

## KARAKTERISASI KOMPOSIT DARI SERBUK GERGAJI KAYU ( SAWDUST ) DENGAN PROSES HOTPRESS SEBAGAI BAHAN BAKU PAPAN PARTIKEL

**Sugeng Slamet**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus

Jl. Gondang manis PO.Box 53, Bae - Kudus

Email : sugeng\_hanun@yahoo.co.id

### **Abstrak**

*Perkembangan industri khususnya Usaha Kecil Menengah (UKM) sangat pesat. Perlu adanya dukungan penerapan teknologi tepat guna yang diharapkan dapat meningkatkan produktifitas, dimana efisiensi bahan baku dan biaya dapat diturunkan. Penggunaan mesin dan otomatisasi merupakan kebutuhan utama saat ini untuk menghasilkan produk yang berkualitas. Salah satu mesin yang dibutuhkan untuk menghasilkan produk papan partikel dari serbuk kayu adalah mesin hotpress dengan sistem penggerak hidrolis dan elemen pengering pada cetakan.*

*Metode penelitian dilakukan dengan menganalisa produk papan partikel yang dihasilkan dari pengepresan pada mesin hotpress. Adapun jenis komposit papan partikel yang dihasilkan menggunakan serbuk kayu jati ( *Tectona grandis* ), serbuk kayu randu ( *Ceiba pentandra* ), dengan matrik pengikat partikel menggunakan tapioka + urea dan resin epoksi PVAC. Variabel yang diuji adalah kerapatan/density papan partikel dan porositas, sifat mekanis/bending dan dampak dengan kombinasi campuran antara 70% : 30% dan 60% : 40%. Hasil pengujian komposit serbuk kayu yang telah dipress dengan mesin hotpress menunjukkan bahwa partikel kayu jati menunjukkan nilai densitas 0,48 gr/cm<sup>3</sup> termasuk jenis papan partikel dengan kerapatan sedang ( *Medium Density particleboard* ). Sedangkan kerapatan papan partikel kayu randu 0,39 g/cm<sup>3</sup> termasuk kerapatan rendah ( *Low Density particleboard* ). Sifat mekanis bending meliputi nilai Modulus of Rupture ( MOR ) dan Modulus of Elastisitas (MOE) lebih tinggi dibandingkan dengan partikel kayu randu. Pemilihan matrik juga sangat berpengaruh, dimana resin epoksi PVAC mampu meningkatkan sifat mekanis bending dan dampak komposit papan partikel lebih tinggi dibandingkan dengan matrik tapioka + urea pada komposisi campuran 60 % : 40%. Terdapat kenaikan nilai MOR sebesar 72,98% dan nilai MOE sebesar 93,92% pada komposit papan partikel kayu jati dengan matrik resin epoksi PVAC.*

**Kata kunci :** *Bending, Densitas, Hotpress, Impak, Sawdust*

### **1. PENDAHULUAN**

Perkembangan industri yang sangat pesat dewasa ini menuntut kebutuhan teknologi permesinan yang dapat meningkatkan produktifitas. Hal ini mutlak diperlukan karena masyarakat membutuhkan produk dengan kualitas terbaik, biaya produksi yang rendah sehingga produk akhir mampu bersaing di pasar global serta mutu pelayanan yang cepat. Setiap teknologi permesinan selalu ada tuntutan untuk otomatisasi sehingga efisiensi dapat ditingkatkan baik pada proses maupun finishing produk akan selalu tepat baik jumlah, ukuran dan sebagainya. Salah satu industri yang membutuhkan teknologi tersebut adalah industri pengolahan partikel/serbuk menjadi produk jadi baik di sektor makanan, paving blok/concrete, briket biomassa, partikel board maupun industri dengan bahan baku utama berupa powder.

Penggunaan mesin kempa atau mesin press sangatlah membantu untuk meningkatkan kualitas produk dan sifat mekanisnya misalnya rapat massa/densitas sebuah produk akan meningkat. Selain itu mesin kempa diharapkan dapat menghilangkan rongga - rongga udara/porositas yang dapat menurunkan sifat mekanis produk.

