

**SIFAT-SIFAT DASAR PAPAN KOMPOSIT PLASTIK DARI  
LIMBAH SERBUK GERGAJIAN KAYU JATI DAN PLASTIK  
POLIETILEN BERKERAPATAN TINGGI**

**ARIF DELVIAWAN**



**DEPARTEMEN HASIL HUTAN  
FAKULTAS KEHUTANAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2015**



## **PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi berjudul Sifat-Sifat Dasar Papan Komposit Plastik dari Limbah Serbuk Gergajian Kayu Jati dan Plastik Polietilen Berkerapatan Tinggi adalah benar karya saya dengan arahan dari komisi pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir skripsi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, September 2015

*Arif Delviawan*  
NIM E24110002

## ABSTRAK

ARIF DELVIAWAN. Sifat-Sifat Dasar Papan Komposit Plastik dari Limbah Serbuk Gergajian Kayu Jati dan Plastik Polietilen Berkerapatan Tinggi. Dibimbing oleh MUH YUSRAM MASSIJAYA.

WPC merupakan salah satu produk daur ulang inovatif dari limbah gergajian dan plastik yang sangat prospektif. Penelitian ini dilakukan di PT. Nagaemas Indonesia Yogyakarta, Laboratorium Bio-Komposit dan Laboratorium Rekayasa dan Desain Bangunan Kayu, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kualitas produk papan komposit plastik khususnya jenis *decking* dan *slate*. Penelitian ini menggunakan tiga produk, yakni *decking* formula 1 HDPE *flakes*, *decking* formula 2 HDPE *pellet*, dan *slate* formula 3 HDPE *pellet* dengan lima kali ulangan. Pengujian sifat-sifat dasar papan komposit ini berdasarkan pada standar ASTM D 7031-04, dan hasilnya menunjukkan: 1). Nilai kerapatan 1.25 g/cm<sup>3</sup> sampai 1.34 g/cm<sup>3</sup>; 2). Nilai kadar air 0.88% sampai 1.53%; 3). Nilai daya serap air 2 dan 24 jam masing-masing 0.77% sampai 1.66% dan 1.21% sampai 2.81%; 4). Perubahan tebal < 1%; 5). Nilai keteguhan lentur (MOE) 23 x 10<sup>3</sup> kgf/cm<sup>2</sup> sampai 29 x 10<sup>3</sup> kgf/cm<sup>2</sup>; 6). Nilai keteguhan patah (MOR) 121 kgf/cm<sup>2</sup> sampai 170 kgf/cm<sup>2</sup>; 7). Kekerasan 23 kg/cm<sup>2</sup> sampai 121 kg/cm<sup>2</sup>; 8). Uji tekan sejajar 214 kg/cm<sup>2</sup> sampai 246 kg/cm<sup>2</sup>, tegak lurus atas 283 kg/cm<sup>2</sup> sampai 356 kg/cm<sup>2</sup> dan tegak lurus samping 145 kg/cm<sup>2</sup> sampai 220 kg/cm<sup>2</sup>. Produk ini layak digunakan sebagai lantai di luar bangunan (eksterior).

Kata kunci: limbah kayu gergaji, papan komposit plastik, polietilen, sifat dasar

## ABSTRACT

ARIF DELVIAWAN. Fundamental Properties of Wood Plastic Composite made from Teak Sawdust and High Density Polyethylene Plastics Wastes. Supervised by MUH YUSRAM MASSIJAYA.

WPC is one of recycle innovative product made from sawdust and plastic wastes which has a high prospective. This research conducted in PT. Nagaemas Indonesia, the Laboratory of Bio-Composites and Engineering Laboratory and Wood Building Design, Faculty of Forestry, Bogor Agricultural University. This research objective was to determine the characteristics of WPC particularly the type of decking and slate. This research designed with three treatments namely decking HDPE flakes using the first formula, decking HDPE pellet using the second formula, and slate HDPE pellet using the third formula. Each treatment were produced and evaluated in 5 replications. The fundamental properties of WPC samples were evaluated based on ASTM D 7031-04 standard. The research results were as follows: 1). density were 1.25 g/cm<sup>3</sup> to 1.34 g/cm<sup>3</sup>; 2). moisture content were 0.88% to 1.53%; 3). water absorption of 2 and 24 hours were 0.77% to 1.66% and 1.21% to 2.81% respectively; 4). thickness swelling values under 1%; 5). range modulus of elasticity values (MOE) were 23 x 10<sup>3</sup> kgf/cm<sup>2</sup> to 29 x 10<sup>3</sup> kgf/cm<sup>2</sup>; 6). modulus of rupture values (MOR) were 121 kgf/cm<sup>2</sup> to 170 kgf/cm<sup>2</sup>; 7). Hardness were 23 kg/cm<sup>2</sup> up to 121 kg/cm<sup>2</sup>; 8). Compressive strength to the surface were 283 kg/cm<sup>2</sup> to 356 kg/cm<sup>2</sup>, compressive to the length were 214 kg/cm<sup>2</sup> to 246 kg/cm<sup>2</sup>, and compressive strength to the side were 145 kg/cm<sup>2</sup> to 220 kg/cm<sup>2</sup>. This product suitable used as a floor outside the building (exterior).

Keywords: fundamental properties, polyethylene, sawdust wastes, wood plastic composite

**SIFAT-SIFAT DASAR PAPAN KOMPOSIT PLASTIK DARI  
LIMBAH SERBUK GERGAJIAN KAYU JATI DAN PLASTIK  
POLIETILEN BERKERAPATAN TINGGI**

**ARIF DELVIAWAN**

Skripsi  
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar  
Sarjana Kehutanan  
pada  
Departemen Hasil Hutan

**DEPARTEMEN HASIL HUTAN  
FAKULTAS KEHUTANAN  
INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2015**



Judul Skripsi: Sifat-Sifat Dasar Papan Komposit Plastik dari Limbah Serbuk  
Gergajian Kayu Jati dan Plastik Polietilen Berkerapatan Tinggi

Nama : Arif Delviawan

NIM : E24110002

Disetujui oleh  
Dosen Pembimbing

Prof Dr Ir Muh Yusram Massijaya, MS  
NIP. 19641124 198903 1 004

Diketahui oleh  
Ketua Departemen Hasil Hutan  
Fakultas Kehutanan, IPB

Prof Dr Ir Fauzi Febrianto, MS  
NIP. 19630209 198903 1 002

Tanggal Lulus:

## PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Februari 2015 ini ialah *Wood Plastic Composite*, dengan judul Sifat-Sifat Dasar Papan Komposit Plastik dari Limbah Serbuk Gergajian Kayu Jati dan Plastik Polietilen Berkerapatan Tinggi. Terima kasih penulis ucapkan kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian karya ilmiah ini, dan penghargaan setinggi-tingginya kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Muh Yusram Massijaya, MS selaku dosen pembimbing atas kesabaran dan keikhlasannya dalam memberikan bimbingan ilmu, nasehat, arahan, motivasi, dukungan kepada penulis.
2. Bapak Suhada, Bapak Kadiman dan Bapak Muhamad Irfan selaku laboran atas bantuan dan dukungan kepada penulis.
3. Orang tua tercinta Bapak Muhidin dan Ibu Darmi Wati, saudara-saudara tersayang Adek Ayuna Seftita Dahlia dan Adek Andhina Yulianti atas kasih sayang, cinta, doa, dan dukungan yang telah diberikan selama ini.
4. Seluruh keluarga besar Fakultas Kehutanan khususnya Departemen Hasil Hutan (dosen pengajar, para staf, para laboran, rekan-rekan mahasiswa DHH serta mamang bibi) yang selalu membantu selama ini.
5. Keluarga Dank Aleksi Utama, dan Ayuk Dila, serta cik Erwin Harozah yang telah memberikan dukungan selalu kepada penulis selama ini.
6. Keluarga dan teman terdekat penulis dari angkatan "Modis" Asrama Sylvapinus IPB M. Imam 'Hitut' Ardiansyah, Tri 'Mongol' Budiarto, Rizki 'Baret' Ginting, Roki 'Perek' Mirza Muhlim, Bimo 'Taram' Hariokusumo, Syamsudin 'Iler' Ahmad Slamet, Yusuf 'Bapuk' Faizhal, Thasin 'Borok' Abdullah, atas kebersamaan dan kehangatan keluarga yang tidak akan putus dan dilupakan oleh Arif 'Migut' Delviawan.
7. Teman-teman THH 48 : Imam Busyra, M. Syifa Ilhami, Norhamidah, Ovi Noviana, Adinda Rizki Putri, dan lainnya yang tidak mungkin disebutkan satu persatu, serta Kakak dan Adik kelas yang selama ini membantu penulis selama perkuliahan dan penelitian.
8. Keluarga besar Ikatan Mahasiswa Bumi Rafflesia IPB : Eksan Apriawan, Ike Rosmanita, Indah Erina Priska, Nola, Selvia, M. Iqbal, dan yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu terima kasih atas kebersamaan serta motivasinya selama ini.
9. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu kelancaran studi penulis, baik selama kuliah maupun dalam penyelesaian skripsi ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat.

