

## PENGARUH WAKTU PEMAPARAN CUACA (*WEATHERING*) TERHADAP KARAKTERISTIK MEKANIK KOMPOSIT HDPE – SAMPAH ORGANIK

Wisnu Adhi Permana Jati<sup>1</sup>, Wijang Wisnu Raharjo<sup>2</sup>, Heru Sukanto<sup>2</sup>

Program Sarjana Jurusan Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret

Staf Pengajar – Jurusan Teknik Mesin – Universitas Sebelas Maret

### **Keywords :**

*HDPE-organic waste composites*  
*Weathering*  
*Exposure*  
*Bending*  
*Compression shear*

### **Abstract :**

*This research aimed to determine the effect of weathering exposure time on mechanical characteristics which include bending strength, compression shear strength, and the impact strength of HDPE-organic waste composites. The materials use in this research were HDPE and organic waste. The composite was made by using the pressured sintering method with pressure 8,7 kPa, temperature 120° C, sintering time 10 minutes, volume fraction of HDPE is 0,3 and organic waste is 0,7. Specimen was directly exposed to weather with variations in 0 month (no treatment), 1 month, 2 months, and 3 months (ASTM D1435). Testing the bending strength and compression shear strength refers to ASTM D1037. The surface of bending fracture was observed by using Scanning Electron Micrograph (SEM). Weathering exposure for 3 months has not effect on bending strength and compression shear strength, this is causes the bond between HDPE and organic waste not yet damage during 3 months exposure.*

### **PENDAHULUAN**

Komposit berbahan dasar sampah merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi volume sampah. Komposit berbahan dasar sampah anorganik (HDPE) dan sampah organik (daun dan ranting) diharapkan mampu memberikan solusi tentang penanganan sampah di Indonesia. Sampah organik (daun) berfungsi sebagai *filler* dan sampah anorganik (plastik HDPE) berfungsi sebagai pengikat.

Penggunaan komposit saat ini tidak hanya berkembang untuk produk yang digunakan di dalam ruangan (*indoor*), tapi juga berkembang untuk penggunaan di luar ruangan (*outdoor*). Permasalahan yang muncul terkait penggunaan komposit untuk aplikasi *outdoor* adalah daya tahan komposit seperti stabilitas panas, ketahanan terhadap jamur, ketahanan terhadap kelembaban, dan stabilitas terhadap ultraviolet (UV) (Sudiyani, 2003). Komposit serbuk kayu plastik digunakan diluar ruangan akan terbuka terhadap radiasi UV, kelembaban dan mikro organisme (Johnson, 1999). Simonsen (1996) mengemukakan bahwa komposit kayu atau *bio-filler* lainnya dengan termoplastik tidak tahan terhadap pengaruh *outdoor exposure*. Penurunan sifat terutama terletak pada kekakuan. Pada penelitian pemaparan cuaca komposit HDPE/Wood Flour (WF), dengan sudut rack 45° dan waktu pemaparan yang digunakan adalah 500, 1000, 1500, dan 2000 jam. didapatkan prosentase penurunan degradasi setelah pemaparan cuaca diatas 1500 jam (Taib dkk., 2010).

Penelitian mengenai pengaruh waktu pemaparan cuaca terhadap karakteristik mekanik komposit berbahan dasar HDPE-sampah organik merupakan suatu penelitian baru yang sangat menarik untuk

diteliti dan dikembangkan, dimana variasi waktu yang digunakan adalah 0 bulan, 1 bulan, 2 bulan dan 3 bulan. Sudut kemiringan pemaparan yang digunakan 45° dari arah horizontal dan menghadap kearah garis katulistiwa.

### **PERUMUSAN MASALAH**

Bagaimana pengaruh waktu pemaparan cuaca (*weathering*) terhadap karakteristik mekanik komposit berbahan dasar HDPE – sampah organik.

### **BATASAN MASALAH**

Pada penelitian ini masalah dibatasi sebagai berikut:

1. Distribusi serbuk HDPE, serbuk ranting dan serbuk daun yang digunakan dalam pembuatan komposit dianggap merata dalam proses pencampuran (*mixing*).
2. Distribusi panas selama proses *pressured sintering* diasumsikan merata.

