

Analisa Kekuatan Impact Komposit Polyester Diperkuat Serat Pandan Wangi dengan Pengisi Serbuk Gergaji Kayu

IGNK. Yudhyadi^{1)*}, Nasmi Herlina Sari¹⁾

¹⁾Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Unram
Email: ignk.yudhyadi@tm.ftunram.ac.id

Abstrak

Kurangnya sumber daya dan peningkatan perhatian pada pencemaran lingkungan telah meningkatkan upaya besar dalam pengembangan bahan-bahan yang ramah lingkungan. Material komposit yang dibuat dari serat alami saat ini merupakan linkup kajian yang paling menjanjikan dalam ilmu bahan. Berbagai keunggulan yang ditawarkan oleh serat alami dan usaha-usaha yang telah dan sedang dikerjakan untuk pengembangan bahan teknik yang lebih baik mendorong adanya keinginan untuk melakukan kajian-kajian lebih lanjut terhadap potensi dari bahan ini. Makalah ini menyajikan hasil percobaan yang dirancang untuk menilai kemungkinan serat alam dari Pandan Wangi dan serbuk gergajian kayu sebagai bahan penguat komposit. Selanjutnya, komposit kayu dibuat dan dibentuk dengan teknik hand lay-up. Variasi panjang serat yang digunakan adalah 15 mm, 20 mm, 25 mm, 50 mm dan 100 mm dengan 20% sampai 30% fraksi volume serat dan 5% fraksi volume serbuk gergaji. Resin yang digunakan adalah polyester. Selain itu, alkali serat diperlakukan dengan menggunakan 4% NaOH. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa sifat mekanik seperti kekuatan impak resin polyester meningkat cukup besar ketika diperkuat dengan pandan wangi dan serbuk gergaji. Hasil ini mengidentifikasi bahwa Pandan Wangi dan serbuk gergaji dapat menjadi kandidat potensial untuk digunakan dalam komposit diperkuat serat alami.

Kata kunci: Komposit, serat pandan wangi, filler, serbuk gergaji kayu, polyester

Abstract

Lack of resources and increasing in environmental pollution attention has raised great deal effort in the development of materials that are environmentally friendly. Composite materials that fabricated from natural fibers are currently the most promising area in material science. Various promising advantages of natural fibers and attempting for development for better material was driving force for further study in this field. This paper presents the results of an experiment designed to assess the possibility of *Pandanus Amaryllifolius* fiber and sawdust natural filler as reinforcing material. To achieve the goal, wood composite is manufactured and shaped with hand lay-up technique. The variation used were 15 mm, 20mm, 25mm, 50mm and 100mm in fiber length with 20% to 30% of volume fraction of fiber and 5% volume fraction of sawdust filler. Resin used is polyester. Moreover, fiber alkali treated using of 4% NaOH. Experimental results obtained shows that mechanical properties such as impact strength of polyester resin increases to a considerable degree when reinforced with *Pandanus Amaryllifolius* and Sengon wood sawdust. These results propose that Pandanus and Sengon wood sawdust can be potential candidates for use in natural fiber reinforced composites.

Keywords: Composite, pandanus amaryllifolius fiber, filler, sawdust, polyester

1. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari-hari, kayu dan bahan plastik memainkan peran penting. Namun, sumber alam kayu semakin menipis sementara permintaan untuk bahan yang semakin mudah terurai terus meningkat. Dalam pengolahan kayu, banyak limbah yang terbuang dalam bentuk misalnya serbuk. Menurut literatur, pada awal abad berikutnya kayu akan semakin langka bagi seluruh dunia [1]. Situasi ini menyebabkan tekanan terhadap penggunaan kayu. Selain itu, dalam pandangan untuk mengurangi biaya produksi dan pengurangan bahaya limbah terhadap lingkungan, banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mengembangkan bahan yang lebih ringan, murah dan ramah lingkungan [2][3][4][5]. Kajian-kajian tersebut lebih diarahkan pada penelitian komposit diperkuat serat alami yang sepenuhnya terdegradasi dalam kombinasi dengan bahan termoplastik yang lebih *biodegradable*.