Bogor, September 2015

*Arif Delviawan*



## DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Perumusan Masalah	2
Tujuan Penelitian	2
Manfaat Penelitian	2
Ruang Lingkup Penelitian	3
METODE	3
Bahan	3
Alat	3
Metode Penelitian	3
Prosedur Analisis Data	6
HASIL DAN PEMBAHASAN	6
Hasil	6
Pembahasan	7
SIMPULAN DAN SARAN	14
Simpulan	14
Saran	14
DAFTAR PUSTAKA	14
LAMPIRAN	17
RIWAYAT HIDUP	17

## **DAFTAR TABEL**

1. Formula papan komposit plastik	4
2. Hasil analisis keragaman sifat-sifat dasar papan komposit plastik a)	6
3. Hasil analisis keragaman sifat-sifat dasar papan komposit plastik b)	6
4. Hasil analisis keragaman sifat-sifat dasar papan komposit plastik c)	7

## **DAFTAR GAMBAR**

1. Kadar air papan komposit plastik beberapa produk	7
2. Kerapatan papan komposit plastik beberapa produk	8
3. Daya serap air papan komposit plastik pada beberapa produk	9
4. Perubahan tebal papan komposit plastik pada beberapa produk	10
5. Modulus lentur papan komposit plastik pada beberapa produk	11
6. Modulus patah papan komposit plastik pada beberapa produk	12
7. Kekerasan papan komposit plastik pada beberapa produk	13
8. Uji tekan papan komposit plastik pada beberapa produk	13

## **DAFTAR LAMPIRAN**

1. Foto kerusakan papan setelah uji	17
-------------------------------------	----

# PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Kebutuhan manusia terhadap kayu semakin meningkat seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk. Kayu dalam kehidupan sehari-hari menjadi kebutuhan pokok bagi manusia untuk bahan bangunan, *furniture*, dan lain sebagainya. Akan tetapi, kebutuhan kayu tidak diimbangi dengan ketersediaan kayu yang ada di hutan. Kekurangan bahan baku kayu dimasa yang akan datang diduga cenderung semakin besar. Data statistika kementerian kehutanan (2014) menunjukkan produksi kayu bulat di tahun 2013 yang dihasilkan dari hutan alam melalui kegiatan pada IUPHHKHA, Izin Pemanfaatan Kayu (IPK) dalam rangka pembukaan wilayah hutan, dan pembangunan Hutan tanaman (HTI) serta kegiatan hutan rakyat sebesar 23.23 juta m<sup>3</sup>, sedangkan data rekapitulasi kapasitas produksi iuphhk kapasitas produksi di atas 6000 m<sup>3</sup> mencapai 38.86 juta m<sup>3</sup>. Hal ini membuktikan bahwa terjadi gap  $\pm 59.78\%$ . Keadaan ini diperparah dengan tingginya laju deforestasi di Indonesia yang mencapai 1.51 juta m<sup>3</sup>, dan belum optimalnya pemanfaatan bahan baku kayu yang ada dengan ditandai tingginya limbah yang dihasilkan dari industri kayu.

Menurut data Kementerian Kehutanan (2014) bahwa kapasitas industri kayu gergajian di atas 6000 m<sup>3</sup> pada tahun 2013 mencapai 3.33 juta m<sup>3</sup>. Bisa dibayangkan jika rendemennya adalah 50%, berarti terdapat  $\pm 1.67$  juta m<sup>3</sup> menjadi limbah. Peningkatan industri pengolahan kayu seperti industri kayu lapis, pengerjaan kayu, dan industri pengolahan hasil hutan kayu lainnya otomatis meningkatkan jumlah limbah yang dihasilkan. Hal ini didukung juga dengan peningkatan jumlah limbah plastik yang justru mencemari lingkungan (Rahman *et al.* 2013). Limbah plastik yang dihasilkan di Indonesia mencapai 5.4 juta ton/tahun (KNLH 2008) dan sangat sulit terdekomposisi, sehingga melakukan daur ulang menjadi produk yang berguna, ekonomis, dan ramah lingkungan merupakan alternatif terbaik. Oleh karena itu, diperlukan teknologi yang tepat dalam mengatasi permasalahan limbah ini agar menjadi produk inovatif dan berguna. Komposit menjadi salah satu produk daur ulang inovatif dari permasalahan limbah kayu dan plastik tersebut.

Komposit adalah istilah umum untuk semua penggabungan dua atau lebih benda padat, sehingga berfungsi bersama-sama secara lebih baik dibandingkan bahan tunggal pada produk jadi (Segerholm 2012). Papan komposit plastik merupakan penggabungan serbuk kayu dengan bahan termoplastik dan tambahan bahan aditif lainnya untuk meningkatkan kualitas yang dibentuk pada suhu dan tekanan tertentu (Rahman *et al.* 2013). Perkembangan industri papan komposit plastik tergolong baru, namun sangat menjanjikan dan di dunia internasional terus meningkat (Pritchard 2004). Menurut Wulandari (2013) dan (Massijaya *et al.* 2005) papan komposit sangat ideal dikembangkan sebagai pengganti produk utama kayu karena memiliki keunggulan antara lain adalah bahan bakunya bisa dari berbagai limbah non kayu (limbah pertanian, limbah perkebunan dan limbah rumah tangga seperti limbah kayu, kertas, dan plastik).

Keunggulan papan komposit dibanding dengan kayu solid adalah papan komposit dalam ukuran dapat lebih fleksibel, kerapatan papan dapat dibuat sesuai dengan tujuan penggunaan, cacat kayu yang ada dapat terdistribusi secara merata, dan bersifat homogen (Ria 2009). Keunggulan lainnya adalah daya tahan tinggi, pemeliharaan rendah, kekuatan tinggi, harga bersaing, kuangnya degradasi akibat jamur, tahan rayap, dan bahan baku yang berlimpah (Klyosov AA 2007; El-Hagger *et al.* 2011). Penggunaan WPC sampai saat ini adalah sebagai *decking*, pagar, dinding, bangku taman, *molding* dan *trim*, jendela, kusen pintu, panel, dan *furnitur indoor* lainnya (Winandy *et al.* 2004). Industri papan komposit plastik di Indonesia baru terdapat di tiga daerah, yakni Batam, Kalimantan, dan Yogyakarta.

PT. Nagaemas Indonesia merupakan salah satu perusahaan yang memanfaatkan limbah plastik *high density polyethylene* dan limbah serbuk gergajian kayu jati untuk memproduksi papan komposit plastik (*wood plastic composite*). Sampai saat ini perusahaan ini belum melakukan penelitian secara spesifik untuk mengetahui sifat-sifat dasar dari produk yang dibuat dan dipasarkannya. Berdasarkan pertimbangan tersebut, penelitian ini dilaksanakan di PT. Nagaemas Indonesia sebagai salah satu industri perkayuan yang bergerak dibidang pengolahan hasil hutan. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi evaluasi sifat-sifat dasar produk pada PT. Nagaemas Indonesia khususnya jenis *decking* dan *slate*.

### **Perumusan Masalah**

Kebutuhan manusia terhadap kayu semakin meningkat akan tetapi tidak diimbangi dengan ketersediaan kayu yang ada di hutan. Didukung dengan banyaknya jumlah limbah gergajian yang tidak termanfaatkan secara optimal dan banyaknya jumlah limbah plastik yang justru mencemari lingkungan. Maka perlu adanya pengembangan papan komposit sebagai alternatif. Papan komposit plastik menjadi salah satu produk daur ulang inovatif dari limbah kayu dan plastik, untuk itu perlu dilakukan uji terhadap sifat-sifat dasar papan komposit plastik sebagai evaluasi ke depannya agar lebih baik.

### **Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kualitas produk papan komposit plastik khususnya jenis *decking* dan *slate*, serta menentukan produk terbaik dari papan komposit plastik.

### **Manfaat Penelitian**

- Penelitian ini diharapkan dapat menjadi evaluasi dasar penggunaan produk papan komposit plastik khususnya jenis *decking* dan *slate* serta membandingkan pengaruh beberapa produk dari jenis formula yang selama ini diterapkan.
- Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi produk terbaik dalam pembuatan papan komposit plastik.

## Ruang Lingkup Penelitian

Ruang Lingkup penelitian ini adalah menguji sifat-sifat dasar papan komposit plastik jenis *decking* dan *slate* yang terdiri dari uji kadar air, kerapatan, daya serap air, perubahan tebal, kekuatan lentur (MOE dan MOR), kekerasan, dan kekuatan tekan.