Bahan utama kayu banyak digunakan untuk berbagai macam keperluan seperti konstruksi rumah, meubelair, panel-panel, *accecories* dan lainnya. Kebutuhan kayu dari tahun ke tahun semakin meningkat setelah bahan baku logam. Peningkatan kebutuhan ini tidak dapat diimbangi dengan persediaan yang cukup, dikarenakan regulasi sektor kehutanan dan perdagangan kayu diperketat untuk melindungi kelestarian alam dan ekosistem yang ada.

Sementara itu pada sisi lain, limbah kayu baik yang berupa serpihan/tatal kayu dan serbuk/partikel kayu belum dimanfaatkan secara optimal. Seringkali limbah kayu baik yang berupa tatal dan serbuk kayu tersebut hanya digunakan untuk bahan bakar rumah tangga, media pembiakan

jamur, menimbun tanah dan terbuang sia-sia yang tidak memberikan nilai ekonomis. Tempat-tempat usaha penggergajian kayu serta industri meubeler bahkan membuang begitu saja limbah-limbahnya tanpa ada solusi untuk mendayagunakan sehingga mempunyai nilai ekonomis.

Kayu adalah salah satu hasil alam Indonesia yang sangat melimpah. Setiap pengolahan kayu menjadi bahan setengah jadi (misalnya berupa papan atau balok) atau menjadi barang jadi (*furniture*) selalu menghasilkan produk sampingan yaitu limbah yang berupa serbuk gergaji (*sawdust*) hasil penggergajian.

Pada umumnya bahan komposit dari olahan serat atau pabrikan mempunyai sifat mekanis seperti keteguhan lentur, keteguhan patah, keteguhan rekat dan kuat pegang skrup cukup tinggi. Kekuatan mekanis sebagaimana tersebut di atas, hanya dapat dihasilkan pada papan partikel yang ditekan/press, tanpa pressing sulit didapatkan. Dengan melengkapi sistem pemanas diharapkan dapat menurunkan kadar air bahan baku, membuang udara yang dapat menyebabkan porositas sebelum dilakukan proses oven.

Material Pembentuk Komposit terdiri atas penguat (*reinforce*) dan matrik. Macam penguat adalah : Serat, partikel dan flake.

#### a. Serat

Serat merupakan salah satu material rancang bangun paling tua. Jute, Flax dan hemp telah digunakan untuk menghasilkan produk seperti tali tambang. Cordage jaring, water hose dan container sejak dahulu kala. Serat tumbuhan dan binatang masih digunakan untuk felts, kertas, sikat atau kain tebal. Industri serat dibagi menjadi dua yaitu serat alam dan serat sintetis.

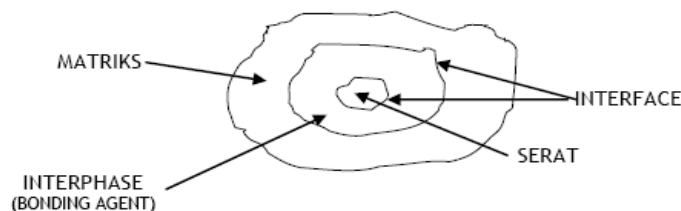
#### b. Papan Partikel

Papan partikel adalah lembaran bahan yang mengandung ligno-selulosa seperti keping, serpih, untai yang disatukan dengan menggunakan bahan pengikat organik dengan memberikan perlakuan panas, tekanan, kadar air, katalis dan sebagainya.

Ada tiga ciri utama papan yang menentukan sifat-sifat papan yaitu (i) species dan bentuk partikel (ii) kerapatan dan (iii) kandungan resin dan penyebarannya.

Kerapatan papan partikel merupakan faktor penting yang banyak digunakan sebagai pedoman dalam memperoleh gambaran tentang kekuatan papan yang diinginkan.