### **TUJUAN PENELITIAN**

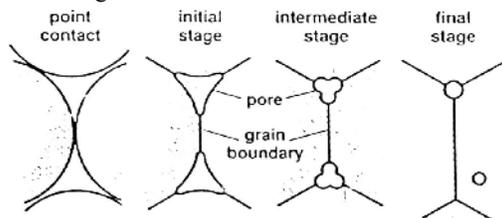
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu pemaparan cuaca (*weathering*) terhadap karakteristik komposit HDPE-sampah organik berupa kekuatan bending dan kekuatan geser tekan.

### **SINTERING**

*Sintering* adalah pengikatan antara partikel-partikel serbuk pada suhu tinggi. Proses *sintering* dapat terjadi melalui mekanisme transport atom pada kondisi padat, pada beberapa kasus juga melibatkan fase cair. Proses sintering melalui pergerakan atom akan mengurangi energi permukaan (*surface energy*) antar partikel. Energi permukaan per unit volume

berbanding terbalik dengan diameter partikel. Sedangkan energi permukaan tergantung dari luas permukaan. Oleh karena itu, partikel serbuk dengan luas permukaan spesifik yang lebih tinggi akan memiliki energi permukaan yang lebih tinggi pula dan akan mempercepat proses *sintering*. Luas permukaan spesifik adalah luas permukaan serbuk dibagi dengan massa serbuk (German, 1994).

Gambar 1 memperlihatkan skema penyusutan pori-pori antar partikel serbuk selama proses *sintering*. Kondisi awal adalah kondisi setelah kompaksi, yaitu masih terdapat pori-pori antar partikel serbuk. Awal proses *sintering* mulai terjadi pengikatan antar partikel serbuk sehingga pori-pori mulai mengecil.



Gambar 1 Skema penyusutan pori-pori selama proses *sintering*. (German, 1994)

Apabila proses *sintering* terus berlanjut maka area kontak antara partikel serbuk membesar karena adanya tekanan selama proses kompaksi dan partikel serbuk mulai mengalami perubahan fase menjadi lebih lunak, dan ketika material sudah pada kondisi suhu ruang akan menghasilkan ikatan yang lebih kuat. Selain membentuk ikatan antar partikel, siklus *sintering* diharapkan dapat menyeragamkan campuran serbuk dan mengurangi porositas. Proses *sintering* berpengaruh besar dalam menentukan sifat produk, antara lain kekuatan produk, kekerasan, keuletan, konduktifitas panas dan listrik.

Dampak proses kompaksi terhadap hasil *sintering* adalah berkurangnya pori-pori, serta menambah luas area kontak antar partikel, sehingga sifat material hasil proses *sintering* akan mengalami peningkatan kekuatan, densitas, serta berkurangnya penyusutan saat proses *sintering*. Serbuk HDPE pada suhu 120°C sudah mulai melunak karena pada suhu tersebut plastik sudah mendekati titik *melting*. Pelunakan serbuk plastik mengakibatkan terjadinya ikatan antar serbuk plastik. Ikatan antar serbuk plastik juga dipengaruhi oleh kompaksi yang diberikan. Kompaksi yang diberikan bersamaan dengan proses *sintering* akan memperbesar ikatan antar serbuk plastik. Bertambahnya ikatan antar partikel serbuk plastik akan menurunkan besarnya pori (Yonanta, 2008).

## METODE PENELITIAN

### a. Persiapan Bahan Dasar

Proses penyiapan bahan dasar adalah dengan pengumpulan plastik jenis HDPE yang berasal dari tempat penampungan sampah plastik. Sedangkan sampah organik yang dipakai berasal dari lingkungan sekitar kampus UNS.

### b. Perlakuan Awal

HDPE dicuci kemudian dibersihkan agar sisa-sisa minyak dan kotoran yang menempel hilang, setelah itu dijemur hingga kering. Kemudian untuk sampah daun dan ranting dijemur hingga kadar air 10% dengan *Moisture wood meter* agar mudah hancur saat proses penggilingan (*crushing*).