## METODE

### Bahan

Bahan utama yang digunakan adalah produk jenis *decking* dan *slate* yang dibuat di PT. Nagaemas Indonesia yang beralamatkan di Jl. Ring Road Selatan No. 27 Pelemsewu Panggunharjo Sewon Bantul, Yogyakarta, Indonesia. Penguji ikut serta dalam proses pembuatan produk yang akan diuji, dan mengetahui formula yang diterapkan. Namun, formula tidak bisa untuk dilampirkan secara rinci karena merupakan rahasia perusahaan.



Alat yang digunakan adalah timbangan elektrik, kamera, alat tulis, penggaris, kaliper, plat besi, *oven*, tirisian, desikator, *circular saw*. Pengujian lentur dan kekerasan menggunakan UTM merk Instron, sedangkan uji tekan menggunakan alat UTM (*Universal Testing Machine*) merk Baldwin.

### Metode Penelitian

#### Pengadaan Sampel Uji

Bahan uji dibuat di PT. Nagaemas Indonesia. Penguji ikut serta dalam proses pembuatan produk yang akan diuji, sehingga peneliti mengetahui jenis campuran (formula) yang digunakan dan persentasenya. Persentase antara filler, polimer (plastik HDPE), dan zat aditif secara berurut adalah sebesar 66% : 24% : 10%, secara lengkapnya terlihat pada Tabel 1. Namun, dalam hal formula tidak bisa disertakan atau dilampirkan secara rinci karena merupakan rahasia perusahaan. Bahan baku berupa campuran limbah serbuk gergajian kayu jati, plastik polietilen berkerapatan tinggi, dan *talc (filler)* dengan penambahan zat aditif yang bertujuan untuk meningkatkan sifat fisis maupun sifat mekanisnya (Iswanto 2009). Tahap pertama bahan baku ditimbang sesuai dengan persentase formula yang digunakan. Kemudian masuk ke tahap pencampuran bahan baku dalam mesin pencampur (*mixer*). Bahan baku yang telah tercampur secara homogen selanjutnya dimuat menuju mesin pembentuk *pellet*. Selanjutnya merupakan proses pembentukan papan komposit plastik dengan menggunakan mesin *extruder*. Produk yang sudah jadi kemudian dipotong menggunakan *circular saw machine* di *Workshop*

Laboratorium Pengerjaan Kayu Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB. Penelitian ini menggunakan standar ASTM D 7031-04.

Tabel 1 Formula papan komposit plastik

Bahan	Presentase Formula (%)		
	Produk 1	Produk 2	Produk 3
Wood dust	30	30	30
Talc	30	30	30
Calcium	6	6	6
HDPE	24	24	24
Group aditif 1	10 ( <i>flakes</i> )	-	-
Group aditif 2	-	10 ( <i>pellet</i> )	-
Group aditif 3	-	-	10 ( <i>pellet</i> )

### Pengujian Sifat - Sifat Dasar Sampel WPC

#### 1. Kadar Air

Contoh uji kadar air berukuran 2.5 cm x 2.5 cm x 2.5 cm dimensi panjang, tebal, dan lebarnya dalam kondisi kering udara untuk jenis *decking*, sedangkan untuk jenis *slate* berukuran 2.5 cm x 2.5 cm x 1.1 cm. Kadar air dihitung berdasarkan berat awal dan berat kering tanur selama 24 jam pada suhu  $103 \pm 2$  °C. Nilai kadar air papan dihitung berdasarkan rumus :

$$KA = \frac{BA - BKT}{BKT} \times 100\%$$

Keterangan :

- KA = Kadar air
- BA = Berat awal (g)
- BKT = Berat kering tanur (g)

#### 2. Daya Serap Air

Contoh uji berukuran 2.5 cm x 2.5 cm x 2.5 cm dimensi panjang, tebal, dan lebar dalam kondisi kering udara untuk jenis *decking*, sedangkan untuk jenis *slate* berukuran 2.5 cm x 2.5 cm x 1.1 cm. Selanjutnya direndam dalam air (suhu 25 °C) selama 2 dan 24 jam, kemudian diukur kembali beratnya.

Besar nilai daya serap air diperoleh dari perhitungan:

$$DSA = \frac{B2 - B1}{B1} \times 100\%$$

Keterangan: DSA = Daya serap air (%)  
 B1 = Berat awal sampel (g)  
 B2 = Berat akhir sampel (g)

#### 3. Perubahan Tebal

Contoh uji perubahan tebal sama dengan contoh uji daya serap air. Contoh uji dalam kondisi kering udara diukur dimensi tebal, panjang, dan lebarnya kemudian dirata-ratakan. Selanjutnya contoh uji direndam dalam air selama 5 hari, dilanjutkan pengovenan selama 2 hari pada suhu 103 °C (1 siklus) dan diukur masing-masing dimensinya sampai 3 siklus. Nilai perubahan tebal dinyatakan dalam persen yang dihitung dengan rumus:

$$PT = \frac{Takhir - Tawal}{Tawal} \times 100\%$$

Keterangan: PT = Perubahan tebal (%)  
 T awal = Tebal awal sampel (cm)  
 T akhir = Tebal akhir sampel (cm)

#### 4. Kerapatan

Sampel pengujian kerapatan berdimensi 2.5 cm x 2.5 cm x 2.5 cm panjang, tebal, dan lebarnya dalam kondisi kering udara untuk jenis *decking*, sedangkan untuk jenis *slate* berukuran 2.5 cm x 2.5 cm x 1.1 cm. Nilai kerapatan diperoleh dari perbandingan berat kayu dengan volumenya dalam kondisi kering udara. Nilai volume didapat dengan menggunakan hukum Archimedes, yakni perendaman sampel pada tabung ukur yang di isi air. Jumlah air yang naik akibat adanya sampel dikonversi ke cm<sup>3</sup> itulah volumenya. Penentuan kerapatan ini dilakukan secara gravimetris dengan menggunakan rumus :

$$\rho = \frac{m}{v}$$

Keterangan :

$\rho$  = Kerapatan (g/cm<sup>3</sup>)  
 $m$  = Massa contoh uji (g)  
 $v$  = Volume contoh uji (cm<sup>3</sup>)

#### 5. Keteguhan Lentur Statis

Pengujian pada keteguhan lentur ini dimaksud untuk mendapatkan nilai kekakuan (MOE) dan ketahanan (MOR). Contoh uji jenis *decking* yang berukuran 100 cm x 14.65 cm x 2.5 cm diukur dimensi tebal dan lebarnya, kemudian diletakan pada alat uji dengan beban berada ditengah bentang dan panjang bentangnya 98 cm. Contoh uji jenis *slate* berukuran 30 cm x 7.3 cm x 1.1 cm diukur dimensi tebal dan lebarnya, kemudian diletakan pada alat uji dengan beban berada ditengah bentang dan panjang bentangnya 28 cm. Pembebanan dilakukan dengan laju pembebanan 11.016 mm/menit pada mesin UTM merk Instron. Keteguhan lentur status berupa modulus patah (MOR) dan modulus elastisitas (MOE) dapat dihitung dengan persamaan:

$$MOR(kgf / cm^2) = \frac{Mc}{I} \qquad MOE(kgf / cm^2) = \frac{Pl^3}{48YI}$$

Keterangan :

MOR = Modulus patah (kgf/cm<sup>2</sup>)      M = 0.25\*Pmax\*1  
 $c$  = *centroid* terpendek (cm)      Y = *Trendline* grafik hasil pengujian  
 $I$  = Momen inersia (kg cm<sup>2</sup>)      l = Panjang bentang (cm)  
 MOE = kekakuan (kgf/cm<sup>2</sup>)      P = Beban sampai batas proporsional (kg)

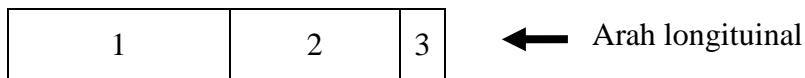
#### 6. Kekerasan

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui besarnya nilai kekerasan (*hardness*) pada produk papan komposit plastik. Contoh uji di tekan menggunakan mesin Instron dengan sistem pembenaman setengah bola baja dengan luas 1 cm<sup>2</sup> dan kecepatan uji 6 mm/menit. Persamaan yang digunakan adalah Pmax dibagi luas ½ bola baja.

#### 7. Keteguhan Tekan

Sampel uji yang telah dipotong diuji dengan menggunakan mesin UTM merk *Baldwin* pada arah searah dan tegak lurus sumbu longitudinal. Arah longitudinal didekati dengan arah panjang papan komposit plastik. Kemudian datanya diolah menggunakan aplikasi *DAQ Manager VI.6.2.73*. Keteguhan Tekan

(kg/cm<sup>3</sup>) diperoleh dengan membagikan antara gaya maksimum (kg) yang diterima papan dengan luas permukaannya (cm<sup>3</sup>).



