

Efek Pemaparan Komposit *High Density Polyethylene* (HDPE) limbah berpenguat serat *Cantula Agave* terhadap Perubahan Sifat Lentur dan Impak.

Siswanto,
Teguh Wiyono.

Jurusan Teknik Mesin Politeknik Pratama Mulia Surakarta.

Siswanto.politama@gmail.com

ABSTRACT

Research on composite material title: Effects of High Density Polyethylene (HDPE) Composite Agave Fiber Reinforced Waste on Changing Flexural and Impact Properties, this aims to determine the effect of exposure to changes in mechanical properties of composites. Composites were tested for the flexural and impact properties, in order to determine the surface morphology of the composite fracture, SEM photographs were taken.

The composite matrix uses HDPE polymer waste bottles, waste plastic materials are cleaned and ground and sieved into 40-60 mesh. Composite reinforcement uses cantula fibers which are cut into 10 mm lengths. Composites are made by printing using hot press machines, pressing machines 30 bar, temperature 115 0C for 10 minutes, making composites with 40% fiber volume fraction. After the composite is formed, it is cut into pieces based on flexural test specimens using the ASTM D 6272 standard (127 x 12.7 x 3.2 mm) and ASTM D 5941 (80 x 10 x 4.0 mm) impact test specimens. The specimen is then exposed in an open location so that the specimen is exposed to all environmental effects such as sun exposure, rain and wind. The variation of time duration of exposure is 0, 30, 60, and 90 days with an exposure angle of 50. To find out the surface morphology of the broken specimen, SEM photographs were taken.

The results of testing on the composite data obtained that the composite without exposure has a flexural strength of 45.93 N / mm² and an impact strength of 43.13 Kj / m². After being exposed to composites, the mechanical properties decreased, the lowest flexural strength decreased at 30 days exposure (2.96% reduction), the greatest decrease in flexural strength occurred at 90 days (decreased 5.39%). The decrease in impact strength due to the lowest exposure occurred at 30 days exposure (decrease of 17.41%), the greatest decrease in impact strength occurred at 90 days exposure (decrease of 64.02%).

Keywords: Composite, HDPE matrix, cantula fiber reinforcement, exposure, flexural strength, impact strength.

I. PENDAHULUAN

Material komposit dewasa ini telah banyak diaplikasikan penggunaannya dalam kendaraan transportasi sebagai komponen dan bodi kendaraan. Komposit merupakan material yang dibuat dengan menggabungkan dua material atau lebih dengan skala makroskopis untuk menghasilkan suatu bahan baru yang lebih baik. Polimer telah banyak digunakan sebagai matrik pada berbagai rekayasa komposit. Penggunaan Komposit polimer dalam industri meliputi industri pesawat terbang, otomotif, dan konstruksi.

Material komposit dengan memanfaatkan polimer plastik limbah banyak di kembangkan. Sampah plastik terdiri dari berbagai jenis plastik diantaranya jenis *low density polyethylene* (LDPE), *High density polyethylene* (HDPE), *Polypropylene* (PP), *Polyvinyl chloride* (PVC botol), *Polyvinyl chloride* (PVC film), *Styrofoam*, dan *Polyethylene terphthalate* (PET). Sampah plastik di Jakarta tahun 2002 mencapai 9% (400 ton perhari) dari jumlah sampah Indonesia. Jumlah tersebut 3% (12 ton perhari) adalah sampah plastik HDPE (Sahwan, F.L, dkk, 2005).

HDPE merupakan salah satu jenis polimer termoplastik yang mulai banyak di kembangkan oleh industri. Termoplastik lebih ramah lingkungan karena memiliki sifat dapat didaur ulang. Pengembangan termoplastik dalam industri adalah untuk mengurangi terhadap penggunaan bahan baja. Sifat lain dari polimer *thermoplastik* adalah memiliki sifat degradasi dan ketahanan panas, cahaya, dan kimia.

