

Studi pemanfaatan ampas kopi untuk papan partikel

A Study on the utilization of coffee grounds for particle board

Cut Rizka Maulida, Mursal, Ismail Ismail*

Received 12 December 2020

Accepted 20 January 2021

Published April 2021

Program Studi Magister Fisika, Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam, Universitas Syiah Kuala, 23111 Indonesia

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk membuat papan partikel dengan menggunakan limbah ampas kopi dan resin epoksi sebagai perekat. Komposisi resin epoksi divariasikan yaitu 5, 10, 15 dan 20 vol.% untuk masing-masing partikel ampas kopi berukuran 20 dan 40 mesh. Papan partikel dibuat dengan teknik *pressing* dengan beban sebesar 9 ton selama 30 menit. Sifat mekanik yang diuji adalah MOE, MOR, dan kuat tekan. Sifat fisis papan partikel yang diuji adalah kerapatan dan pengembangan tebal. Hasil menunjukkan bahwa nilai MOE tertinggi yaitu 20,910 kgf/cm² pada komposisi 95 vol.% ampas kopi dan 5 vol.% resin epoksi dengan ukuran ampas kopi 40 mesh. MOR tertinggi yaitu 167 kgf/cm² pada ukuran partikel 40 mesh dengan komposisi ampas kopi 90 vol.% dan resin epoksi 10 vol.%. Nilai kuat tekan tertinggi diperoleh 220 kgf/cm² pada 20 mesh, dengan komposisi 85 vol.% ampas kopi dan 15 vol.% resin epoksi. Kerapatan dan pengembangan tebal papan partikel yang tertinggi masing-masing adalah 1,16 g/cm³ dan 0,85%. Secara umum, sifat mekanis papan partikel ampas kopi tergantung pada komposisi dan ukuran partikel ampas kopi. Namun, sifat fisisnya tidak berubah secara signifikan untuk ukuran partikel dan komposisi yang berbeda. Papan partikel yang diperoleh dari penelitian ini memenuhi standar ANSI sehingga berpotensi untuk dijadikan sebagai papan partikel atau komposit.

Abstract. This study aims to make a particle board using coffee ground waste and epoxy resin as an adhesive. The composition of the epoxy resin was varied, namely 5, 10, 15 and 20 vol.% each for 20 mesh and 40 mesh of coffee grounds particles. Particle board is made by pressing technique with a load of 9 tons for 30 minutes. The mechanical properties tested were MOE, MOR, and compressive strength. The physical properties of the particle board tested were density and thickness swelling. The results showed that the highest MOE particle board was 20.910 kgf/cm² (95 vol.% coffee grounds:5 vol.% epoxy resin; 40 mesh). The highest MOR was 167 kgf/cm² (90 vol.% coffee grounds:10 vol.% epoxy resin;40 mesh). The highest compressive strength values was 220 kgf/cm² (85 vol.% coffee grounds:15 vol.% epoxy resin;20 mesh). The highest density and thickness expansion were 1.16 g/cm³ and 0.85%, respectively. In general, the mechanical properties of coffee grounds particle board depend on the composition and particle size of coffee grounds. However, their physical properties do not change significantly for different particle sizes and compositions. The particle board obtained from this study meets the standard of ANSI. Thus, coffee grounds have the potential to be used as particle board or composite.

Keywords particle board, coffee grounds, epoxy resin, mechanical properties, physical properties

Pendahuluan

Peningkatan angka permintaan bahan papan yang disebabkan oleh pertambahan jumlah penduduk telah menempatkan papan kayu dalam kondisi langka. Hal ini dipicu oleh ketidaktersediaan kayu dalam jumlah yang memadai dikarenakan berbagai faktor seperti kerusakan hutan yang terus meningkat di Indonesia, baik kerusakan berupa kebakaran maupun penebangan liar tanpa proses reboisasi yang memadai. Data BPS (2018) menunjukkan bahwa angka lahan kritis di Aceh pada tahun 2013 mencapai 625.000 ha, sedangkan luas lahan yang telah direboisasi pada tahun yang sama hanya mencapai 500 ha. Hal ini dapat mengakibatkan angka produksi kayu yang tidak stabil dan dikhawatirkan akan berada dalam keadaan langka di masa depan (Pratama, 2016). Oleh karena itu, diperlukan inovasi di bidang material untuk menemukan pengganti kayu untuk dijadikan papan. Salah satu inovasi tersebut adalah papan komposit berjenis papan partikel dengan menggunakan material lignoselulosa dari limbah