### c. Proses *Crushing*

Pada proses penggilingan (*crushing*), bahan dasar setelah perlakuan awal akan digiling dengan mesin *crusher* hingga hasil dari proses penggilingan menjadi serbuk.

### d. Penyaringan

Serbuk daun, serbuk ranting, dan serbuk HDPE selanjutnya akan disaring. Untuk serbuk HDPE disaring dengan menggunakan ukuran mesh 30-40, sedangkan untuk sampah organik (daun dan ranting) menggunakan mesh 6-10.

### e. Pencampuran Serbuk

Proses pencampuran serbuk dilakukan untuk menyeragamkan komposisi, serta mengurangi segregasi yang biasa terjadi akibat adanya pergerakan atau getaran pada serbuk. Pencampuran serbuk dilakukan dalam keadaan kering. Fraksi volume HDPE 30%, serbuk daun 35%, dan serbuk ranting 35%. Pencampuran dilakukan dalam tabung yang diputar dengan kecepatan 75 rpm. Dengan volume total serbuk di dalam tabung adalah 40% dari volume tabung.

### f. Pembuatan Spesimen

Pembuatan spesimen dilakukan dengan metode Metode *Pressured Sintering*. Material yang dihasilkan dengan menggunakan metode *pressured sintering* diharapkan memiliki sifat mekanik dan fisik yang lebih baik. Pada penelitian ini digunakan tekanan 0,087 kg/cm<sup>2</sup>, temperature 120°C, waktu 10 menit, fraksi volume HDPE 0,3.

### g. Pemaparan Cuaca

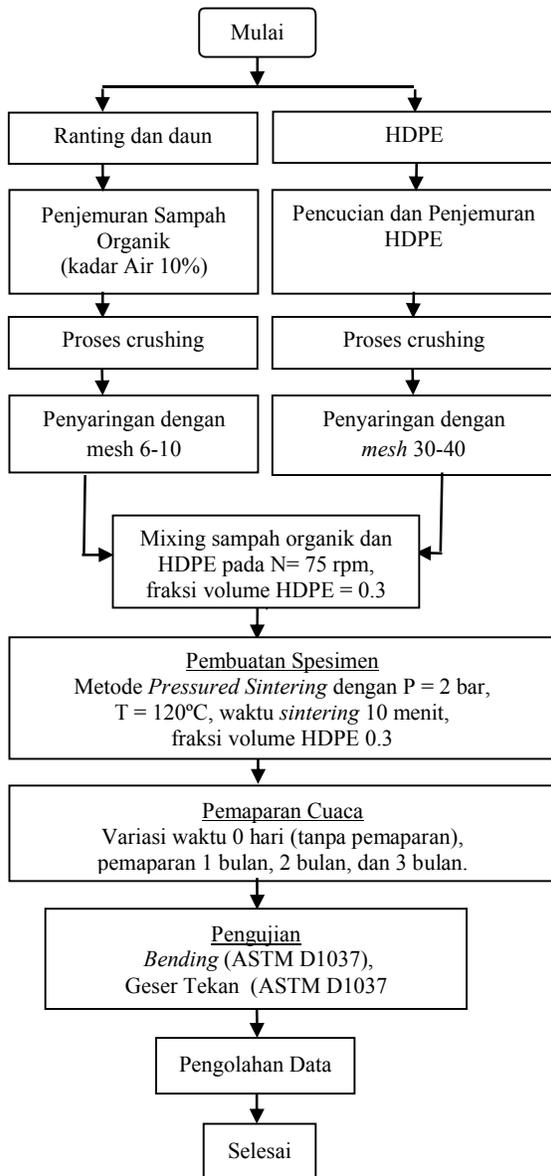
Pemaparan cuaca mengacu pada ASTM D1435. Pemaparan cuaca dilakukan dengan variasi waktu pemaparan 0 bulan, 1 bulan, 2 bulan, dan 3 bulan. Variasi waktu pemaparan tersebut dilakukan untuk mengetahui pengaruh pemaparan cuaca terhadap degradasi karakteristik mekanik dari spesimen.