Ukuran sampel *decking* :

- 1). (14.65 x 14.65 x 2.50) cm : tekan tegak lurus dari atas-bawah
- 2). (14.65 x 12.50 x 2.50) cm : tekan sejajar Longitudinal
- 3). (14.65 x 2.93 x 2.50) cm : tekan tegak lurus dari kiri-kanan

Ukuran sampel *slate* :

- 1). (7.30 x 7.20 x 1.10) cm : tekan tegak lurus dari atas-bawah
- 2). (7.30 x 5.50 x 1.10) cm : tekan sejajar Longitudinal
- 3). (7.30 x 1.46 x 1.10) cm : tekan tegak lurus dari kiri-kanan

### Prosedur Analisis Data

Pengolahan data pada penelitian ini dilakukan dengan *Microsoft Excel 2013* dan SAS 9.1.3. Model rancangan percobaan yang digunakan pada penelitian ini adalah RAL (Rancangan Acak Lengkap) satu faktor. Penelitian ini menggunakan tiga jenis produk, yakni produk 1 (*decking*, formula 1, *flakes*), produk 2 (*decking*, formula 2, *pellet*), dan produk 3 (*slate*, formula 3, *pellet*) dengan ulangan sebanyak lima kali per masing-masing produknya. Jika hasil analisis di atas 0.05 maka hasilnya tidak berpengaruh, apabila di bawah 0.05 maka hasilnya berpengaruh signifikan, dan apabila di bawah 0.01 maka hasilnya berpengaruh sangat signifikan. Jika hasil analisis keragaman signifikan dan sangat signifikan maka dilakukan uji lanjut Duncan untuk melihat apakah pengaruhnya berbeda nyata atau tidak berbeda nyata.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Hasil

Hasil analisis keragaman sifat-sifat dasar papan komposit plastik yang terdiri dari kadar air (KA), kerapatan ( $\rho$ ), daya serap air (DSA), kekerasan, MOE, MOR, kekakuan batang (EI) dan uji tekan disajikan pada Tabel di bawah ini.

Tabel 2 Hasil analisis keragaman sifat-sifat dasar papan komposit plastik a)

Produk	Analisis Keragaman ( $\alpha = 0.05$ )					
	KA	$\rho$	DSA 2	DSA 24	Kekerasan	P. Tebal
1	0.0001c*	0.0001b*	0.0001b*	0.0001b*	0.0001a*	0.7439^a
2	0.0001b*	0.0001a*	0.0001b*	0.0001b*	0.0001a*	0.7439^a
3	0.0001a*	0.0001c*	0.0001a*	0.0001a*	0.0001b*	0.7439^a

Tabel 3 Hasil analisis keragaman sifat-sifat dasar papan komposit plastik b)

Produk	Analisis Keragaman ( $\alpha = 0.05$ )					
	MOE		MOR		EI	
	Atas	Bawah	Atas	Bawah	Atas	Bawah
1	0.0001c*	0.0004b*	0.0011a*	0.0001b*	0.0001b*	0.0001b*
2	0.0001b*	0.0004a*	0.0011b*	0.0001c*	0.0001a*	0.0001a*
3	0.0001a*	0.0004a*	0.0011b*	0.0001a*	0.0001c*	0.0001c*



Tabel 4 Hasil analisis keragaman sifat-sifat dasar papan komposit plastik c)

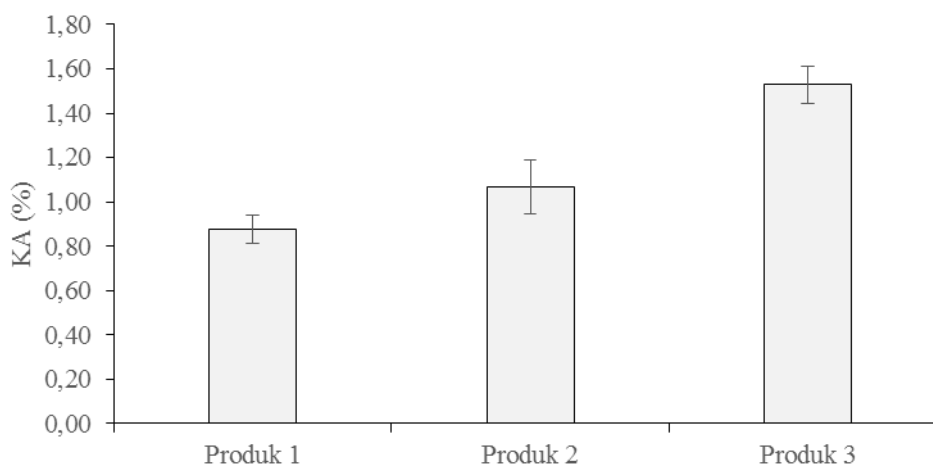
Produk	Analisis keragaman ( $\alpha = 0.05$ )		
	Tekan		
	Tegak Lurus Atas	Sejajar	Tegak Lurus Samping
1	0.0001b*	0.0001b*	0.0013b*
2	0.0001b*	0.0001a*	0.0013b*
3	0.0001a*	0.0001a*	0.0013a*

Keterangan: \* = berpengaruh sangat signifikan, ^ = tidak berpengaruh, huruf sama = tidak berbeda nyata, huruf berbeda = berbeda nyata, dalam 1 kolom = nilai *mean* a > nilai *mean* b > nilai *mean* c, produk 1 = *decking*, formula 1, *flakes*, produk 2 = *decking*, formula 2, *pellet*, dan produk 3 = *slate*, formula 3, *pellet*.

## Pembahasan

### Kadar air

Menurut Bowyer *et al.* (2003) kadar air menunjukkan banyaknya kandungan air yang terdapat dalam papan. Papan komposit plastik yang terkena kondisi lingkungan (eksterior) harus sering dilakukan pemantauan kadar air dan distribusi air, yang berpengaruh terhadap aktivitas biologis dan sifat mekanik (Hui *et al.* 2012). Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar air papan komposit berkisar antara 0.88% sampai 1.53% (Gambar 1). Berdasarkan analisis keragaman (Tabel 2) didapat bahwa formula produk berpengaruh sangat signifikan terhadap kadar air papan komposit plastik pada selang kepercayaan 95%, sehingga dilakukan uji lanjut Duncan.



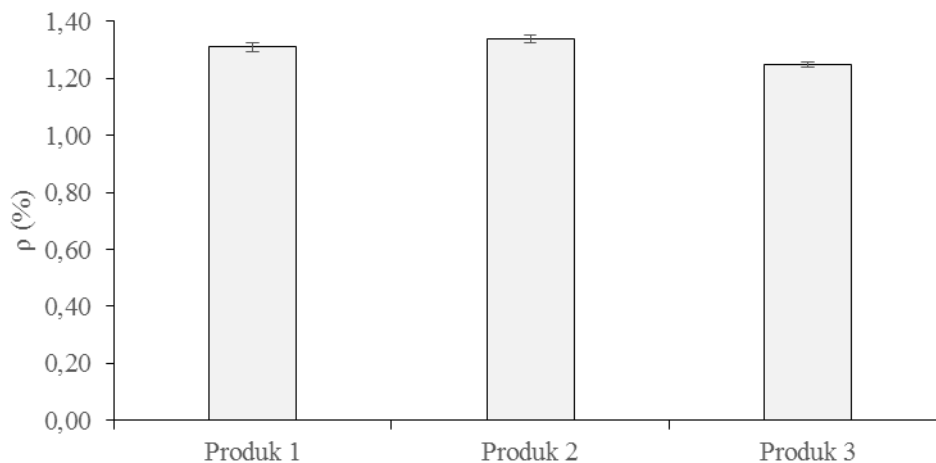
Gambar 1 Kadar air papan komposit plastik beberapa produk

Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa kadar air tertinggi dimiliki papan jenis *slate* formula 3 HDPE *pellet*, dan berbeda nyata dengan papan jenis lainnya. Kadar air terendah dimiliki papan jenis *decking* formula 1 HDPE *flakes* dan berpengaruh positif terhadap sifat kekakuan dan ketahanan papan salah satunya terhadap pembusukan (Leung dan Gnatowski 2011). Rendahnya nilai kadar air papan komposit yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat dipahami karena plastik bersifat hidrofobik sehingga akan mengurangi kemampuan papan secara keseluruhan dalam menyerap air (Setyawati dan Massijaya 2005). Didukung oleh pernyataan Nuryawan *et al.* (2008) bahwa umumnya kadar air papan komposit lebih rendah daripada kadar air bahan bakunya/kayu.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa papan komposit dari plastik HDPE daur ulang (jenis *flakes*) lebih baik daripada papan komposit dari jenis HDPE murni yang berasal dari industri (jenis *pellet*). Sesuai dengan penelitian yang dilakukan Soleimani *et al.* (2012) yang membuktikan bahwa kadar air papan komposit plastik akan menurun seiring dengan peningkatan jumlah plastik HDPE jenis daur ulang pada papan komposit plastik. Hal ini disebabkan oleh peningkatan dispersi dan adhesi antar permukaan karena adanya kotoran kimia, perbedaan molekul, dan komposisi yang berbeda pada plastik daur ulang.