pertanian. Papan partikel terdiri dari dua komponen utama yaitu matriks sebagai pengikat dan *filler* (pengisi) sebagai penguat. Papan partikel telah diproduksi dari berbagai jenis *filler* yang berasal dari alam yang mempunyai kandungan senyawa lignoselulosa. Salah satu material yang dapat digunakan sebagai *filler* adalah ampas kopi karena ampas kopi memiliki kandungan lignoselulosa. Berdasarkan data BPS (2018) produksi kopi Indonesia meningkat dari 30,5 ribu ton di tahun 2013 menjadi 32 ribu ton di tahun 2017 (BPS, 2018). Hal ini mengakibatkan jumlah ampas kopi semakin meningkat setiap tahunnya. Oleh karena itu untuk meminimalisasi jumlah ampas kopi maka dapat dimanfaatkan sebagai *filler* pada papan partikel. Penelitian Sumarji dkk (2017) papan komposit menggunakan limbah kopi sebagai *filler* dan *unsaturated polyester* ETERSET 2504 APT pada ukuran partikel yang berbeda dilaporkan bahwa kekuatan *bending* papan meningkat sejalan dengan penurunan ukuran partikel, dimana kekuatan *bending* papan dengan ukuran partikel

70 mesh lebih tinggi dibandingkan papan dengan ukuran partikel 30 mesh. Perbedaan ukuran partikel berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik dari komposit seperti papan partikel (Pratama, 2016).

Matrik resin epoksi (RE) mempunyai keunggulan yaitu memiliki kekuatan yang tinggi dan dapat menahan beban hingga 9000 kg/m². Resin epoksi memiliki *modulus of elasticity* sebesar 15 sampai 35 GPa (Chawla, 2012). RE juga mempunyai tingkat toksik yang rendah dibandingkan dengan perekat yang umum digunakan lainnya (Boyle et al., 2001). Selain itu, penggunaan RE akan lebih mudah dikarenakan perekat ini dapat dicetak tanpa proses hot-pressing (Sastra, 2013). Penelitian yang dilakukan oleh Ismail dkk (2020) papan partikel dari jerami padi dengan variasi komposisi RE (5, 10, 15, dan 20 vol.%), menunjukkan sifat fisik dan mekanik yang lebih baik pada komposisi RE yang lebih besar. Dengan demikian, RE merupakan jenis perekat yang bagus untuk digunakan dalam pembuatan papan partikel. Hingga saat ini belum ada penelitian pengembangan papan partikel dari ampas kopi dengan menggunakan perekat RE yang ukuran partikel dan komposisi divariasikan.

Penelitian ini bertujuan mengkaji potensi penggunaan limbah ampas kopi untuk papan partikel dengan menggunakan resin epoksi sebagai perekat. Sifat mekanik dan fisis dari papan partikel ampas kopi akan diuji. Komposisi dan ukuran partikel ampas kopi divariasikan untuk mendapatkan performan papan partikel yang terbaik.

Metodologi

Bahan pengisi (*filler*) papan partikel yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah ampas kopi jenis Robusta yang dikumpulkan dari warung kopi di Kota Banda Aceh. Selanjutnya ampas kopi dikeringkan pada suhu 100°C selama 24 jam dengan menggunakan oven, kemudian dihaluskan dan diayak untuk memperoleh partikel ampas kopi berukuran 20 mesh (0,841 mm) dan 40 mesh (0,420 mm). Bahan pengikat (matriks) yang digunakan adalah resin epoksi produksi Avian yang dijual komersial. Komposisi resin epoksi dan partikel ampas kopi divariasikan dengan perbandingan resin epoksi/ampas kopi untuk setiap ukuran partikel yaitu 5/95; 10/90; 15/85; 20/80 (vol.%/vol.%). Resin epoksi dan partikel ampas kopi dicampur secara homogen dengan menggunakan mixer berkecepatan 300 rpm selama 30 menit. Setelah proses pencampuran dilakukan, adonan tersebut dituang ke dalam cetakan berukuran 15 x 15 x 1 cm, kemudian dipress dengan Press Hidrolik dengan beban sebesar 9 ton selama 30 menit untuk menghasilkan sampel papan partikel.

