

DESAIN DAN MANUFAKTUR GREEN-COMPOSITE AMPAS TEBU-LEM PUTIH SEBAGAI BAHAN PAPAN PARTIKEL DAN BERKARAKTERISTIK HAMBAT PANAS

Pringgo Widyo Laksono^{1,2}, Taufiq Rochman², R. Hari Setyanto², Eko Pujiyanto²

¹ Pusat Kajian dan Pengembangan Teknologi dan Kolaborasi Industri, LPPM, UNS

² Staf Pengajar – Jurusan Teknik Industri – Fakultas Teknik UNS

Keywords :

*Green Composite
Manufacturing
Optimum Design*

Abstract :

The use of sugarcane bagasse for providing availability of raw material have been attracting attention. The benefits using natural fibre such as sugarcane bagasse are eco-friendly, low cost considerations because widespread availability, high stiffness, better thermal stability, and biodegradability. Sugarcane bagasse and white glue (polyvinyl acetate, PVAc) have been shown to possess the ability of being applied as raw material for manufacturing of green composite panel at 10mm thickness (fixed variable) by three mesh sizes (20,30 dan 40) with ratio of the composition 95:5, 90:10 and 85:15%. The specimen have been emphasized at 3:2 and 2:1. This research was conducted to investigate possibility of manufacturing green composite panel that its characteristic resistance to the thermal conductivity. This green composite specimens were tested for thermal conductivity test according to ASTM E-1225. The results revealed that optimum design for green composite panel obtained that emphasis at 2:1, filtered by mesh size 20, ratio composition sugarcane bagasse 85% and PVAc 15. The test result shown that panel has thermal conductivity resistance value (R) 17,089 °C/W. Thus, it can be concluded that green composite panel can successfully be manufactured from sugarcane bagasse and white glue (PVAc) as the main source of raw materials.

PENDAHULUAN

Pemanfaatan kayu oleh manusia untuk konstruksi, bangunan atau *furniture* sangat besar dan mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya pertumbuhan jumlah penduduk. Sementara itu, ketersediaan kayu sebagai bahan baku terus menurun. Mengingat ketersediaan kayu bulat yang mulai menipis, maka upaya yang sudah dikembangkan adalah pembuatan papan komposit [13].

Melihat perkembangan saat ini, material serat alam dapat digunakan sebagai bahan maupun penguat komposit. Serat alam dapat digunakan sebagai produk komposit karena biaya murah dan harga bahan baku yang rendah [4]. Selain itu, serat alam mempunyai sifat *thermal* yang baik, dan penggunaan energi yang rendah serta ramah lingkungan karena bersifat *biodegradable* sehingga dapat diurai dengan mudah dan aman serta pemanfaatan yang berkelanjutan. Serat alam mempunyai beberapa keunggulan yaitu mampu meredam suara, isolasi temperatur, densitas rendah dan kemampuan mekanik tinggi sehingga dapat memenuhi kebutuhan industri [6] [12].

Sumber serat alam yang berpotensi untuk dijadikan komposit adalah ampas tebu, ampas tebu ini merupakan limbah yang sangat berlimpah yang berasal dari sisa pengolahan gula tebu. Berdasarkan data statistik tahun 2009, produksi gula tebu di

Indonesia sebesar 2.849.769 ton, dengan rata-rata produksi gula tebu perbulan sebesar 237.480 ton (www.bps.go.id). Muliah mengemukakan bahwa tanaman tebu umumnya menghasilkan 24-36% ampas tebu tergantung pada kondisi dan jenisnya [8]. Ampas tebu mengandung air 48-52% (rata-rata 50%), gula 2,5-6% (rata-rata 3,3%) dan serat 44-48% (rata-rata 47,7%). Berlimpahnya bahan limbah ini dapat dimanfaatkan menjadi produk komposit sehingga mempunyai nilai ekonomis yang tinggi dengan demikian dapat mengurangi ketergantungan pada kayu hasil hutan.