### Kerapatan

Kerapatan didefinisikan sebagai massa atau berat per satuan volume yang sering dinyatakan dalam perbandingan berat segar dengan volume segar (Bowyer *et al.* 2003). Kerapatan papan komposit plastik merupakan salah satu sifat fisis yang sangat berpengaruh terhadap sifat fisis lainnya (Wardani *et al.* 2012) dan berhubungan langsung dengan porositasnya, yaitu proporsi volume rongga kosong. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kerapatan papan berkisar antara  $1.25 \text{ g/cm}^3$  sampai  $1.34 \text{ g/cm}^3$  (Gambar 2). Secara keseluruhan kerapatan papan partikel yang dibuat melalui penelitian ini sudah sesuai dengan standar kerapatan yang ditargetkan yaitu sekitar  $1.10 \text{ g/cm}^3$  dan kerapatan tertinggi terdapat pada papan jenis *decking* formula 2 HDPE *pellet*, yaitu mencapai  $1.34 \text{ g/cm}^3$ . Tingginya nilai kerapatan papan diduga karena pengaruh bahan serbuk gergajian yang berasal dari kayu jati dengan kerapatan tinggi pula (Rahman *et al.* 2013). Ditambahkan oleh Chen *et al.* (2005) yang menyatakan bahwa bahan partikel kecil seperti serbuk gergaji akan membuat tipis dan rasio pemadatannya akan lebih tinggi, sehingga dihasilkan papan komposit dengan kerapatan tinggi.

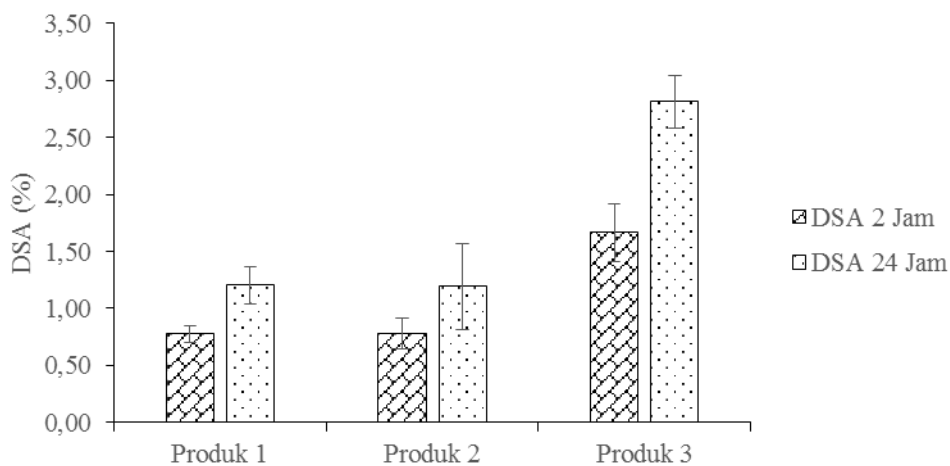


Gambar 2 Kerapatan papan komposit plastik beberapa produk

Berdasarkan analisis keragaman seperti pada Tabel 2 terlihat bahwa ketiga produk berpengaruh sangat signifikan terhadap kerapatan pada selang kepercayaan 95%, sehingga dilakukan uji lanjut Duncan. Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa nilai kerapatan tertinggi dimiliki papan jenis *decking* formula 2 HDPE *pellet*, yang berbeda nyata dengan papan jenis *decking* formula 1 HDPE *flakes*, dan papan jenis *slate* formula 3 HDPE *pellet* (Tabel 2).

### Daya Serap Air

Daya serap air adalah kemampuan papan untuk menyerap air setelah direndam dalam air dalam jangka waktu tertentu. Gambar 7 menunjukkan bahwa rata-rata daya serap air 2 jam berkisar antara 0.77% sampai 1.66%, sedangkan untuk 24 jam berkisar antara 1.21% sampai 2.81%. Kayu adalah polimer higroskopis berpori yang terdiri dari selulosa, lignin, dan hemiselulosa yang kaya akan kelompok fungsional seperti hidroksil. Kelompok ini sangat mudah berinteraksi dengan ikatan Hidrogen pada molekul air, sehingga memiliki potensi untuk menyerap air (Clemons 2002). Selain itu serbuk kayu yang bersifat higroskopis sedangkan HDPE bersifat hidrofobik, yang menyebabkan air atau uap air akan semakin mudah masuk mengisi rongga papan partikel (Fathanah 2011). Ditambahkan Najafi *et al.* (2007) yang menyatakan bahwa selain persentase serbuk kayu, ada beberapa faktor yang mempengaruhi penyerapan air papan komposit plastik yakni jenis plastik, kemurnian plastik dan suhu sekitarnya.



Gambar 3 Daya serap air papan komposit plastik pada beberapa produk

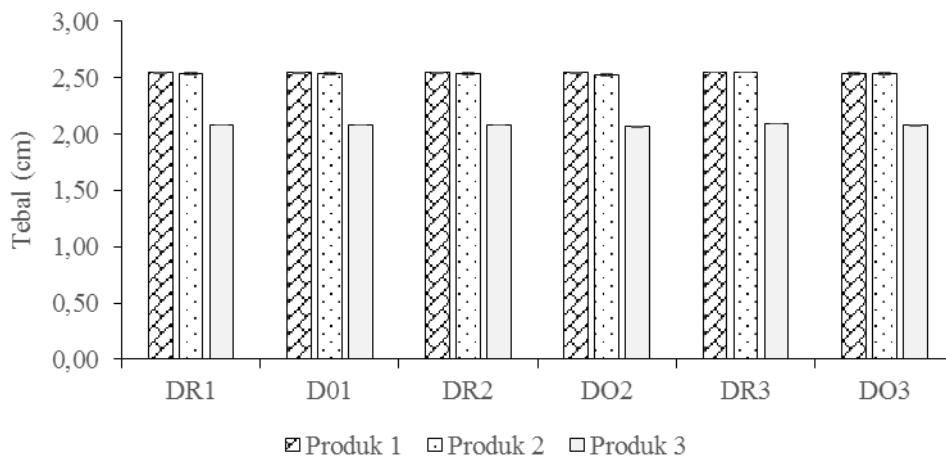
Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa produk berpengaruh sangat signifikan terhadap daya serap air papan pada selang kepercayaan 95%, sehingga dilakukan uji lanjut Duncan yang disajikan pada Tabel 2. Hasil uji lanjut ini menunjukkan bahwa papan jenis *slate* formula 3 HDPE *pellet* memiliki daya serap air tertinggi baik pada DSA 2 jam maupun DSA 24 jam, yaitu 1.66% dan 2.81%. Papan jenis ini memiliki pengaruh yang berbeda nyata dengan papan lainnya, namun antara papan jenis *decking* formula 1 HDPE *flakes* dan papan jenis *decking* formula 2 jenis HDPE *pellet* tidak berbeda nyata pada DSA 1 jam dan DSA 24 jam.

Sama halnya dengan kadar air, pengembangan tebal papan komposit plastik dari HDPE daur ulang (*flakes*) lebih baik daripada bahan murni (*pellet*). Sesuai dengan penelitian yang dilakukan Soleimani *et al.* (2012) yang membuktikan bahwa kadar air, daya serap air, dan pengembangan tebal papan komposit plastik akan menurun seiring dengan peningkatan jumlah plastik HDPE jenis daur ulang pada papan komposit plastik. Hal ini disebabkan oleh peningkatan dispersi dan adhesi antar permukaan karena adanya kotoran kimia, perbedaan molekul, dan komposisi yang berbeda pada plastik daur ulang.

### Perubahan Tebal

Perubahan tebal bisa menjadi indikator apakah suatu papan partikel dapat digunakan untuk keperluan *eksterior* atau *interior* (Iswanto 2005). Syamani *et al.* (2008) menjelaskan bahwa terjadinya perubahan tebal papan merupakan kombinasi dari potensi *thickness recovery* dari partikel yang didensifikasi, dan kerusakan dari jaringan ikatan perekat (kekuatan ikatan antara partikel atau tekanan pada ikatan perekat) karena pengaruh air. Nilai perubahan tebal pada perendaman dan pengovenan dari siklus 1 sampai dengan siklus 3 di bawah 1%. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perendaman dan pengovenan semua siklus yang dilakukan tidak memberikan pengaruh nyata terhadap perubahan tebal pada selang kepercayaan 95%.

Perubahan tebal papan partikel tinggi menunjukkan bahwa stabilitas dimensi produk tersebut buruk, begitu juga sebaliknya. Apabila stabilitas dimensinya buruk, berarti papan tidak dapat digunakan untuk penggunaan eksterior atau untuk jangka waktu yang lama, karena sifat mekanis yang dimilikinya akan segera menurun secara drastis dalam jangka waktu yang tidak terlalu lama (Massijaya *et al.* 2000). Bahan *filler* papan komposit plastik yang digunakan adalah bahan berlignoselulosa (serbuk kayu jati) sehingga dapat menyerap air dan mempengaruhi ketebalan papan tersebut walaupun pengaruhnya hanya di bawah satu persen. Menurut Bowyer *et al.* (2007), penyerapan air terjadi karena adanya gaya absorpsi yang merupakan gaya tarik molekul air pada ikatan Hidrogen yang terdapat dalam selulosa, hemiselulosa, dan lignin.