Dalam dekade terakhir ini, pertumbuhan dan pengembangan bahan komposit polymer diperkuat serat alami telah banyak dilakukan. Sifat serat alam sangat tergantung pada komposisi

*Penulis korespondensi, Telp : +62370636523
Email: ignk.yudhyadi@tm.ftunram.ac.id

kimiawinya dan tergantung pada berbagai faktor seperti lokasi, tipe serat, bagian tumbuhan, kondisi tanah dan lain-lain [6][7]. Dimana, penggunaan serat alami sebagai penguat komposit polimer memberikan banyak keuntungan seperti kekuatan spesifik yang tinggi, berat jenis rendah dan dapat terurai. Lagipula serat tumbuhan tersedia dari sumber alam, dan paling penting mempunyai harga per unit volume yang rendah [8].

Serat pandan wangi (*pandanus amaryllifolius*) merupakan salah satu material serat alami alternatif dalam pembuatan komposit secara ilmiah pemanfaatannya masih dikembangkan, karena masih terbatasnya informasi tentang penggunaan serat pandan wangi sebagai material komposit. Serat pandan wangi saat ini banyak digunakan dalam industri-industri mebel dan kerajinan rumah tangga karena selain mudah didapat, harga murah, juga tanaman ini bisa tumbuh dengan cepat tanpa harus ada perawatan khusus seperti pemupukan. Di Nusa Tenggara Barat tanaman Pandan Wangi ini ketersediaannya cukup berlimpah dan tidak membahayakan kesehatan. Komposit serat alam digunakan untuk bangunan, dan industri konstruksi seperti *panel, false ceilings, partition boards*, dan lain-lain.

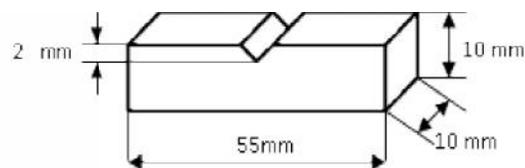
Berbagai penelitian telah dilakukan dalam mengembangkan material komposit. Nasmi Herlina Sari [9] mendapatkan bahwa harga kekuatan bending komposit tertinggi dimiliki oleh komposit epoxy dengan panjang serat 100 mm yaitu sebesar 39,08 MPa sedangkan nilai kekuatan *bending* komposit *polyester* tertinggi dengan variasi panjang serat 25 mm sebesar 51,32 Mpa. Purboputro [10], dalam penelitiannya yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik, kekuatan impak komposit serat Enceng Gondok dengan panjang 25 mm, 50 mm dan 100 mm dengan fraksi volume 80% matrik poliester dan 20% serat Enceng Gondok, komposit di buat secara *hand-layup* dengan arah serat acak (random). Dari hasil pengujian di dapatkan harga kekuatan tarik tertinggi dimiliki oleh komposit dengan panjang serat 100 mm yaitu 11,02 MPa, dengan modulus elastisitas 11023,33 MPa, Harga impak tertinggi dimiliki oleh komposit dengan panjang serat 50 mm yaitu 0,002344 J/mm², dan patahan yang terjadi adalah jenis patahan getas.

Berdasarkan paparan di atas, perlu dilakukan suatu penelitian yang lebih komprehensif untuk dapat mengembangkan dan mengetahui karakteristik dan sifat sifat komposit yang diperkuat serat Pandan Wangi. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa kekuatan impact komposit poliester diperkuat serat Pandan Wangi dengan pengisi (*filler*) serbuk gergaji kayu. Sedangkan manfaat yang diharapkan dari penelitian ini adalah dapat dikembangkan material komposit sebagai bahan alternatif produk olahan pengganti kayu yang lebih berwawasan lingkungan.

