

Pengaruh Rasio Massa Serat Batang Sawit Terhadap Sifat dan Morfologi Material *Wood Plastic Composite* dari Campuran *Polypropylene* dan Batang Sawit

Benny Indra Polta, 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

Tujuan penelitian ini adalah mempelajari rasio massa serat batang sawit terhadap sifat dan morfologi campurannya dengan polipropilene (PP). Sampel dibuat dengan rasio massa serat batang sawit/PP sebesar 50/50, 60/40, dan 70/30; dan kadar MAPP sebesar 0; 5; dan 7,5% massa. Sebagai plastisizer digunakan Minarex-H dengan kadar 5% massa. Pencampuran (pengadonan) bahan baku tersebut dilakukan menggunakan alat Internal Mixer tipe *Rheomix 3000 HAAKE* dengan kondisi operasi pada suhu 180°C dan kecepatan rotor 60rpm selama 20menit. Pengujian yang dilakukan berupa pengujian sifat fisik ialah kerapatan, kadar air, dan daya serap air. Sedangkan untuk pengujian sifat mekanik ialah kuat tarik dan kuat lentur yang disesuaikan dengan standar ASTM. Untuk pengujian morfologi dilakukan menggunakan alat Scanning Electron Microscope (SEM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tarik, kuat lentur, serapan air dan morfologi material WPC dipengaruhi oleh rasio massa dari serat batang sawit/PP dan kadar MAPP. Hasil terbaik diperoleh pada rasio massa serat batang sawit/PP (50/50) dan kadar MAPP 0% yaitu dengan kuat tarik 84,53 kgf/cm², kuat lentur 4,43 kgf/cm², sedangkan serapan air pada rasio massa SBS/PP (50/50), MAPP 7,5%, minarex 5% dengan nilai 1,93%.

Kata kunci : maleated polipropilena, morfologi, polipropilena, serat batang sawit, sifat mekanik.

1. Pendahuluan

Wood Plastic Composites (WPC) didefinisikan sebagai material komposit yang mengandung termoplastik dan kayu dalam berbagai bentuk. Pasar material WPC mulai berkembang sejak tahun 2000, terutama untuk penggunaan sebagai komponen pintu dan jendela, interior mobil, terali, pagar, kayu taman, bangku papan, papan hias tembok dan mebel. Perkembangan permintaan komposit kayu dan plastik juga didorong oleh peningkatan jumlah konsumen, pelebaran jaringan distribusi dan perbaikan kualitas produk. Data Departemen Perindustrian dan Perdagangan (*Depperindag*) mengungkapkan bahwa volume impor barang-barang plastik tahun 2003 mencapai 108.070 ton dengan peningkatan rata-rata sekitar 11,1% pertahun.

Berberapa peneliti terdahulu sudah mengembangkan produk WPC dari campuran kayu/serbuk gergaji dengan plastik. Pada dasarnya kayu dan termoplastik merupakan dua material yang berbeda jenis dan sifatnya, sehingga campuran keduanya bersifat tidak kompatibel secara termodinamik. Untuk membuat kedua campuran komponen tersebut menjadi produk WPC yang bermanfaat, dapat dilakukan dengan penambahan kompatibilizer dan pelumas. Harper (2003) menggunakan kompatibilizer *maleated polypropylene* (MAPP) dan pelumas campuran *polyerter*, *zinc stearate*

(ZnSt) dan *ethylene bissteamide* (EBS) untuk meningkatkan sifat WPC dari campuran serbuk kayu dan termoplastik *polyolefin*. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa perubahan MAPP dapat meningkatkan kekakuan produk WPC, penambahan pelumas tersebut dapat meningkatkan interaksi *matriks* termoplastik dengan *filler* serbuk kayu. Sebelumnya, Stark dan Berger (1997) sudah menemukan bahwa ukuran partikel kayu yang semakin kecil dapat menghasilkan luas permukaan kontak yang semakin besar. Namun tidak mempengaruhi kuat lentur, kuat tarik dan modulus. Hasil penelitian lainnya menunjukkan bahwa komposisi kayu dalam matrik plastik yang terlalu besar dapat menyebabkan penurunan sifat dari produk WPC. (Sombatsompop, dkk 2004). Sedangkan Iswanto (2005) melakukan penelitian pembuatan WPC yang menggabungkan partikel kayu sawit dengan material plastik *polyethylene* (PE) daur ulang. Dengan, penambahan bahan aditif seperti *Maleic Anhydride* (MAH) dan *Dicumyl Peroxide* (DCP). Sehingga didapatkan sifat fisik dan mekanik papan komposit. Penelitian ini dievaluasi kembali oleh Lubis, dkk. (2009). Mereka memperoleh bahwa sifat WPC yang dihasilkan belum memenuhi spesifikasi komersial yang diinginkan. Sehingga peningkatan sifat dan morfologi pada material WPC tergantung dari ukuran *filler*, jenis bahan aditif dan kompatibilizer yang digunakan.