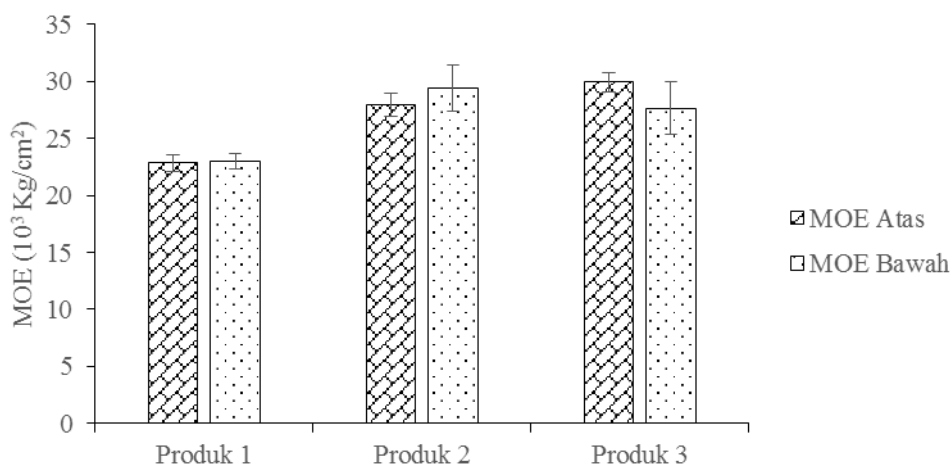
Gambar 4 Perubahan tebal papan komposisi plastik pada beberapa produk

### Modulus Lentur (Modulus of Elasticity / MOE)

*Modulus of elasticity* adalah ukuran ketahanan papan menahan beban dalam batas proporsi (sebelum patah) (Green *et al.* 1999) dan termasuk sifat yang sangat penting jika papan digunakan sebagai bahan konstruksi (Wardani *et al.* 2012). Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai rata-rata modulus lentur papan komposit plastik bagian atas dan bawah berkisar antara  $23 \times 10^3$  kgf/cm<sup>2</sup> sampai  $29 \times 10^3$  kgf/cm<sup>2</sup>, yang terlihat pada Gambar 5. Perbedaan nilai MOE ini disebabkan pengaruh faktor kandungan dan jenis bahan perekat yang digunakan, daya ikat perekat dan panjang serat (Maloney 1993). Nilai MOE terendah dimiliki oleh papan jenis *decking* formula 1 HDPE *flakes* diduga karena adanya campuran

lain atau kurang sekeragamannya jenis HDPE *flakes*. Hal ini di dukung oleh pernyataan Chen *et al.* (2005) bahwa nilai MOE rendah disebabkan miskinnya ikatan permukaan antara serbuk gergaji dan HDPE dan diduga bahan plastik tidak bisa benar-benar menutupi partikel kayu yang halus.

Analisis keragaman menyatakan pengaruh ketiga produk terhadap nilai MOE bagian atas dan bagian bawah papan sangat signifikan pada selang kepercayaan 95%. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa MOE papan bagian atas tertinggi dimiliki jenis *slate* formula 3 HDPE *pellet* dan berbeda nyata dengan papan jenis lainnya (Tabel 3). Nilai MOE tertinggi bagian bawah dimiliki jenis *decking* formula 2 HDPE *pellet* yang berbeda nyata dengan papan jenis *decking* formula 1 HDPE *flakes*, namun tidak berbeda nyata dengan papan jenis *slate* formula 3 HDPE *pellet*.



Gambar 5 Modulus lentur papan komposit plastik pada beberapa produk

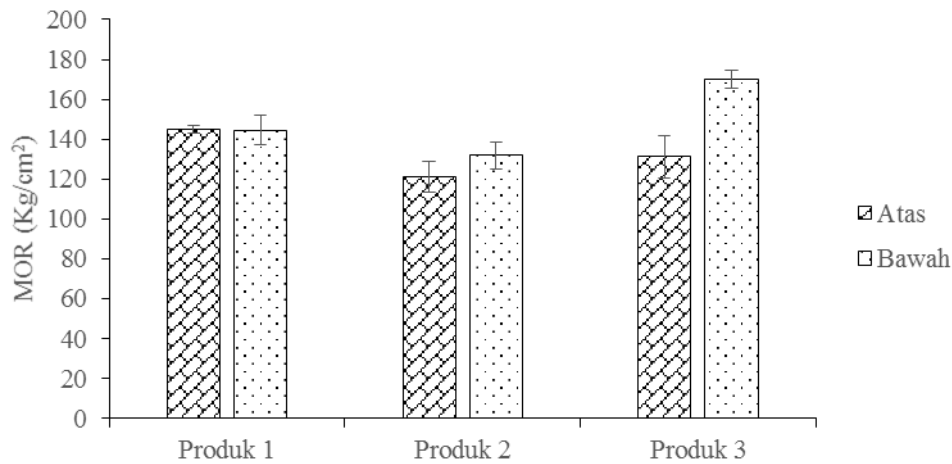
Hasil penelitian berbeda dengan penelitian yang dilakukan Soleimani *et al.* (2012) yang membuktikan bahwa nilai kekuatan lentur, modulus lentur, kekuatan tarik dan modulus tarik papan komposit plastik daur ulang (*flakes*) yang lebih tinggi daripada plastik murni (*pellet*). Hal ini kemungkinan diduga disebabkan oleh adanya komposisi tambahan dari bahan aditif tertentu (rahasia perusahaan) yang mempengaruhi besarnya nilai MOE yang dihasilkan.

### Modulus Patah (Modulus of Rupture/MOR)

*Modulus of rupture* adalah sifat yang menunjukkan kekuatan papan dalam menahan beban yang diterimanya (Green *et al.* 1999). Nilai modulus patah papan dapat dilihat pada Gambar 6. Gambar tersebut menunjukkan rata-rata modulus patah bagian atas berkisar antara 121 kgf/cm<sup>2</sup> sampai 145 kgf/cm<sup>2</sup>, sedangkan rata-rata MOR bagian bawah berkisar antara 132 kgf/cm<sup>2</sup> sampai 170 kgf/cm<sup>2</sup>. Hasil analisis keragaman papan komposit plastik menunjukkan bahwa ketiga produk berpengaruh sangat signifikan terhadap MOR bagian atas dan MOR bagian bawah pada selang kepercayaan 95%.

Berdasarkan uji lanjut Duncan menunjukkan MOR bagian atas tertinggi dimiliki papan jenis *decking* formula 1 HDPE *flakes*, yang berbeda nyata dengan papan komposit jenis lainnya. Pengaruh papan jenis *decking* formula 2 HDPE *pellet* tidak berbeda nyata dengan papan jenis *slate* formula 3 HDPE *pellet* (Tabel 2). Nilai modulus patah papan komposit plastik bagian bawah tertinggi dimiliki

papan jenis *slate* formula 3 HDPE *pellet* dan berbeda nyata dengan papan komposit plastik jenis lainnya.

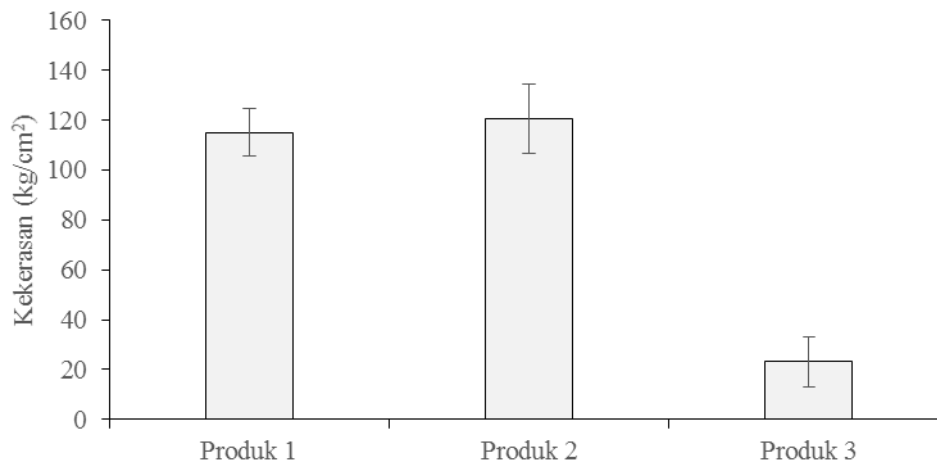


Gambar 6 Modulus patah papan komposit plastik pada beberapa produk

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Soleimani *et al.* (2012) yang membuktikan bahwa nilai kekuatan lentur, modulus lentur, kekuatan tarik dan modulus tarik papan komposit plastik daur ulang (*flakes*) lebih tinggi daripada plastik murni (*pellet*). Hal ini disebabkan selama proses daur ulang terjadi proses kristalisasi dan terjadi degradasi sifat mekanik dari plastik daur ulang (*flakes*) sehingga ruang-ruang kosong pada serbuk kayu lebih mudah terisi dan papan komposit plastik yang dihasilkan menjadi lebih kompak.

