

Pengaruh Perlakuan Alkali Pada Serat Agave dan Ketebalan Inti Terhadap Kekuatan Bending Komposit *Sandwich* Serat *Agave-Polyester* dengan Inti Kayu Olahan (*Engineering Wood*)

Ferriawan Yudhanto

Dosen Politeknik Muhammadiyah Yogyakarta (Politeknik UMY)
Program Studi Teknik Mesin
E-Mail : ferriawan@umy.ac.id

Abstrak

Fibers and synthetic core as a component of composite sandwich proved costly and environmentally unfriendly, while Indonesia's natural resources will be very abundant natural materials and also supported human resources still need a lot of land to work. So back to nature is a smart move and wise for the condition. Innovation of the natural material made to eliminate weaknesses in their mechanical properties. Particle Wood or particle board can be used as a component of composite sandwich.

In this research, the manufacture of composite sandwich with skin of agave or sisal fibers (random distribution) and core of composite sandwich is particle board. Variable thickness of the core wood used is 10 and 15 mm. In the process of making the sandwich composite wood core is made through compression molding process by means of pressing the composite mold. The presence alkali treatment of agave or sisal fibre at 2 % Concentration NaOH solvent.

*The results showed a composite sandwich with a span length of 60 mm has an average bending moments in composite sandwich with 10 mm thick core of **24,4 N/mm²** and for 15 mm thick core of **16,3 N/mm²**. Sampling Bending Strength Test 3 pieces each test sample. Macro Fracture from bending test is dominated the damage intererface failure between core and skins, fiber pull out, failed to pull and shear fracture core. The alkali treatment 2% solvent of NaOH for 2 (two) hours increase **12 %** bending stress.*

Key word : Skin, Core, Sandwich Composite, Bending Stress

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi yang semakin meningkat, membuat manusia menjadi semakin tertantang untuk dapat mengembangkan hal-hal baru yang dapat memperbaiki penemuan-penemuan sebelumnya. Hasilnya akan mempunyai nilai lebih dari penemuan sebelumnya. Kelebihan yang diperoleh bernilai guna, ekonomis, praktis, dan efisien. Material

komposit merupakan salah satu jenis perkembangan teknologi, yang dilakukan dengan cara menggabungkan dua atau lebih material yang berbeda dalam skala makroskopis. Rekayasa material komposit bertujuan untuk mendapatkan material baru yang mempunyai sifat lebih baik dari sifat sebelumnya. Adapun sifat-sifat yang dapat diperbaiki antara lain: kekuatan, kekakuan, berat jenis, *fatigue life*, ketahanan gesek, ketahanan korosi dan

beberapa sifat lain yang lebih baik dari sifat sebelumnya (Jones, 1999).

Komposit *sandwich* merupakan komposit yang terdiri dari dua komposit *skin (flat)* dan *core* (inti) di bagian tengahnya. Menurut (Lukkassen dkk, 2003) bagian *skin* biasanya berupa lembaran *metals, wood, atau fibre composites*. Jenis *core* dapat berupa: *honeycombs, corrugated, balsa wood, dan cellular foams*.

Komposit *sandwich* merupakan jenis komposit yang sangat cocok untuk struktur (Zenkert, 1999) yang dapat berfungsi sebagai *panelling* untuk komponen *automotive industry* seperti body mobil (Kuch dkk, 1999). *Core* membantu meningkatkan momen inersia struktur sehingga memiliki kekuatan yang lebih tinggi. Alasan inilah mendasari aplikasi komposit *sandwich* sebagai struktur yang ringan (*weight saving*). Kajian riset pengembangan komposit *sandwich* yang mampu menahan beban tinggi (*the strength to weight ratio σ/ρ*) dan modulus (*the stiffness-to-weight ratio E/ρ*) terhadap rasio beratnya, penting untuk diteliti.

Beberapa bahan serat alam yang potensial dikembangkan adalah agave atau sisal. Di Indonesia Agave dikenal sejak sebelum PD (perang dunia) II. Sisal (*Agave Sisalana Perrine*) merupakan salah satu spesies yang dikembangkan di Indonesia. Penyebaran tanaman ini mencakup Daerah Ciasem, Pamanukan, Kulon progo, Kediri, Bliar Selatan, Madura, Sumatra Barat dan Sumatra Utara. Produksi serat agave dunia didominasi oleh Negara Venezuela, Haiti, Kenya, Mozambique, Togoland, Senegal dan beberapa Negara Afrika lainnya. Produksi dari beberapa Negara penghasil tersebut berkisar antara 600 000 – 650 000 ton serat pertahun (Suratman 1983). Pada saat ini, peneliti dari berbagai belahan dunia mulai memfokuskan perhatiannya

pada pemanfaatan serat alam sebagai penguat bahan baru komposit. Komposit tersebut akan memiliki sifat yang lebih ramah lingkungan.

