

## PENGARUH TEKANAN PENGEPRESAN TERHADAP SIFAT MEKANIS *WOOD PLASTIC COMPOSITE* (WPC) CAMPURAN *RECYCLE HDPE* DAN SERBUK GERGAJI KAYU

Roy Waluyo<sup>1</sup>), Anton Royanto Ahmad<sup>2</sup>, Sumadi<sup>3</sup>, Andi Nurrachmad<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Universitas Ibn Khaldun Bogor

<sup>1\*</sup>E-mail: [roy.waluyo@uika-bogor.ac.id](mailto:roy.waluyo@uika-bogor.ac.id)

<sup>2</sup>E-mail: [royanto.anton@uika-bogor.ac.id](mailto:royanto.anton@uika-bogor.ac.id)

<sup>3</sup>E-mail: [sumadi@uika-bogor.ac.id](mailto:sumadi@uika-bogor.ac.id)

<sup>4</sup>E-mail: [andinor67@gmail.com](mailto:andinor67@gmail.com)

### Abstrak

*Dalam penelitian ini telah dilakukan pembuatan komposit kayu plastik (wood plastic composite). Pembuatan wood plastic composite (WPC) dilakukan dengan memanfaatkan limbah plastik dan serbuk gergaji kayu (SGK). Jenis plastik yang digunakan adalah HDPE. Dan serbuk gergaji yang digunakan adalah serbuk gergaji kayu kelapa. Material lain yang ditambahkan secara konstan adalah serat serabut kelapa (SSK) sebanyak 2%. Proses pembuatan menggunakan proses hot press dengan memvariasikan tekanan pengepresan yaitu sebesar 50kg, 75kg dan 100 kg. Ukuran sampel adalah 20mm x 60mm x 10mm. untuk mengetahui sifat mekanis sampel, dilakukan pengujian tarik dan pengujian impak. Pengujian tarik mengikuti standar ASTM D639 dan pengujian impak mengikuti standar ASTM D6110. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pengaruh variasi tekanan pengepresan terhadap sifat mekanis (kekuatan tarik dan impak) dari WPC. Hasil pengujian menunjukkan, kekuatan tarik dan impak meningkat seiring bertambahnya tekanan pengepresan. Kekuatan tarik dan impak maksimum terdapat pada beban 100 kg atau pada tekanan 4.5 kg/cm<sup>2</sup>, dengan nilai kekuatan tarik sebesar 10 MPa dan kekuatan impak sebesar 0.276 Joule/mm<sup>2</sup>.*

**Kata kunci:** HDPE; serbuk gergaji kayu; Wood Plastic Composite

### PENDAHULUAN

Indonesia tercatat sebagai penyumbang sampah plastik ke lautan global kedua terbesar setelah Cina. Setiap tahun sekitar 3 juta ton sampah plastik Indonesia masuk ke lautan. Juga berbagai sungai dan kawasan pantai kini dipenuhi sampah yang sangat sulit

terurai (Jambeck, et al., 2015). Produksi sampah di Indonesia sudah sangat mengkhawatirkan. Menurut direktur pengelolaan sampah Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) “produksi sampah nasional mencapai sekitar 65,8 juta ton pertahunnya dimana 16 persennya adalah sampah plastik” (Republika,

2018).

Banyak upaya dilakukan dalam menanggulangi permasalahan sampah. Salah satunya pembuatan *wood plastic composite* (WPC). WPC adalah komposit campuran kayu dan plastik. Proses pembuatannya dapat dilakukan melalui berbagai cara antara lain *hotpress* (Slamet, 2013), (Nurwendi, Simpen, & I.M.S., 2016), dan *injection molding* (Gurau & Ayrilmis, 2018), (A.K., Mamun, & Jurgan, 2010).