Faktor utama yang mempengaruhi kerapatan adalah berat jenis bahan baku dan pemadatan hamparan pada mesin pengempaan. Kerapatan papan harus lebih tinggi daripada kerapatan bahan baku untuk menghasilkan kekuatan papan yang lebih baik (Sutigno, 1988). Semakin tinggi kerapatan menyeluruh papan dari suatu bahan baku tertentu, semakin tinggi kekuatannya, namun sifat papan lainnya seperti kestabilan dimensi mungkin terpengaruh jelek oleh naiknya kerapatan.



Gambar 1. Ikatan pada komposit ( Schwartz, 1984)

#### c. Matrik

Gibson (1994) menyatakan bahwa matrik dalam struktur komposit bisa berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik. Matrik secara umum berfungsi untuk mengikat serat menjadi satu struktur komposit. Di antara jenis matrik yang ada, matrik polimer adalah yang paling luas penggunaannya. Berdasarkan ikatan antar penyusunnya, polimer dibedakan menjadi dua macam, yaitu resin *thermoplastic* dan resin *thermoset*. Polimer *thermoplastic* adalah jenis polimer yang dapat mencair apabila mengalami pemanasan dan akan mengeras kembali setelah didinginkan dan perilakunya bersifat *reversible* atau bisa kembali ke kondisi awal, sedangkan polimer *thermoset* bersifat lebih stabil terhadap panas dan tidak mencair pada suhu tinggi serta perilakunya bersifat *irreversible* atau tidak bisa kembali ke kondisi awal (Gibson, 1994).

Berdasarkan rekomendasi ASTM 1974, dalam standar designation 1554-67 mengklasifikasikan :

a). Papan partikel berkerapatan rendah ( *Low Density particleboard* ). Papan partikel berkerapatan rendah yaitu papan partikel yang mempunyai kerapatan kurang dari 37lb/ft<sup>3</sup> atau berat jenis kurang dari 0,59g/cm<sup>3</sup>.

b). Papan partikel berkerapatan sedang ( *Medium Density particleboard* ). Papan partikel berkerapatan sedang yaitu papan partikel yang mempunyai kerapatan kurang dari 37 – 50 lb/ft<sup>3</sup> atau berat jenis kurang dari 0,59 – 0,80 g/cm<sup>3</sup>.

c). Papan partikel berkerapatan tinggi ( *High Density particleboard* ). Papan partikel berkerapatan sedang yaitu papan partikel yang mempunyai kerapatan lebih 50 lb/ft<sup>3</sup> atau berat jenis lebih 0,80 g/cm<sup>3</sup>.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui pengaruh perbandingan campuran partikel serbuk kayu dan matriknya pada material komposit papan partikel.
2. Mengetahui nilai kuantitatif sifat fisis terutama densitas bahan serta sifat mekanis baik bending maupun impak.

## 2. METODOLOGI

Adapun metode penelitian sebagai berikut :

Bahan dan Alat :

1. Serbuk gergaji kayu terdiri atas :
  - Kayu jati (*Tectona grandis*)
  - Kayu randu (*Ceiba pentandra*)
2. *Hotpress machine*
3. Matrik pengikat : tapioka+urea dan PVAC
4. Mesin uji bending dan impak
5. Timbangan digital

Adapun variabel tetap dalam penelitian meliputi :

- a. Tekanan kompaksi hotpress sebesar 600 psia.
- b. Temperatur dalam cetakan 200<sup>0</sup>C.
- c. Waktu penahanan dalam cetakan 15 menit.