Drzal (1999), Rowell dan Han (2000) menekankan pentingnya perlakuan pada serat alam sebelum digunakan sebagai media penguatan pada komposit polimer untuk menghasilkan ikatan *interface* serat-matrik yang baik secara kualitatif dan kuantitatif. Serat alam memiliki keunggulan diantaranya: dapat diperbaharui (*renewable*), berlimpah, murah, ringan, *non-abrasive*, dapat terbiodegradasi (*biodegradable*), tidak beracun, dan sifat mekaniknya tinggi (Peijs, 2002). Berdasarkan uraian tersebut maka pemanfaatan serat alam agave atau sisal sebagai penguat bahan komposit merupakan kajian menarik untuk diteliti lebih lanjut. Bahan *core* sintetis yang biasa dipakai pada komposit *sandwich* adalah: *Foams (PVC, PS, PU, PEI, Acrylic, SAN)*, dan *honeycombs (nomex honeycomb, aluminium honeycomb, thermoplastic honeycomb)* dan *core kayu balsa* (Schlotter, 2002). Bahan *core honeycomb* memiliki kekuatan tinggi, sedangkan bahan *core PVC* dan *PU* mudah pecah. Namun, bahan *core kayu balsa* memiliki kekuatan cukup baik. Keempat *core* tersebut masih di *import* dari luar negeri dan harganya mahal oleh karena itu, para peneliti dituntut untuk merencanakan *core alternatif* yang murah dan kuat. Penggunaan *core* yang direkayasa dari kayu olahan (*engineering wood*) atau sering dikenal *particle board* sebagai pengganti inti (*core*) pada komposit *sandwich* dapat dianggap sebagai pengembangan bahan baru terhadap pemanfaatan bahan lokal. Serat yang digunakan sebagai penguat matrik komposit digunakan serat agave yang tergolong dalam tanaman serat daun. Serat agave dikenal juga dengan nama serat sisal yang penggunaannya sangat baik

untuk tali-temali karena sifatnya yang kuat, tidak mulur dan tahan air laut (Sastrosupadi A., 2006). Hal ini sangat mendukung pemberdayaan produk lokal dan meningkatkan kandungan lokal dalam suatu struktur.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, studi perlakuan alkali dan tebal *core* terhadap sifat mekanis komposit *sandwich* kombinasi serat agave bermatrik *polyester* dengan *core* kayu olahan merupakan hal yang sangat menarik untuk dikaji lebih lanjut.

2. PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan uraian pada latar belakang, perumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Pentingnya pemanfaatan serat alam agave atau sisal yang berlimpah di Indonesia sebagai bahan rekayasa, yaitu penguat pada bahan baru komposit.
2. Perlunya mengembangkan penggunaan kayu olahan (*engineering wood*) sebagai pengganti *core import* dalam rekayasa komposit *sandwich*.
3. Perlunya menyelidiki sifat-sifat mekanis panel komposit *sandwich* sebelum diaplikasikan sebagai struktur.

3. TINJAUAN PUSTAKA

Perlakuan 5% NaOH serat jute selama 0, 2, 4, 6 dan 8 jam masing-masing mempengaruhi *flexural strength* komposit jute-vinylester pada $V_f = 30\%$, yaitu 180,60 MPa, 189,40 MPa, 218,50 MPa, 195,90 MPa dan 197,5 MPa. Harga modulusnya pun mengalami perubahan yang identik yaitu 10,030 GPa, 10,990 GPa, 12,850 GPa, 12,490 GPa dan 11,170 GPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perlakuan serat selama 4 jam menghasilkan komposit yang memiliki modulus dan *flexural strength* yang tinggi. Penampang patahan komposit dengan

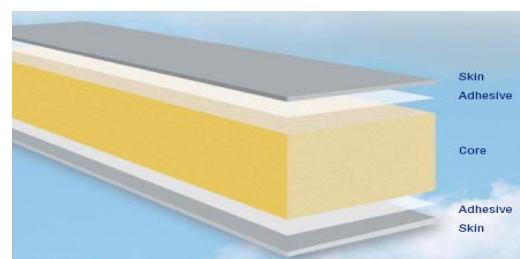
perlakuan serat 0, 2 dan 8 jam masing-masing menunjukkan mekanisme gagal *fiber pull out*, *matrix cracking* dan *transverse fracture*, seperti ditunjukkan pada gambar 1



Gambar 1. Penampang patahan komposit jute-vinylester (Ray dkk, 2001)

3.1 Konsep Material Komposit *Sandwich*

Komposit *sandwich* merupakan gabungan dari dua lembar *skin* yang disusun pada dua sisi material ringan yang dikenal dengan inti atau *core*. Banyak variasi definisi dari komposit *sandwich*, tetapi faktor utama dari material tersebut adalah *core* yang ringan, sehingga memperkecil berat jenis dari material tersebut. Namun, kekakuan dan kekuatan komposit *sandwich* menjadi sangat jauh lebih tinggi (Berthelot, 1997). Karakteristik komposit *sandwich* sangat tergantung dari sifat *core* dan *skin*, ketebalan relatif keduanya, dan karakteristik ikatan *interfacial* antara *core* dan *skin* (Berthelot, 1997).



Gambar 2. Struktur Komposit *Sandwich* (*The DIAB Sandwich Concept*).

Komponen utama dalam komposit *sandwich* ada dua yaitu *skin* dan *core*, seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2 (*The DIAB Sandwich Concept*).

Komposit *sandwich* dapat meningkatkan *specific strength*, *specific stiffness* dan *specific modulus* dibandingkan dengan material homogen, peningkatan ketebalan *core* pada komposit *sandwich* membantu meningkatkan *flexural rigidity* dan *bending strength* (Lukkassen dkk, 2003). Namun, berat material relatif konstan (lebih ringan).

