

Kekuatan Tarik Komposit Poliester Berpenguat Partikel Kayu Jati, Merawan dan Meranti Merah

Shirley Savetlana, Yan Parulian,

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, UNILA
Jl. Sumantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung, 35145
Telp. (0721) 3555519, Fax. (0721) nomor 701609
E-mail: shirley@unila.ac.id

Abstrak

Komposit poliester dengan bahan penguat dari serbuk kayu jati, merawan dan meranti merah dari limbah industri penggergajian kayu dibuat dengan metode hand lay-up. Komposit dibuat dengan volume fraksi serbuk kayu 4, 8 dan 16%. Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan masing-masing komposit serbuk kayu, menunjukkan bahwa kekuatan tarik komposit lebih tinggi dari kekuatan tarik polyester murni. Sementara kekuatan tarik komposit menurun seiring dengan naiknya prosentase serbuk kayu. Kekuatan tarik tertinggi didapat pada komposit serbuk kayu merawan diikuti oleh komposit serbuk jati dan serbuk kayu meranti merah. Tingginya kandungan uap air menyebabkan rendahnya kekuatan tarik dari komposit serbuk kayu.

Kata kunci : komposit, Jati, Merawan, Meranti Merah, Serat alam

Perkembangan teknologi, khususnya di bidang komposit, telah menghasilkan produk komposit yang menggunakan serbuk kayu sebagai penguat. Data Departemen Kehutanan dan Perkebunan tahun 1999/2000 menunjukkan bahwa produksi kayu lapis Indonesia mencapai 4,61 juta m³ sedangkan kayu gergajian mencapai 2,06 juta m³. Dengan asumsi limbah yang dihasilkan mencapai 61% maka diperkirakan limbah kayu yang dihasilkan mencapai lebih dari 5 juta m³ [3].

Limbah kayu berupa potongan log maupun sebetan telah dimanfaatkan sebagai inti papan blok dan bahan baku papan partikel. Adapun limbah berupa serbuk gergaji pemanfaatannya masih belum optimal. Untuk industri besar dan terpadu, limbah serbuk kayu gergajian sudah dimanfaatkan menjadi bentuk briket arang dan arang aktif yang dijual secara komersial. Namun untuk industri penggergajian kayu skala industri kecil yang jumlahnya mencapai ribuan unit dan tersebar di pedesaan, limbah ini belum dimanfaatkan secara optimal.

Penelitian Henry mengenai penambahan serat kayu pada nilon meningkatkan kekuatan dan elastik modulus komposit. Kekuatan maksimum komposit serat kayu/nilon dicapai pada volume 2.5 % fraksi serat kayu. Untuk

komposit serat kayu/Poliester(PP), semakin tinggi jumlah serat semakin turun kekuatan komposit dikarenakan rendahnya daya ikat serta kayu dan matrik poliester. Pengamatan terhadap permukaan patahan komposit memperlihatkan banyaknya fiber *pull-out* yang berarti sebagian besar beban ditanggung oleh matrik. Terdapat ruang kosong antara fiber dengan matrik yang mengindikasikan lemahnya ikatan fiber dan matrik. Hal ini menyebabkan terdapatnya konsentrasi tegangan didaerah tersebut yang akan menurunkan kekuatan komposit serat kayu/PP. Sementara komposit serat kayu/Nylon memperlihatkan distorsi permukaan dan *fiber breaking*. Degradasi panas terjadi pada temperatur dibawah 120°C namun dimulainya degradasi panas ini tergantung dari durasi panas yang mengenai fiber.

Penelitian pada komposit kayu pinus/PP yang diproduksi dengan *injection molding* menggunakan compatibilizer maleic anhydride polypropilene (MAPP) mengenai daya serap terhadap uap air, dimana spesimen direndam didalam air dengan temperatur 50°C selama 9 bulan menunjukkan kekuatan tarik, modulus elastisitas dan kekerasan menurun tetapi kekuatan impak dan *failure strain* meningkat

(Beg). Komposit bubuk kayu dari kelapa sawit (OPWF) dengan matrik karet alam menunjukkan penurunan pada kekuatan, *failure strain* dan ketahanan fatik tetapi modulus elastisitas dan kekerasan meningkat. Pembasahan bubuk yang buruk oleh matrik seiring dengan meningkatnya prosentasi OPWF menurunkan daya ikat antara bubuk kayu dan matrik PP.