### h. Tahap Pengujian

Pengujian spesimen yang dilakukan adalah :

1. Pengujian Kekuatan *Bending*.  
Pengujian ini mengacu pada ASTM D 1037.
2. Pengujian Kekuatan Geser Tekan  
Pengujian geser tekan mengacu pada ASTM D 1037.

**DIAGRAM ALIR**



Gambar 2. Bagan tata cara penelitian.

**HASIL DAN ANALISA**

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa pengujian untuk mengetahui pengaruh waktu pemaparan cuaca terhadap karakteristik mekanik komposit HDPE-sampah organik. Pengujian yang dilakukan antara lain uji bending, uji geser tekan dan pengamatan struktur spesimen dengan foto SEM.

**KONDISI PEMAPARAN CUACA**

Komposit HDPE-Sampah Organik dipaparkan pada udara terbuka (*outdoor weathering*) selama 3 bulan di Stasiun PUSLITBANG FP. UNS, Jumantono, Karanganyar. Berikut data meteorologi selama berlangsungnya proses pemaparan cuaca.

**Tabel 1** Rata-Rata Cuaca Bulanan Stasiun PUSLITBANG

Bulan	T (°C)	RH(%)	LPM(%)
Juli	27,55	73,88	72,32
Agustus	28,26	68,93	72,63
September	26,25	66,49	85,28

Keterangan:

T=suhu udara (°C); RH=kelembaban relatif (%); LPM=lama penyinaran matahari (%).

Sumber: Stasiun PUSLITBANG FP UNS, Kec Jumantono, Kab Karanganyar.

**Tabel 2** Rata-Rata Penguapan Panci Terbuka dan Piche

Bulan	h (mm)	H (mm)	E (mm)	P (mm)	T (°C)	
					max	min
Juli	54,8	51,7	3,9	0,8	34,3	23,5
Agustus	48,8	44,5	4,3	0,0	32,7	21,6
September	53,8	48,4	5,5	0,0	33,7	21,9

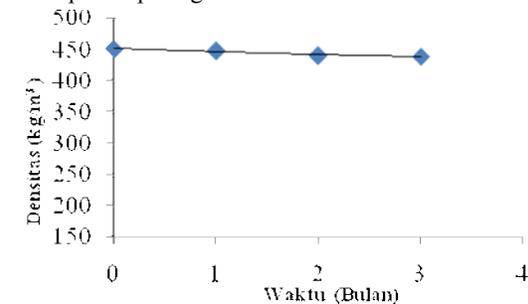
Keterangan:

h= tinggi air (mm); H=beda tinggi air(mm); E=penguapan (mm); P=curah hujan (mm); T=suhu air (°C).

Sumber: Stasiun PUSLITBANG FP UNS, Kec Jumantono, Kab Karanganyar.

**PENGUKURAN DENSITAS KOMPOSIT HDPE-SAMPAH ORGANIK**

Pengukuran densitas dilakukan untuk memprediksi kekuatan suatu komposit. Hasil pengukuran densitas selama pemaparan cuaca ditampilkan pada gambar 3.

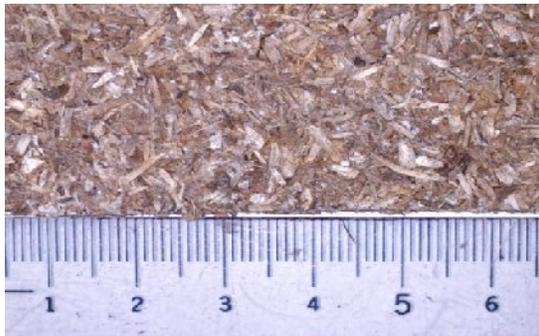


Gambar 3. Pengukuran nilai densitas selama pemaparan cuaca.

Gambar 3 menjelaskan nilai densitas selama proses pemaparan cuaca cenderung sama. Selama pemaparan cuaca memang terjadi pelapukan dan terlepasnya daun dari ikatan antar partikelnya, hal ini berdampak pada turunnya massa komposit dan volume komposit. Karena massa dan volume berbanding lurus, maka nilai densitas yang diperoleh cenderung sama.