Berbagai jenis kayu dan plastik dapat digunakan sebagai bahan baku wpc, sebagai contoh kayu kamper-LDPE (Nurwendi, Simpen, & I.M.S., 2016) Kayu sengon-polyester (Rahman, Sudarisman, & Nugroho, 2018), kayu jati-HDPE (Bootkul, Butkul, & Intarasiri, 2017) pinus-PP (Gurau & Ayrilmis, 2018), mahoni-resin polyester (Gapsari & Setyarini, 2010), mahoni-PP (Cavus, 2020).

Sifat mekanik wpc dipengaruhi antara lain, komposisi material yaitu presentase antara matriks dan penguat. menurut cliffier et.al 70% fraksi volume serbuk gergaji kelapa dengan mesh 250 merupakan persentase dan mesh terbaik untuk menghasilkan sifat mekanis optimum (Poyoh, Rauf, & Lumintang, 2013). Selain faktor komposisi material penambahan coupling agent dapat meningkatkan sifat mekanik. *Coupling agent* berfungsi memperbaiki ikatan antara material matriks dan material penguat sehingga sifat-sifat komposit jadi lebih baik (Prasetyo, Raharjo, & Ubaidillah., 2013).

Faktor lainnya yang berpengaruh terhadap sifat mekanik wpc adalah parameter proses yaitu tekanan dan temperatur. Temperatur membantu

mempermudah interaksi antar material. Dalam pembuatan komposit penguat dicampur kedalam matriks yang umumnya dalam kondisi cair. Fasa cair matrik memudahkan penguat larut dan membentuk komposit yang homogen.

Selain temperatur, parameter proses seperti tekanan dapat berpengaruh terhadap sifat mekanis. Tekanan pada proses pencetakan wpc akan membuat matriks untuk terdistribusi secara merata (Ratmanto, Raharjo, & Triyono, 2016). Tekanan pengepresan dapat mengakibatkan ikatan antar muka matriks dan penguat meningkat serta mengurangi terbentuknya cacat seperti pori dan *void* (Saputra, Diharjo, & Raharjo, 2013). Hal ini akan meningkatkan sifat mekanis WPC.

Dalam penelitian ini dilakukan pembuatan wpc campuran recycle HDPE (rHDPE) dan serbuk gergaji kayu kelapa (*coconut flour*) dengan ukuran mesh 30. Sebagai penguat ditambahkan serat serabut kelapa (*coconut fibre*, CF) dengan panjang antara 20-40 mm sebanyak 2%. Sebagai *compatibilizer*. Pembuatan sampel menggunakan mesin hot press. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mendapatkan pengaruh variasi tekanan pengepresan terhadap sifat sifat mekanik yaitu kekuatan tarik dan impak.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Pengujian tarik

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik dari material. Hasil dari pengujian tarik antara lain meliputi kekuatan tarik,

pertambahan panjang dan pengecilan luas penampang. Nilai kekuatan tarik, regangan dan modulus tarik komposit dapat dihitung dari data pengujian yang berupa beban maksimum. Besarnya nilai kekuatan tarik komposit dapat dihitung dengan persamaan:

$$\sigma_t = \frac{F}{A} \text{ (N/mm}^2\text{)}$$

Besarnya nilai regangan dapat dihitung dengan persamaan:

$$\varepsilon = \frac{l_1 - l_0}{l_0} = \frac{\Delta l}{l_0}$$

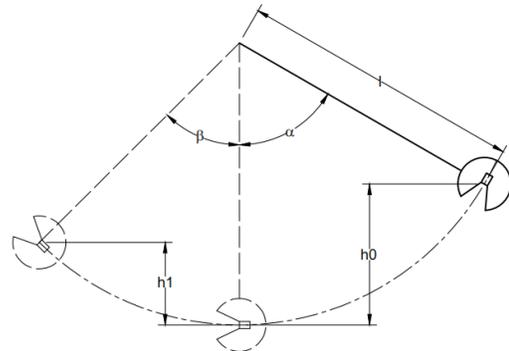
- F = Beban tarik (N)
- A = Luas penampang (mm<sup>2</sup>)
- l<sub>0</sub> = Panjang awal (mm)
- l<sub>1</sub> = Panjang akhir (mm)