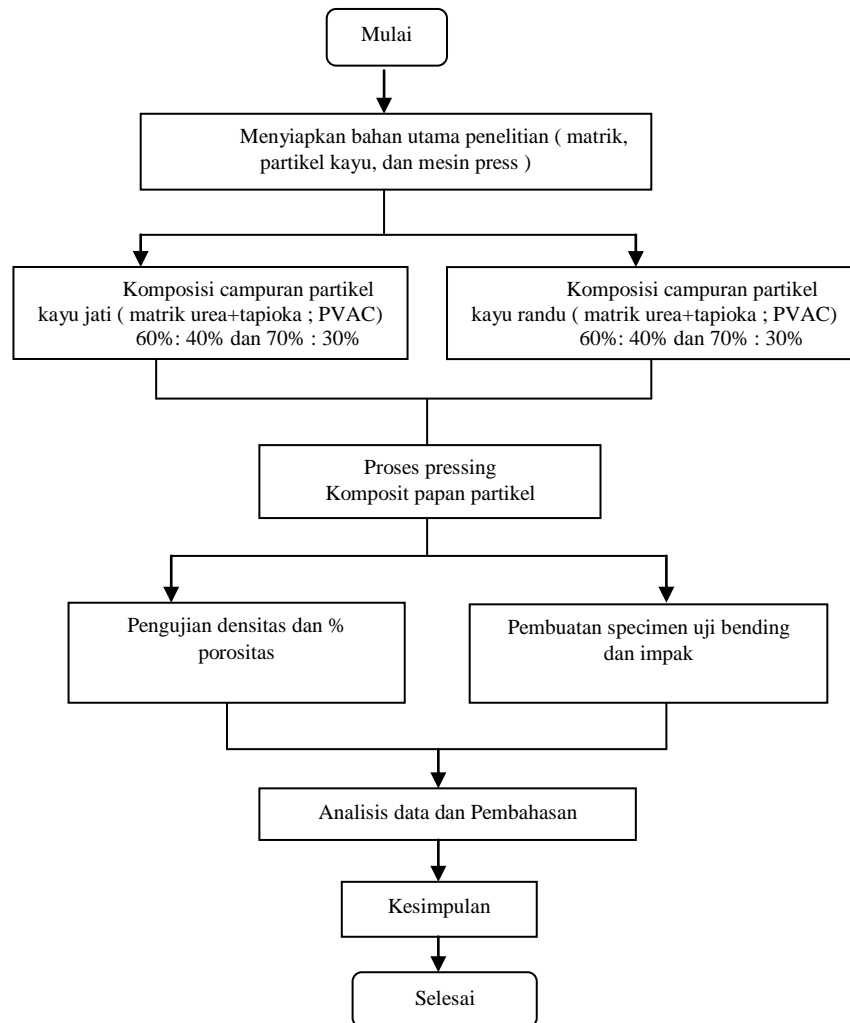


**Gambar 2. Mesin hotpress komposit partikel**

Sedangkan variabel bebas meliputi :

- a. Jenis partikel kayu
- b. Jenis matrik bahan komposit
- c. Komposisi campuran keduanya.

Secara ringkas diagram alir penelitian sebagai berikut :



Gambar 3. Diagram alir penelitian

#### a. Pengujian densitas dan porositas

Densitas secara teoritis dapat diukur dengan rasio massa per volume spesimen menggunakan prinsip :

$$\rho = \frac{M}{V} \quad (1)$$

Dengan  $\rho$  = densitas specimen (  $\text{gr}/\text{cm}^3$  ),  $M$  = massa specimen (  $\text{gr}$  ),  $V$  = Volume specimen (  $\text{cm}^3$  ). Sedangkan untuk pengukuran densitas aktual, diukur dengan persamaan hukum Archimedes yaitu :

$$\rho = \frac{W_{\text{udara}}}{(W_{\text{udara}} - W_{\text{fluida}})} \cdot \rho_{\text{fluida}} \quad (2)$$

Dengan :  $\rho$  aktual = densitas aktual (  $\text{gr}/\text{cm}^3$  ),  $W_{\text{udara}}$  = berat diudara (  $\text{gr}$  ),  $W_{\text{fluida}}$  = berat di dalam fluida (  $\text{gr}$  ),  $\rho_{\text{fluida}}$  = densitas fluida air (  $\text{gr}/\text{cm}^3$  )

Sedangkan untuk mengukur rongga/porositas dalam papan partikel sebagai berikut :