3.2 Core (Inti)

Secara umum, material *core* yang digunakan dalam komposit *sandwich* dapat dibagi dalam tiga macam, yaitu (Schlotter, 2002) :

1. *Wood* (termasuk kayu olahan).
2. *Foams: Polyvinyl Chloride Foams (PVC), Polystyrene Foams (PS), Polyurethane Foams (PU), Polyetherimide Foams (PEI), Polymethyl Methacrylamide Foams (Acrylic), Styreneacrylonitrile Foams (SAN)*.
3. *Honeycombs: Nomex honeycomb, Aluminium honeycomb, Thermoplastic honeycomb*.

Kayu olahan (*engineering wood*) merupakan bahan yang sangat potensial, tetapi belum termanfaatkan secara optimal. Sifat ringan dan kemudahan dalam mendapatkan bahan kayu sisa yang kemudian diolah menjadi kayu olahan dapat dikatakan sebagai keunggulannya, karena sangat mendukung penerapannya dengan komposit untuk menghasilkan produk yang ringan dan kuat.

3.3 Matrix (Resin *Unsaturated Polyester – 157 BQTN - EX*)

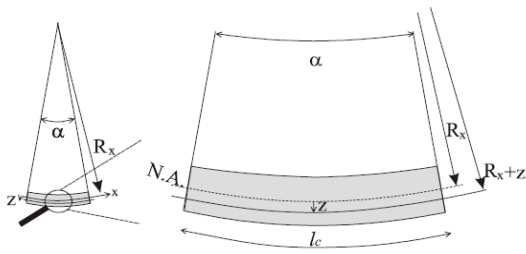
Unsaturated Polyester (UP) merupakan jenis resin *thermoset*.

Penggunaan resin *UP* dapat dilakukan dari proses *hand lay up* sampai dengan proses yang kompleks yaitu dengan proses mekanik, seperti *vacuum bag, press mold, dan injection mold*.

Resin ini banyak digunakan untuk aplikasi komposit pada dunia industri dengan pertimbangan harga relatif murah, waktu *curing* cepat, warna jernih, kestabilan dimensional baik dan mudah penanganannya (Berthelot, 1997). Pemberian bahan tambahan *hardener* jenis *metyl etyl keton peroksida (MEKPO)* pada resin *UP* berfungsi untuk mempercepat proses pengerasan cairan resin (*curing*) pada suhu yang lebih tinggi. Penambahan katalis dalam jumlah banyak akan menimbulkan panas yang berlebihan pada saat proses *curing*. Hal ini dapat menurunkan kualitas atau merusak produk komposit. Oleh karena itu pemakaian *hardener* dibatasi maksimum 1% dari volume resin (Justus, 2001).

3.4 Kekuatan Bending Komposit *Skin Laminated*

Kekuatan bending (*flexure Strength*) suatu material homogen dapat ditentukan dengan pengujian *three point bending*, bagian atas sumbu netral (NA) mengalami tekanan dan bagian bawah sumbu netral (NA) mengalami tarikan. Kekuatan tekan komposit sisi atas lebih tinggi dibanding kekuatan tariknya di sisi bawah. Kegagalan yang terjadi akibat uji bending komposit yaitu mengalami patah pada bagian bawah karena tidak mampu menahan tegangan tarik, seperti ditunjukkan pada gambar curva 7.



Gambar 3. Kurva pembebanan *three point bending* (Lukkassen dkk, 2003)

Menurut Gibson (1994) aspek geometri penempatan serat harus mempertimbangkan arah, distribusi dan fraksi volume, agar dihasilkan komposit *skin laminated* berkekuatan tinggi. Untuk lamina *unidirectional* serat kontinu dengan jarak antar serat yang sama, dan direkatkan secara baik oleh matrik.

Volume komposit dapat dihitung dengan menggunakan persamaan R.O.M (*Rule of Mixtures*) sebagai berikut (Gibson, 1994) :

$$V_c = V_f + V_m + V_v = 1 \quad (1)$$

dengan catatan: V_c = volume komposit (mm^3); V_f = volume serat (mm^3); V_m = volume matrik (mm^3); V_v = volume *void* (mm^3).

Volume *void* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Gibson, 1994) :

$$V_v = 1 - \frac{\left(\frac{W_f}{\rho_f}\right) + (W_c - W_f)/\rho_m}{W_c/\rho_c} \quad (2)$$

Dengan catatan: V_v = volume *void* (mm^3); W_c = berat komposit (gr); W_f = berat serat (gr); ρ_c = *density* komposit (gr/mm^3); ρ_m = *density* matrik (gr/mm^3); ρ_f = *density* serat (gr/mm^3).

Berat komposit dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Gibson, 1994) :

$$W_c = W_f + W_m \quad (3)$$

dengan catatan: W_c = berat komposit (gr); W_f = berat serat (gr); W_m = berat matrik(gr).

Density komposit dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Gibson, 1994) :

$$\rho_c = \rho_f \cdot V_f + \rho_m \cdot V_m = \frac{W_c}{V_c} \quad (4)$$

dengan catatan: ρ_c = *density* composite (gr/mm^3); ρ_f = *density* fiber (gr/mm^3); ρ_m = *density* matrik (gr/mm^3); V_f = volume fiber(mm^3); V_m = volume matrik (mm^3); W_c = berat komposit (gr); V_c = volume komposit (mm^3).

Kekuatan komposit *skin laminated* dapat ditentukan dengan persamaan R.O.M (*Rule of Mixtures*) (Chung, 2002) :

$$\sigma_c = \sigma_f V_f + \sigma_m V_m \quad (5)$$

dengan catatan: σ_c = kekuatan komposit (MPa); σ_f = kekuatan fiber (MPa); σ_m = kekuatan matrik (MPa); V_m = volume matrik (mm^3); V_f = volume fiber (mm^3).

