

## Analisis Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel dari Serbuk Kayu Bayur (*Pterospermum javanicum*) dan Serbuk Kulit Kakao (*Theobroma cacao L*) Bertulang Anyaman Bambu

Hayyul Pelma Sari\*, Mora

Laboratorium Fisika Material, Jurusan Fisika  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas  
Kampus UNAND Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

### Info Artikel

#### Histori Artikel:

Diajukan: 09 Januari 2020

Direvisi: 20 Januari 2020

Diterima: 24 Januari 2020

#### Kata kunci:

papan partikel  
serbuk kayu  
serbuk kulit kakao  
MOE  
MOR

#### Keywords:

particle board  
wood powder  
cocoa leather powder  
MOE  
MOR

#### Penulis Korespondensi:

Hayyul Pelma Sari

Email:

hayyulpelmasari1997@gmail.com

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi serbuk kayu dengan serbuk kulit kakao pada papan partikel bertulang anyaman bambu terhadap sifat fisis dan mekanis. Perbandingan komposisi bahan pengisi (serbuk kayu : serbuk kulit kakao) yang digunakan yaitu 70%:0%, 50%:20%, 35%:35%, 20%:50%, 0%:70%, dengan matriks yang konstan yaitu 30%. Ukuran partikel serbuk kayu yang digunakan adalah yang lolos ayakan 50 mesh dan kulit kakao yang lolos ayakan 100 mesh. Parameter yang diukur adalah densitas, kadar air, daya serap air, Modulus of Elasticity (MOE), dan Modulus of Rupture (MOR). Hasil pengujian yang didapatkan bahwa variasi komposisi serbuk kayu dan serbuk kulit kakao berpengaruh terhadap sifat fisis dan mekanis yang dihasilkan. Densitas ( $0,87 \text{ g/cm}^3 - 1,03 \text{ g/cm}^3$ ) papan partikel di atas standar SNI 03-2105-2006. Kadar air (2,48% - 2,96%) papan partikel sudah memenuhi standar. Daya serap air (13,43% - 20,50%) papan partikel sudah memenuhi standar. Pengujian sifat mekanis MOR papan partikel pada komposisi 50%:20%, 35%:35% dan 20%:50% ( $82,40 \text{ kg/cm}^2 - 87,02 \text{ kg/cm}^2$ ) sudah memenuhi standar SNI 03-2105-2006. MOE ( $2290,42 \text{ kg/cm}^2 - 3857,27 \text{ kg/cm}^2$ ) papan partikel belum memenuhi standar SNI 03-2105-2006.

*A research to determine the effect of the composition of wood powder with cocoa skin powder on bamboo woven reinforced particleboard on physical and mechanical properties has been conducted. Comparison of filler composition (wood powder: cocoa skin powder) used is 70%:0%, 50%:20%, 35%:35%, 20%:50%, 0%:70%, with a constant matrix of 30%. The particle size of the sawdust used is a 50 mesh sieve pass and a cocoa shell that passes 100 mesh sieve. The parameters measured are density, water content, water absorption, Modulus of Elasticity (MOE), and Modulus of Rupture (MOR). The results show that the variation of the composition of wood powder and cocoa skin powder affect the physical and mechanical properties produced. Density ( $0,87 \text{ g/cm}^3 - 1,03 \text{ g/cm}^3$ ) particle board above SNI standard 03-2105-2006. Water content (2,48% - 2,96%) particle board meets the standard. Water absorption (13,43% - 20,50%) particle board meets the standards. Testing the mechanical properties of particle board MOR at the composition of 50%:20%, 35%:35% and 20%:50% ( $82,40 \text{ kg/cm}^2 - 87,02 \text{ kg/cm}^2$ ) has fulfilled SNI 03-2105-2006 standards. MOE ( $2290,42 \text{ kg/cm}^2 - 3857,27 \text{ kg/cm}^2$ ) particle board has not fulfilled SNI 03-2105-2006 standards.*