Serat alam mempunyai keunggulan dalam harga yang murah, *renewable*, dapat terurai dan bobot yang ringan, sedangkan serat sintetis seperti serat gelas mempunyai sifat yang lebih unggul dalam kekuatan, kontinuitas serat, tidak menyerap air. Keunggulan yang dimiliki oleh serat alam, diantaranya adalah massa jenisnya yang rendah, terbaharukan, produksi memerlukan energi yang rendah, proses lebih ramah, serta mempunyai sifat insulasi panas dan akustik yang baik. Penggunaan kembali serat alam, kata Prof Jamasri, dipicu oleh adanya regulasi tentang persyaratan habis pakai (*end of life*) produk komponen otomotif bagi negara-negara Uni Eropa dan sebagian Asia. Bahan sejak tahun 2006, negara-negara Uni Eropa telah mendaur ulang 80% komponen otomotif, dan akan meningkat menjadi 85% pada tahun 2015. Di Asia khususnya di Jepang, sekitar 88% komponen otomotif telah di daur ulang pada tahun 2005 dan akan meningkat pada tahun 2015 menjadi 95%.

2. METODE

Papan komposit untuk pengujian pada penelitian ini dibuat dengan teknik *hand-lay up*. Dimana, komposisi bahan papan komposit diperoleh dengan menggunakan variasi bahan antara resin polyester, serat pandan wangi dan pengisi (*filler*) serbuk kayu gergaji. Serbuk kayu gergaji diperoleh dari serbuk hasil gergajian kayu pohon Sengon yang berumur sekitar 15 tahun. Variasi panjang serat pandan wangi yang digunakan yaitu 15 mm, 20 mm, 25 mm, 50 mm dan 100 mm.



Gambar 1. Spesimen uji *impact*

Kekuatan kejut (*impact*) diketahui dengan menggunakan mesin uji *impact charpy* dengan standard spesimen ASTM D 265, seperti ditunjukkan dalam Gambar 1. Untuk mengukur data hasil uji *impact* digunakan rumus-rumus sebagai berikut :

$$\Delta E = w.I(\cos S - \cos \Gamma) \quad (1)$$

$$A = (L - H) \cdot T \quad (2)$$

$$\text{Harga kekuatan Impak} = \frac{\Delta E}{A} \left(\frac{kJ}{m^2} \right) \quad (3)$$

Dimana :

E = Tenaga patah (kJ),

A = Luas penampang (m²).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian *impact* dilakukan pada suhu kamar di Laboratorium Metalurgi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram. Jumlah spesimen pengujian sebanyak tiga buah untuk masing-masing variasi panjang serat dengan fraksi volume serat 20% dan 30%. Hasil penelitian ditunjukkan pada Tabel 1, Gambar 2 dan Gambar 3.

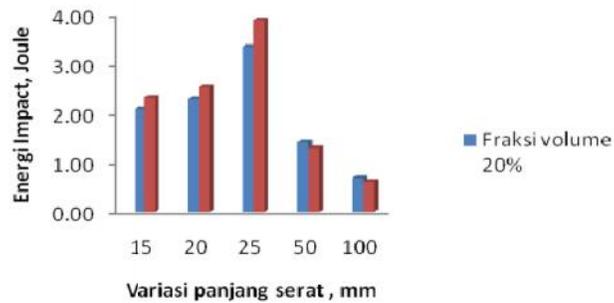
Tabel 1. Nilai kekuatan *impact* komposit polyester diperkuat pandan wangi dengan filler serbuk gergaji kayu

No	Kode Identifikasi Komposit	Energi <i>impact</i> rata-rata (N/mm ²)	Kekuatan <i>impact</i> rata-rata (N/m ²)	Kode Identifikasi Komposit	Energi <i>impact</i> rata-rata (Joule)	Kekuatan <i>impact</i> rata-rata (N/m ²)
1	P15PV20%	2.09	26105.96	P15PV30%	2.31	28924.73
2	P20PV20%	2.29	28570.00	P20PV30%	2.52	31552.05
3	P25PV20%	3.35	41817.39	P25PV30%	3.89	48562.71
4	P50PV20%	1.41	17677.81	P50PV30%	1.30	16205.36
5	P100PV20%	0.69	8598.16	P100PV30%	0.62	7706.86