### Pengujian impact (*impact*)

Pengujian impact bertujuan untuk mengetahui kekuatan impact dari suatu material. Harga impact merupakan jumlah energi yang diserap dibagi luas penampang sampel. Kekuatan impact material sangat dipengaruhi oleh temperatur. Pada temperatur rendah material cenderung getas (*brittle*) sedangkan pada temperatur tinggi material cenderung liat (*ductile*):

harga dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$HI = \frac{\Delta E}{A} = W \times l (\cos\beta - \cos\alpha)$$



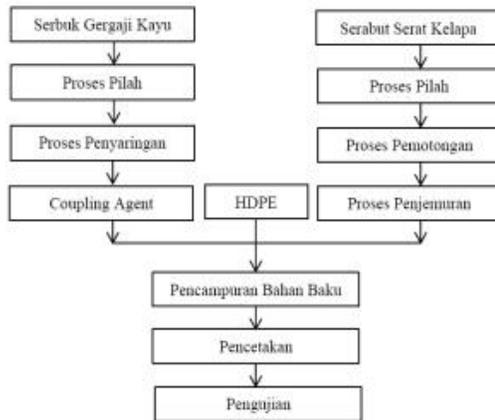
Dimana:

- HI = harga Impact (Joule/mm<sup>2</sup>)
- ΔE = Energi yang di serap (Joule)
- W = Berat bandul (kg)
- L = Panjang lengan bandul (m)
- α = sudut awal (°)
- β = Sudut akhir (°)

### METODE PELAKSANAAN

Bahan-bahan utama yang digunakan dalam pembuatan wood plastic composite adalah: Serbuk gergaji kayu (SGK) kelapa, serat serabut kelapa (SSK), HDPE, *coupling agent* dan *mold release wax* dan *coupling agent*.

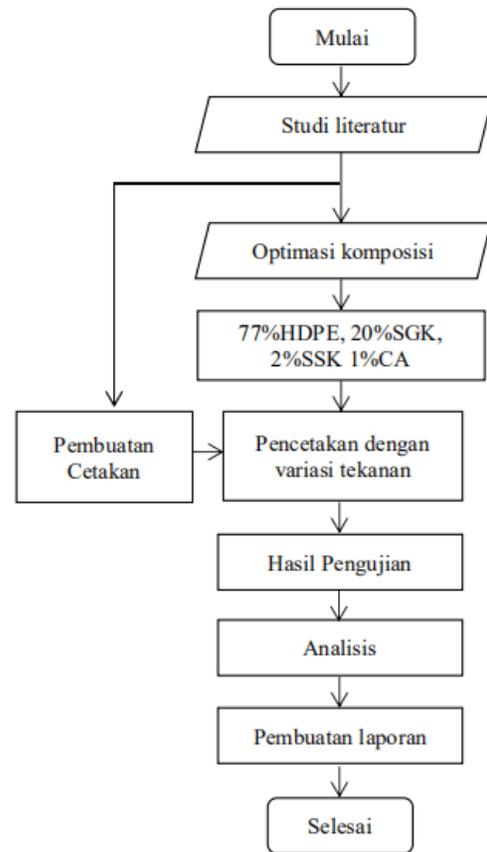
Tahapan proses pembuatan WPC dari preparasi bahan sampai pengujian dapat dilihat seperti gambar 1



Gambar 1. Tahapan pembuatan sample

Pemisahan serbuk gergaji kayu (SGK) didasarkan pada ukurannya. Pemisahan ini menggunakan saringan mesh. Dalam penelitian ini serbuk gergaji yang digunakan memiliki ukuran mesh 30. Dengan ukuran mesh 30 tidak diperlukan proses tambahan seperti penghalusan.