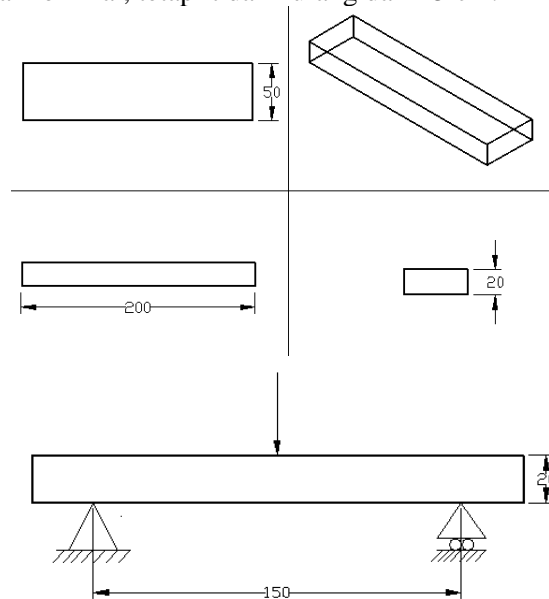
$$\text{Porositas} = 1 - \frac{\rho_{\text{aktual}}}{\rho_{\text{teoritis}}} \quad (3)$$

Dengan ;  $\rho$  aktual = densitas aktual (  $\text{gr}/\text{cm}^3$  ),  $\rho$  teoritis = densitas komposit/teoritis (  $\text{gr}/\text{cm}^3$  ).

### b. Pengujian bending

Uji bending atau uji lengkung merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Data pengujian kemudian dilakukan analisa MOR (*Modulus Of Rupture*) dengan menggunakan persamaan dibawah.

Contoh uji berukuran 200 mm x 50 mm x 20 mm pada kondisi kering udara. Lebar bentang (jarak penyangga) 150 kali tebal nominal, tetapi tidak kurang dari 15 cm.



Gambar 4. Specimen Uji bending JIS A 5908

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (4)$$

Keterangan :

P = beban sampai patah (kg)

L = panjang bentangan (cm)

b = lebar contoh uji (cm)

h = tebal contoh uji (cm)

$\sigma_b$  = modulus patah ( $\text{kg/cm}^2$ )

pengujian kekuatan lentur (*Modulus Of Elasticity*) dilakukan bersama-sama dengan pengujian ketangguhan atau kekuatanpatah, dengan menggunakan sampel yang sama. Besar defleksi yang terjadi pada saat pengujian dicatat pada setiap selang beban tertentu, nilai MOE dihitung dengan rumus :

$$E_b = \frac{\Delta PL^3}{4\Delta Y d^3} \quad (5)$$

Keterangan :

$E_b$  = Modulus of elasticity ( $\text{kgf/cm}^2$ )

$\Delta P$  = beban sebelum batas proporsi (kgf)

L = jarak sangga (cm)

b = lebar sampel (cm)

d = tebal sampel (cm)

$\Delta Y$  = lentur beban (cm)

### c. Pengujian impak

Perhitungan nilai impact dilakukan dengan menghitung nilai Charpy, yaitu :

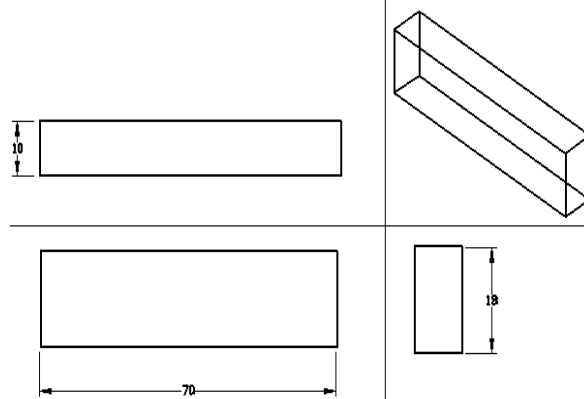
$$kc = \frac{AK}{s_o} \quad (6)$$

Keterangan :