Dari Gambar 2 dapat dilihat adanya kecenderungan kenaikan energy patahan (*impact energy*) specimen komposit *polyester* dengan 5% *filler* serbuk gergaji kayu sengan pada masing-masing panjang serat (15, 20 dan 25 mm) dan fraksi volume serat (20% dan 30%). Energi *impact* tertinggi terjadi pada variasi panjang serat pandan wangi 25 mm sebesar 0.37 Joule (20% fraksi volume serat) dan 0.4 Joule (30% fraksi volume serat). Hal ini berarti bahwa specimen komposit diperkuat serat pandan wangi dengan variasi panjang serat 25 mm memiliki *interface* resin *polyester*-serat pandan wangi yang kuat sehingga mampu menahan energy yang diberikan. Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa serat mampu menerima dan menahan *energy* yang diberikan oleh resin *polyester* secara merata. Sehingga dibutuhkan energy yang lebih besar dibandingkan untuk mematahkan komposit dengan panjang serat 25 mm dibandingkan dengan specimen yang lain.

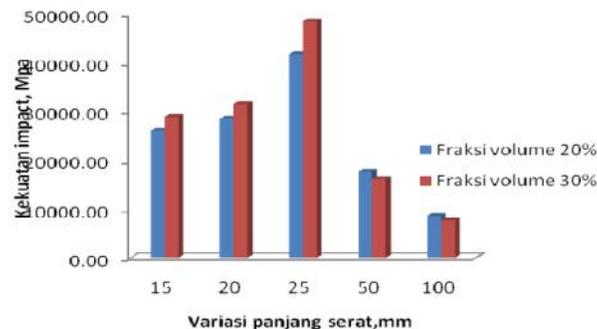
Rekatan antar muka (*Interface*) resin polyester yang cukup kuat juga didapatkan pada specimen kayu komposit dengan variasi panjang serat 20 mm. Untuk mematahkan specimen kayu komposit tersebut membutuhkan energy patah sebesar 0.29 Joule (fraksi volume serat 20%) dan 0.33 Joule (fraksi volume serat 30%). Sedangkan pada variasi panjang serat 15 mm pada fraksi volume serat 20% dan 30% memerlukan energy yang lebih kecil untuk mematahkan specimen dibandingkan dengan specimen kayu komposit dengan variasi panjang serat 20 mm dan 25 mm. Sebaliknya pada variasi panjang serat 50 mm dan 100 mm, seperti ditunjukkan dalam Gambar 2, mengalami penurunan energy *impact*. Hal ini berarti bahwa dibutuhkan energy yang sangat kecil untuk mematahkan specimen kayu komposit tersebut. Secara berurutan energy yang diperlukan untuk mematahkan specimen yaitu 0.29 Joule, 0.24 Joule pada fraksi volume 20% dan 0.24 Joule, 0.18 Joule dengan fraksi volume serat 30%. Fenomena ini terjadi karena penyebaran serat pandan wangi dengan panjang serat 50 mm dan 100 mm di dalam matrik tidak merata dan *interface* resin polyester-serat pandan wangi kurang kuat. Hal ini terlihat dari nilai energy *impact* yang diperlukan untuk mematahkan specimen kayu komposit pada fraksi volume 20% dengan panjang serat 50 mm sama dengan energy yang dibutuhkan untuk mematah specimen dengan panjang serat 20 mm, sedangkan energy yang diperlukan untuk mematahkan specimen kayu komposit pada fraksi volume serat 30%

dengan panjang serat 50 mm sama dengan energy yang digunakan untuk mematahkan specimen kayu komposit dengan fraksi volume serat 20% dengan panjang serat 100 mm.



Gambar 2. Grafik hubungan panjang serat terhadap energi impact komposit diperkuat pandan wangi