Penggunaan serat sebagai penguat dalam komposit polimer banyak memiliki keuntungan. Penggunaan bahan komposit serat sangat efisien dalam menerima beban dan gaya. Karena itu bahan komposit serat sangat kuat dan kaku bila

dibebani searah serat, sebaliknya sangat lemah bila dibebani dalam arah tegak lurus serat (Sargiyono, 2004).

Ketahanan material komposit sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan kondisi alam seperti radiasi ultraviolet, kelembaban, dan fluktuasi suhu. Taib R Mat, etc all (2010) mengungkapkan bahwa komposit daur ulang HDPE-WF dengan diberikan pemaparan 500,1000,1500,2000 jam akan mengakibatkan terjadinya retak-retak permukaan, meningkatnya karbonil serta menurunnya sifat lentur, Sedangkan pemakaian photo stabilisator UVA dalam komposit dapat memperlambat terjadinya penurunan modulus lentur dibandingkan dengan photo stabilisator HALS.

Onggo Holia dan Pujiastuti Sri (2010) meneliti tentang komposit PP-serat kenaf yang diberi perlakuan weathering test selama 5,5 bulan maka setelah di uji komposit tersebut kadar lignin menurun dan kadar karbonil meningkat selama penjemuran serta penurunan kekuatan komposit.

(Leong, Y.W, etc all (2003). Mengungkapkan pada penelitiannya bahwa komposit *polipropylene*-kalsium karbonat yang dilakukan uji weathering selama 6 bulan menghasilkan sifat mekanik komposit yang memburuk akibat degradasi fisik dan kimia.

Komposit polimer *low density polyethylene* (LLDP) berpenguat pati sagu diberikan perlakuan weathering menunjukkan bahwa kemampuan komposit memiliki kemampuan penyerapan lebih tinggi yang berakibat pada menurunnya sifat mekanik dan membuat komposit rentan terhadap jamur (Danjaji, I.D, et al, 2001).

Aplikasi material komposit dalam berbagai keperluan konstruksi kendaraan menyebabkan ketahanan masing-masing material komposit akan berbeda. Proses pemaparan alam karena pengaruh lingkungan sangat berpengaruh terhadap perubahan sifat mekanik komposit.

Komposit polimer HDPE - serat cantula random merupakan salah satu alternatif pengembangan di bidang polimer untuk aplikasi pada body kendaraan. Penelitian tentang perubahan sifat mekanik material komposit HDPE – serat cantula acak akibat proses paparan (exposure) sangat penting dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh terhadap penurunan sifat mekanik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian komposit serat.

Kata komposit (*Composite*) berasal dari kata kerja “*to Compose*” yang berarti menyusun atau menggabungkan. Bahan komposit merupakan kata sifat yang berarti bahan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan. Komposit adalah struktur material yang terdiri dari dua kombinasi bahan atau lebih yang dibentuk pada skala makroskopik dan menyatu secara fisika. Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu matrik yang berfungsi sebagai pengikat serat, dan serat (*fiber*) yang berfungsi sebagai penguat. Matrik harus memiliki kompatibilitas yang baik dengan serat. Penggunaan serat memiliki fungsi utama yaitu untuk menentukan karakteristik bahan komposit seperti kekakuan, kekuatan serta sifat-sifat mekanik yang lainnya.

B. Pengujian komposit.

1. Pengujian lentur.

Mengetahui kekuatan lentur suatu material perlu dilakukan pengujian terhadap material. Pada pengujian lentur, bagian atas spesimen akan mengalami tegangan tekan dan bagian bawah akan mengalami tegangan tarik. Pengujian tegangan lentur berdasarkan standar uji lentur ASTM D 6272 dengan metode *Four point bending*. Besarnya kekuatan lentur ditentukan sebagai berikut (ASTM D 6272).

$$\sigma_b = \frac{3 P L}{4 b d^2}$$

dimana: σ_b = Kekuatan lentur (N/mm²).

P = Beban (N).

L = Jarak tumpuan (mm).

d = Tebal spesimen (mm).

b = Lebar spesimen (mm).

Besarnya nilai modulus elastisitas lentur komposit dapat dihitung dengan persamaan (ASTM D 6272).

$$E_b = \frac{0,17 L^3 m}{b d^3}$$

Dimana : m = *Tangent* dari garis lurus yang menghimpit kurva hubungan beban- defleksi pada daerah elastisnya (N/mm).