Copyright © 2020 Author(s). All rights reserved

## I. PENDAHULUAN

Berkembangnya teknologi dan industri menyebabkan perubahan kehidupan manusia semakin modern dan kebutuhan material semakin meningkat. Kebutuhan papan saat ini mengalami peningkatan yang signifikan dari kayu-kayu hasil hutan. Produktivitas hutan yang semakin menurun akan berakibat pada kesulitan untuk memenuhi kebutuhan bahan baku kayu. Untuk itu diperlukannya alternatif lain pengganti kayu. Salah satu upaya untuk mengatasi peningkatan kebutuhan terhadap papan dengan memanfaatkan limbah-limbah tumbuhan sebagai bahan baku, seperti papan partikel (Roza dkk., 2015).

Papan partikel adalah produk komposit yang dihasilkan dari pengempaan panas antara campuran partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya dengan perekat organik. Pembuatan papan partikel dengan mengolah bahan buangan dapat mengurangi limbah (Roza dkk., 2015). Papan partikel mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan kayu, diantaranya papan partikel bebas cacat (mata kayu, pecah, dan retak) dan ukuran serta kerapatan papan dapat disesuaikan dengan kebutuhan (Maloney, 1997).

Produksi barang dari bahan kayu akan meninggalkan limbah kayu berupa serpihan kayu dan serbuk kayu. Limbah kayu saat ini belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah kayu berupa serbuk dapat dimanfaatkan untuk pembuatan material komposit pada papan partikel. Serbuk kayu mengandung lignoselulosa yang berguna untuk pembuatan papan partikel. Selain serbuk kayu, banyak lagi limbah alam yang mengandung lignoselulosa seperti limbah kulit kakao. Saat ini tanaman kakao hanya dimanfaatkan bijinya, sedangkan limbah dari kulitnya hanya dibuang. Kulit atau cangkang buah kakao juga menyimpan lignoselulosa sama seperti serbuk kayu.

Umam dkk. (2017) telah melakukan penelitian yang bertujuan untuk menentukan jenis perendaman dan penambahan bahan lapisan pada papan komposit. Pengujian sifat fisik dan mekanik yang didapatkan telah memenuhi standar JIS A 5908-2003 kecuali nilai kadar air. Hasil dari penelitian ini didapatkan nilai kerapatan berkisar 0,7633 gr/cm<sup>3</sup> sampai 0,7733 gr/cm<sup>3</sup>, nilai kadar air berkisar antara 2,1614% sampai 5,3773%, nilai daya serap air berkisar antara 17,8673% sampai 33,8660%, nilai *Modulus of Elasticity* (MOE) berkisar antara 15376,8030 kg/cm<sup>2</sup> sampai 64424,9049 kg/cm<sup>2</sup> dan nilai *Modulus of Rupture* (MOR) yang dihasilkan berkisar antara 342,8659 kg/cm<sup>2</sup> sampai 743,3328 kg/cm<sup>2</sup>. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan bahan pelapis dapat menahan beban lebih besar karena sifat mekanik bahan pelapis lebih tinggi.

Hidanto dan Mora (2019) yang melakukan penelitian tentang komposit papan partikel untuk mengetahui pengaruh komposisi tandan kosong kelapa sawit, serbuk kayu, dan tempurung kelapa terhadap sifat fisis dan mekanik papan partikel. Penelitian tersebut membuat papan partikel secara homogen (satu lapis) dengan suhu pengempaan 150 °C selama 10 menit. Hasil dari penelitian ini didapatkan nilai densitas papan partikel yang dihasilkan antara 0,97-1,09 g/cm<sup>3</sup>, nilai kadar air berkisar antara 0,891,85%, daya serap air berkisar antara 15,17-34,47%, nilai MOE antara 396,26-984,93 kg/cm<sup>2</sup>, dan nilai MOR berkisar antara 102,35-199,91 kg/cm<sup>2</sup>. Sifat fisis dan mekanis papan partikel yang didapatkan telah memenuhi standar SNI 032105-2006 kecuali densitas dan MOE.