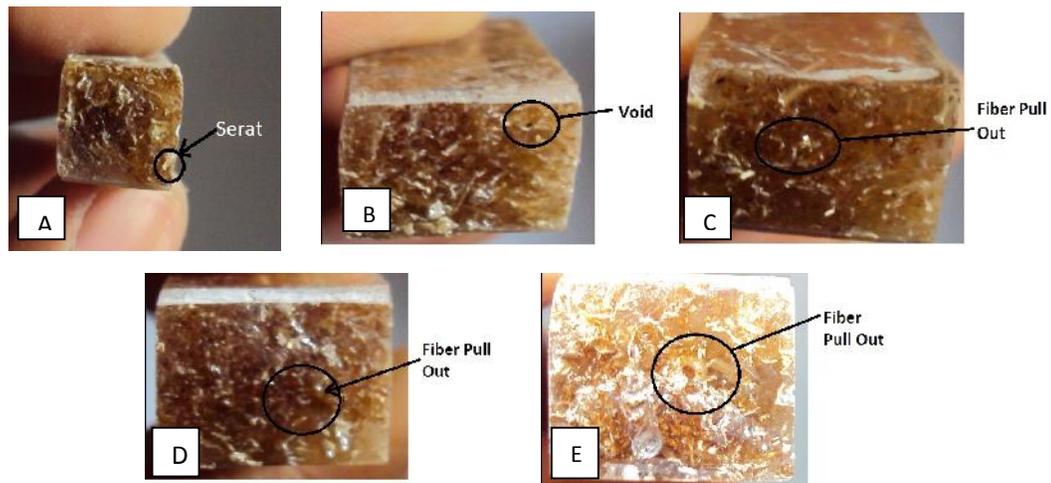
Secara teoritis jumlah fraksi volume serat dalam matrik juga mempengaruhi sifat mekanik material komposit [9][11]. Perbandingan ideal antara matrik dan penguat yaitu 30% penguat dan 70% matrik. Ideal dalam hal ini menunjukkan bahwa penguat dapat terbasahi secara merata oleh matrik, sehingga terbentuk interface yang kuat. Tetapi dalam penelitian ini diketahui bahwa nilai energi *impact* dan kekuatan specimen kayu komposit pandan wangi dengan fraksi volume serat pandan wangi 30% dengan variasi panjang serat 15 mm, 20 mm, 25 mm lebih tinggi dibandingkan fraksi volume serat 20%. Hal ini disebabkan oleh adanya filler serbuk gergaji kayu sengon sebesar 5% di dalam matrik yang ikut memperbesar jumlah material yang akan dibasahi oleh resin polyester sehingga interface resin-serat-serbuk gergaji yang terbentuk lebih kuat dibandingkan dengan interface resin-serat-serbuk kayu gergaji pada fraksi volume 20%. Namun, penambahan panjang serat pandan wangi yaitu 50 mm dan 100 mm dengan fraksi volume 30% nilai energi impactnya pun semakin menurun. Hal ini disebabkan oleh penyebaran serat di dalam resin poliester tidak merata dimana terjadi penumpukan serat (serat dan serbuk kayu gergaji bergumpal) satu sama lain pada daerah atau titik tertentu dalam matrik sehingga interface resin-serat dan serbuk kayu gergaji kurang kuat dan menyebabkan nilai energi impactnya menjadi rendah. Energi impact terendah terdapat pada specimen kayu komposit dengan panjang serat 100 mm yaitu sebesar 0.18 Joule.



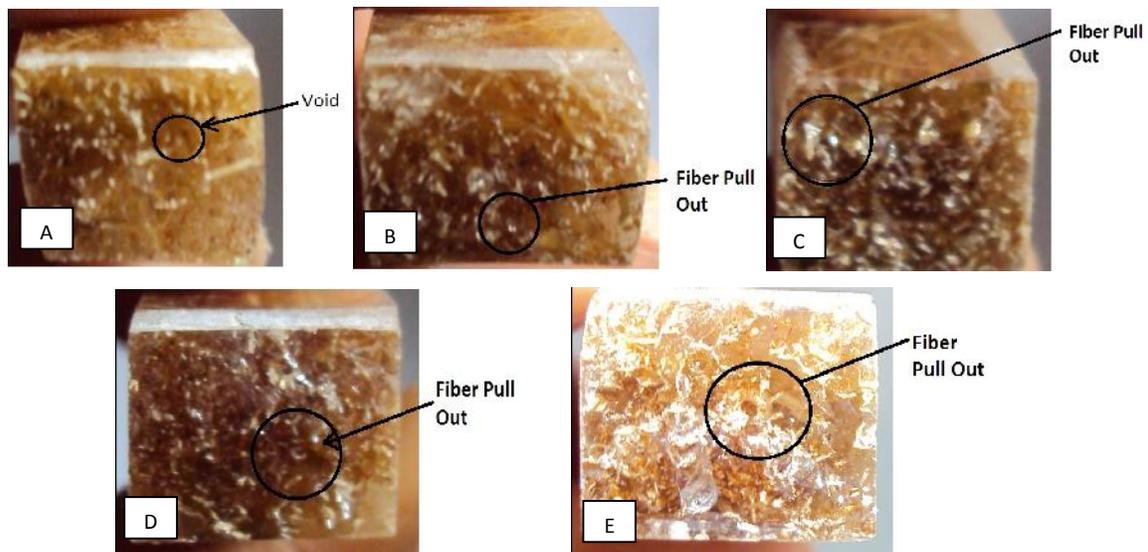
Gambar 3. Grafik hubungan variasi panjang serat dengan kekuatan impact komposit serat pandan wangi