#### Uji Kekerasan (*Hardness*)

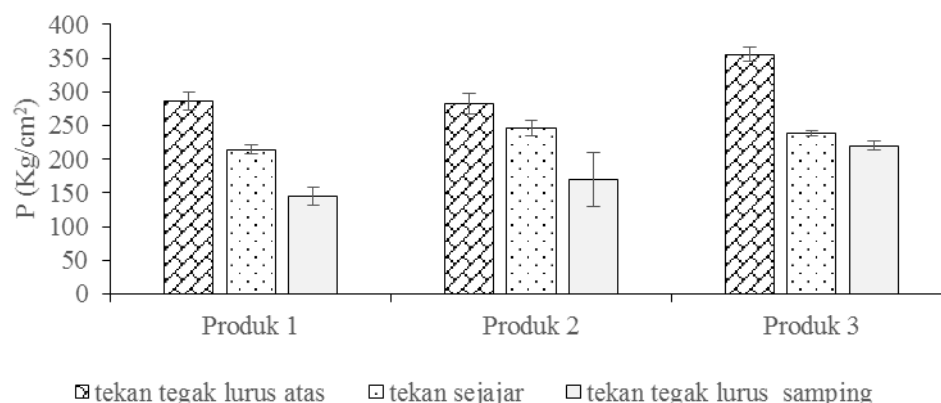
Uji kekerasan dilakukan dengan metode pembedaman bola baja berdiameter 1 cm, dan terlihat pada Gambar 8 yang menunjukkan bahwa rata-rata nilai hasil uji kekerasan berkisar antara 23 kg/cm<sup>2</sup> sampai 121 kg/cm<sup>2</sup>. Analisis keragaman menunjukkan pengaruh ketiga produk terhadap kekerasan papan sangat signifikan pada selang kepercayaan 95%. Hasilnya menunjukkan bahwa nilai kekerasan papan tertinggi dimiliki papan jenis *decking* formula 2 HDPE *pellet*. Hal ini bisa terjadi diduga karena pengaruh jumlah *filler* yang terdapat pada papan komposit plastik. Sesuai dengan pernyataan Supraptiningsih (2012) dan Tabarsa *et al.* (2011) bahwa semakin tinggi *filler* pada papan komposit plastik maka kekerasannya juga meningkat. Ditambahkan oleh Mulana *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa *filler* berfungsi sebagai serat penguat pada papan komposit plastik. Pengaruh papan jenis *decking* formula 2 HDPE *pellet* tidak berbeda nyata dengan *decking* formula 1 HDPE *flakes*, namun berbeda nyata dengan papan jenis *slate* formula 3 HDPE *pellet* (Tabel 2).



Gambar 7 Kekerasan papan komposit plasti pada beberapa produk

### Uji Tekan

Kekuatan tekan adalah gaya maksimum per satuan luas yang bekerja pada benda uji dengan ukuran tertentu (BSN 2008). Gambar 9 menunjukkan bahwa rata-rata nilai hasil uji tekan papan komposit plastik berkisar antara 145 kg/cm<sup>2</sup> sampai 356 kg/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan hasil analisis keragaman terlihat bahwa ketiga produk berpengaruh sangat signifikan terhadap uji tekan tegak lurus atas, uji tekan sejajar, dan uji tekan tegak lurus samping pada selang kepercayaan 95%. Dilakukan uji lanjut yang hasilnya menunjukkan bahwa nilai uji tekan tegak lurus bagian atas dan bagian samping tertinggi dimiliki papan jenis *slate* formula 3 HDPE *pellet*, dan berbeda nyata dengan papan lainnya. Pengaruh antara papan jenis *decking* formula 1 *flakes* dan papan jenis *decking* formula 2 *pellet* adalah tidak berpengaruh nyata. Hal ini sesuai dengan pernyataan Najafi *et al.* (2006) bahwa umumnya sifat mekanik papan komposit plastik yang mengandung plastik daur ulang (*flakes*) secara statistik sebanding dan bahkan bisa lebih baik daripada komposit yang dibuat dari plastik murni (*pellet*). Uji tekan sejajar tertinggi dimiliki oleh papan jenis *decking* formula 2 *pellet* yang tidak berbeda nyata pengaruhnya dengan papan jenis *slate* formula 3 HDPE *pellet*, namun berbeda nyata dengan papan jenis *decking* formula 1 HDPE *flakes* (Tabel 4).



Gambar 8 Uji tekan papan komposit plastik pada beberapa produk

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa ketiga produk yakni produk 1 papan jenis *decking* formula 1 HDPE *flakes*, produk 2 papan jenis *decking* formula 2 HDPE *pellet*, dan produk 3 papan jenis *slate* formula 3 HDPE *pellet* berpengaruh sangat signifikan terhadap kadar air, kerapatan, daya serap air, kekuatan lentur (MOE dan MOR), kekerasan, dan kekuatan tekan papan komposit plastik, namun tidak berpengaruh pada perubahan tebal. Sifat-sifat dasar yang dimiliki papan komposit plastik pada penelitian ini membuktikan bahwa papan komposit plastik jenis *decking* dan *slate* layak digunakan sebagai lantai di luar bangunan (eksterior), dengan produk terbaik adalah jenis *decking* formula 2 HDPE *pellet*.

### Saran

Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai sifat keawetan dan uji ketahanan terhadap cuaca mengingat produk papan komposit plastik ini digunakan untuk eksterior.

## DAFTAR PUSTAKA

- [ASTM] American Society for Testing and Materials. 2011. Standard guide for evaluating mechanical and physical properties of wood-plastic composite products. US: ASTM D 7031-04.
- Bowyer JL, Shmulsky R, Haygreen JG. 2003. Forest products and wood science: an introduction fourth edition. US: Iowa State University Pr.
- Bowyer JL, R Shmulsky, JG Haygreen. 2007. Forest products and wood science : an introduction. 5th Ed. Iowa (US): Iowa State Pr.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2008. Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat kasar. ICS 91.100.15; 91.010.30.
- Chen HC, Chen TY, Hsu CH. 2005. Effects of wood particle size and mixing ratios of HDPE on the properties of the composites. *Holz Als Roh-und Werkstoff*. 64:172–177.
- Clemons C. 2002. Wood-plastic composites in the United States. The interfacing of two industries. *Forest Products Journal*. 52(6):10-18.
- El-Haggar, Salah M, Kamel, Mokhtar A. 2011. *Wood Plastic Composites, Advances in Composite Materials - Analysis of Natural and Man - Made Materials*. Dr. Pavla Tesinova (Ed.). Slavka Krautzeka: InTech Europe University Campus STeP Ri
- Fathanah U. 2011. Kualitas papan komposit dari sekam padi dan plastik hdpe daur ulang menggunakan maleic anhydride (MAH) sebagai compatibilizer. *J Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 8(2):53-59.
- Green DW, Winandy JE, Kretschmann DE. 1999. *Wood Handbook : Wood as an Engineering Material*. Madison(US) : USDA Forest Service, Forest Products Laboratory.