Selain serbuk gergaji kayu, pada wpc ditambahkan juga serat serabut kelapa (SSK). Serat serabut kelapa ditambahkan secara konstan sebanyak 2%. Setelah dipilah ssk dipotong dengan ukuran antara 2-4 cm. Selanjutnya untuk mengurangi kadar air, serbuk gergaji dan serat serabut kelapa dikeringkan dibawah sinar matahari.



Gambar 2. Diagram Alir penelitian

Diagram alir penelitian pengaruh tekanan pengepresan terhadap sifat mekanis *wood plastic composite* (wpc) campuran recycle hdpe dan serbuk gergaji kayu, seperti terlihat pada gambar 2

Bahan-bahan utama (SGK, HDPE, SSK) yang telah disiapkan (gambar 3), kemudain dicampur dalam sebuah wadah dengan presentase seperti terlihat pada tabel 1.





Gambar 3. Bahan utama pembuatan WPC (a) HDPE, (b) Serbuk Gergaji kayu (c) Serat serabut kelapa (d) bahan yang sudah dicampur

Tabel 1. Komposisi material

Kode Sample	1	2	2
SGK (% wt)	20	20	20
HDPE (% wt)	77	77	77
SSK (% wt)	2	2	2
Beban (kg)	50	75	100
Tekanan (kg/cm <sup>2</sup> )	2.3	3.4	4.5

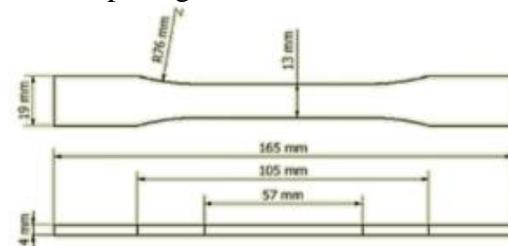
Keterangan: SGK (Serbuk gergaji kelapa), SSK (serat serabut kelapa), CA (Coupling agent)

Proses pencetakan menggunakan mesin *hot press* (gambar 4). Mesin *hot press* yang digunakan memiliki kapasitas tekanan sampai 5ton dengan temperatur sampai 200°C



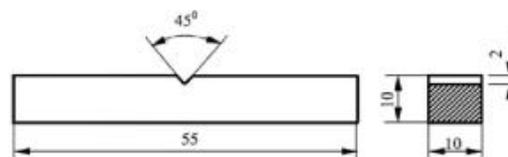
Gambar 4. Mesin *hot press*

Untuk mengetahui sifat mekanis dari komposit kayu-plastik, dilakukan pengujian tarik dan impak. Pengujian tarik menggunakan standar ASTM D639. Bentuk specimen uji tarik seperti terlihat pada gambar 5.



Gambar 5. Spesimen uji tarik

Pengujian Impak menggunakan standar ASTM D6110. Bentuk specimen uji impak seperti terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Spesimen uji impak

## HASIL dan PEMBAHASAN

Bentuk komposit hasil pencetakan berupa papan partikel berukuran 200x80x11mm, seperti terlihat pada gambar 7



Gambar 7. Sampel hasil pencetakan

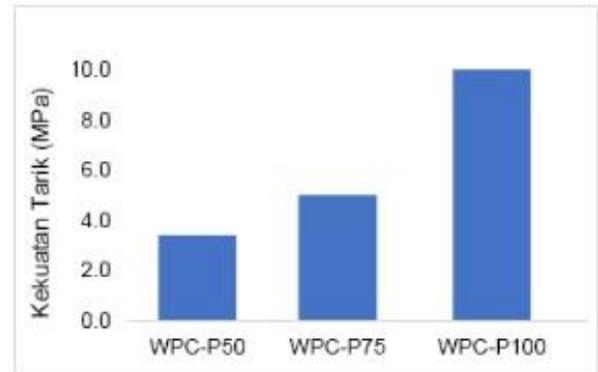
Sampel hasil pencetakan selanjutnya dipotong-potong untuk dijadikan sampel uji tarik dan uji impak sesuai standar. Sampel hasil pencetakan cukup untuk dijadikan tiga sampel uji tarik dan tiga sampel uji impak