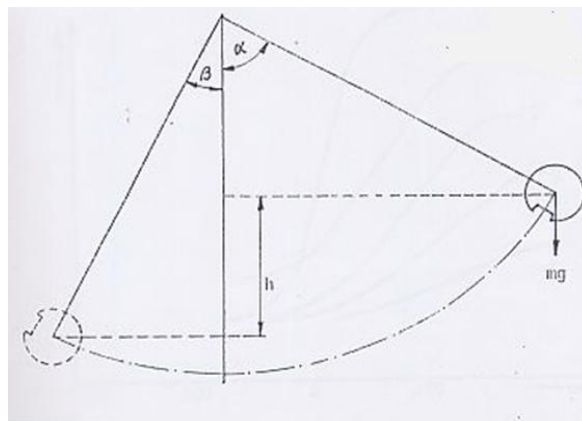
$K_c$  = nilai impact charpy ( $kg\ f/cm^2$ )

$AK$  = harga impact takik ( $kg\ f$ )

$S_0$  = luas semula dibawah takik dari batang benda uji ( $cm^2$ )



Gambar 5. Specimen uji impact metode charpy



Gambar 6. Mekanisme pengujian impact ( A.H. Yuwono, 2009)

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil pengujian didapatkan sifat fisis papan partikel sebagai berikut :

- a. Kerapatan papan partikel  $0,48\text{ gr/cm}^3$  untuk serbuk kayu Jati. Ini termasuk jenis papan partikel dengan kerapatan sedang (*Medium Density particleboard*). Sedangkan kerapatan papan partikel kayu randu  $0,39\text{ g/cm}^3$ . Jenis serbuk kayu ini termasuk jenis papan partikel dengan kerapatan rendah (*Low Density particleboard*).
- b.

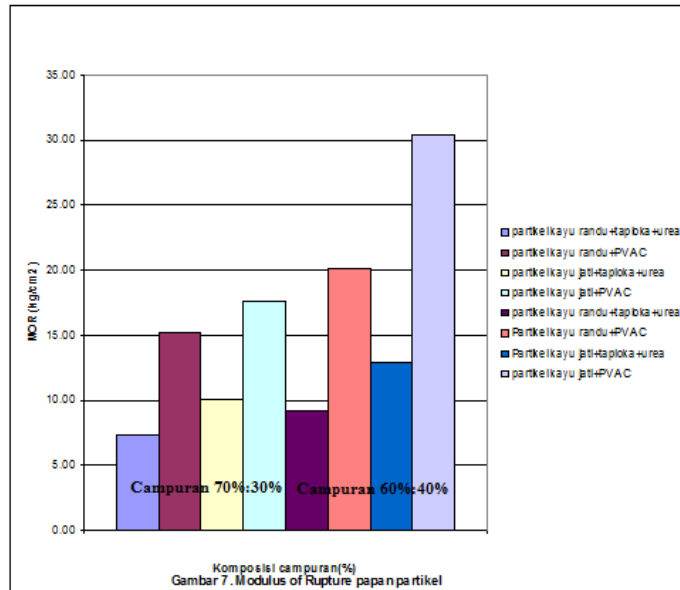
**Tabel 1. Densitas dan porositas specimen papan partikel**

Jenis specimen	Densitas teoritis ( $gr/cm^3$ )	Densitas aktual ( $gr/cm^3$ )	% Porositas
Partikel kayu jati matrik urea-tapioka	0,47	1,80	3,0
Partikel kayu jati matrik PVAC	0,48	1,85	2,8
Partikel kayu randu matrik urea-tapioka	0,30	1,86	5,2
Partikel kayu randu matrik PVAC	0,39	2,20	4,6