Penelitian Andrian, komposit bubuk kayu diberi perlakuan esterification dengan maleic anhydride (MAN) yg lain memakai compatilizer non-comersial maleic anhydride polypropilene co-polymer (PPMAN) sebagai compatibilizer. Thermografic analisis mengindikasikan bahwa degradasi thermal untuk komposit yang tidak diberi perlakuan dimulai pada temperatur yang lebih rendah dibandingkan dengan yang diberi perlakuan.

Penelitian Hiroyuki mengenai komposit dengan penguat partikel kayu dan *microcrystalline Cellulose* (MC) dengan menggunakan *polypropylene-graft-maleic anhydride* (PP-g-MA) sebagai *compatibilizer* menunjukkan peningkatan kekuatan tarik, bending dan dampak dibandingkan dengan PP murni dan komposit tanpa MC. Foto SEM memperlihatkan daya ikat antara pengisi dan matrik untuk komposit dengan *compatibilizer* yang lebih baik. Stabilitas thermal meningkat dengan adanya *compatibilizer* dan menurun dengan kenaikan prosentase MC (Alireza). Serat bambu dengan panjang 10 mm memperkuat matrik partikel kayu dengan biodegradable adhesive menunjukkan kekuatan dampak yang tinggi dengan menggunakan partikel kayu berukuran besar ≤ 1 mm dan kekuatan bending yang tinggi didapat dari komposit dengan partikel kayu yang berukuran kecil ≤ 0.2 mm. Hal ini dikarenakan berkurangnya void apabila menggunakan partikel berukuran kecil. Ketika menggunakan partikel kayu berukuran kecil, daya ikat dengan adhesive tinggi sehingga meningkatkan kekuatan bending. Komposit dengan partikel kayu berukuran besar, daya ikat menurun tetapi dibawah beban dampak, serat bambu dibengkokkan oleh partikel kayu berukuran besar ketika terjadi retakan pada matrik partikel kayu (bridging dan pull out mekanis).

METODOLOGI

Material

Partikel kayu dari limbah mebel dipisahkan dari serpihan kayu yang lebih besar dengan ayakan hingga menjadi partikel kecil untuk mendapatkan ukuran yang diinginkan (0,425 – 2,00 mm). Selanjutnya partikel direndam dalam larutan alkali 5% NaOH selama 2 jam. Partikel kemudian dibersihkan dari larutan alkali dengan air aquades lalu partikel dikeringkan di tempat yang tidak terkena sinar matahari secara langsung selama 3 minggu, dan partikel siap dibuat komposit.

Pembuatan Komposit

Proses pembuatan komposit dilakukan dengan metode *hand lay-up*. Langkah-langkahnya adalah pertama cetakan yang terbuat dari kaca yang telah disesuaikan dengan geometri spesimen uji dibersihkan dan dilapisi dengan *mirror glaze* secara merata agar komposit tidak menempel pada cetakan. Langkah berikutnya adalah mencampurkan partikel kayu dengan resin poliester sesuai dengan perbandingan massa yang telah ditentukan untuk tiap-tiap jenis komposit. Masukkan katalis pada campuran dengan perbandingannya 99 : 1, kemudian diaduk secara merata dan didiamkan selama 5 menit agar gelembung udara yang terkandung dicampuran terlepas. Tuangkan campuran resin dengan partikel kayu tadi ke dalam cetakan yang telah dibuat hingga penuh dan buat permukaan spesimen menjadi rata. Biarkan hingga mengering selama ± 8 jam dan keluarkan komposit dari cetakan. Setelah spesimen dikeluarkan dari cetakan, kemudian dilakukan proses *post-curing* terhadap spesimen uji dengan menggunakan *furnace* listrik. Temperatur yang digunakan pada proses *post-curing* adalah 62 °C dengan waktu penahanan selama 4 jam. Selanjutnya specimen dibentuk dengan mengacu ke standar ASTM D3039.