Kebijakan pengembangan pemanfaatan bahan-bahan serat alam untuk digunakan sebagai penguat komposit selaras dengan anjuran FAQ (*Food and Agriculture Organization*) kepada dunia industri dengan dideklarasikannya “*International Year of Natural Fibres 2009 (IYNF 2009)*” oleh FAQ pada tanggal 20 Desember 2006. FAO menganjurkan agar mulai tahun 2009 dunia industri sudah menggunakan bahan baku yang ramah lingkungan dan mudah terdegradasi, khususnya serat-serat alam. Selain itu, masyarakat luas juga harus menyadari bahwa penggunaan bahan-bahan sintesis yang berasal dari minyak bumi sangat mencemari lingkungan, ketersediaannya semakin terbatas dan semakin mahal. Oleh karena itu, FAO menekankan agar mengedepankan pemanfaatan serat alam sebagai bahan baku produk teknologi [1].

Salah satu cara dalam menghasilkan bahan komposit yang baik, sebelum serat alam digunakan sebagai *filler*, maka terlebih dahulu menghilangkan zat ekstraktif yang ada dalam serat alam. Zat ekstraktif dapat mengurangi keteguhan rekat karena dapat menghalangi perekat untuk bereaksi dengan komponen dalam dinding-dinding sel kayu seperti selulosa [9]. Sutigno mengemukakan bahwa makin banyak zat ekstraktif dalam kayu, maka makin banyak pula pengaruhnya terhadap keteguhan rekat, sehingga salah satu cara dalam mengurangi zat ekstraktif ini adalah dengan cara perendaman [16]. Menurut Kamil dan Supriatna, borax dapat dijadikan sebagai pengawet kayu dan dapat melarutkan sebagian zat ekstraktif yang terkandung dalam kayu sehingga daya rekat lebih kuat [15].

Ada beberapa aplikasi yang membutuhkan material dari kepadatan rendah, kekuatan tinggi, dan toleransi kerusakan yang tinggi. Karena ringan, komposit *sandwich* banyak digunakan dalam berbagai aplikasi jenis kendaraan, seperti untuk transportasi darat, udara, dan laut. Beberapa bidang utama aplikasi komposit *sandwich* yang tercantum di bawah ini: (a) aplikasi struktur, seperti pesawat terbang, pesawat ruang angkasa, kapal selam, kapal dan perahu, bodi kendaraan transportasi, bahan bangunan, dan lain-lain; (b) bahan kemasan; (c) isolasi panas dan listrik; (d) tangki penyimpanan. Inovasi merupakan cara yang sangat penting dalam menemukan material *core* dan *skin* untuk menggunakannya pada berbagai aplikasi di mana material konvensional telah mencapai batas kinerjanya [7].

Bisnis komposit serat alam secara terus-menerus menunjukkan pertumbuhan yang signifikan. Pada tahun 2000, pertumbuhan komposit serat alam telah mencapai 50%, seperti yang telah diprediksikan dalam hasil studinya Kline yang berjudul “*The Outlook for Natural-Fiber Composites*”. Dalam hasil studinya tersebut diprediksi rata-rata pertumbuhan komposit serat alam adalah 60% pada tahun 2000-2005 [2]. Produk-produk panel komposit serat alam juga telah diaplikasikan untuk geladak kapal di luar ruangan, pagar, jendela dan rangka pintu, seperti ditunjukkan pada Gambar 1. [14].



Gambar 1. Produk komposit kayu dengan plastik daur ulang (US Plastic Lumber Ltd [14]).

Serat alam juga memiliki potensi yang kuat di dalam industri otomotif khususnya untuk komponen interior, seperti *flax* dan *hemp* yang lebih ringan 40%

dari serat gelas [14]. Bahkan, peneliti di pusat riset Daimler-Chrysler Jerman selama 10 tahun terakhir, terus-menerus mengembangkan aplikasi baru untuk serat alami dalam produksi kendaraan, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Sampai saat ini, penggunaan *flax*, sisal, serat kelapa, dan kapas telah diaplikasikan ke interior kendaraan DaimlerChrysler - pada jok, panel pintu atau rak panel belakang, penggabungan ini akan meningkat menjadi lebih dari 70 persen [2].