Sampel papan partikel yang dihasilkan dipotong sesuai dengan acuan standar papan partikel ASTM D790-03. Selanjutnya dilakukan pengujian sifat mekanik yaitu *modulus of elasticity* (MOE), *modulus of rupture* (MOR) dan kuat tekan dengan menggunakan *universal testing*

machine produksi Hung Ta. Nilai MOE dari sampel papan partikel dapat dihitung dengan menggunakan Pers (1).

$$E = \frac{\Delta P}{\Delta y} \frac{S^3}{4bd^3} \quad (1)$$

Dimana E adalah MOE, S adalah jarak sangga, b adalah lebar sampel, d adalah tebal sampel, dan $\Delta P/\Delta y$ adalah kemiringan gaya beban terhadap deformasi. Nilai MOR dari sampel uji dapat ditentukan dengan menggunakan Pers (2).

$$\sigma = \frac{3.P_{mak}.S}{2.b.d^2} \quad (2)$$

Dimana σ adalah MOR, P_{mak} adalah beban maksimum, S adalah jarak sangga, b adalah lebar sampel, dan d adalah tebal sampel. Kuat tekan dari sampel uji dapat ditentukan dengan menggunakan Pers (3).

$$\sigma_c = \frac{F_{mak}}{A} \quad (3)$$

Dimana σ_c adalah kuat tekan benda uji, F_{mak} adalah beban maksimum yang diterima benda uji, dan A adalah luas penampang benda uji. Sifat fisis yang diuji adalah kerapatan dan pengembangan tebal. Kerapatan dari sampel dapat dihitung dengan menggunakan Pers (4).

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (4)$$

Dimana ρ adalah kerapatan sampel, m adalah massa sampel, dan V adalah volume sampel. Pengembangan tebal sampel dapat ditentukan dengan menggunakan Pers (5)

$$PT = \frac{T_2 - T_1}{T_1} \times 100\% \quad (5)$$

Dimana PT adalah pengembangan tebal sampel uji (%), T_1 adalah tebal sampel sebelum perendaman dan T_2 adalah tebal sampel setelah perendaman selama 24 jam dalam air.

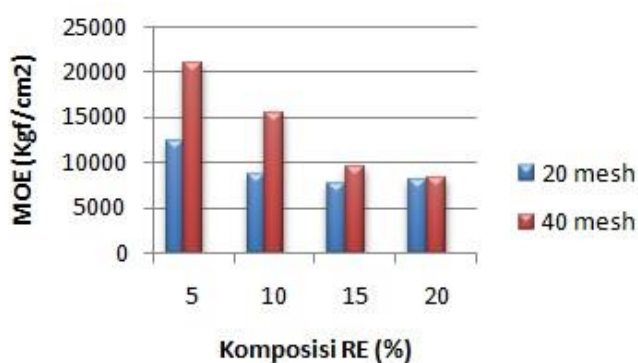
Hasil Penelitian

Sifat Mekanik Papan Partikel

Sifat mekanik papan partikel menunjukkan kemampuan papan partikel tersebut dalam menerima gaya atau beban yang diberikan dalam jangka waktu tertentu. Sifat mekanik yang telah ditentukan dalam penelitian ini adalah *modulus of elasticity* (MOE), *modulus of rupture* (MOR), dan kuat tekan.

Modulus of Elasticity

Gambar 1 merupakan MOE dari papan partikel ampas kopi dengan menggunakan perekat resin epoksi. Untuk ukuran partikel ampas kopi 20 mesh, MOE diperoleh 12.339 kgf/cm² untuk komposisi 5 vol.% resin epoksi dan 95 vol.% ampas kopi. MOE menurun dengan bertambahnya komposisi resin epoksi (berkurang komposisi ampas kopi). Untuk partikel ampas kopi berukuran 40 mesh, MOE adalah 20,910 kgf/cm² pada komposisi 5 vol.% resin epoksi (95 vol.% ampas kopi), jauh lebih tinggi dari pada MOE untuk ukuran partikel 20 mesh dengan komposisi yang sama. Sama dengan kasus untuk ukuran partikel 20 mesh, MOE menurun dengan bertambahnya komposisi resin epoksi atau berkurangnya komposisi ampas kopi. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa nilai MOE dari komposit ampas kopi dengan menggunakan perekat *urea formaldehyde* adalah 11,380 – 59,796 kgf/cm² (Rachtanapun, 2012). Nilai MOE dari penelitian ini sekitar 15,000 – 20,000 kgf/cm² untuk ukuran partikel 40 mesh dengan komposisi resin epoksi 5 – 10%, dimana nilai tersebut termasuk dalam interval nilai MOE studi sebelumnya. Nilai MOE yang dipersyaratkan untuk papan partikel tipe M-1 oleh *American National Standard Institute* (ANSI, 2009) adalah 15,800 kgf/cm². Nilai MOE yang tertinggi diperoleh dalam studi ini adalah 20,910 kgf/cm², di atas nilai standar yang disyaratkan untuk papan partikel tipe M-1.