3.5 Kekuatan Bending Komposit Sandwich

Pembebanan sebesar P, bagian *skin* atas spesimen mengalami tekanan, bagian *skin* bawah mengalami tarikan dan bagian *core* mengalami geseran.

Momen maksimum panel *sandwich* yang menerima beban terpusat dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut (Mudjijana, 1995):

$$M_{Lengkung} = \frac{P \times L_s}{4} \quad (6)$$

dengan catatan: M_{\max} = Momen (N-mm);
 P = Beban max (N); L_s = Panjang jarak tumpuan (mm). Momen tahanan lengkung (Mudjijana, 1995):

$$W = \frac{bh^2}{6} \quad (7)$$

dengan catatan: W = Momen tahanan lengkung (mm^3); b = Lebar *sandwich* (mm); h = tebal *sandwich* (mm). Tegangan bending maksimum panel *sandwich* dapat dihitung dengan persamaan (Lukkassen dkk, 2003):

$$\sigma_{\max} = \frac{P.L_s}{4.W} \quad (8)$$

dengan catatan: σ_{\max} = kekuatan *bending* (MPa); P = Beban tekan (Kg); L_s = Panjang jarak tumpuan (mm); W = Momen tahanan lengkung atau bending (mm^3).

4. TUJUAN PENELITIAN

Berdasarkan uraian latar belakang tersebut di atas maka tujuan penelitian ini adalah untuk :

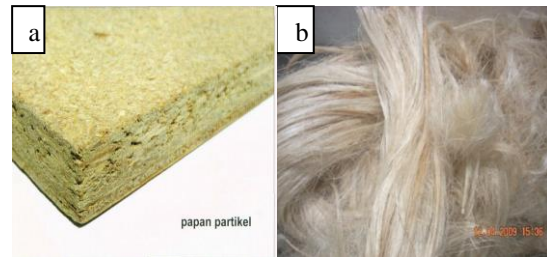
1. Menyelidiki pengaruh peningkatan ketebalan inti (*core*) dari kayu olahan terhadap kekuatan bending komposit *sandwich* yang diperkuat serat agave acak.
2. Menyelidiki pengaruh perlakuan alkali serat agave terhadap kekuatan bending komposit *sandwich* yang diperkuat serat agave acak dengan *core* kayu olahan.
3. Menyelidiki mekanisme kegagalan komposit *sandwich*.

4. METODE PENELITIAN

4.1 Bahan atau Material

Material atau bahan utama dalam pembuatan bahan inti atau *core* komposit *sandwich* adalah kayu olahan yaitu papan partikel (*particle board*) yang dicetak

menggunakan cetakan tekan. Ukuran *core* yang diteliti yaitu 10 mm dan 15 mm tanpa dan dengan perlakuan alkali.



Gambar 4. (a). Bentuk lembaran papan partikel (*particle board*); (b) serat agave atau sisal

Serat alam (*Natural Fibre*) yang digunakan sebagai penguat matrik komposit *sandwich* yaitu serat agave atau serat sisal. Bahan dan peralatan penelitian tambahan yang digunakan

1. Unsaturated polyester
2. Larutan alkali (NaOH)
3. Larutan Borac
4. Air Netral (PH7)

Bahan matrik terdiri dari resin *Unsaturated Polyester* (UPRs) Yukalac 157® BTQN-EX dan bahan *hardener* jenis *Metyl Etyl Keton Peroksida* (MEKPO) dengan kadar 1% diperoleh dari PT. Justus Kimia Raya Semarang.

4.2 Alat Pembuatan Spesimen Uji dan Proses Cetak Komposit

Peralatan-peralatan yang digunakan dalam proses pembuatan spesimen uji yaitu alat cetak tekan dengan penekan hidrolik (*press mold*). Peralatan pembantu lain : gunting/*cutter*, penggaris, gergaji mesin, mesin bor dan timbangan digital.



Gambar 5. Alat cetak tekan komposit dan hasil dari proses pembuatan komposit



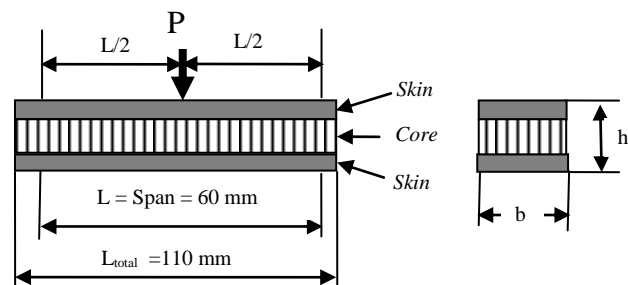
Gambar 6. Hasil cetak komposit sandwich core 10 mm dan 15 mm (fraksi volume serat: matriks 30%:70%)

Disain *sandwich* panel terdiri dari inti dari bahan kayu olahan (*particle board*), yang diperoleh dari proses pengolahan kayu di UGM. Kayu olahan yang berbentuk papan ini kemudian dikeringkan di Oven selama 4 jam dengan suhu 60°C . Metode pembuatan komposit *sandwich* dilakukan dengan metoda cetak tekan dengan menggunakan Alat *press mold* dengan dial indicator tekanan. Jenis serat yang digunakan sebagai skin adalah serat agave atau sisal. Fraksi volume komposit pada skin 30% serat dan 70% resin. Komposit yang sudah jadi dibuat menjadi specimen uji bending sesuai standar ASTM C393 dengan ukuran lebar 30 mm dan panjang 110 mm. Sebelum dilakukan pengujian komposit *sandwich* tersebut dilakukan *post cure* di dalam oven selama 3 jam pada temperatur 60°C .