Najihah dkk. (2018) telah melakukan penelitian untuk mengetahui komposisi bahan dan pengaruh perekat terhadap sifat fisis dan mekanis papan partikel. Hasil dari penelitian ini didapatkan nilai kadar air berkisar antara 0,05-0,117%, nilai densitas berkisar antara 0,820-0,968 g/cm<sup>3</sup>, nilai daya serap air berkisar antara 0,283-1,164 %, dan nilai IB yang didapatkan berkisar antara 1,984 kg/cm<sup>2</sup>-10,096 kg/cm<sup>2</sup>. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh variasi komposisi bahan dan jumlah perekat terhadap sifat fisis dan mekanis papan partikel. Dengan penambahannya kadar perekat dapat menurunkan nilai kadar air, densitas dan daya serap air.

Berdasarkan uraian diatas, maka dilakukan penelitian tentang pembuatan papan partikel dari serbuk kayu dan serbuk kulit kakao bertulang anyaman bambu. Penelitian ini diharapkan menghasilkan kekuatan fisis dan mekanik papan partikel yang memenuhi standar. Penambahan anyaman bambu diharapkan dapat meningkatkan nilai sifat mekanis yang dihasilkan. Penelitian ini menggunakan resin epoksi sebagai perekat serbuk kayu, serbuk kulit kakao dan anyaman bambu. Sifat fisis dan mekanis papan partikel yang didapatkan akan dibandingkan dengan standar SNI 03-2105-2006.

## II. METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serbuk kayu bayur, serbuk kulit kakao, anyaman bambu dan resin epoksi. Serbuk kayu diambil dari limbah gergaji kayu. Serbuk kayu dibersihkan dan dikeringkan lalu diayak dengan ayakan 50 *mesh*. Serbuk kulit kakao dibuat dari limbah buah kakao. Kulit kakao dibersihkan lalu dipotong kecil-kecil dan dijemur di bawah sinar matahari sampai kering. Kulit kakao yang telah kering di *grinding* untuk memperkecil ukuran agar memudahkan penggilingan. Partikel dibuat dengan menggunakan *ball mill* yaitu sebuah tabung horizontal yang berputar didalamnya terdapat bola-bola besi berdiameter 1,5 cm – 2,5 cm sebanyak 15 buah sebagai penghancur. Serbuk kulit kakao di *ball mill* lebih kurang selama 5 jam, setelah itu diayak dengan ayakan 100 *mesh*. Hasil ayakan digunakan sebagai bahan pengisi papan partikel.

Partikel yang diperoleh ditimbang sesuai komposisi masing-masing sampel dengan massa total 90 g. Partikel yang telah di timbang dicampurkan ke dalam wadah lalu diaduk dengan *mixer* sampai homogen. Komposisi bahan papan partikel divariasikan menjadi lima variasi pengisi (*filler*) dan perekat, dengan perbandingan komposisi partikel (serbuk kayu : serbuk kulit kakao : resin) yaitu 70%:0%:30%, 50%:20%:30%, 35%:35%:30%, 20%:50%:30%, dan 0%:70%:30%. Sampel yang telah diaduk dibagi menjadi 2 bagian. Bagian pertama dituangkan dalam cetakan yang sudah dilapisi aluminium *foil* dan diratakan. Setelah itu dimasukkan anyaman bambu lalu dituangkan lagi bagian sampel yang satunya lagi. Permukaan sampel diratakan dengan penutup yang tersedia pada cetakan dan ditekan menggunakan *hot packing press* dengan beban 2000 kg pada suhu 150°C di atas dan bawah selama 10 menit. Sampel dikeringkan minimal selama 24 jam dan dilakukan uji sifat fisis dan uji mekanis.

Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian sifat fisis dan mekanis. Sifat fisis yang diuji adalah densitas, kadar air, dan daya serap air. Sedangkan untuk uji sifat mekanis yang diuji adalah MOE dan MOR. Pengujian sifat fisis dan mekanik papan partikel dilakukan berdasarkan standar SNI 032105-2006. Pengujian densitas papan partikel dilakukan dengan cara menimbang massa sampel menggunakan timbangan digital serta mengukur panjang, lebar dan tebal sampel. Pengujian kadar dilakukan dengan mengukur massa sampel dan dipanaskan dalam oven pada suhu 100 °C selama 10 menit. Pengujian daya serap air dengan cara mengukur massa awal sampel sebelum dimasukkan kedalam wadah yang berisi air selama 24 jam. Pengujian MOE dan MOR dengan memberikan beban tegak lurus terhadap sampel dengan jarak sangga 8 cm. Ukuran sampel yang digunakan untuk densitas, kadar air, MOE, dan MOR adalah 10 x 5 cm, sedangkan ukuran yang digunakan untuk daya serap air adalah 5 x 5 cm. Tebal tiap sampel berkisar antara 0,80-1,10 cm.

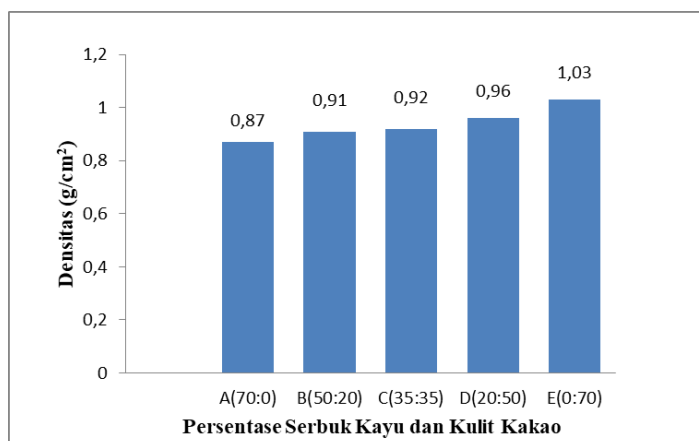
## III. HASIL DAN DISKUSI

### 3.1 Pengujian Sifat Fisis

#### 3.1.1 Densitas

Berdasarkan Gambar 1 dapat dilihat pengaruh variasi komposisi partikel serbuk kayu dan kulit kakao terhadap nilai densitas papan partikel. Nilai densitas yang dihasilkan berkisar antara 0,87 g/cm<sup>3</sup> - 1,03 g/cm<sup>3</sup>. Nilai densitas terendah papan partikel terdapat pada komposisi 70%:0% dengan nilai densitas 0,87 g/cm<sup>3</sup>, sedangkan nilai densitas tertinggi papan partikel terdapat pada komposisi 0%:70% dengan nilai densitas 1,03 g/cm<sup>3</sup>.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan penambahan komposisi partikel kulit kakao meningkatkan nilai densitas papan partikel yang dihasilkan, sedangkan dengan bertambahnya komposisi partikel serbuk kayu menurunkan nilai densitas hingga mencapai nilai yang ditetapkan SNI 03-2105-2006. Hal ini disebabkan karena berat jenis bahan baku yang digunakan, berat jenis partikel kulit kakao lebih tinggi dibandingkan dengan partikel serbuk kayu bayur. Hidanto dan Mora (1995) menyatakan bahwa faktor penting yang mempengaruhi nilai kerapatan papan partikel adalah berat jenis bahan baku dan banyaknya bahan pada lembaran (kepadatan lembaran). Selain itu juga dipengaruhi oleh kondisi proses produksi terutama proses pengempaan, pengeringan bahan baku, kadar perekat dan bahan baku tambahan lainnya.