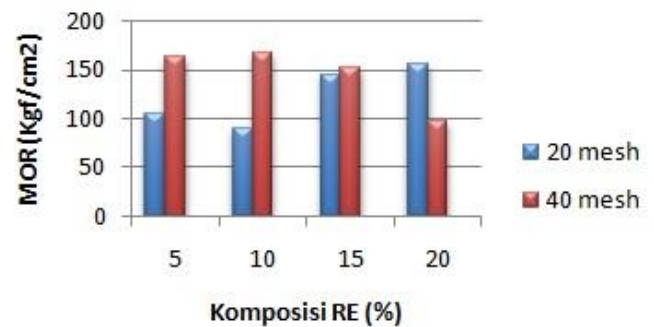


Gambar 1 MOE papan partikel ampas kopi dengan perekat resin epoksi.

Modulus of Rupture (MOR)

Gambar 2 menunjukkan MOR dari papan partikel ampas kopi dengan menggunakan perekat resin epoksi. MOR merupakan sifat mekanis yang menunjukkan kekuatan material dalam menahan beban yang bekerja terhadapnya sampai patah (Anas dan Mora, 2020). Suo (1995) menjelaskan bahwa penyebaran resin pada permukaan partikel pengisi merupakan salah satu faktor penentu sifat papan partikel. Pada komposisi 5 vol.% epoksi resin (95 vol.% ampas kopi), nilai MOR adalah 105,6 kgf/cm². Nilai MOR meningkat menjadi 163,1 kgf/cm² pada saat ukuran partikel 40 mesh pada komposisi yang sama. Untuk komposisi 10 vol.% resin epoksi (90 vol.% ampas kopi), nilai MOR yang diperoleh 90,4 kgf/cm² untuk ukuran partikel 20 mesh. Nilai MOR meningkat menjadi 167,5

kgf/cm² untuk ukuran partikel ampas kopi 40 mesh dengan komposisi yang sama dengan sebelumnya. Hal ini terlihat bahwa MOR papan partikel sangat dipengaruhi oleh ukuran partikel ampas kopi untuk komposisi perekat 5 vol.% dan 10 vol.%, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2. Namun, hal ini tidak terjadi untuk komposisi resin epoksi 15 vol.% dan 20 vol.%.



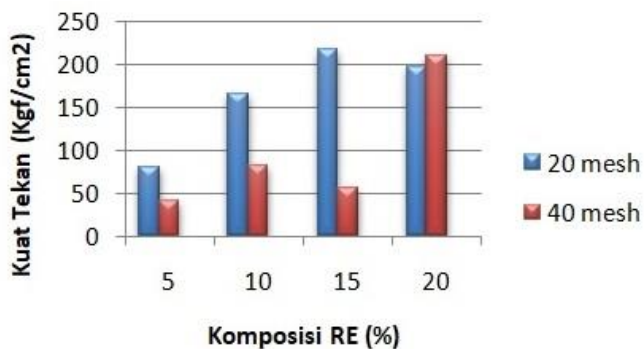
Gambar 2 MOR papan partikel ampas kopi dengan perekat resin epoksi.

Papan dengan ukuran partikel 20 mesh menghasilkan MOR yang cenderung meningkat dengan peningkatan komposisi resin epoksi, sebaliknya pada ukuran partikel 40 mesh, MOR cenderung semakin menurun. Gultom dkk. (2013) menyebutkan bahwa ketidaksempurnaan pada proses pengerjaan karena pencampuran yang dilakukan secara manual dapat mempengaruhi nilai MOR yang diperoleh. Nilai MOR dari penelitian sebelumnya, komposit ampas kopi dengan perekat *urea formaldehyde* mempunyai MOR sebesar 87 – 336 kgf/cm² (Rachtanapun, 2012). MOR papan partikel dari penelitian ini adalah 100 – 160 kgf/cm² untuk ukuran partikel 40 mesh, yang merupakan dalam interval nilai MOR hasil penelitian sebelumnya oleh Rachtanapun dkk. Nilai MOR yang dipersyaratkan untuk papan partikel tipe M-1 oleh *American National Standard Institute* (ANSI, 2009) adalah 102 kgf/cm². Nilai MOR papan partikel ampas kopi untuk komposisi 5 vol.% resin epoksi (95 vol.% ampas kopi) dengan ukuran partikel 40 mesh adalah 163 kgf/cm² yang memenuhi nilai standar ANSI yang diperlukan untuk papan partikel tipe M-1.