Penelitian mengenai pengembangan produk WPC berbasis kayu sawit belum banyak dilakukan. Pada penelitian ini akan dikaji pembuatan produk WPC dari campuran polipropilena (PP) dan serat batang sawit. Peningkatan sifat dan morfologi campuran tersebut diharapkan dapat dicapai dengan rasio massa serat batang sawit tertentu.

2. Metodologi

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah batang sawit dari perkebunan PTPN 5 Sei. Galuh berumur lebih kurang 25 tahun, termoplastik polipropilena (PP) origin jenis PF 1000 produksi PT. Pertamina (persero) Plaju, kompatibilizer *Maleated Polypropilene* (MAPP) jenis komersial, dan plastisizer Minarex-H produksi PT. Pertamina Cilacap.

2.1 Persiapan Serat Batang Sawit

Sebelum digunakan sebagai bahan baku, batang sawit bagian tepi, tengah dan pusat digerus bersamaan menggunakan *sawmill*. Kemudian direndam dengan air dingin selama ± 3 hari. Hasil perendaman kemudian disaring dan ditimbang sebelum dikering udarakan selama ± 24 jam. Setelah pengeringan udara partikel batang sawit ditimbang kembali sebelum dikeringkan kedalam oven pada suhu 102°C selama 2 jam. Lalu partikel batang sawit di blender dan ditumbuk menggunakan lumpang untuk memisahkan antara serat batang sawit dengan partikel nya, hingga didapatkan serat dan dilakukan pemotongan lebih kurang 2 cm yang akan digunakan sebagai bahan baku. Sebagian kecil SBS dianalisis untuk mengetahui kadar air sebelum digunakan sebagai *filler*.

2.2 Pembuatan Sampel WPC

Serat batang sawit/PP, dan MAPP ditimbang sesuai dengan komposisi masing-masing sampel. Kemudian dicampur merata agar pada saat pengadonan diharapkan semua bahan-bahan tercampur secara homogen. Pembuatan sampel WPC dilakukan dengan cara pencampuran leleh (*melt blending*), dimana kondisi pencampuran di pengaruhi oleh suhu, laju rotasi dan waktu pencampuran. Pertama SBS/PP ditimbang dengan rasio (50/50; 60/40; 70/30), MAPP (0%; 5%; 7,5%) massa dan Minarex-H (5%) massa. Kemudian, bahan diadon menggunakan alat Internal *Rheomix 3000 HAAKE Mixer* yang sebelumnya sudah dipanaskan pada suhu 180°C dengan kecepatan rotor 60 rpm selama 20 menit. Hasil keluaran berupa kompon yang selanjutnya akan dibentuk spesimen uji.

Pembentukan spesimen uji dilakukan dengan menggunakan alat *Hydraulic Press* pada kondisi suhu 230°C dan tekanan 200 kg/cm^2 selama ± 30 menit. Hasil keluarannya berbentuk *slab* (lembaran) yang dikondisikan selama 24 jam untuk mencapai distribusi kadar air seragam dan melepaskan tegangan sisa dalam komposit akibat pengempaan. *Slab* kemudian disimpan ke dalam plastik selama 1 minggu sebelum dilakukan

pengujian. Selanjutnya adalah pembuatan pola pemotongan spesimen uji menggunakan alat *dumbbell*.