Pengujian Tarik dan Foto SEM

Setelah spesimen uji selesai dibuat dilakukan pengujian tarik, pengujian kadar air dan pengamatan dengan SEM. Pengujian tarik

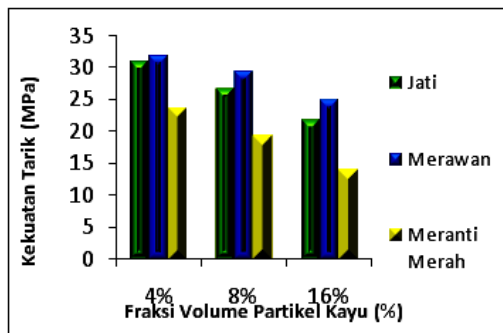
dilakukan dengan mengacu kepada standard ASTM D3039.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kekuatan Tarik

Kekuatan tarik komposit partikel kayu 4% merawan meningkat sebesar 204,09 % jika dibandingkan dengan resin poliester murni. Hal ini mengindikasikan bahwa penguat partikel kayu mampu meningkatkan sifat kekuatan tarik pada komposit.

Pada ketiga jenis komposit nilai kekuatan tarik dan *elongation* mengalami penurunan dengan semakin meningkatnya presentasi partikel kayu seperti ditunjukkan pada gambar 1-2. Untuk komposit partikel kayu merawan didapat kekuatan tarik tertinggi terdapat pada presentasi partikel kayu merawan 4% sebesar 31,92 Mpa, partikel kayu merawan 8% sebesar 29,40 MPa dan untuk kekuatan tarik terendah pada komposit partikel kayu merawan 16% yaitu 24,97MPa.



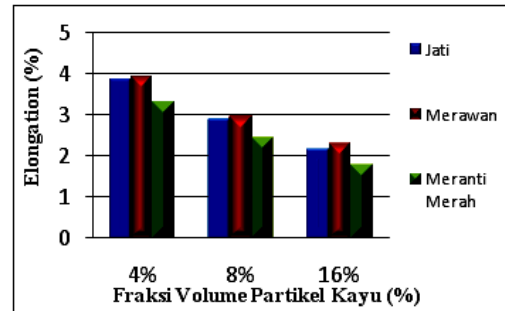
Gambar 1. Perbandingan Kekuatan Tarik dari ketiga jenis komposit serbuk kayu.

Kekuatan tarik tertinggi pada presentasi partikel kayu jati 4% sebesar 30,91MPa, pada partikel kayu jati 8% kekuatan tarik sebesar 26,82 MPa dan kekuatan tarik terendah pada komposit partikel kayu jati 16 % sebesar 21,95 MPa.

Kekuatan tarik komposit partikel kayu meranti merah. Kekuatan tarik tertinggi pada presentasi partikel kayu meranti merah 4% dengan nilai sebesar 23,52 MPa. Pada partikel meranti merah 8% sebesar 19,29 MPa dan partikel meranti merah 16% memiliki kekuatan

tarik sebesar 13,96 MPa.

Hasil pengujian kadar air pada table 1 menunjukkan bahwa serbuk kayu meranti merah mempunyai kadar air tertinggi diikuti oleh serbuk kayu jati dan merawan. Hal ini menunjukkan kandungan air dapat menurunkan kekuatan tarik komposit.



Gambar 2. Perbandingan *Elongation* dari ketiga jenis komposit serbuk kayu.

Tabel 1. Kadar air dari tiga jenis serbuk kayu

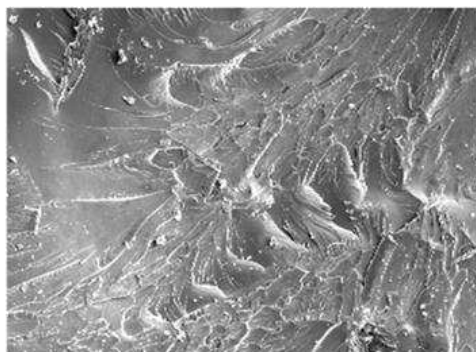
Spesimen Uji	Kadar Air (%)
Jati	16,52
Merawan	14,51
Meranti Merah	22,15