2. Pengujian impact.

Pengujian impact dilakukan antara lain untuk mempelajari harga keuletan komposit terhadap beban dinamik (benturan), mempelajari pengaruh takikan terhadap kekerasan bahan dan mempelajari jenis patahan bahan terhadap beban dinamik bentuk dan dimensi spesimen uji impact komposit. Besarnya energi yang diserap untuk menahan spesimen impact dapat dirumuskan (Shackelford 1992):

$$W_{\text{serap}} = WR (\cos \alpha - \cos \beta)$$

Dimana :

W_{serap} = Energi serap (Joule).

W = Berat pendulum (N).

R = Jarak pendulum terhadap titik poros (m).

σ = Sudut awal pendulum tanpa spesimen

β = Sudut akhir pendulum setelah mematahkan spesimen.

Dengan mengetahui besarnya energi yang diserap oleh material, maka kekuatan impak (tanpa *notched*) untuk spesimen (a_{cU}) benda uji dapat dihitung (ASTM D 5941).

$$a_{cU} = \frac{W_{\text{serap}}}{h \times b} \times 10^3$$

Dimana :

a_{cU} = Kekuatan impak (kJ/mm²).

W_{serap} = Energi serap (Joule).

h = Tebal spesimen (mm).

b = Lebar spesimen (mm).

3. Foto SEM.

SEM atau *Scanning Electron Microscope* memiliki fungsi untuk mengetahui detail morfologi permukaan sampel. Prinsip kerja SEM adalah dengan membentuk suatu gambar dengan menembakkan suatu sinar electron berenergi tinggi antara 1--20V melewati sampel dan kemudian mendeteksi 'Secondary electron' dan 'Backscattered electron' yang dikeluarkan. 'Secondary electron' berasal pada 5-15 nm dari permukaan sampel dan memberikan informasi topografi dan untuk tingkat yang kurang, pada variasi unsur dalam sampel. 'Backscattered electron' terlepas dari daerah sampel yang lebih dalam dan memberikan informasi terutama pada jumlah atom rata-rata dari sampel.

III. METODOLOGI

1. Bahan Penelitian.

Bahan metrik menggunakan plastik *High Density Polypropylene* (HDPE) limbah botol warna putih yang di beli dari CV. Vanila Plastik Sukoharjo. Bahan plastic HDPE di potong dengan ukuran ± 10 mm², dan di cuci serta di keringkan dengan penjemuran. Bahan HDPE setelah kering kemudian di giling dan di ayak mesh 40–60

Penguat komposit menggunakan Serat cantula agave. Serat cantula di dapat dari koperasi Rami Kencono, Desa Sidomulyo, Kecamatan Pengasih, Kabupaten Kulon Progo, Yogyakarta. Serat setelah kering dan bersih kemudian di potong-panjang 10 mm dan di oven selama 45 menit temperatur 110⁰ C.

2. Pembuatan spesimen.

Pembuatan komposit dengan menggunakan fraksi volume serat 40%. Pembuatan komposit dengan cara mencampur Serbuk HDPE dengan serat cantula, pencampuran selama 5 menit putaran 250 rpm dengan menggunakan mixer. Campuran ditambahkan cairan *Isopropyl* (Wang M.W, 2009) Volume 0.5 wt%. Bahan setelah dicampur kemudian di oven selama 10 menit dengan temperatur 60⁰C, (Wang M.W, 2009). Bahan selanjutnya di cetak menggunakan mesin *hotpress* pada temperatur 115⁰C dan tekanan 28 bar selama 10 menit. spesimen di potong menjadi menjadi spesimen uji lentur (12,7 x 12,7 x 3,2 mm), dan spesimen uji impak (80 x 10 x 4,0 mm).