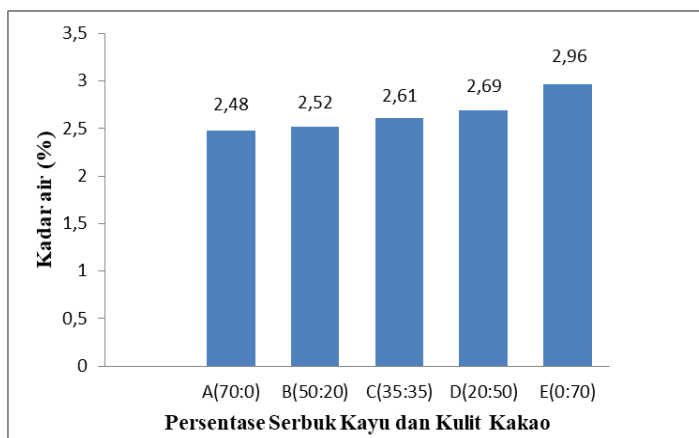


**Gambar 1** Grafik densitas papan partikel

Berdasarkan standar SNI 03-2105-2006 menjelaskan bahwa densitas papan partikel yaitu  $0,5 \text{ g/cm}^3 - 0,9 \text{ g/cm}^3$ , maka densitas papan partikel yang didapatkan dalam penelitian ini melampaui standar mutu yang ditetapkan. Berdasarkan nilai densitas yang didapatkan papan partikel dapat dikategorikan kedalam papan partikel berkerapatan tinggi dimana nilai densitas papan partikel lebih dari  $0,8 \text{ g/cm}^3$  (Maloney, 1997).

### 3.1.2 Kadar Air

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat pengaruh komposisi partikel serbuk kayu dan kulit kakao terhadap kadar air papan partikel. Penambahan serbuk kulit kakao meningkatkan nilai kadar air yang dihasilkan, sedangkan dengan penambahan serbuk kayu dapat menurunkan nilai kadar air yang dihasilkan. Nilai kadar air papan partikel yang dihasilkan berkisar antara 2,48% - 2,96%. Nilai kadar air papan partikel terendah terdapat pada papan dengan komposisi 70%:0% dengan kadar air 2,48%, sedangkan nilai kadar air tertinggi terdapat pada papan dengan komposisi 0%:70% dengan kadar air 2,96%.



**Gambar 2** Grafik kadar air papan partikel

Hasil penelitian menunjukkan pada papan dengan komposisi partikel serbuk kayu dan kulit kakao 0%:70%, memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan komposisi lain. Hal ini terjadi karena kadar air papan partikel bergantung pada kondisi udara sekitarnya. Papan partikel terdiri atas bahan-bahan yang mengandung lignoselulosa sehingga menyebabkan papan bersifat higroskopis dan menjadi lembab (Iswanto, 2008). Heygreen dan Bowyer (1993) menyatakan bahwa tingginya nilai kadar air disebabkan sifat papan partikel yang bersifat higroskopis yang sangat mudah menyerap air.

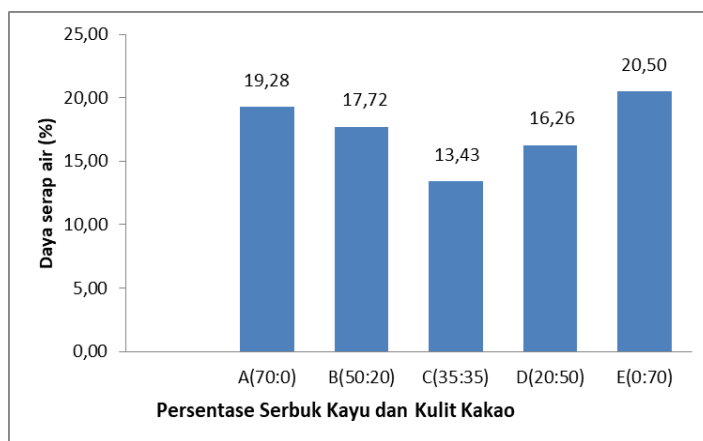
Nilai kadar air papan partikel yang dihasilkan berkisar antara 2,48%-2,96%. Rendahnya kadar air diduga karena tingginya densitas papan partikel yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu  $0,87 \text{ g/cm}^3 - 1,03 \text{ g/cm}^3$ . Hidanto dan Mora (2019) menyatakan bahwa kadar air papan partikel dipengaruhi

oleh densitas atau kerapatannya, papan dengan kerapatan tinggi memiliki ikatan antar molekul partikel dengan molekul perekat terbentuk sangat kuat sehingga molekul air sulit mengisi rongga yang terdapat dalam papan paertikel.