Besar atau kecilnya energy impact yang diperlukan untuk mematahkan specimen berkorelasi positif terhadap besar/kecilnya kekuatan impact material komposit. Hal ini berarti bahwa semakin besar energy impact maka kekuatan impactnya juga semakin besar demikian juga sebaliknya. Hubungan antara kekuatan impact terhadap variasi panjang serat pandan wangi komposit polyester diperlihatkan dalam Gambar 3. Pada Gambar 3 ditunjukkan bahwa kekuatan impact kayu komposit pandan fraksi volume serat 20% dan 30% dengan variasi panjang serat 15 mm, 20 mm dan 25 mm cenderung mengalami peningkatan yaitu sebesar 2973.58 N/mm², 3660.71 N/mm², 4604.38 N/mm² (pada fraksi volume 20%) dan 3263.64 N/mm², 4082.11 N/mm², 4983.02 N/mm² pada fraksi volume serat 30%. Sebaliknya, kekuatan impact specimen komposit dengan variasi panjang serat 50 mm dan

100 mm semakin menurun berturut-turut yaitu sebesar 3660.71 N/mm^2 , 2997.85 N/mm^2 pada fraksi volume serat 20% dan 2973.58 N/mm^2 , 2286.45 N/mm^2 pada fraksi volume serat 30%.



Gambar 4. Foto spesimen kayu komposit dengan fraksi volume 20% setelah dilakukan uji impact dari setiap variasi panjang serat, A. 15 mm B. 20 mm C. 25 mm D. 50 mm dan E. 100 mm. (tampak samping)



Gambar 5. Foto patahan spesimen kayu komposit dengan fraksi volume 30% setelah dilakukan uji impact dari setiap variasi panjang serat, A. 15 mm B. 20 mm C. 25 mm D. 50 mm dan E. 100 mm (tampak samping).

Bentuk patahan spesimen kayu komposit serat Pandan Wangi menunjukkan jenis patahan getas seperti diperlihatkan dalam Gambar 4 dan 5. Terdapatnya kekosongan (void) pada spesimen kayu komposit merupakan salah satu penyebab menurunnya kekuatan impact material kayu komposit. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan muatan listrik secara atom yang saling berikatan antara resin-serat dan pengisi sehingga bila ada gas maka ikatannya menjadi lemah. Penekanan cetakan yang kurang sempurna juga dapat menjadi salah satu penyebab gas masih terjebak di dalam matrik sehingga menyebabkan terjadinya kekosongan (void) dan sedikit *fiber pull out* pada spesimen kayu komposit dengan variasi panjang serat 15 mm seperti ditunjukkan dalam Gambar 4 dan 5.

4. SIMPULAN

Sifat mekanis, terutama sifat ketahanan impact dari papan komposit diperkuat Pandan Wangi dan pengisi serbuk gergaji kayu menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan dengan bertambahnya fraksi volume serat dan panjang serat. Spesimen pengujian dengan fraksi volume serat pandan wangi sebesar 20% dan 30% dengan variasi panjang serat 15 mm, 20 mm dan 25 mm mengalami peningkatan secara berurutan yaitu sebesar 2973.58 N/mm², 3660.71 N/mm² dan 4604.38 N/mm² pada fraksi volume 20% dan 3263.64 N/mm², 4082.11 N/mm², 4983.02 N/mm² pada fraksi volume serat 30%. Kekuatan impact komposit kayu serat pandan wangi dengan fraksi volume 30% lebih besar dibandingkan dengan kekuatan impact komposit dengan fraksi volume serat pandan wangi 20%.