3. Pemaparan spesimen (*Exposure specimen*).

Spesimen di paparkan di lokasi terbuka di daerah kecamatan jumentono kabupaten karanganyar, spesimen selama pemaparan terkena pengaruh sinar matahari, angin, hujan dan kelembaban. Pemaparan menggunakan standar ASTM D 1345. Variasi lama lama pemaparan komposit adalah 0, 30, 60, dan 90 hari dengan rentang waktu september-desember 2012. Sudut pemaparan spesimen adalah 5⁰. Arah pemaparan menghadap barat daya sehingga spesimen

mendapatkan penyinaran pada titik temperatur tertinggi.

4. Pengujian Spesimen.

Pengujian untuk mengetahui sifat mekanik adalah dengan pengujian kekuatan lentur menggunakan metode *four point bending* standar ASTM D6272 dan pengujian kekuatan impak menggunakan metode izod standar ASTM D 5941. Pengujian spesimen di lakukan di laboratorium Material Jurusan Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta.

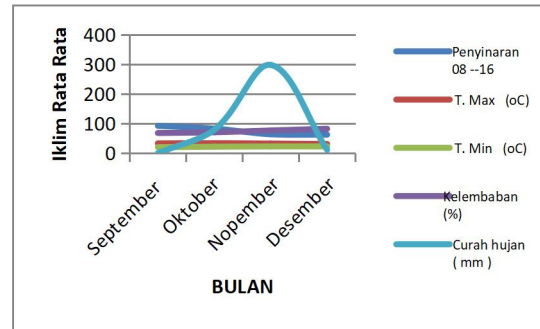
5. SEM.

Foto SEM untuk membantu menganalisa dan mengetahui morfology permukaan patahan komposit. Foto SEM dilakukan di Laboratorium Balai konservasi candi borobudur Magelang

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Pemaparan Spesimen.

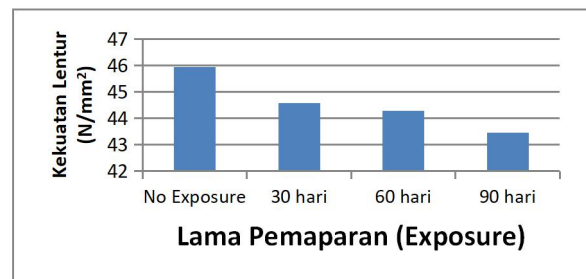
Prosentase penyinaran matahari tertinggi terjadi di bulan September (92,3%) dan terendah pada bulan Desember (62,4%). Curah hujan mengalami fluktuasi yang tajam dengan curah hujan terendah (0 mm) pada bulan September, bulan Nopember curah hujan mulai meningkat (298 mm) dan bulan Desember curah hujan kembali mengalami penurunan (11,3 mm). Kelembaban udara menunjukkan grafik kenaikan dari bulan September 68% menjadi 82,3% pada Desember. Temperatur bulan September sampai Desember menunjukkan temperatur yang stabil dengan rata-rata 27° C.



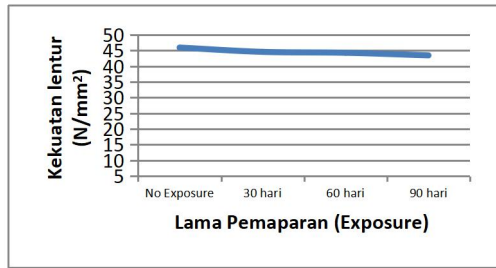
Gambar 1. Grafik Iklim bulan September-Desember 2012

B. Pengujian Lentur Komposit.

Pengujian kekuatan lentur komposit antara komposit tanpa pemaparan dengan komposit perlakuan pemaparan dapat di lihat pada gambar 2 di bawah. Spesimen komposit HDPE Berpenguat serat *cantula* fraksi volume 40%, spesimen tanpa di paparkan memiliki kekuatan lentur 45,93 N/mm², komposit mengalami penurunan kekuatan lentur seiring dengan lama waktu pemaparan. Pemaparan selama 30 hari kekuatan lentur komposit 44,57 N/mm², pemaparan 60 hari kekuatan komposit menjadi 44,28 N/mm², dan pemaparan 90 hari kekuatan komposit menjadi 43,45 N/mm².