2.3 Pengujian Material WPC

2.3.1 Pengujian Kuat Tarik

Kuat tarik merupakan sifat mekanik papan partikel yang menunjukkan kekuatan material WPC menahan gaya tarik dari luar. Alat yang digunakan untuk mengukur kekuatan tarik material WPC adalah *Universal Testing Machine* (UTM) standar ASTM D638. Ukuran sampel yang akan diuji di sesuaikan dengan standar pengujian ASTM D638 dengan panjang 33 mm, lebar 19 mm dan diameter 2 mm. Kuat tarik maksimum komposit dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Kuat tarik } (\sigma_{ultimate}) = \frac{P_{ultimate}}{A}$$

dengan keterangan :

P = beban yang diberikan pada spesimen (kgf)
A_o = luas penampang spesimen (cm²)

2.3.2 Pengujian Kuat Lentur

Pengujian flexural ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan pelat bipolar dari sampel dengan adanya penekanan dari luar. Alat yang digunakan untuk mengukur kekuatan lentur adalah Bending 3 titik (ASTM D 790).

Ukuran sampel yang akan diuji di sesuaikan dengan standar pengujian ASTM D790 dengan panjang 127 mm, lebar 12,7 mm dan diameter 4 mm. Kuat lentur maksimum komposit dihitung dengan menggunakan rumus berikut ini:

$$\text{Kuat Lentur } (Fs) = 3PL / 2BH^2$$

dengan keterangan :

P = Beban Maksimal Patah (kgf)
L = Jarak Tumpuan Silinder (cm)
B = Lebar Benda Uji (cm)
H = Tebal Benda Uji (cm)

2.3.3 Pengujian Serapan Air

Daya serap air adalah sifat fisik material WPC yang menunjukkan kemampuan material WPC untuk menyerap air selama direndam dalam air. Standar yang digunakan yaitu ASTM D570. Perendaman dilakukan selama 24 jam. Hasil yang didapat digunakan sebagai penentu material WPC dapat digunakan sebagai bahan interior dan eksterior. Ukuran sampel yang digunakan adalah 7cm x 5cm x 0,4cm. kemudian sampel direndam selama 24 jam. maka Nilai serapan air dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Serapan Air } (\%) = \frac{B_2 - B_1}{B_1} \times 100\%$$

dengan keterangan :

B1 = Berat awal komposit.
B2 = Berat akhir komposit.

2.3.4 Pengujian Morfologi

Pengujian morfologi dilakukan dengan tujuan untuk melihat sebaran yang terjadi antara matrik berupa PP terhadap filler yaitu serat batang sawit, adapun alat yang dipakai untuk mengukurnya adalah SEM. *Scanning Electron Microscope* (S.E.M.) tipe JSM – 6360. Pengujian morfologi ini dilakukan pada sampel nomor 1 dengan rasio SBS/PP (50/50), MAPP 0% dan minarex 5% dengan nilai kuat tarik yang paling tinggi.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pengaruh Rasio Massa SBS/PP

Serat batang sawit merupakan filler untuk pembuatan sampel WPC, sedangkan polypropilen merupakan matriks. Rasio atau perbandingan dari kedua bahan tersebut berpengaruh pada hasil akhir dari sampel WPC.

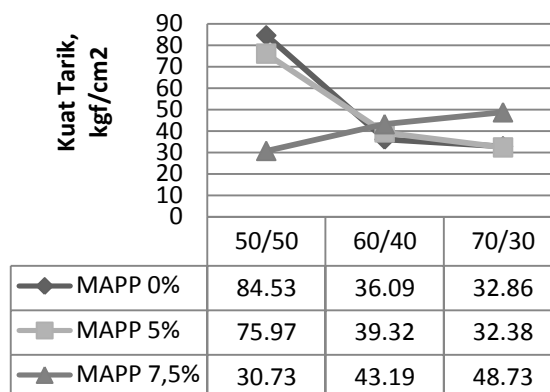
Rasio perbandingan antara serat batang sawit dengan polypropilen 50/50 memiliki kuat tarik yang bagus atau memiliki nilai tertinggi yaitu 84,53kgf/cm². Hal ini dapat kita bandingkan dengan komposisi atau rasio serat batang sawit dengan polypropilen 70/30 dimana hasil pengujian kuat tariknya rendah nilainya yaitu 32,86.

Dari data ini dapat diambil kesimpulan bahwa dengan rasio antara serat batang sawit/PP yang seimbang akan menghasilkan nilai daya tarik yang tinggi, sedangkan dengan rasio serat batang sawit yang lebih banyak dari polypropilen akan menghasilkan nilai daya tarik yang rendah. Disini dipengaruhi oleh sedikitnya jumlah matrik untuk mengikat filler yaitu serat batang sawit sehingga akan membuat produk dari WPC menjadi rapuh.