Berdasarkan standar SNI 03-2105-2006 nilai kadar air untuk papan partikel ditetapkan tidak melebihi 14%. Nilai kadar air yang didapatkan untuk seluruh variasi komposisi papan partikel pada penelitian ini memenuhi standar papan paertikel yang ditetapkan.

### 3.1.3 Daya Serap Air

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat pengaruh komposisi serbuk kayu dan serbuk kulit kakao terhadap nilai daya serap air papan partikel. Nilai daya serap air papan partikel setelah perendaman selama 24 jam berkisar antara 13,43% - 20,50%. Nilai daya serap air terkecil setelah perendaman selama 24 jam terdapat pada papan dengan komposisi 35%:35% yaitu 13,43%. Sedangkan nilai daya serap air tertinggi terdapat pada papan dengan komposisi 0%:70% yaitu 20,50%. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dengan penambahan serbuk kulit kakao dapat menurunkan nilai daya serap air karena sedikitnya serbuk kulit kakao menyebabkan sifat higroskopis papan partikel semakin rendah. Penambahan lebih banyak serbuk kulit kakao dari pada serbuk kayu menaikkan nilai daya serap air karena banyaknya serbuk kulit kakao menyebabkan sifat higroskopis papan partikel semakin tinggi. Hal ini diperkirakan karena sampel mempunyai rongga udara yang cukup banyak, sehingga membuat sampel tersebut mudah rusak (Malau dkk., 2015).



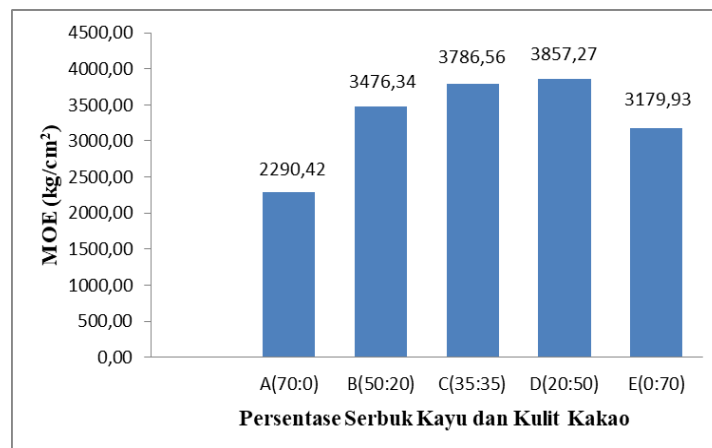
**Gambar 3** Grafik daya serap air papan partikel

Berdasarkan standar SNI 03-2105-2006 tidak menetapkan nilai daya serap air, akan tetapi pengujian daya serap air bisa dibandingkan berdasarkan standar FAO papan partikel. Menurut nilai standar FAO berkisar 6%-40% hasil uji daya serap air pada penelitian ini memenuhi standar FAO papan partikel. Hasil uji ini juga perlu dilakukan karena pengujian ini dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk penggunaan papan partikel ini, apakah termasuk layak untuk interior atau eksterior. Berdasarkan hasil pengujian yang menunjukkan nilai daya serap air berkisar 13,43% - 20,50%, maka papan partikel ini direkomendasikan untuk keperluan eksterior.