Gambar 8. Sampel uji tarik (mengikuti standar ASTM D639)

Sampel wpc menggunakan variasi tekanan 50kg, 75kg dan 100kg. komposisi wpc adalah 77%hdpe-20%sgk-2%ssk. Temperatur pencetakan 160°C dengan holding time selama 15 menit. Hasil pengujian tarik sampel dengan variasi

tekanan seperti terlihat pada gambar 9.



Gambar 9. Grafik pengaruh variasi tekanan terhadap kekuatan tarik

Dari grafik terlihat adanya pengaruh penambahan tekanan terhadap kekuatan tarik sampel wpc. Kekuatan tarik bertambah secara linier. Hasil pengujian menunjukkan kekuatan tarik meningkat seiring bertambahnya tekanan pengepresan.

Penambahan tekanan pada pembuatan wpc dapat meningkatkan kepadatan. Tekanan dapat mengurangi adanya void. Tekanan membuat penguat (sebuk gergaji dan serat serabut kelapa) terdistribusi secara merata. Tekanan yang tinggi dapat memperluas kontak antara matriks dan penguat (plastik dan sebuk gergaji). Kekuatan tarik maksimum terdapat pada beban 100 kg atau pada tekanan 4.5 kg/cm<sup>2</sup>, dengan nilai kekuatan tarik rata-rata sebesar 10 MPa. Kekuatan tarik terendah terdapat pada beban 50kg atau pada tekanan 2.3 kg/mm<sup>2</sup> sebesar 3.4 MPa.

Grafik Pengaruh variasi tekanan terhadap harga impak seperti terlihat pada gambar 10.



Gambar 10. Grafik pengaruh persentase serbuk gergaji terhadap harga impact

Dari grafik terlihat adanya pengaruh penambahan tekanan terhadap harga impact. Semakin padat sampel maka semakin besar energi yang dapat diserap. Harga impact tertinggi terdapat pada beban 100 kg atau pada tekanan 4.5 kg/cm<sup>2</sup>, dengan harga impact sebesar 0.276 Joule/mm<sup>2</sup>

Bentuk patahan sampel seperti terlihat pada gambar 11.



Gambar 11. Bentuk patahan sampel uji impact

Bentuk patahan menunjukkan jenis patahan getas. Salah satu penyebab rendahnya kekuatan impact pada sampel adalah adanya void. Void dapat terjadi perbedaan muatan listrik secara atom yang saling berikatan antara matriks-penguat dan pengisi sehingga bila ada gas maka ikatannya menjadi lemah. Penekanan cetakan yang kurang sempurna juga dapat menjadi salah satu penyebab gas masih terjebak di dalam

matrik sehingga menyebabkan terjadinya kekosongan (void) (Yudhyadi & Sari, 2013).

## KESIMPULAN

Hasil beberapa kali percobaan, temperatur yang tepat untuk mencetak wpc pada penelitian ini adalah 160°C dengan *holding time* 15 menit

Tekanan pengepresan berpengaruh terhadap peningkatan kekuatan sifat mekanis. Hasil pengujian kekuatan tarik maksimum terdapat pada beban 100 kg atau pada tekanan 4.5 kg/cm<sup>2</sup>, dengan nilai rata-rata kekuatan tarik sebesar 10 MPa dan kekuatan tarik terendah terdapat pada tekanan 50 kg dengan nilai kekuatan tarik rata-rata sebesar 3.4 MPa. Harga impact tertinggi terdapat pada beban 100 kg, dengan harga impact sebesar 0.276 Joule/mm<sup>2</sup>. Harga impact terendah terdapat pada tekanan 50 kg yaitu sebesar 0.211 Joule/mm<sup>2</sup>.