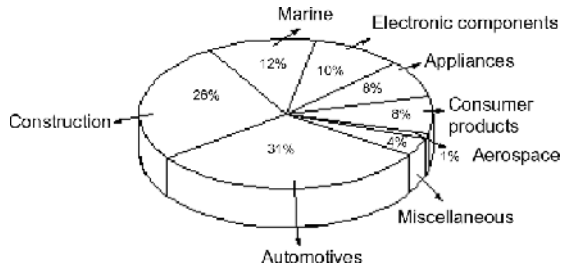
Gambar 2. Lahan tanaman *flax* dan komponen mobil dari bahan *flax-polyester* [2].

German Aerospace Center di *raunschweig* juga mengembangkan bioplastik untuk kepentingan pembuatan *biodegradable composite* sejak tahun 1989. Produk-produk biokomposit yang dibuat dari serat alam dengan bioplastik antara lain kursi kantor, elemen-elemen panel, *support beam* dan *helm*. Namun karena alasan nilai ekonomi, produk yang dikomersialkan hingga sekarang masih sedikit. Salah satu contoh produk panel pintu biokomposit ditunjukkan pada Gambar 3. [14]



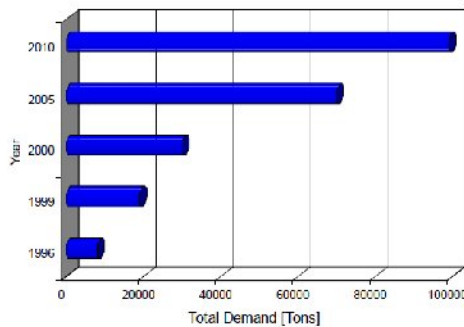
Gambar 3. Produk panel pintu biokomposit [14].

Sejarah plastik berpenguat serat dimulai tahun 1908 dengan serat selulosa dalam fenolat, kemudian penggunaan diperluas dengan urea dan melamin, dan mencapai status komoditi dengan penggunaan plastik berpenguat serat gelas. Pasar komposit berpenguat serat sekarang menjadi bisnis bernilai miliaran dolar, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 4 [10]. Meskipun plastik dianggap sebagai penemuan yang ajaib, akan tetapi sekarang dalam reputasi yang ambigu. Para ilmuwan Pusat Biokomposit di Universitas Wales, Bangor sedang mengembangkan kemasan barang yang berkualitas tinggi dengan menggunakan pati dari jagung dan kentang untuk mengatasi masalah limbah buangan biaya tinggi. Para peneliti juga menjajagi aspek dalam memproduksi plastik dari limonene yang diekstrak dari jeruk. Komposit berpenguat biofiber disebut-sebut sebagai material pada abad millennium [10].



Gambar 4. Penggunaan komposit berpenguat serat tahun 2002 [10].

Pasar Eropa dan Amerika Utara untuk bio-fiber diperkuat komposit plastik mencapai 685.000 ton, senilai 775 juta dolar AS pada tahun 2002. Komposit kayu-polimer menyumbang 590.000 ton sementara jumlah sisanya merupakan bio-komposit serat lainnya. Jerman menempati posisi pasar yang benar-benar dominan dalam hal inovasi produk, penelitian, dan produk yang tersedia secara komersial. Dua pertiga dari semua bio-fiber digunakan dalam industri otomotif di Jerman yang bekerja sama dengan Negara-negara Eropa. Di Jerman, produsen mobil bertujuan untuk membuat setiap komponen kendaraan yang dapat didaur ulang atau biodegradable [13]. Penggunaan bio-fiber telah meningkat secara drastis dalam beberapa tahun terakhir. Industri otomotif Jerman penggunaan bio-fiber telah meningkat dari 4000 ton pada tahun 1996 menjadi 18.000 ton pada tahun 2003. Untuk Eropa, total penggunaan material serat alam baru hampir mencapai 70.000 ton. Proyeksi untuk tahun 2005 dan 2010 menunjukkan bahwa penerapan total bio-fiber di sektor otomotif Eropa dapat meningkat menjadi antara 50.000-70.000 ton pada tahun 2005 dan lebih dari 100.000 ton pada tahun 2010 [5], seperti pada gambar 2.11.