## 3.2 Pengujian Sifat Mekanik

### 3.2.1 Kuat Lentur (MOE)

Berdasarkan Gambar 4 dapat dilihat pengaruh komposisi massa serbuk kayu dan serbuk kulit kakao bertulang anyaman bambu terhadap nilai kuat lentur papan partikel. Nilai kuat lentur papan partikel yang dihasilkan berkisar antara 2290,42 kg/cm<sup>2</sup> - 3857,27 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai kuat lentur terendah terdapat pada papan partikel dengan komposisi serbuk kayu dan kulit kakao 70%:0% yaitu sebesar 2290,42 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan nilai kuat lentur tertinggi terdapat pada papan partikel dengan komposisi 20%:50% sebesar 3857,27 kg/cm<sup>2</sup>. Umam dkk (2017) menyatakan dengan penambahan bahan pelapis pada papan komposit dapat meningkatkan kekuatan papan dan bahan pelapis pada permukaan papan dapat menahan beban lebih besar, karena sifat mekanik bahan pelapis yang lebih tinggi.

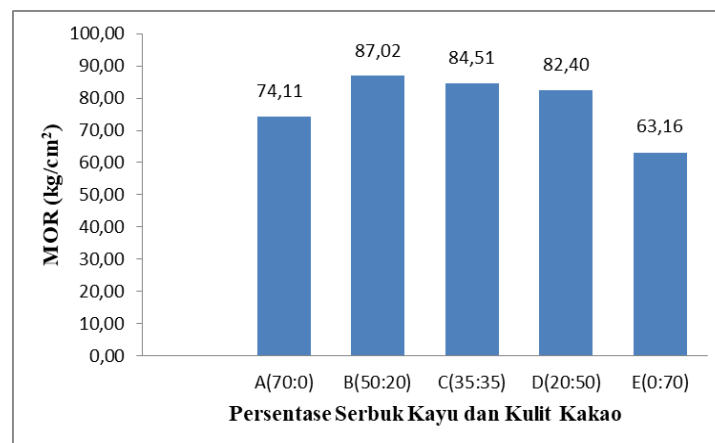


Gambar 4 Grafik MOE papan partikel

Berdasarkan standar SNI 03-2105-2006 nilai kuat lentur (MOE) papan partikel yang ditetapkan minimal 20.400 kg/cm<sup>2</sup>. Dengan demikian nilai kuat lentur papan partikel yang didapatkan pada penelitian ini untuk semua variasi komposisi belum memenuhi standar papan partikel yang disyaratkan. Hal ini diduga karena masih banyaknya rongga udara pada papan partikel yang menyebabkan matriks tidak sepenuhnya mengisi ruang kosong pada *filler* sehingga daya ikat papan partikel semakin rendah.

### 3.2.2 Kuat Tekan (MOR)

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat pengaruh komposisi serbuk kayu dan kulit kakao bertulang anyaman bambu terhadap kuat tekan papan partikel. Nilai kuat tekan papan partikel yang dihasilkan berkisar antara 63,16 kg/cm<sup>2</sup> - 87,02 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai kuat tekan terendah terdapat pada komposisi 0% serbuk kayu berbanding 70% kulit kakao sebesar 63,16 kg/cm<sup>2</sup>, sedangkan nilai kuat tertinggi terdapat pada komposisi 50% serbuk kayu berbanding 20% kulit kakao sebesar 87,02 kg/cm<sup>2</sup>.



Gambar 5 Grafik MOR papan partikel

Hasil pengujian menunjukkan persentase komposisi serbuk kayu dan serbuk kulit kakao berpengaruh terhadap nilai kuat tekan papan partikel. Pada komposisi 70%:0% nilai kuat tekan yang didapatkan sebesar 74,11 kg/cm<sup>2</sup>. Pada penambahan 20% serbuk kulit kakao nilai kuat tekan yang didapatkan meningkat yaitu sebesar 87,02 kg/cm<sup>2</sup>. Lalu dengan penambahan 35%, 50% dan 70% kulit kakao nilai kuat tekan yang dihasilkan menurun yaitu sebesar 84,51 kg/cm<sup>2</sup>, 82,40 kg/cm<sup>2</sup>, dan 63,16 kg/cm<sup>2</sup>. Umam dkk (2017) menyatakan bahwa dengan penambahan bahan pelapis dapat meningkatkan nilai kuat tekan yang didapatkan, karena sifat mekanik bahan pelapis yang tinggi.