Pengamatan Patahan Matrik polyester dan Komposit dengan SEM

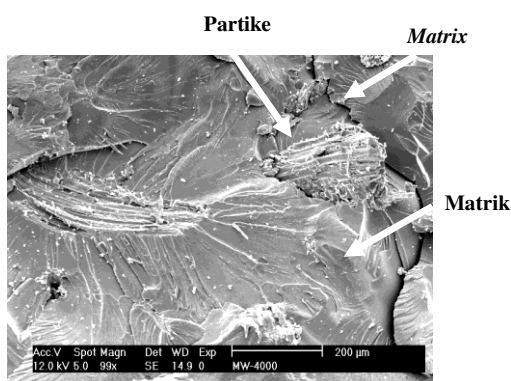
Gambar 4 menunjukkan patahan poliester murni tanpa penguat, patahan poliester murni ini tampak membentuk fasa homogen karena belum diperkuat oleh partikel kayu. Pada komposit partikel kayu merawan dilakukan pengamatan SEM pada prosentasi penguat 4%, 8% dan 16 %, hal ini bertujuan selain melihat mekanisme penyebab kegagalan tetapi juga untuk mencari penyebab turunnya nilai kekuatan tarik seiring dengan meningkatnya jumlah prosentasi fraksi volume.

Pada komposit partikel kayu 4% merawan menunjukkan kuatnya ikatan interaksi antara partikel kayu dengan matriks disebabkan gaya di antara partikel kayu yang kuat dan jaringan rantai polimer. Perlakuan alkali yang dilakukan juga dapat mempengaruhi kekuatan *bonding* (daya ikat partikel) antara penguat dan matriks. Menurut Katz dan Milewski (1987), bahan pengisi mempengaruhi kekuatan tarik

sehubungan dengan adanya ikatan antar muka.



Gambar 4. Permukaan patahan komposit poliester murni



Gambar 5. Permukaan patahan pada komposit 4% merawan.

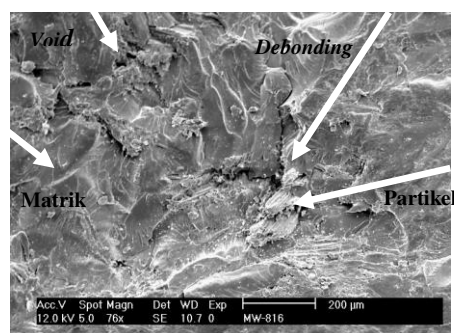
Gambar 5 menunjukkan pada permukaan komposit 4% merawan tidak terlihat adanya *void*, tetapi terdapat retakan pada matriks (*matrix cracking*) akibat dari tegangan/gaya tarik saat uji tarik yang tinggi. Patahan yang terjadi bersifat ulet karena sedikitnya jumlah partikel kayu yang ada, ini terlihat dari fasa matriks yang masih homogen dan disertai *elongation* yang tinggi.

Permukaan patahan komposit 8% merawan ditunjukkan pada gambar 6, dengan penambahan jumlah partikel kayu terlihat adanya partikel kayu yang berhimpit satu sama lain. Partikel kayu yang berhimpit inilah yang dapat menurunkan kekuatan tarik komposit.

Penyebaran partikel kayu yang tidak merata menyebabkan matriks tidak dapat mengikat penguat dengan baik, maka ikatan

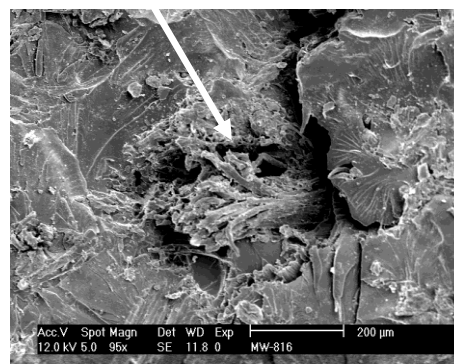
interface antara penguat dan matriks menjadi lemah. *Debonding* juga terjadi pada daerah partikel kayu yang berhimpit disertai dengan adanya *matrix cracking*.