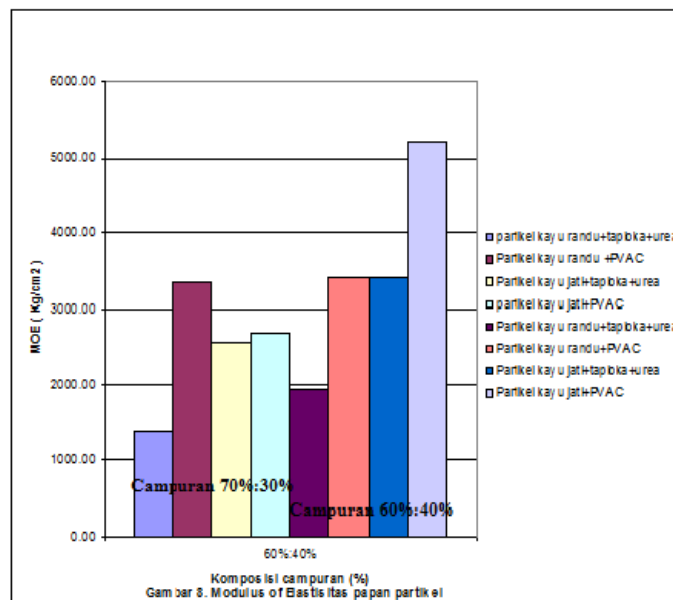
Dari tabel diatas menunjukkan bahwa tinggi rendahnya densitas berbanding lurus dengan prosen porositas, salah satu hal yang mempengaruhi rapat massa bahan adalah banyak sedikitnya

porositas di dalam bahan tersebut. Porositas dapat terjadi sebagai akibat masuknya atau terjebaknya udara saat proses berlangsung baik saat pengadukan (*mixing*) maupun saat pressing dimana cetakan logam tidak mampu membuang udara.

Hasil pengujian bending sebagaimana ditunjukkan pada gambar 7. Dimana komposisi campuran partikel dan matrik 60% : 40% menunjukkan nilai modulus patah ( MOR) lebih tinggi dibandingkan dengan komposisi campuran 70% : 30%.



Selain faktor komposisi campuran papan partikel juga dipengaruhi oleh matrik pengikat partikel, dimana matrik dari PVAC mempunyai nilai modulus patah lebih tinggi dibanding matrik tapioka+urea. Untuk jenis partikel kayu tidak begitu signifikan mempengaruhi kekuatannya. Nilai modulus patah tertinggi untuk komposisi campuran 70% : 30% sebesar 17,59 kg/cm<sup>2</sup> untuk partikel kayu jati matrik PVAC, sedangkan komposisi campuran 60% : 40% nilai modulus patah sebesar 30,43 kg/cm<sup>2</sup> untuk jenis partikel dan matrik yang sama. Terdapat kenaikan nilai modulus patah (MOR) papan partikel kayu jati dan PVAC sebesar 72,98%. Sedangkan nilai modulus elastisitas ( MOE) papan partikel sebagaimana ditunjukkan pada gambar 8. Nilai MOR dan nilai MOE untuk partikel kayu jati dengan matrik PVAC berbanding lurus.

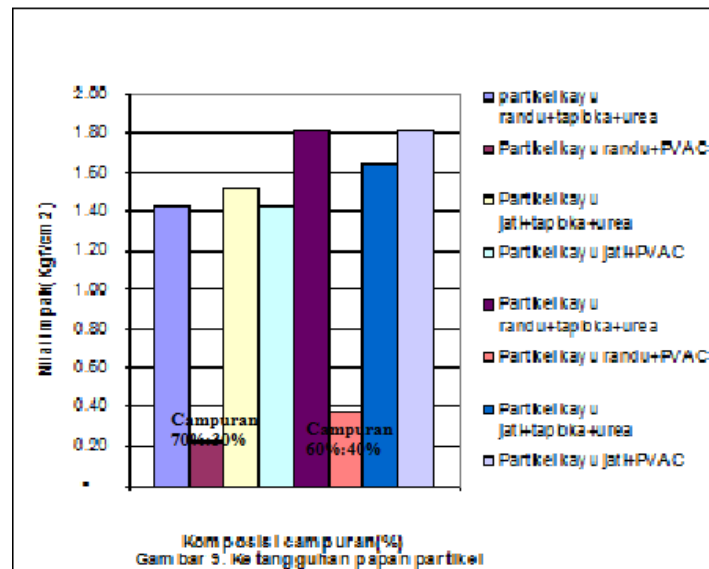


Secara keseluruhan nilai MOE untuk papan dengan matrik PVAC menunjukkan elastisitas yang tinggi sebelum patah.