Gambar 5. Total permintaan bio-fiber sektor otomotif di Eropa [5].

Penelitian ini merupakan salah satu tahapan alih teknologi dengan memberdayakan penggunaan bahan lokal ampas tebu. Keberhasilan ini mampu meningkatkan kemandirian bangsa dalam pemenuhan kebutuhan bahan kayu olahan yang semakin langka. Pemanfaatan serat alam, seperti serat ampas tebu dan lain-lain, sebagai komposit dinding panel diharapkan dapat mengurangi penggunaan kayu hutan yang semakin menipis.

Walaupun tak sepenuhnya dapat menggeser kualitas kayu alam, namun penggunaan serat alam dapat menggantikan kayu alam adalah sebuah langkah bijak dalam menyelamatkan kelestarian lingkungan akibat dari penebangan hutan yang berlebihan

METODOLOGI PENELITIAN

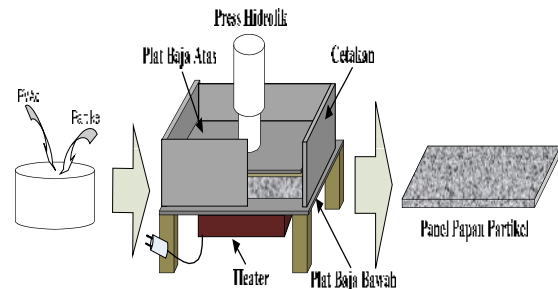
Pelaksanaan penelitian dilaksanakan di Laboratorium Perencanaan dan Pengembangan Produk Teknik Industri dan Laboratorium Material Teknik Mesin UNS Surakarta. Pertama-tama ampas tebu direndam dalam larutan borax (5% borax) berfungsi untuk melarutkan zat ekstraktif yang terkandung dalam serat ampas tebu sehingga apabila *dibonding* dengan *binder* akan memiliki daya rekat yang lebih baik. Selanjutnya ampas tebu yang telah direndam kemudian dikeringkan pada suhu ruang selama 3 x 24 jam.

Teknik pengolahan selanjutnya adalah penghancuran ampas tebu menjadi bentuk partikel (20, 30, 40 mesh) dengan menggunakan mesin *crusher*. Ampas tebu yang memiliki kerapatan (*density*) 0,36 g/cm³ akan dihancurkan dengan tujuan agar partikel dapat tercampur secara merata antara matriks (lem PVAc) dengan *filler* (ampas tebu), sehingga terjadi ikatan yang kuat diantara keduanya [3][17].

Manufaktur dan Uji Hambatan Panas Panel Papan Partikel

Teknik manufaktur yang akan dilakukan pada serat ampas tebu merupakan langkah yang paling penting untuk mencapai keberhasilan dalam penelitian, teknik tersebut adalah sebagai berikut;

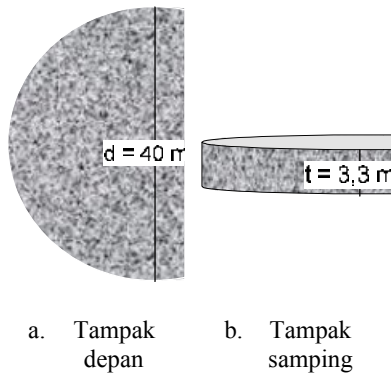
Proses manufaktur pembuatan panel papan partikel (variabel tetap: ketebalan 10 mm) dengan variasi ukuran mesh (20, 30, dan 40) dan variasi perbandingan penggunaan bahan ampas tebu (AT) dan lem putih (PVAc) adalah 95:5, 90:10, dan 85:15%. Proses pencetakan dilakukan dengan variasi penekanan 3:2 dan 2:1 maksudnya, dimiskakan volume pencampuran 2 kali volume normal, akan ditekan/dipadatkan menjadi 1 kali volume. Mekanisme manufaktur ditunjukkan pada Gambar 6.