3.2 Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Ketahanan tarik merupakan ukuran ketahanan sampel terhadap tarikan langsung dan dihitung dari beban yang diperlukan untuk menarik putus sampel dengan dimensi tertentu.

Nilai rata-rata pengujian kuat tarik pada material WPC berbasis serbuk limbah batang sawit/PP berkisar antara 30,73 – 84,53 kgf/cm². Dimana, nilai tertinggi kuat tarik terdapat pada material/sampel WPC dengan rasio serat batang sawit/PP (50/50) dan MAPP (0%) dengan nilai berkisar 84,53 kgf/cm². Sedangkan, untuk nilai terendah kuat tarik terdapat pada material/sampel WPC dengan rasio serat batang sawit/PP (50/50) dan MAPP (7,5%) dengan nilai berkisar 30,73 kgf/cm² (Gambar 1). Hasil yang didapat menunjukkan bahwa komposisi campuran SBS/PP dan MAPP yang berbeda pada pembuatan material WPC sangat mempengaruhi kualitas nilai kuat tarik komposit.

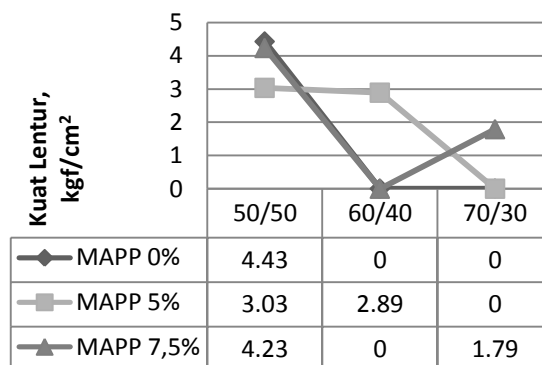


Gambar 1. Grafik Kuat Tarik Material WPC berbasis Serat Batang Sawit dan PP.

Bila dibandingkan dengan nilai standar ASTM D638 yang menetapkan nilai kuat tarik material WPC sebesar 390 kgf/cm², maka nilai kuat tarik pada penelitian ini belum memenuhi syarat yang diinginkan. Hasil ini diduga karena distribusi SBS kedalam PP tidak merata sehingga komposit masih terdapat rongga yang menyebabkan nilai kuat tarik relatif menurun. Pengaruh menurunnya nilai kuat tarik pada penelitian ini juga disebabkan oleh faktor lama waktu pengadonan dan pengempaan pembentukan slab.

3.3 Kuat Lentur (*Flexural Strength*)

Kuat lentur adalah ukuran ketahanan material WPC untuk menahan beban dalam batas proporsi (sebelum patah). Nilai rata – rata dari pengujian flexural dari sampel WPC berbasis serat batang sawit/PP berkisar antara 1,79 – 4,43 kgf/cm². Dimana, nilai tertinggi flexural terdapat pada material/sampel WPC dengan rasio serat batang sawit/PP (50/50) dan MAPP (0%) dengan nilai berkisar 4,43 kgf/cm². Sedangkan, untuk nilai terendah flexural terdapat pada material/sampel WPC dengan rasio serat batang sawit/PP (70/30) dan MAPP (7,5%) dengan nilai berkisar 1,79 kgf/cm². (Gambar 2).

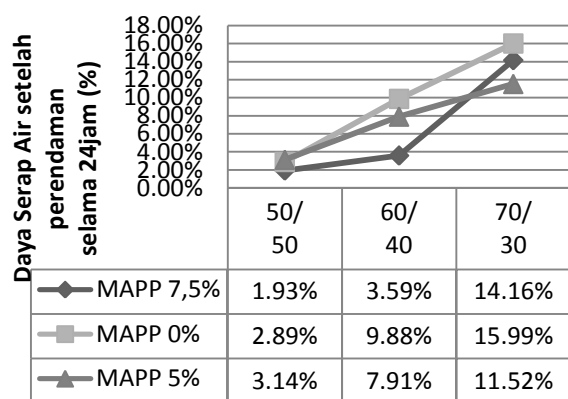


Gambar 2. Grafik Kuat Lentur Material WPC berbasis Serat Batang Sawit dan PP.