Berdasarkan standar SNI 03-2105-2006 nilai kuat tekan papan partikel yang ditetapkan minimal 82 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai kuat tekan yang didapatkan pada sampel B,C, dan D pada penelitian ini memenuhi standar SNI 03-2105-2006 yaitu 87,02 kg/cm<sup>2</sup>, 84,51 kg/cm<sup>2</sup>, dan 82,40 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai kuat

tekan pada sampel A dan E pada penelitian ini tidak memenuhi standar SNI 03-2105-2006 yaitu 74,11 kg/cm<sup>2</sup> dan 63,16 kg/cm<sup>2</sup>.

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil uji sifat fisis papan partikel nilai densitas melebihi mutu standar SNI 03-2105-2006, papan partikel yang dihasilkan dapat dikategorikan pada papan partikel berkerapatan tinggi. Nilai kadar air dan daya serap air yang dihasilkan sesuai dengan standar SNI 03-2105-2006. Berdasarkan hasil uji sifat mekanis papan partikel nilai MOE yang dihasilkan tidak memenuhi standar SNI 03-2105-2006, dan nilai MOR yang dihasilkan sebagian telah memenuhi standar SNI 03-2105-2006. Variasi komposisi serbuk kayu dan serbuk kulit kakao berpengaruh terhadap nilai sifat fisis dan mekanis yang dihasilkan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Haygreen, J.G. dan Bowyer, J.L., *Pengantar Hasil Hutan dan Ilmu Kayu*, Edisi ketiga (Gadjah Mada University, Yogyakarta, 1996), hal. 528-529.
- Hidanto, W. dan Mora., “Analisis Pengaruh Komposisi Serbuk terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Papan Partikel Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit, Serbuk Kayu dan Tempurung Kelapa”, *Jurnal Fisika Unand*, 8(2), 106-112 (2019).
- Iswanto, A.H., “Papan Partikel dari Ampas Tebu”, *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu*, 10(4), 103-111 (2009).
- Malau, J.C., Sucipto, T., dan Iswanto, A.H., “Kualitas Papan Partikel Batang Pisang Barangan Berdasarkan Variasi Kadar Perekat Phenol Formaldehida”, *Jurnal Kehutanan*, 11(2), 4-7 (2015).
- Maloney, T.M., *Modren Particle board and Dry Procees Fiberboard Manufacturing* (Miller Freman Inc, San Fransisco, 1997).
- Najihah, Y.F, Dwi. P, dan Yuli. Y, “Pengaruh Komposisi Kulit Buah Kakao, Ampas Tebu dan Perekat Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel dari Campuran Limbah Kulit Buah Kakao dan Ampas tebu”, *Jurnal Fisika Unand*, 7(1), 8-14 (2018).
- Roza, D. Dirhamsyah, M. Nurhaida., “Sifat Fisik Dan Mekanik Papan Partikel dari Kayu Sengon (*Paraserianthes Falcataria.L*) dan Serbuk Sabut Kelapa (*Cocos Nucifera.L*)”, *Jurnal Hutan Lestari*, 3, 374-382 (2015).
- Standar Nasional Indonesia, *Mutu Papan Partikel, SNI 03-2105-2006*, (Badan Standar Nasional, Jakarta, 2006).
- Umam, T., Setyawati, D., dan Diba, F., “Kualitas Papan Komposit Serat Kulit Batang Sagu dan Plastik Polipropilena (PP) Berlapis Finir dan Bambu”, *Jurnal Hutan Lestari*, 5(4), 942-951 (2017).