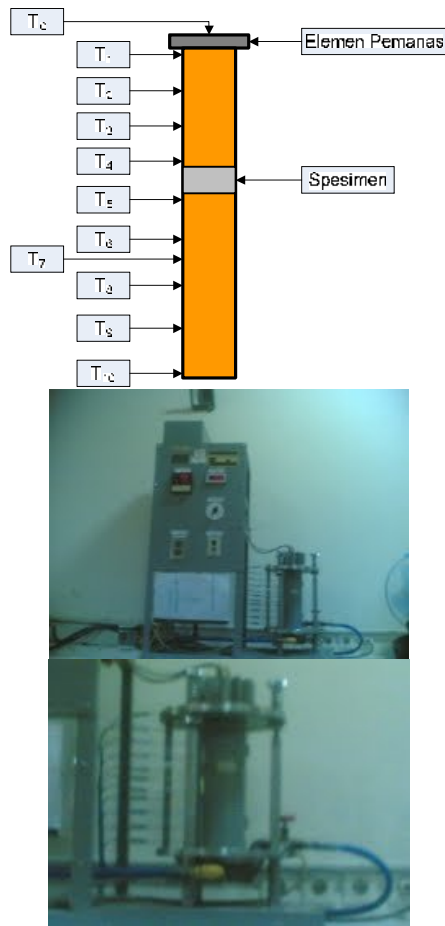
Gambar 6. Mekanisme manufaktur panel papan partikel.

Spesimen berukuran 40 mm dengan ketebalan 3,3 mm (seperti yang terlihat pada Gambar 7) diuji konduktivitas panas sesuai dengan standar ASTM E-

1225, seperti yang ditunjukkan pada gambar 7. Pengujian ini dilakukan di laboratorium Jurusan Fisika Fakultas MIPA UNS.



Gambar 7. Contoh spesimen uji konduktivitas panas.



Gambar 7. Skema dan contoh gambar alat uji konduktivitas (ASTM E-1225).

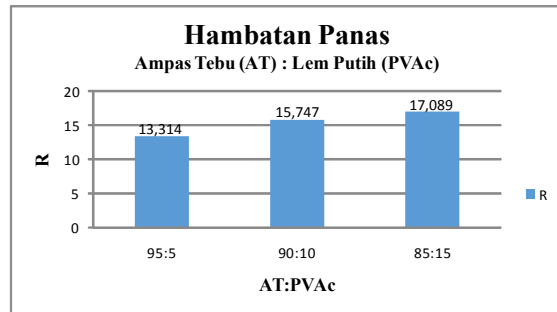
HASIL DAN PEMBAHASAN

Berbagai spesimen variasi komposisi material perlu dilakukan uji hambatan panas agar diperoleh komposisi yang paling optimum, Pengujian berdasarkan ASTM E-1225. Proses pembuatan spesimen benda uji, proses pengeringan, dan contoh

spesimen, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 7. Spesimen berdiameter 40 mm diuji dalam tabung *thermal conductivity* di laboratorium pusat UNS. Variasi spesimen yang diuji adalah variasi ampas tebu : PVAc (95:5; 90:10; 85:15)

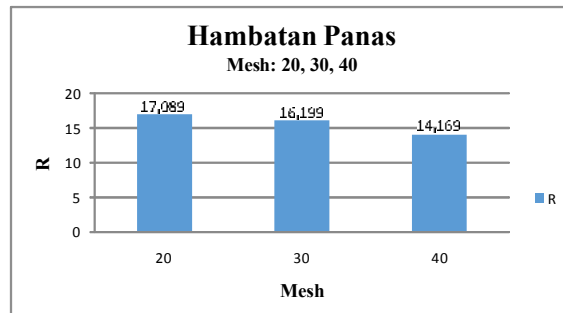
Pada variasi ini, variabel tetapnya adalah ukuran mesh 20 dan penekanan 3:2, sedangkan variabel peubahnya adalah perbandingan ampas tebu dan lem PVAc (95:5; 90:10; 85:15).