Nilai tersebut menunjukkan papan dengan partikel dan matrik tersebut tidak mengalami patah getas.

Partikel kayu jati yang mempunyai densitas cukup tinggi juga menunjukkan nilai MOE yang relatif tinggi untuk semua komposisi campuran komposit papan partikel. Dimana partikel dengan densitas rendahpun seperti kayu randu dengan matrik yang baik akan menghasilkan sifat mekanis bending yang baik pula. Kenaikan nilai MOE tertinggi sebesar 93,92% dihasilkan komposit papan partikel kayu jati dengan matrik PVAC.

Pengujian impak dimaksudkan untuk mengetahui sifat ketangguhan bahan ditunjukkan pada gambar 9.



Keseluruhan nilai impak papan partikel untuk komposisi 60% : 40% menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan komposisi campuran 70%:30%.

Pemakaian partikel kayu randu sebagai bahan utama pembuatan papan partikel dengan matrik PVAC serta komposisi campuran yang dipilih menunjukkan ketangguhan yang rendah.

Melalui proses pressing dan pengeringan pada mesin hotpres akan sangat membantu meningkatkan kekuatan mekanis papan partikel. Hal ini mutlak dibutuhkan, dimana papan partikel akan menerima pembebanan yang dapat menyebabkan tegangan pada bahan teknik tersebut.

#### 4. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah :

1. Komposisi campuran dan jenis partikel serbuk kayu serta matrik mempunyai pengaruh yang cukup besar. Dimana komposisi campuran 60%:40%, densitas yang tinggi pada partikel kayu jati serta pemakaian resin epoksi PVAC sebagai matrik utama akan menghasilkan komposit papan partikel yang lebih baik.
2. Telah dihasilkan sifat fisis papan partikel meliputi pengukuran densitas, % porositas serta sifat mekanis meliputi bending dan impak. Dari pengujian tersebut diketahui densitas yang tinggi dan porositas rendah didapat pada komposit papan partikel kayu jati dengan matrik PVAC pada komposisi campuran 60%:40%. Nilai modulus patah (MOR), modulus elastisitas (MOE) serta nilai ketangguhannya juga lebih tinggi. Terdapat kenaikan nilai modulus patah papan partikel sebesar 72,98% dan nilai elastisitas sebesar 93,92% pada komposit papan partikel kayu jati dengan matrik PVAC.



**DAFTAR PUSTAKA**

- A.H. Yuwono, 2009, Teori dasar pengujian mekanik pada material, Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Jakarta.
- Barsoum, M.W, 1997, *Fundamental of Ceramics*, 1<sup>st</sup> Edition, Mc.Graw-Hill, Singapore.
- Diharjo, Kuncoro dkk, 2007, *Rekayasa dan Manufaktur Bahan Komposit Sandwich Berpenguat Serat Kenaf Dengan Care Limbah Kayu Sengon Laut Untuk Komponen Gerbong Kereta Api*, UNS, Surakarta.
- Febrianto F, 1999, *Preparation And Properties Enhancement Of Moldable Wood Biodegradable Polymer Composites*, Kyoto University, Japan.
- Han GS, 1990, *Preparation and Physical Properties Of Moldable Wood Plastic Composites*, Kyoto University, Japan.
- Malau V. 2000, *Bahan Teknik*, Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta
- R.F. Gibson, 1994, *Principles of Composite Materials Mechanics*, McGraw Hill, Inc.
- Sudarsono dkk, 2010, *Pembuatan Papan Partikel Berbahan Baku Sabut Kelapa Dengan Bahan Pengikat Alami (LEM KOPAL)*, Journal Teknologi, Juni 2010.
- S. Riyadi, 2007, *Pengaruh temperatur, waktu penahanan dan fraksi volume sintering komposit serbuk silika-PVC terhadap akurasi dimensi*, Momentum, April 2007, Yogyakarta.
- Sutigno, P. 1988. Teknologi papan partikel datar. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan, Bogor.
- Schwartz, M.M, 1984, *Composite Material Handbook*, Mc Graw Hill, Singapore.