Kadar air dalam lapisan komposit *sandwich* akan dapat menimbulkan delaminasi pada saat pengujian sehingga akan mengurangi hasil validitas pengujian dari data yang dihasilkan.

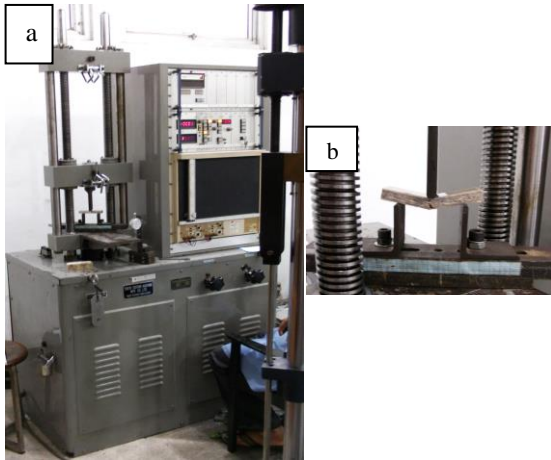
4.3 Pengujian Bending

Pengujian bending dilakukan di Laboratorium Bahan Teknik Universitas Gadjah Mada. Peralatan penelitian yang digunakan adalah Uji Bending Universal Testing Machine. Pemasangan specimen dilakukan pada kedudukan *support* sesuai dengan ASTM C 393. Data yang diambil selama pengujian adalah beban maksimum dan defleksi yang diukur dengan *dial indicator*.



Gambar 7. Spesimen uji bending komposit *sandwich* dengan *core* kayu olahan

Dial indicator digunakan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar defleksi atau kelengkungan suatu bahan apabila diberi beban tekan pada bagian tengahnya. Panjang span atau jarak antar tumpuan untuk uji bending yaitu 60 mm. pengambilan data uji bending dilakukan setiap bahan mengalami defleksi sebesar 0,25mm. Setiap dial indicator akan menunjukkan perubahan sebesar 0,25 mm data uji dicatat. Gambar specimen saat diuji dan alat uji bending dapat dilihat pada gambar 8 dibawah ini.

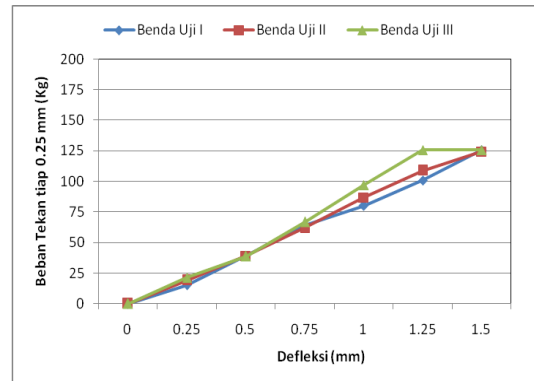


Gambar 8. (a). Alat Uji Bending *Universal Testing Machine* ; (b). Spesimen uji bending saat ditekan

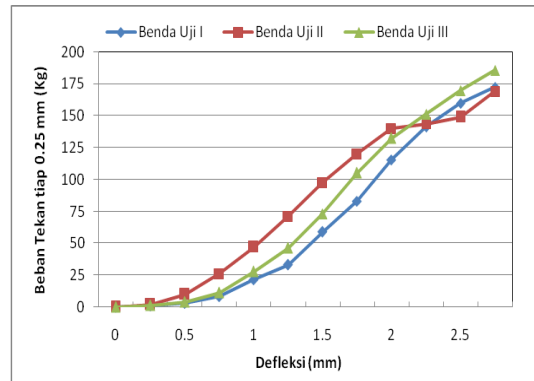
5. HASIL DAN PEMBAHASAN

5.1 Pengujian Bending Komposit *Sandwich* Tanpa Perlakuan Alkali

Hasil pengujian bending komposit *hybrid sandwich* dengan ketebalan inti/*core* 10 sesuai standar ASTM C 393 panjang span (jarak antar tumpuan) 60 mm dan beban yang diberikan adalah 250 Kg. Pada Gambar 9 dapat dilihat hasil untuk pengujian bending komposit *sandwich* akan mengalami defleksi maksimum sebesar 1,5 mm yaitu pada beban puncak sebesar 125,26 Kg. Beban terbesar yaitu ketika bahan menerima gaya tekan terbesar sebelum beberapa saat bahan tersebut mengalami retak atau patah (*fracture*). Bahan uji dengan variasi 10 mm ini cenderung getas hal ini dapat dilihat dari defleksi yang kecil.

