M; Sanadi, A. Jacobson, R. and Caulfield, D. 1999. "Properties of Kenaf/Polypropylene Composite. In Kenaf Properties, Processing and Products". *Agro dan Bio Engineering*. Chapter 32. pp. 381-392.
- Schneider, M.H and Brebner, K.I. 1985. "Wood polimer combination: The chemical modification of wood by alkoxy silane coupling agents". *Wood.Sci.Techno.* 19(1):67-73.
- Setyawati, D. 2003. Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Serbuk Kayu Plastik Polipropilena Daur Ulang. [Thesis]. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor [tidak dipublikasikan].
- Strak, N.M, Berger, M.J. 1997. "Effect of particle size on properties of wood-flour reinforced polypropylene composites". Di dalam: *Fourth International Conference on Woodfiber-Plastic Composites*. Madison, 12 -14 Mei 1997. Wisconsin: *Forest Product Society*. hlm 134-143.
- Sulaeman, R. 2003. Deteriorasi Komposit Serbuk Kayu Plastik Polipropilena Daur Ulang Oleh Cuaca Dan Rayap. [Thesis] Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor [tidak dipublikasikan]