Bila dibandingkan dengan standar ASTM D790 yang menetapkan nilai kuat lentur material WPC sebesar 80 kgf/cm², maka nilai kuat lentur penelitian ini belum pada standar ASTM D790. Hasil ini diduga karena kurang tercampur sempurnanya MAPP dengan SBS /PP dalam pembuatan material WPC. Pengaruh kecilnya nilai kuat tarik pada penelitian ini juga disebabkan oleh faktor lama waktu pengadonan dan pengempaan pembentukan slab.

3.4 Serapan Air

Serapan air merupakan sifat fisik yang memperlihatkan kemampuan komposit untuk menyerap air setelah direndam selama 24 jam. Nilai rata-rata tertinggi daya serap air dengan perendaman selama 24 jam terdapat pada sampel 7 dengan rasio material WPC serat sawit/PP (70/30) dengan penambahan MAPP 0% dimana nilai berkisar 15,99%, dan untuk nilai rata-rata terendah terdapat pada sampel 3 dengan rasio material WPC serat batang sawit/PP (50/50) dengan penambahan MAPP 7,5% dimana nilai berkisar 1,93%. Hasil pengujian serapan air komposit dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Pengujian Serapan Air Material WPC berbasis Serat Batang Sawit dan PP

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa lama perendaman akan meningkatkan daya serapan air material WPC berbasis SBS/PP. Peningkatan serapan air itu dikarenakan tidak terdistribusi merata SBS ke dalam PP, sehingga menimbulkan rongga-rongga pada permukaan komposit untuk keluar masuknya air. Sedangkan pengaruh sifat dasar batang sawit yang higroskopis juga memberikan kemampuan komposit untuk menyerap air pada lingkungan sekitarnya.

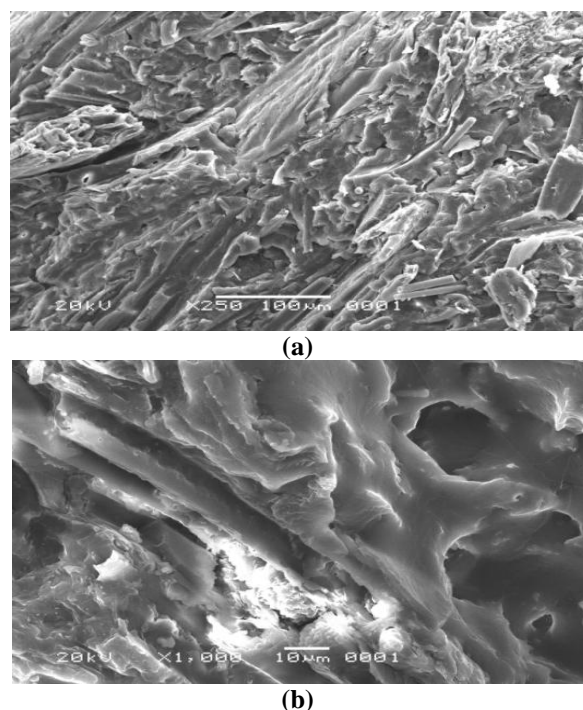
3.5 Morfologi

Pengujian morfologi dilakukan dengan tujuan untuk melihat sebaran yang terjadi antara matrik berupa PP terhadap filler yaitu serat batang sawit, adapun alat yang dipakai untuk mengukurnya adalah SEM. *Scanning Electron Microscope* (S.E.M.)

Pengujian SEM ini dilakukan pada sampel 1 dengan nilai daya kuat tarik yang paling bagus 84,53kgfcm². dengan rasio serat batang sawit/PP

(50/50). Dari hasil pengujian terlihat bagaimana matrik *Polypropilen* dapat mengikat fillernya yaitu serat batang sawit. Matriknya tersebar merata mengikat filler sehingga dapat meningkatkan nilai daya tarik dari sampel komposit tersebut. Data atau tampilan yang diperoleh adalah data dari permukaan atau dari lapisan yang tebalnya sekitar 20µm dari permukaan. Gambar permukaan yang diperoleh merupakan topografi dengan segala tonjolan, lekukan, dan lubang pada permukaan (Febrianto, dkk, 2006).