Hambatan panas optimum diperoleh pada perbandingan 85:15, seperti yang terlihat pada Gambar 11. Hal ini terjadi karena pada perbandingan 85:15, ikatan antara partikel menjadi lebih rapat sehingga rongga antar partikel membentuk pori-pori yang cukup vakum. Pori-pori inilah yang menyebabkan terhambatnya aliran panas akibat ada ruang vakum sehingga aliran panas tidak dapat merambat pada material secara lancar. Gambar 11, memperlihatkan bahwa hasil pengujian pada perbandingan 85:15 dapat menghambat panas (*R*) sebesar 17,09 °C/W.



Gambar 11. Diagram batang hambatan panas (*R*) variasi perbandingan AT:PVAc

Setelah diperoleh nilai optimum pada variasi perbandingan antara ampas tebu dengan lem putih, maka selanjutnya adalah menghitung nilai hambatan panas pada variasi mesh. Variabel tetap pada variasi ini adalah AT:PVAc (85:15) dan penekanan 3:2, sedangkan variabel peubahnya adalah mesh (20, 30, 40).

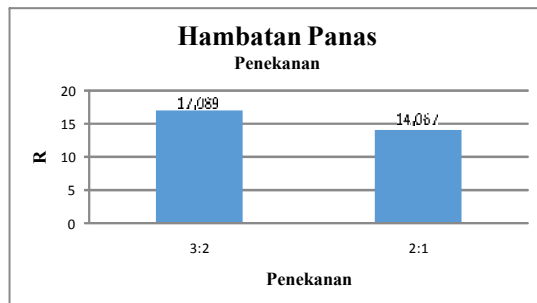


Gambar 12. Diagram batang hambatan panas (*R*) variasi mesh.

Hambatan panas optimal diperoleh pada mesh 20 yaitu sebesar 17,089 °C/W, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 4.3. Nilai optimum pada mesh 20 terjadi akibat karena partikel mesh 20 lebih

besar dibandingkan dengan mesh yg lainnya. Dengan adanya partikel yang lebih besar akan membentuk rongga/ruang antar partikel yang memiliki volume ruang yang lebih besar. Volume ruang inilah merupakan penyebab utama terhambatnya aliran panas yang merambat pada material, karena volume ruang merupakan rongga yang berfungsi sebagai daerah vakum.

Nilai optimum pada variasi mesh telah ditunjukkan pada mesh 20 dengan nilai *thermal conductivity* sebesar 17,089 °C/W, maka selanjutnya adalah membandingkan penekanan 3:2 dengan 2:1. Variabel tetap pada variasi ini adalah AT:PVAc (85:15) dan mesh 20.



Gambar 13. Diagram batang hambatan panas (R) variasi penekanan.

Hambatan panas optimal diperoleh pada penekanan 3:2 yaitu sebesar 17,089 °C/W, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 12. Nilai optimum pada penekanan 3:2 terjadi akibat karena pada penekanan 3:2, rongga/ruang yang terbentuk antar partikel lebih besar dibandingkan dengan penekanan 2:1. Penyempitan rongga pada penekanan 2:1 diakibatkan adanya penekanan yang lebih sehingga volume ruang menjadi lebih sempit dan pada akhirnya memberikan nilai hambatan panas yang lebih kecil dibandingkan dengan penekanan 3:2.