Gambar 2. Poligon kekuatan lentur spesimen komposit. Setelah perlakuan pemaparan.

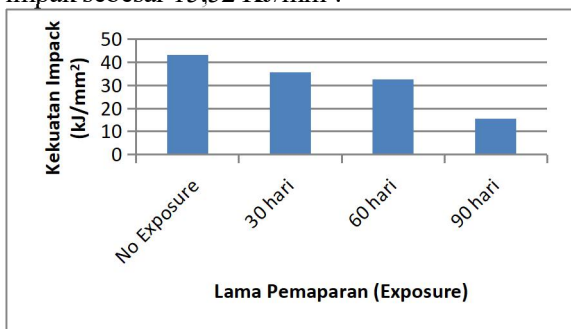


Gambar 3. Grafik penurunan kekuatan lentur spesimen komposit setelah perlakuan pemaparan.

Komposit HDPE-serat cantula yang diberikan pemaparan mengakibatkan penurunan kekuatan lentur (Gambar 3). Penurunan kekuatan lentur terendah terjadi pada lama pemaparan 30 hari yaitu sebesar 2,96%, sedangkan penurunan kekuatan lentur terbesar pada spesimen terjadi dengan lama pemaparan 90 hari yaitu sebesar 5,39%.

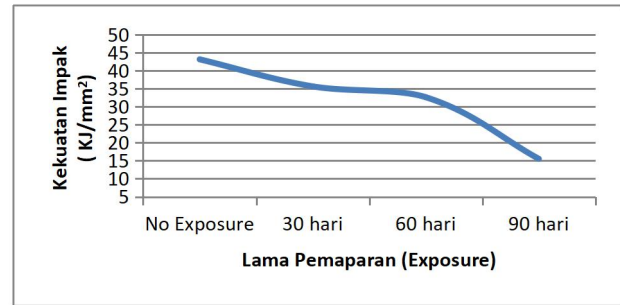
C. Pengujian Impak Komposit.

Pengujian kekuatan impak komposit antara komposit tanpa pemaparan dengan komposit perlakuan pemaparan dapat di lihat pada gambar 4 di bawah. Spesimen komposit HDPE berpenguat serat dengan fraksi volume 40%, spesimen tanpa perlakuan pemaparan memiliki kekuatan impak sebesar 43,13 KJ/mm². Komposit setelah di paparkan mengalami penurunan impak, Pemaparan selama 30 hari kekuatan impak spesimen 35,62 KJ/mm², Pemaparan spesimen 60 hari kekuatan impak sebesar 32,62 KJ/mm². Dan pemaparan selama 90 hari di dapatkan kekuatan impak sebesar 15,52 KJ/mm².



Gambar 4. Poligon Kekuatan impak spesimen

komposit setelah pemaparan.

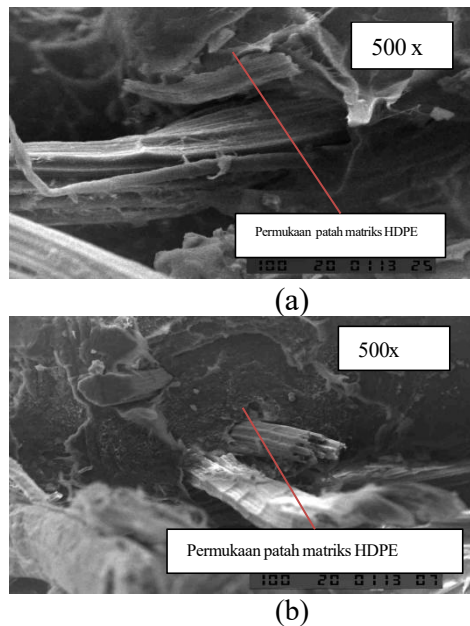


Gambar 5. Grafik penurunan kekuatan impak komposit setelah pemaparan.