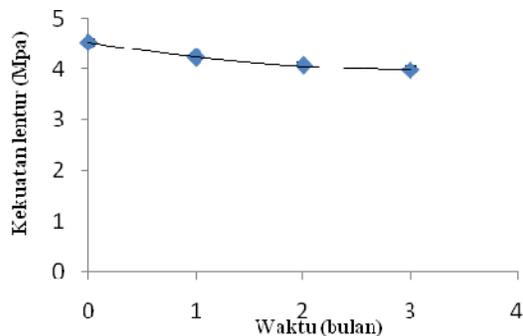
Gambar 4. Spesimen sebelum pemaparan cuaca.



Gambar 5. Spesimen setelah pemaparan cuaca.

**PENGARUH WAKTU PEMAPARAN CUACA TERHADAP KEKUATAN BENDING**

Pengujian *bending* dilakukan dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* dengan metode *three point bending*. Kekuatan ini mengindikasikan ketahanan material terhadap beban lentur. Hasil pengujian *bending* komposit HDPE-sampah organik ditunjukkan pada gambar 6.

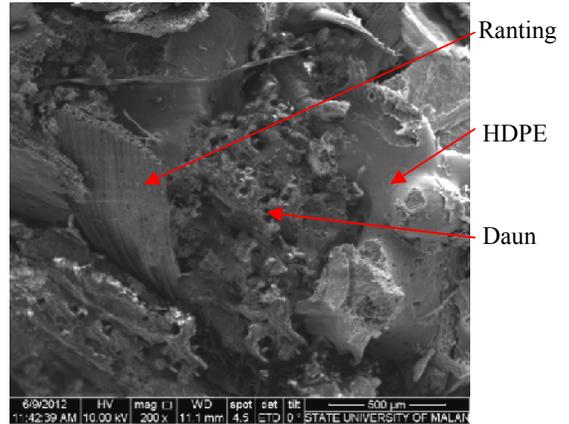


Gambar 6. Pengaruh waktu pemaparan cuaca terhadap kekuatan *bending* komposit HDPE-sampah organik.

Gambar 6 menunjukkan selama proses pemaparan nilai kekuatan *bending* cenderung sama. Efek dari pemaparan cuaca selama 3 bulan belum berdampak secara signifikan pada kekuatan *bending*. Hal ini dikarenakan selama 3 bulan pemaparan cuaca ikatan antar fase HDPE terhadap sampah organik masih kuat. Hal ini sesuai dengan penelitian komposit HDPE/WF yang dilakukan oleh Taib (2010), selama 2000 jam dipaparkan penurunan nilai kekuatan *bending* terjadi tidak begitu signifikan, yaitu

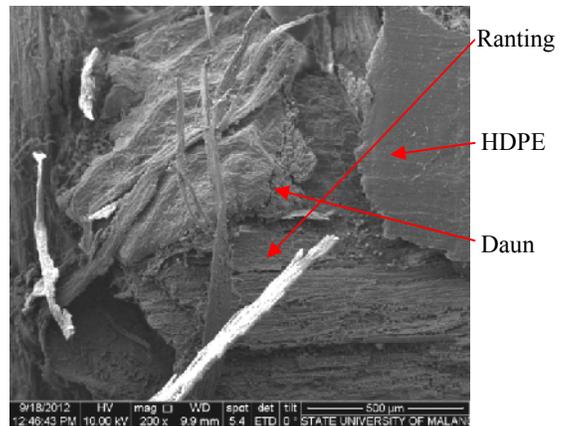
dibawah 6 %. Hal ini dikarenakan selama pemaparan cuaca, kekakuan dan ikatan dari HDPE masih kuat.

**PENGAMATAN SEM**



Gambar 7. Pengamatan SEM spesimen 0 bulan (tanpa perlakuan).

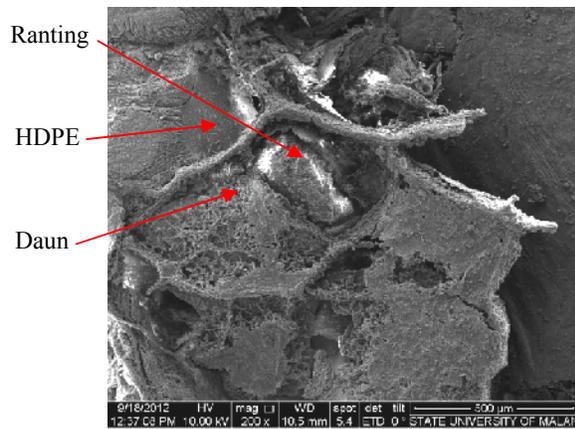
Gambar 7. menunjukkan bentuk dari HDPE ranting dan daun masih utuh. Ikatan antarmuka HDPE-sampah organik masih utuh.