KESIMPULAN

Hasil penelitian pendahuluan untuk proses manufaktur *green-composite* ampas tebu – lem putih (PVAc) yang sudah diperoleh hasil awal, dari hasil analisis dan pembahasan disimpulkan bahwa desain optimum yang diperoleh adalah spesimen papan partikel yang dikenai pada penekanan 3:2, penyaringan mesh 20, rasio komposisi partikel ampas tebu 85% dan lem putih (PVAc) 15%, dan yang memiliki nilai hambatan panas (R) sebesar 17,089 °C/W berdasarkan pengujian standar ASTM E-1225. Penelitian ini menunjukkan bahwa *green composite* panel yang mempunyai karakteristik hambat panas dapat diproduksi dengan baik.

Program Hibah Penelitian Desentralisasi Dana DIPA UNS (APBN) 2013

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adminbts, 2007. *Peluang Industri Berbahan Baku Kenaf*. Ditjen Perkebunan Republik Indonesia.
- [2] Anonim, 2000. *DaimlerChrysler Corporation to Expand Use Of Natural Fibers in Automotive Components*. www.globalhemp.com. [diakses 16 Febuari 2012]
- [3] Aqua-Calc, 2010. *Bagasse Density in 285 Measurement Units*. <http://www.aqua-calc.com/page/density-table/substance/bagasse> [diakses 1 Maret 2013]
- [4] Biswas, S.; Srikanth, G. and Nangia, S., 2001. *Development of Natural Fibre Composites in India*. Convention and Trade Show, Florida USA: Composites Fabricators Association.
- [5] Faruk, Omar, 2011. *Cars from Jute and Other Bio-Fibers*. Visiting Research Associate, Department of Forestry, 126 Natural Resources Building, Michigan State University, East Lansing, Michigan, USA.
- [6] Felix, J.M. and Gatenholm, P., 1991. *The Natural of Adhesion in Composites of Modified Cellulose Fibers and Polypropylene*. Journal of Applied Polymer Science, Vol. 42
- [7] Gupta, Nikhil, 2003. *Characterization of Syntactic Foams and Their Sandwich Composites: Modeling and Experimental Approaches*. Dissertation, Louisiana State University, USA.
- [8] Iswanto, Apri H., 2009. *Papan Partikel dari Ampas Tebu*. Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- [9] Iswanto, A.H.; Coto, Z. dan Effendi, K., 2008. *Pengaruh Perendaman Partikel Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel dari Ampas Tebu (Saccharum officinarum)*. Jurnal Parential, 4 (1) : 6 – 9.
- [10] John, M.J. and Thomas S., 2008. *Review: Biofibres and biocomposites*. Carbohydrate Polymers 71 (2008) 343–364, Elsevier
- [11] Karnani, R.; Krishnan, M. and Narayan, M., 1997. *Biofiber Reinforced Polypropylene Composites*. Polymer Engineering and Science. Vol. 37, No. 2
- [12] Lubis, M.J.; Risnasari, I.; Nuryawan, A. dan Febrianto, F., 2009. *Kualitas Papan Komposit dari Limbah Batang Kelapa Sawit dan Polyethylene (Pe) Daur Ulang*. Tersedia: <http://journal.ipb.ac.id/index.php/jurnaltin/article/view/1096> [diakses: 28 Maret 2011]
- [13] Morton, J.; Quarmley, J. and Rossi, L., 2003. *Seventh International Conference on Woodfiber-Plastic Composites*, May 19-20, 2003, Madison, Wisconsin USA: p. 3-6
- [14] Peijs, T., 2002. *Composites Turn Green*. e-polymer, e-Polymers, no. T_002, pp. 1, pp. 1-12. <http://www.e-polymers.org>. [Diakses 5 Maret 2010].

- [15] Pribadi, A.; Churriyah, U. dan Arisandi, D., 2007. *Tolak Air dan Pembahasan*. Jurusan Kimia, Fakultas Mipa, Universitas Brawijaya, Malang
- [16] Sutigno, 2000. *Perekat dan Perekatan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- [17] Wu, Qinglin, 2003. *Particleboard from Sugarcane Bagasse for Value-added Applications*. Louisiana Agricultural Magazine, Baton Rouge, Louisiana.