- Hui G, Ibach R, Gnatowski M, Leung M. 2012. Moisture content and decay resistance of field-exposed wood plastic composites. *Polymer Engineering Company Ltd.*
- Iswanto AH. 2005. Upaya pemanfaatan serbuk gergaji kayu sengon dan limbah plastik *polypropylene* sebagai langkah alternatif untuk mengatasi kekurangan kayu sebagai bahan bangunan. *J Komunikasi Penelitian* 17(3):24-27.
- Iswanto AH. 2009. Penggunaan inisiator untuk meningkatkan papan komposit plastik. Sumatera Utara(ID): USU Pr.
- Kementerian Kehutanan. 2014. *Statistik Kehutanan Indonesia 2013*. Jakarta: Kementerian Kehutanan.
- Klyosov AA. 2007. *Wood Plastic Composite*. Canada: A Jhon Willey and Sons Inc.
- [KNLH] Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2008. *Statistik Persampahan Domestik Inonesia Tahun 2008*. Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup.
- Leung M, Gnatowski M. 2011. Magnetic resonance imaging (MRI) identification of water distribution and moisture content in WPC. Canada: *Polymer Engineering Company Ltd.*
- Maloney TM. 1993. *Modern Particleboard and Dry-Process Fiberboard Manufacturing*. Hal Leonard Corp.
- Massijaya MY, YS Hadi, B Tambunan, WA Subari. 2000. Penggunaan limbah plastik sebagai komponen bahan baku papan partikel. *JTHH*. 12(2):18-24.
- Massijaya MY, Hadi Y, Marsiah H. 2005. Pemanfaatan limbah kayu dan karton sebagai bahan baku papan komposit. Bogor(ID): IPB Pr.
- Mulana F, Hisbullah, Iskandar. 2011. Pembuatan papan komposit dari plastik daur ulang dan serbuk kayu serta jerami sebagai filler. *J Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 8(1):17-22.
- Najafi SK, Hamidinia E, Tajvidi M. 2006. Mechanical properties of composites from sawdust and recycled plastics. *J of Applied Polymer Science*. 100:3641-3645.
- Najafi SK, Tajvidi M, Hamidina E. 2007. Effect of temperature, plastic type and virginity on the water uptake of sawdust/plastic composites. *Holz Als Roh-Und Werkstoff*. 65:377-382.
- Nuryawan A, Massijaya MY, Hadi YS. 2008. Physical and mechanical properties of oriented strands board (OSB) made of small diameter akasia (*Acacia mangium* Willd.), ekaliptus (*Eucalyptus* sp.) and gmelina (*Gmelina arborea* Roxb.) : Influence of wood species and adhesive bonded type. *JITHH*. 1(2):60-66.
- Pritchard G. 2004. Two technologies merge: Wood plastic composites. *Reinforced Plastics*. 48:26-29.
- Rahman KS, Islam MN, Rahman MM, Hannan MO, Dungani R, Khalil HA. 2013. Flat-pressed wood plastic composites from sawdust and recycled polyethylene terephthalate (PET): Physical and mechanical properties. *SpringerPlus*. 2:629.
- Ria DS. 2009. Ketahanan papan komposit dari limbah kayu dan anyaman bambu betung *Dendrocalamus asper* (Schult f.) Backer ex Heyne) terhadap serangan rayap tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgren). Bogor (ID): IPB Pr.

- Segerholm K. 2012. Characteristics of wood plastic composites based on modified wood-moisture properties, biological resistance and micromorphology. Sweden: *KTH Building Materials Technology*.
- Setyawati D, Massijaya MY. 2005. Pengembangan papan komposit berkualitas tinggi dari sabut kelapa dan plastik polipropilena daur ulang (i): Suhu dan waktu kempa panas. Tenggarong: Makalah dipresentasikan pada seminar MAPEKI VIII : 3-5.
- Soleimani H, Kord B, Poupasha MM, Pourabbasi S. 2012. The relationship between plastic virginity and engineering properties of wood plastic composites. Chalous (IR): *World Applied Sciences J* 19(3):395-398.
- Supraptiningsih. 2012. Pengaruh serbuk serat batang pisang sebagai filler terhadap sifat mekanis komposit PVC – CaCO<sub>3</sub>. Yogyakarta: *Balai Besar Kulit, Karet dan Plastik*. 28(2):79-84.
- Syamani FA, Prasetyo KW, Budiman I, Subyakto, Subiyanto B. 2008. Sifat fisis dan mekanis papan partikel dari serat sisal atau serat abaka setelah perlakuan uap. *J Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*. 6(2).
- Tabarsa T, Khanjanzadeh H, Pirayesh H. 2011. Manufacturing of wood-plastic composite from completely recycled materials. *Key Engineering Materials*. 471-472:62-66.
- Wardani L, Massijaya MY, Machdie MF. 2012. Pemanfaatan limbah batang kelapa sawit dan plastik daur ulang sebagai bahan baku papan plastik komposit. *J Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*. 10(1).
- Winandy JE, Stark NM, Clemons CM. 2004. Consideration in recycling of wood plastic composites. *5<sup>th</sup> Global Wood and Natural Fiber Composites Symposium. Kassel - Germany*.
- Wulandari FT. 2013. Produk papan komposit dengan pemanfaatan limbah non kayu. *Media Bina Ilmiah*. 7(6).

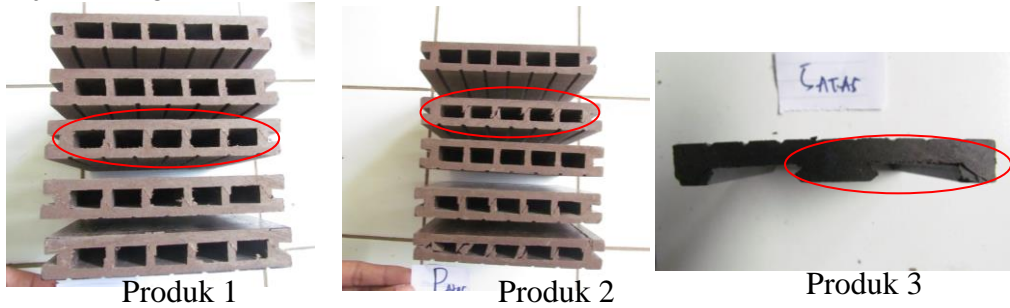
### LAMPIRAN

Lampiran 1 Foto kerusakan papan setelah uji

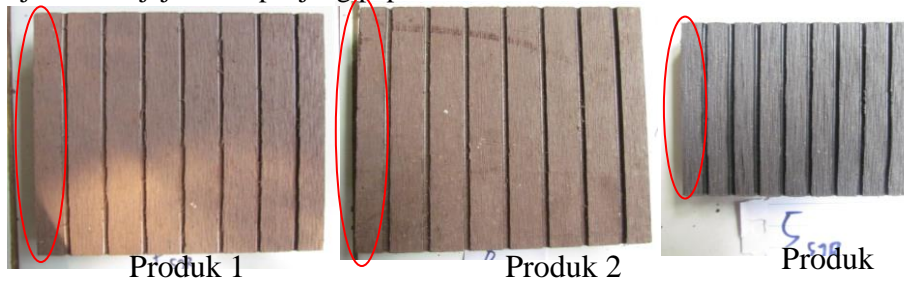
Uji kekerasan



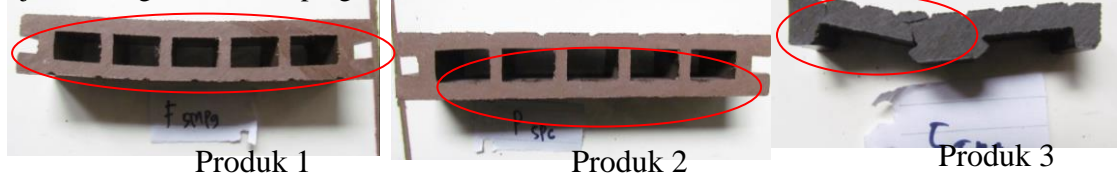
Uji tekan tegak lurus atas



Uji tekan sejajar arah panjang papan



Uji tekan tegak lurus samping



Uji Keteguhan Lentur Statis



Uji perubahan tebal dengan 3 siklus



## RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Mutar Alam Kecamatan Manna Kabupaten Bengkulu Selatan Provinsi Bengkulu pada tanggal 28 Februari 1993 dari Ayah Muhidin dan Ibu Darmi Wati. Penulis adalah putra pertama dari tiga bersaudara. Kedua adiknya bernama Ayuna Seftita Dahlia dan Anhdina Yulianti. Tahun 2011 penulis lulus dari SMA Negeri 01 Bengkulu Selatan dan pada tahun yang sama penulis lulus seleksi masuk Institut Pertanian Bogor (IPB) melalui jalur SNMPTN undangan dan diterima di Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan.

Penulis melakukan kegiatan Praktikum Pengenalan Ekosistem Hutan (PPEH) di Cilacap dan Baturaden Jawa Tengah serta melakukan Praktik Pengelolaan Hutan (P2H) di Hutan Pendidikan Gunung Walat (HPGW) dan sekitarnya. Penulis juga telah melakukan Praktik Kerja Lapang di PT. Nagaemas Indonesia Yogyakarta pada bulan Januari sampai Maret 2015.

Selama mengikuti perkuliahan, penulis aktif di Organisasi Mahasiswa Daerah (OMDA) Ikatan Mahasiswa Bumi Rafflesia, Organisasi Himpunan Mahasiswa Hasil Hutan (HIMASILTAN) khususnya di bagian Biokomposit. Penulis juga pernah menjabat sebagai koordinator bagian rumah tangga (BRT) pada tahun 2013 dan sebagai sekertaris umum pada tahun 2014 di Asrama Sylvapinus IPB, menjabat sebagai koordinator tutor bidik misi IPB mata kuliah ekonomi umum (2013-2014). Penulis juga pernah menjadi anggota dari Program Kreativitas Mahasiswa (PKM) yang didanai DIKTI pada tahun 2013, anggota PSDM DKM Ibaadurrahman Fakultas Kehutanan IPB, anggota KOMINFO BEM Fakultas Khutanan IPB (2013-2014), anggota FSDMA asrama C1 IPB (2011-2012), staff pengajar SMA sederajat di Madrasah Aliyah Daarul Ilmi Bentar Kambing Ciampea Bogor mata ajaran matematika kelas 1, 2, dan 3 (2013-2014), asisten praktikum praktik kerja industri (Prakerin) SMK Kehutanan Kadipaten Majalengka (2015).