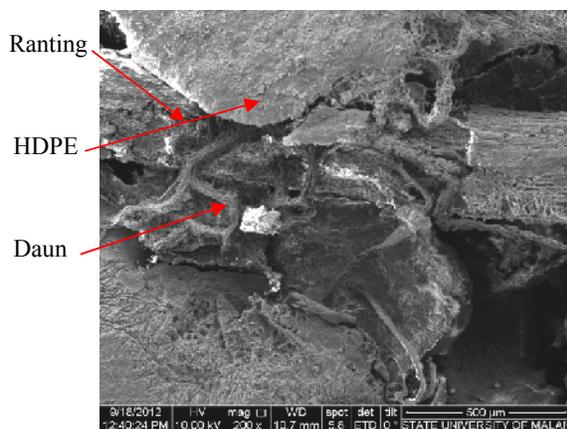
Gambar 8. Spesimen *bending* 1 bulan pemaparan cuaca.

Gambar 8 terlihat struktur HDPE tetap utuh sedangkan pada sampah organik sudah mulai terjadi pelapukan. Walaupun sudah terjadi pelapukan pada sampah organik, namun ikatan antar muka HDPE-sampah organik masih cukup kuat.

Gambar 9 menunjukkan struktur HDPE tetap utuh, sedangkan pada sampah organik terlihat daun semakin habis dan ranting juga terjadi pelapukan. Namun pelapukan yang terjadi tidak merusak ikatan antar muka, karena distribusi HDPE yang mengikat daerah tersebut masih kuat.



Gambar 9. Pengamatan SEM spesimen 2 bulan pemaparan cuaca.



Gambar 10. Pengamatan SEM spesimen 3 bulan pemaparan cuaca.

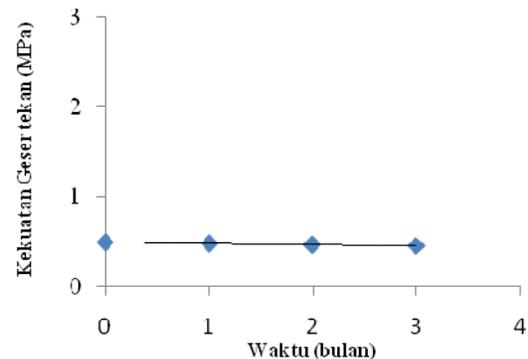
Gambar 10 menunjukkan struktur HDPE yang utuh, sedangkan pada sampah organik daun dan ranting semakin lapuk. Pada sampah organik daun terlihat sudah hancur dan hanya menyisakan tulang daunnya. Nilai kekuatan bending cenderung sama selama pemaparan karena distribusi HDPE sebagai matrik cukup kuat dalam mengikat *fillernya* (daun dan ranting).

#### PENGARUH WAKTU PEMAPARAN TERHADAP KEKUATAN GESER TEKAN

Kekuatan geser tekan pada komposit dapat diketahui dengan pengujian geser tekan. Pengujian geser tekan dilakukan dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine*. Grafik hasil pengujian geser tekan komposit HDPE-sampah organik ditampilkan pada gambar 11.

Dari gambar 11 menunjukkan bahwa selama proses pemaparan belum terjadi penurunan kekuatan geser tekan secara signifikan. Hal ini disebabkan selama rentan waktu 3 bulan pemaparan cuaca, efek dari pemaparan cuaca belum sampai pada bagian tengah spesimen atau dengan kata lain efeknya hanya pada permukaan spesimen yaitu terjadi perubahan warna. Pada pengujian geser tekan bagian

spesimen yang menahan beban adalah pada bagian tengah, dimana ikatan antarfasa HDPE dan sampah organik masih kuat. Seperti pada penelitian komposit serbuk kayu-polipropilena yang dilakukan oleh Sulaeman (2003), selama 3 bulan dipaparkan komposit mengalami perubahan warna pada permukaan, setelah pemaparan selama 6 bulan sifat-sifat mekanis menurun.