Berdasarkan uraian tersebut, penggunaan serat pandan wangi dengan pengisi serbuk gergaji kayu sengon sebagai penguat dalam komposit polimer, ditinjau dari sudut pandang status dan harapan masa depan serat alami pada umumnya, struktur dan sifat pandan wangi, modifikasi permukaan serat, dan sifat fisik dan mekanik dari komposit polimer berbasis serat alami berpotensi baik sebagai penguat dalam polimer (termoplastik, termoset dan karet) komposit. Karena kepadatan rendah dan sifat spesifik yang tinggi serat pandan wangi, komposit berpenguat serat ini memiliki implikasi yang sangat baik dalam pengembangan industri bahan. Penggunaan serat Pandan Wangi dan pengisi serbuk gergaji kayu Sengon sebagai sumber bahan baku plastik industri tidak hanya menyediakan sumber daya terbarukan, tetapi juga bisa menghasilkan sumber non-pangan pembangunan ekonomi untuk pertanian dan daerah pedesaan. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa dengan penelitian sistematis dan terus-menerus akan ada lingkup yang baik dan masa depan yang lebih baik penggunaan serat pandan wangi dan serbuk gergaji khususnya, serat alami pada umumnya sebagai penguat komposit polimer di tahun-tahun mendatang.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Singh S. P. *Agro-industrial wastes and their utilization [Conference]*, National Seminar On Building Materials and Their Science and Technology, [s.l.] : Roorkee, p. 111. 1982.
- [2] Kumar Thakur Vijay and Singha A S, *Natural Fibres-Based Polymers: Part I-Mechanical Analysis of Pine Needles Reinforced Biocomposites*, Journal Bull. Mater. Sci., Vol. 33, No. 3, Indian Academy of Sciences, pp. 257–264, 2010.
- [3] Singha Vijay Kumar Thakur and Amar Singh, *Physico-chemical and Mechanical Characterization of Natural Fibre Reinforced Polymer Composites*, Journal Iranian Polymer Journal. pp. 3-16. 2010.
- [4] Kuruvilla Joseph Romildo Dias Tolêdo Filho, Beena James, Sabu Thomas & Laura Hecker de Carvalho, *A Review on Sisal fiber Reinforced Polymer Composites*, Journal Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, pp. 367-379. 2009.
- [5] I.S. Aji S.M. Sapuan, E.S. Zainudin and K. Abdan Kenaf, *Fibres as Reinforcement for Polymeric Composites: A Review* International Journal of Mechanical and Materials Engineering (IJMME), Vol. 4. pp. 239-248, 2009.
- [6] Chauhan G S Bhatt S S, Kaur I, Singha A S and Kaith B S, *Journal J. Polym. Degrad. & Stab.* p. 261, 2000.
- [7] Chauhan G S Lal H, Singha A S and Kaith B S, *Journal Indian J. Fibre & Textile Res.* p. 302, 2001.
- [8] Bismarck A., Baltazar, Y.-J. and Sarlkakis, K Green, *Composites as Panacea Socio-Economic Aspects of Green Materials*, Journal Environment, Development and Sustainability, pp. 445–463, 2006.
- [9] Sari N. H, *Analisis Kekuatan Bending Material Komposit Diperkuat Serat Pandan Wangi dengan Matrik Polyester dan Epoxy*, Jurnal Teknik Mesin, ITS, Vol. 10, No. 3. pp. 147-155, 2010.
- [10] Purboputro Pramuko, *Pengaruh Panjang Serat terhadap Kekuatan Impact Enceng Gondok dengan Matrik Poliester*, [Report]. - 2007.
- [11] Agus D.C. Sari N.H. Sinarep, *Komposit Sandwich Polyester Diperkuat Serat Tumbuhan-Limbah Industry dengan Honeycomb Core Dari Kertas Bekas Sebagai Bahan Alternative Pengganti Panel Kayu* [Report]. - [s.l.] : Laporan Penelitian Hibah Bersaing, Universitas Mataram, 2009.