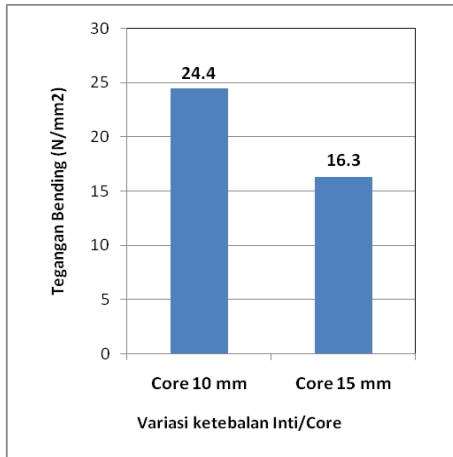


Gambar 9. Hubungan nilai beban tekan dengan defleksi beban tiap 0,25 mm pada komposit *sandwich* dengan ketebalan *core/inti* 10 mm



Gambar 10. Hubungan nilai beban tekan dengan defleksi beban tiap 0,25 mm pada komposit *sandwich* dengan ketebalan *core/inti* 15 mm

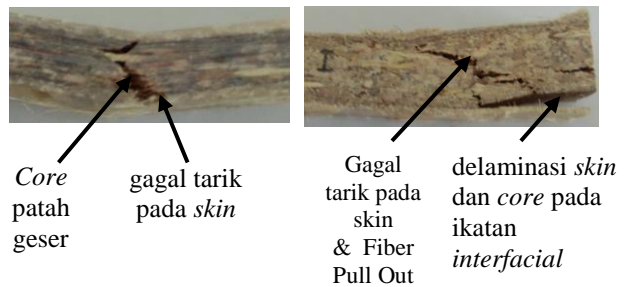
Sedangkan pada Gambar 10 pada pengujian bending untuk ketebalan *core* atau inti 15 mm didapatkan hasil defleksi yang tinggi yaitu pada 2,75 mm dengan nilai 175,6 Kg (nilai rata-rata ketiga spesimen) sehingga bahan ini akan cenderung memiliki sifat ulet atau liat dan tidak getas hal ini juga dapat dilihat dari bentuk patahan setelah uji bending. Bahan yang getas pada umumnya memiliki kekerasan yang tinggi sehingga bahan akan memiliki tegangan tekan atau tegangan bending yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan bahan yang sifatnya cenderung ulet atau liat. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Grafik perbandingan nilai tegangan bending komposit *sandwich*

Pada gambar 11 dapat kita lihat nilai rata-rata tegangan bending lebih tinggi untuk komposit *sandwich* dengan ketebalan *core* atau inti 10 mm yang memiliki nilai yang tinggi yaitu 24,4 N/mm² dibandingkan dengan komposit *sandwich* dengan ketebalan *core* atau inti 15 mm yang hanya memiliki nilai 16,3 N/mm². Hal ini disebabkan karena pada komposit *sandwich* dengan tebal 10 mm lebih getas dan keras dibandingkan dengan tebal 15 mm yang memiliki sifat ulet dan liat. Sifat tersebut muncul akibat dari proses *curing* (proses kimia pada komposit menjadi padat dari bentuk cair) yang terjadi pada proses pencetakan bahan. Pada proses *curing* bahan yang lebih tipis memiliki waktu yang cukup untuk meresap dan mengisi rongga-rongga pada papan partikel (*particle board*) yang digunakan sebagai *core* atau inti komposit *sandwich* sehingga perlekatan antar lapisan (*layer*) dengan inti (*core*) didominasi oleh matriks. Perlekatan yang baik pada bahan dengan ketebalan inti (*core*) 10 mm dapat dilihat pada foto makro bentuk patahan yang cenderung ke arah patah geser (*fracture*) dan pada jenis ini bahan cenderung memiliki sifat getas.

5.2 Foto Makro Patahan Pada Uji Bending Komposit Sandwich Tanpa Perlakuan Alkali



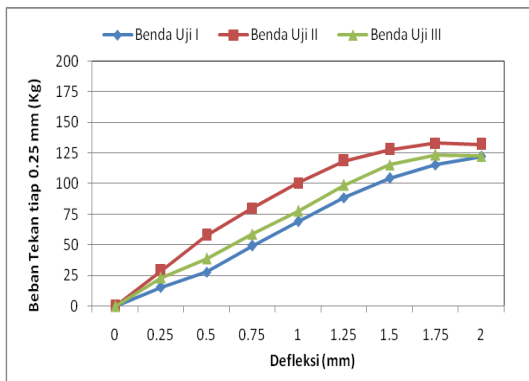
Gambar 12. Foto patahan komposit sandwich tebal *core* 15 mm setelah Uji bending

Bentuk patahan pada ketebalan inti (*core*) 10 mm setelah uji bending didapat hasil bahwa bahan cenderung getas dan keras karena pada bagian inti (*core*) terjadi patah geser hal ini disebabkan karena pada variasi tebal 10 mm bahan mampu menahan beban tekan yang optimal karena ikatan antar lapisan (*layer*) atau kulit dengan inti (*core*) sangat baik sehingga bahan menjadi keras. Hasil yang didapatkan bahwa ketebalan inti (*core*) yang tipis (10 mm) pada saat *curing* akan memiliki cukup waktu untuk mengisi rongga-rongga pada papan partikel yang digunakan sebagai inti komposit *sandwich* sehingga inti (*core*) akan membentuk matrik dan memiliki ikatan yang sangat baik. Bentuk patahan pada ketebalan inti (*core*) 15 mm setelah uji bending didapat hasil bahwa bahan cenderung liat dan ulet karena pada bagian *core* dan *skin* banyak ditemukan delaminasi pada ikatan *interfacial* dan *fiber pull out*, hal ini disebabkan karena pada variasi tebal 15 mm bahan inti (*core*) tidak terisi dengan baik oleh cairan resin sehingga bagian inti (*core*) tidak akan menjadi matrik. Dengan demikian semakin tebal inti (*core*) maka tegangan yang dihasilkan untuk menahan beban akan semakin kecil hal ini dapat terjadi karena daya adhesi atau perlekatan lapisan (*layer*) dengan inti (*core*) tidak

baik dan kurang optimal sehingga ketika patah (*fracture*) akan banyak ditemukan delaminasi *layer* dengan *core* dan *fiber pull out*.