Gambar 11. Pengaruh waktu pemaparan cuaca terhadap kekuatan geser tekan komposit HDPE-sampah organik.

#### KESIMPULAN

Pemaparan cuaca selama 3 bulan belum berpengaruh pada kekuatan bending dan kekuatan geser tekan, hal ini dikarenakan ikatan matrik HDPE terhadap sampah organik belum rusak selama 3 bulan pemaparan.

#### SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan mengenai variasi waktu pemaparan cuaca terhadap karakteristik mekanik komposit HDPE-Sampah organik, penulis menyarankan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai:

1. Tempat untuk pemaparan cuaca (*weathering test*) hendaknya tidak terlalu jauh dari tempat pengujian karakteristik mekaniknya.
2. Pengambilan spesimen dari tempat pemaparan cuaca hendaknya lebih hati-hati agar spesimen tidak rusak.

#### DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D-1037, 1999, *Standard Test Methods for Evaluation Properties of Wood-Base Fiber and Particle Panel Materials*. American Society for Testing and Material. USA.
- ASTM D1435, 1999, *Standard Practice for Outdoor Weathering of Plastic*. American Society for Testing and Material, USA.
- ASTM D-5941, 1996, *Standard Test Method for Determining the Izod Impact Strength of Plastics*. American Society for Testing and Material. USA.
- Corneliusse, R.D., 2002, *Property High Density Polyethylene*, Modern Plastic Encyclopedia 99, p.B-198.

- German, R.M., 1994, *Powder Metallurgy Science, The Pennsylvania State University :New Jersy.*
- Gibson, R.F., 1994, *Principles of Composites Material Mechanics, Mc Graw Hill Book Co., Singapore, ed., p.p. 115-155*
- Johnson DA, Maclean WD, and Jacobson R. 1999. *Agro-Plastic Composite: Replacing Polypropilene and Polyethylene with Wheat Straw.*
- Purwanto A., 2011, *Laboratorium Falak: Laboratorium Alternatif yang Murah dan Terpadu*, Prosiding Simposium Nasional Inovasi Pembelajaran dan Sains 2011 (SNIPS 2011), 22-23 Juni 2011, Bandung, Indonesia.
- Rojali, 1997, *Alat-alat Meteorologi Jilid A*, Departemen Perhubungan, Badan Diklat, Balai Diklat Meteorologi dan Geofisika, Jakarta
- Scwartz, M.M., 1992, *Composite Material Handbook, Mc Graw Hill Inc., Ranogajeg, J., 1999, Influence of particle size and furnace atmosphere on*
- Simonsen J. 1996. *The Mechanical Properties of Wood Fiber-Plastic Composite: Theoretical vs Experimental. In: Fourth International Conference on Woodfiber-Plastic Composites.* Forest Product Society, Madison. Pp. 134-143.
- Sudiyani Y, Imamura Y, Doi S, and Yamauchi S. 2003. *Infrared Spectroscopic Invetigations of Weathering Effect on The Surface of Tropical Wood.* Journal wood Science (2003) 49:86-92.
- Sulaeman R. 2003. *Detorasi Komposit Serbuk Kayu-Plastik Polipropiulena Daur Ulang oleh Cuaca dan Rayap.* Thesis. Program Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Taib M., Ahmad Zauzi N.S., Mohd Ishak Z.A., Rozman H.D., 2010. *Effects of Photo-Stabilizers on the Properties of Recycled High-Density Polyethylene (HDPE)/Wood Flour (WF) Composites Exposed to Natural Weathering*, Universiti Sains Malaysia, 14300 Nibong Tebal, Penang, Malaysia.
- Yonanta Riyan., 2008, *Pengaruh Ukuran Serbuk HDPE Terhadap Karakteristik Komposit HDPE-Ban Menggunakan Pressured Sintering*, Skripsi, UNS, Surakarta.