Komposit dengan pemaparan mengakibatkan penurunan kekuatan *impak* (Gambar 5). Penurunan kekuatan impak terendah terjadi pada lama pemaparan selama 30 hari. Besar penurunan kekuatan impak pada lama pemaparan spesimen 30 hari adalah 17,41 %. Penurunan kekuatan impak terbesar pada spesimen terjadi pada pemaparan selama 90 hari. Besar penurunan kekuatan impak pada sepsimen pemaparan selama 90 hari adalah sebesar 64,02%.

D. Foto SEM

Hasil foto SEM menunjukkan terdapat serabut serat yang tidak terputus. Serat cantula pada permukaan patah memiliki dimensi panjang, serat tidak putus akibat beban impak tetapi tercabut pada matrik yang mengikatnya. Gambar 6.a. menunjukkan karakter HDPE yang masih memiliki keuletan, sedangkan matrik HDPE komposit setelah pemaparan menunjukkan patahan lebih halus yang menunjukkan komposit yang lebih getas. Terdapat celah atau rongga antara matrik HDPE dengan serat cantula sehingga menyebabkan matrik tidak mengikat serat dengan baik.



Gambar 6. Foto SEM patahan impak pembesaran 500x: a). Komposit Tanpa Pemaparan; b) Komposit pemaparan 90 hari.

V. KESIMPULAN

Komposit HDPE berpenguat serat cantula 40% mengalami penurunan kekuatan setelah komposit di berikan perlakuan pemaparan. Penurunan kekuatan sifat mekanik terendah terjadi pada lama pemaparan 30 hari dan penurunan kekuatan sifat mekanik tertinggi pada lama pemaparan 90 hari.

Lama perlakuan pemaparan berpengaruh terhadap penurunan sifat mekanik dan fisik spesimen komposit. Penyinaran matahari dan kelembaban berpengaruh terhadap perubahan struktur komposit yaitu komposit bertambah keras dan getas.

REFERENSI

- “Standard Test Methods for Determining the Izod Pendulum Impact Resistance of Plastics”, ASTM, 2000.
- Annual Book of Standards, Section 8, D 790-02, “Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials1”, ASTM, 2002.
- Annual Book of Standards, D 1435-95, Standar Practice For Outdoor Weathering of Plastics, ASTM, 2002
- Annual Book of Standards, D 67-97, Standar Practic For Atmospheric Enviromental Exposure testing of Non Metallic Material, ASTM, 2002.
- Ariawan Dody, dkk, 2006, Pengaruh Bahan Penambah CaCo₃ Terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Alam Agave Cantula, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Sebelas Maret Surakara
- Danjaji I.D., R. Nawang, US Ishiaku, H. Ismail, Zam Mohd Ishak, 2001, Degradation studies and moisture uptake of sago-starch-filled linear low-density polyethylene composites, Polymer Testing 21 (2002) 75–81, Elsevier Science Ltd. All rights reserved.
- Leong Y.W., Etc All, 2003, Characterization of talc/calcium carbonat filled polypropylene hybrid composites weathered in a natural environment.
- Onggo Holia, dkk, 2010, Effect of Weathering on Functional Group and Mechanical Properties of polypropylene-kenaf Composite, Research Centre for physics (P2F) LIPI, Bandung
- Sargiyono, 2004, Pengaruh Variasi Fraksi Volume Pada kekuatan Tarik Komposit Unsaturated Polyester Resin Yukalac 157 BQTN-EX Berpenguat Serat Agave Cantula tanpa/Dengan Perlakuan NaOH, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta.

- Sahwan F.L., Dkk, 2005, Sistim Pengelolaan Limbah Plastik di Indonesia, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, P3TL-BPPT, Indonesia.
- Shackelford, 1992, *Introduction to Materials science for Engineer*, Third Edition, MacMillan Publishing Company, New York, USA.
- Taib R.M, etc all, 2010, Effect of photo on the properties of recycled high density polyethylene (HDPE) wood flour (WF) composites exposed to natural weathering, School of material and mineral engineering, Universiti sains malaysia
- Wang M.W, etc All, 2009, Sintering Process and Mechanical Property of MWCNTs/HDPE Bulk Composite, Departement of Mechanical Engineering, Oriental Institute of technology pan-Chuw Taipei Hsien, Taiwan.