5.3 Pengujian Bending Komposit Sandwich dengan Perlakuan Alkali 2%

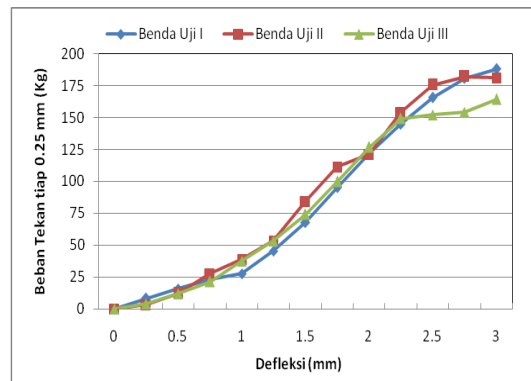
Hasil pengujian bending komposit *hybrid sandwich* dengan ketebalan inti/*core* 10 mm ditunjukkan pada dengan perlakuan alkali yaitu menggunakan larutan NaOH dengan kadar 2% dan lama perendaman serat sisal yaitu selama 2 (dua) jam.



Gambar 13. Hubungan nilai beban tekan dengan defleksi beban tiap 0,25 mm pada komposit *sandwich* dengan ketebalan *core*/inti 10 mm dengan perlakuan Alkali 2%

Perlakuan Alkali dimaksudkan dengan tujuan menghilangkan minyak dan lapisan lignin serta kotoran di bagian permukaan serat sehingga serat menjadi bersih. Pada Gambar grafik 13 dapat dilihat hasil untuk pengujian bending komposit *sandwich* dengan ketebalan inti atau *core* 10 mm dengan perlakuan Alkali selama 2 jam akan mengalami defleksi maksimum sebesar 2 mm yaitu pada beban puncak sebesar 126 Kg. Beban terbesar yaitu ketika bahan menerima gaya tekan terbesar sebelum beberapa saat bahan tersebut mengalami retak atau patah (*fracture*). Bahan uji dengan variasi 10

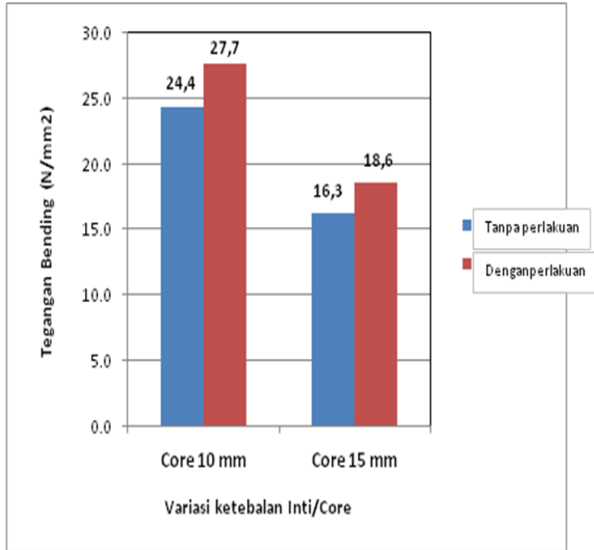
mm ini cenderung getas dan keras hal ini dapat dilihat dari hasil defleksi yang kecil.



Gambar 14. Hubungan nilai beban tekan dengan defleksi beban tiap 0,25 mm pada komposit *sandwich* dengan ketebalan *core*/inti 15 mm dengan perlakuan Alkali 2%

Pada Gambar grafik 14 pengujian bending untuk ketebalan *core* atau inti 15 mm didapatkan hasil defleksi yang tinggi yaitu pada 3 mm dengan nilai 178 Kg sehingga bahan ini akan cenderung memiliki sifat ulet atau liat dan tidak getas. Bahan yang getas dan keras pada umumnya memiliki kekerasan yang tinggi sehingga bahan akan memiliki tegangan bending yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan bahan yang sifatnya cenderung ulet atau liat.

Hasil yang di dapat pada pengujian bending untuk komposit *sandwich* dengan perlakuan Alkali 2 % selama 2 jam yaitu meningkatkan sifat elastisitas serat agave/sisal sehingga hasil yang didapat lebih baik jika dibandingkan tanpa perlakuan Alkali. Pada komposit *sandwich* dengan ketebalan inti 10 mm didapat hasil rata-rata 27,7 N/mm² dan untuk ketebalan inti 15 mm didapatkan hasil 18,6 N/mm².