Untuk membandingkan hasil pengujian morfologi ini juga diambil sampel dengan nilai daya tarik yang paling rendah yaitu rasio serat batang sawit/PP (70/30), pada gambar dapat dilihat penyebaran matrik polypropilen yang tidak merata. Hal ini dikarenakan matrik PP yang terlalu sedikit sehingga tidak dapat mengikat secara sempurna fillernya berupa serat batang sawit. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4 (a) dan (b).



Gambar 5. Mikrograf SEM Material WPC pada Komposisi Serbuk Batang Sawit/PP (50/50) dan Plastisizer Minarex 5% massa (a) dan komposisi (70/30) (b).

3.6 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.

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

Komponen		Nama Peneliti				
		Rowell, et al, (1999)	Rowell, et al, (1999)	Febrianto, (2006)	Lubis, et al, (2009)	Penelitian ini, (2010)
Bahan Baku	Filler	Kenaf	Talc	<i>Eucalyptus deglupta</i>	Batang Sawit	Batang Sawit
	Matrik	PP	PP	PP daur ulang	PE daur ulang	PP
	Kompatibiliser	MAPP	MAPP	MAH	DCP	MAPP
Uji Mekanik	Kerapatan, (g/cm ³)	1,07	1,27	-	0,77	1,07
	Daya Serap Air, (%)	1,05	0,02	3,62	2,82	1,93
	Kadar Air, (%)	-	-	-	0,79	0,41
	Pengembangan Tebal, (%)	-	-	2,35	0,53	0,74
Uji Mekanik	Kuat Tarik, (kgf/cm ²)	650	350	380	0,5x10 ⁴	84,53
	Kuat Lentur, (kgf/cm ²)	980	630	-	0,84x10 ²	4,43

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kuat tarik, kuat lentur, serapan air dan morfologi material WPC dipengaruhi oleh rasio massa dari serat batang sawit/PP dan kadar MAPP. Dimana dari pengujian morfologi dapat dilihat bahwa penggunaan MAPP mampu meningkatkan ikatan adhesi antar SBS dengan PP, dibandingkan tanpa menggunakan MAPP. Hasil terbaik diperoleh pada rasio massa serat batang sawit/PP (50/50) dan kadar MAPP 0% yaitu dengan kuat tarik 84,53 kgf/cm², kuat lentur 4,43 kgf/cm², sedangkan serapan air pada rasio massa SBS/PP (50/50), MAPP 7,5%, minarex 5% dengan nilai 1,93%.

Daftar Pustaka

- ASTM. 2003. *Standar ASTM*. US. <http://www.2dix.com/pdf2011/astm>. 31 Januari 2011.
- Febrianto, F. Setyawati, D. Karina, M. Bakar, E.S dan Hadi, Y.S. 2006. "Influence of Wood Flour and Modifier Contents on the Physical and Mechanical Properties of Wood Flour-Recycle Polypropylene Composite". Department of Forest Products, Faculty of Forestry, Bogor Agricultural University, Indonesia. *Journal of Biological Sciences* 6(2): 337-343.
- Harper, D.P. 2003. "A Thermodynamic, Spectroscopic, and Mechanical Characterization of the Wood-Polypropylene Interphase". Washington State University. Department of Civil and Environmental Engineering.
- Iswanto, A.H. 2005. "Upaya Pemanfaatan Serbuk Gergaji Kayu Sengon dan Limbah Plastik *Polypropylene* sebagai langkah alternatif untuk mengatasi kekurangan kayu sebagai bahan bangunan". *Jurnal Komunikasi Penelitian* 17(3): 24-27.
- Lubis, M.J; Risnasari, I; Nuryawan, A dan Febrianto, F. 2009. "Kualitas papan komposit dari limbah batang kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) dan polietilena (PE) daur ulang" *J. Tek. Ind. Pert. Vol.* 19(1): 16-20.
- Rowell, R.M; Sanadi, A; Jacobson, R dan Caulfield, D. 1999. "Properties of Kenaf/Polypropylene Composite". In *Kenaf Properties, Processing and Products*. Mississippi State University, *Agro dan Bio Engineering*. Chapter 32. pp. 381-392.
- Sombatsompop, N; Yotinwattanakumtorn, C dan Thongpin, C. 2004. "Influence of type and concentration of maleic anhydride grafted polypropylene and impact modifiers on mechanical properties of pp/wood sawdust composites" *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 97: 475-484.
- Strak, N.M dan 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. pp 34-143.