## DAFTAR PUSTAKA

- A.K., B., Mamun, A., & Jurgen, V. (2010). Coconut shell reinforced polypropylene: The effect fibre physical, chemical and surface properties. *Composite Science and Technology*, 840-846.
- Bootkul, D., Butkul, T., & Intarasiri, I. (2017). Physical and mechanical properties of wood plastic composites from teak wood sawdust and high density polyethylene (HDPE). *Key Engineering Materials*, 277-282.

- Cavus, V. (2020). Selected Properties of Mahogany Wood Flour Filled Polypropylene Composites: The Effect of Maleic. *Bio Resources*, 2227–2236.
- Gapsari, F., & Setyarini, P. (2010). Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Kekuatan Tarik Dan Lentur Komposit Resin Berpenguat Serbuk Kayu. *Rekayasa Mesin*, 59–64.
- Gurau, L., & Ayrilmis, N. (2018). Effect of raw material composition of wood plastic composites on surface roughness parameters evaluated with a robust filtering method. *Journal of Thermoplastic Composite Materials*, 427-441.
- Jambeck, J., Geyer, R., Wilcox, C., Siegler, T., Perryman, M., Andrady, A., Law, K. (2015). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 768-771.
- Nurwendi, H., Simpen, I., & I.M.S., N. (2016). Sintesis Serat Selulosa Serbuk Gergaji Kayu Kamper-Limbah Plastik LDPE (Low Density Poliethylene) dengan Reagen Fenton sebagai Agen Pengkopling. *Jurnal Kimia*, 89-95.
- Poyoh, C. F., Rauf, F. A., & Lumintang, R. C. (2013). Pengaruh Variasi Ukuran Butiran Filler Serbuk Gergaji Batang Kelapa Terhadap Sifat Mekanik Komposit. *JURNAL ONLINE POROS TEKNIK MESIN UNSRAT*.
- Prasetyo, D., Raharjo, W. W., & Ubaidillah. (2013). Pengaruh penambahan coupling agent terhadap kekuatan mekanik komposit polyester-cantula dengan anyaman serat 3D angle interloc. *Mekanika*, 44–52.
- Rahman, M., Sudarisman, S., & Nugroho, E. (2018). Pengaruh Ukuran Butir, Fraksi Volume dan Penambahan Aseton terhadap Kekuatan Flexural Komposit Papan Partikel Serbuk Gergaji Kayu Sengon-Matrik Polyester. *JMPM: Jurnal Material & Proses Manufaktur*, 110–118.
- Ratmanto, A., Raharjo, W. W., & Triyono, T. (2016). Pengaruh Tekanan Pengepresan Terhadap Kekuatan Bending Komposit rHDPE CANTULA. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi* (pp. 46-50). Semarang: Unwahas.
- Republika. (2018, Juli 20). *Republika.co.id*. Retrieved from [Republika.co.id: https://nasional.republika.co.id](https://nasional.republika.co.id)
- Saputra, W., Diharjo, K. D., & Raharjo, W. W. (2013). Pengaruh Tekanan Pengepresan Terhadap Kekuatan Geser Tekan Dan Bending Komposit Limbah Kertas Hvs-Sekam Padi. *Jurnal kajian Teknologi*, 127–133.
- Slamet, S. (2013). Karakterisasi Komposit Dari Serbuk gergaji (Sawdust) dengan Proses Hotpress Sebagai Bahan Baku Papan Partikel1-9. *SNST ke-4* (pp. 1-9). Semarang : Fakultas

Teknik Universitas Wahid  
Hasyim Semarang.

Yudhyadi, I., & Sari, N. H. (2013).  
Analisa Kekuatan Impact  
Komposit Polyester Diperkuat  
Serat Pandan Wangi dengan  
Pengisi Serbuk Gergaji Kayu.  
*Jurnal Energi dan Manufaktur*,  
129-134.