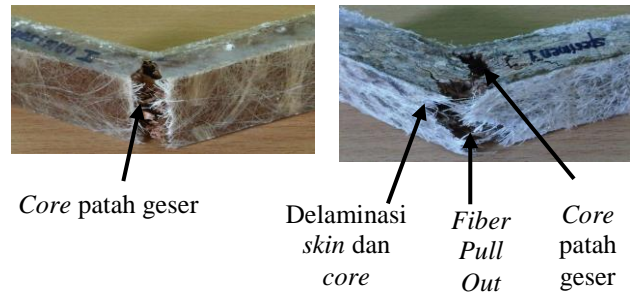


Gambar 15. Grafik perbandingan nilai tegangan lengkung/ bending komposit *sandwich* dengan perlakuan tanpa dan dengan perlakuan alkali 2% selama 2 jam

Pada gambar 15 dapat kita lihat nilai rata-rata tegangan bending lebih tinggi untuk komposit *sandwich* dengan perlakuan Alkali (NaOH) seneskar 2% selama 2 jam dibandingkan dengan komposit *sandwich* tanpa perlakuan alkali. Pada komposit *sandwich* tanpa perlakuan alkali dengan ketebalan *core* atau inti 10 mm memiliki nilai 24,4 N/mm² lebih rendah 3,3 N/mm² (12%) dibandingkan dengan perlakuan alkali yaitu 27,7 N/mm². Pada komposit *sandwich* dengan tebal 15 mm memiliki hasil yang sama dimana pada perlakuan dengan alkali memiliki nilai lebih tinggi yaitu 18,6 N/mm² dan tanpa perlakuan alkali dengan hasil lebih rendah 2,3 N/mm² (12%) yaitu 16,3 N/mm². Sifat serat setelah direndam dalam air dicampur dengan NaOH (Alkali) maka akan meningkatkan sifat elastisitas serat dan juga permukaan serat menjadi lebih kasar sehingga dengan permukaan yang kasar ketika proses cetak akan memiliki sifat perlekatan yang baik dengan resin sebagai matrik. Perlakuan alkali ini akan memperbaiki sifat serat

sehingga dapat meningkatkan nilai tegangan bending komposit *sandwich*.

5.2 Foto Makro Patahan Pada Uji Bending Komposit Sandwich dengan Perlakuan Alkali 2%



Gambar 16. Foto patahan komposit *sandwich* setelah Uji Bending

(a).Tebal *core* 10 mm (b).Tebal *core* 15 mm

6. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Komposit *sandwich* dengan ketebalan *core* 10 mm memiliki sifat keras dan getas dibandingkan komposit *sandwich* dengan *core* 15 mm yang memiliki sifat liat dan ulet. Hasil ini juga ditunjukkan dari defleksi terlihat lebih tinggi untuk *core* 15 mm dibandingkan 10 mm sehingga hal ini menunjukkan bahwa ketebalan *core* 15 mm lebih liat dan tidak getas.
2. Komposit *sandwich* dengan perlakuan alkali sebesar 2% dengan jangka waktu 2 jam menyebabkan hilangnya lignin dan selulosa serta kotoran yang menempel pada serat sehingga serat akan cenderung memiliki permukaan yang kasar dan elastis hal ini menyebabkan ikatan serat dan matrik dapat berlangsung secara optimal sehingga lebih baik dalam menerima beban bending. Adanya perlakuan alkali tersebut meningkatkan tegangan bending sebesar 12%.
3. Pada foto makro bentuk patahan dapat disimpulkan bahwa bahan

komposit *sandwich* yang getas akan memiliki bentuk patahan *core* patah geser atau patah tekan sedangkan komposit *sandwich* yang ulet akan memiliki bentuk patahan delaminasi *skin* dan *layer* pada ikatan *interfacial* dan *fiber pull out*.

DAFTAR PUSTAKA

Annual Book of Standards, Section 15, C 393-00, "Standard Test Methods for Flexural Properties of Sandwich Constructions", ASTM, 1994.

Annual Book of Standards, Section 8, D 790-02, "Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials I", ASTM, 2002.

Annual Book of Standards, C 271 – 99, "Standard Test Method for Density of Sandwich Core Materials", ASTM, 1999.

Anonim, 2001, *Technical data Sheet*, PT Justus Sakti Raya Corporation, Jakarta.

Anonim, *DIAB manufactures and markets products and services based on advanced polymer and composite technologies*, Head Office DIAB AB Box 201S-312 22 LAHOLM Sweden.

Berthelot, J.M., 1997, *Composite Materials Mechanical Behavior and Structural Analysis*, Valloise, France.

Chung, R., 2002, *Composite Materials*, Department of Chemical and Materials Engineering San Jose State University, USA.

Drzal, L.T., 1999, *Chemical, Physical and Mechanical Methods of Fiber-Matrix Adhesion and Interphase Characterization*

in Composites, Departments of Chemical Engineering and Materials Science and Mechanics Composite Materials and Structures Center Michigan State University

Gibson, O.F., 1994. "*Principle of Composite Materials Mechanics*", McGraw-Hill Inc., New York, USA.

Jones, R.M., 1999, *Mechanics of Composite Materials*, Mc Graw Hill, New York. USA.

Lukkassen, D, Meidell, A, 2003, *Advanced Materials and Structures, and their Fabrication Processes*, Third edition, Narvik University College, HiN

Mudjijana., 1995, "Diktat Pengujian Material Teknik", Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik UGM.

Ray D., Sarkar B.K., Rana A.K., dan Bose N.R., 2001. "*Effect of Alkali Treated Jute Fibres on Composites Properties*", Bulletin of Materials Science, Vol. 24, No. 2, pp. 129-135, Indian Academy of science.

Sastrosupadi A., 2006, "Potensi Jawa Timur Sebagai Penghasil Serat Alam untuk Berbagai Agro Industri" Sinar Tani Edisi 12-18 April 2006

Zenkert, D., 1997, *The Handbok of Sandwich Construction*, Engineering Materials Advisory Services Ltd.