Pada komposit 16% merawan gambar 7 terdapat *debonding* disekeliling sisi *interface* antara partikel dengan matriks, *debonding* ini juga yang menyebabkan *matrix cracking*. *Debonding* terjadi berawal dari adanya partikel kayu yang saling berhimpit dengan adanya penambahan jumlah partikel kayu merawan. Ikatan interaksi yang lemah inilah yang menyebabkan semakin menurunnya kekuatan tarik komposit dengan semakin meningkatnya prosentasi dari fraksi volume. Adanya *void* disebabkan masuknya udara saat pencampuran partikel kayu dengan matriks dan banyaknya partikel yang ada pada komposit. Permukaan patahan matriks yang kasar disebabkan perubahan keliatan karekteristik dari poliester berpenguat partikel kayu.



Gambar 6. Permukaan patahan komposit penguat 8% merawan.

Partikel kayu yang berhimpit menghasilkan rongga udara



Gambar 7. Permukaan patahan komposit 16% merawan (a) *debonding* (b) *void*

Pada penelitian ini semakin banyak partikel kayu yang ditambahkan, gerak molekul matriksnya menjadi terhambat sehingga matriks tidak dapat mengikat partikel kayu dengan baik, akibatnya pada proses pengujian tarik matriks akan memisah dari partikel kayu yang bisa menurunkan kekuatan tariknya.

Dilihat dari patahan komposit, patahan yang terjadi pada komposit partikel 4% merawan bersifat ulet dengan *elongation* yang tinggi sedangkan dengan meningkatkan prosentasi fraksi volume komposit patahan bersifat getas. Sifat patahan getas ini dipengaruhi oleh kekakuan dari material penguatnya.

KESIMPULAN

Komposit dengan penguat tiga jenis serbuk kayu yaitu kayu merawan, jati dan meranti merah diproduksi dengan teknik sederhana yaitu hand lay-up dengan volume fraksi serbuk kayu 4%, 8% dan 16%.

Hasil dari pengujian menunjukkan kekuatan tarik komposit lebih tinggi dari pada kekuatan tarik polyester murni. Hal ini menunjukkan adanya penguatan oleh partikel kayu terhadap matrik polyester. Meskipun demikian, kekuatan tarik komposit menurun seiring dengan penambahan serbuk kayu untuk ketiga jenis kayu tersebut. Hal ini diperkirakan disebabkan penggumpalan serbuk kayu pada volume fraksi yang tinggi, jumlah void yang tinggi dan rendahnya *wetability* polyester terhadap serbuk pada komposit dengan volume fraksi tinggi. Faktor-faktor tersebut mengurangi daya ikat antara serbuk kayu dan polyester sehingga beban tidak dapat diteruskan secara optimal dari matrik ke fiber. Hal ini menyebabkan beban pada komposit sebagian besar ditanggung oleh matrik.

Jika dibandingkan kekuatan ketiga macam komposit tersebut kekuatan tarik tertinggi adalah pada komposit kayu merawan diikuti kayu jati dan meranti merah. Dari pengujian kadar air ketiga jenis kayu didapatkan bahwa kayu merawan memiliki kadar air yg paling rendah diikuti jati dan meranti merah. Hal ini menunjukkan kandungan kadar air menurunkan kekuatan tarik dari komposit serbuk kayu.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Adrian J Nunezh, et.al, Thermal and Dynamic Mechanical Characterization of Polypropylene-Woodflour Composites, Polymer Engineering and science, Vol. 42, No. 4 (2002)
- [2] Beg MDH, Pickering KL. Effect of fibre pre-treatment on the mechanical properties of wood/polypropylene composites. In: Proceedings of the 2nd international conference on structure, processing and properties of materials, February, Dhaka, Bangladesh (2004) 240–7.
- [3] Hanafi Ismail, R.M. Jaffri, Physico-mechanical properties of oil palm wood flour filled natural rubber composites, Polymer Testing 18 (1999) 381–388
- [4] Henry, E., Z.H. Stachurski, Composite materials based on wood and nylon fibre, Composites: Part A 34 (2003) 171–181