Kuat Tekan

Kuat tekan merupakan sifat mekanik papan yang menunjukkan kemampuan atau kekuatan papan dalam menahan beban maksimum yang bekerja terhadapnya (Wida Septiari, 2014). Kuat tekan papan partikel ampas kopi ditunjukkan pada Gambar 3. Untuk ukuran partikel 20 mesh, kuat tekan yang diperoleh meningkat sejalan dengan peningkatan komposisi resin epoksi dari 5 vol.% ke 15 vol.%. Namun, nilai kuat tekan sedikit menurun pada komposisi resin epoksi 20 vol.%. Untuk ukuran partikel ampas kopi 40 mesh, kuat tekan yang semula naik saat komposisi resin epoksi meningkat dari 5% vol.% menjadi 10 vol.% kembali turun pada komposisi 15 vol.%

dan meningkat tajam pada komposisi 20 vol.% yaitu 210 kgf/cm². ANSI tidak mensyaratkan kuat tekan untuk papan partikel. Namun, nilai kuat tekan yang kami peroleh sudah cukup baik, dimana nilainya hampir sama dengan nilai MOR.



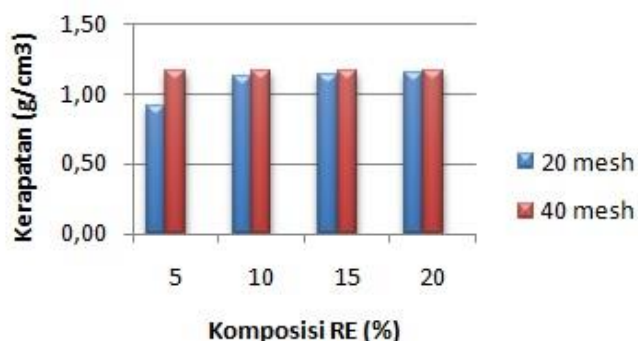
Gambar 3 Kuat Tekan papan partikel ampas kopi dengan perekat resin epoksi.

Sifat Fisis Papan Partikel

Sifat fisis yang telah diuji untuk sampel papan partikel ampas kopi yaitu kerapatan dan pengembangan tebal.

Kerapatan

Kerapatan papan partikel ampas kopi dengan perekat resin epoksi ditampilkan pada Gambar 4. Untuk ukuran partikel ampas kopi 20 mesh, kerapatan papan partikel untuk komposisi 5 vol% resin adalah 0,911 g/cm³. Kerapatan meningkat ke 1,128 g/cm³ untuk komposisi resin 10 vol.%. Untuk komposisi resin 15 dan 20 vol.%, kerapatan hampir sama dengan kerapatan untuk komposisi resin 10 vol.%. Untuk ukuran partikel ampas kopi 40 mesh, kerapatan papan partikel adalah 1,163 g/cm³. Nilai kerapatan papan partikel untuk ukuran partikel 40 mesh hampir sama untuk komposisi.



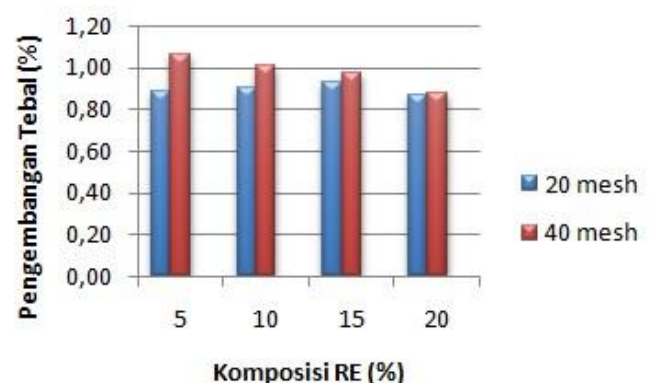
Gambar 4 Kerapatan papan partikel ampas kopi dengan perekat resin epoksi.

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kerapatan komposit ampas kopi dengan menggunakan perekat urea formaldehyde adalah 0,775 – 0,972 g/cm³

(Rachtanapun, 2012), sedikit lebih rendah dari kerapatan yang dihasilkan pada penelitian ini. Papan partikel ampas kopi penelitian ini termasuk jenis papan partikel berkerapatan tinggi (*high density particleboard*), yaitu papan partikel yang mempunyai kerapatan lebih dari 0,80 g/cm³. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi kerapatan suatu papan partikel. Salah satunya adalah kerapatan yang dimiliki oleh bahan utama, dalam hal ini adalah ampas kopi dan resin epoksi. Selain itu, proses produksi terutama proses pengempaan, pengeringan bahan baku, kadar perekat juga turut andil dalam menyebabkan tinggi rendahnya kerapatan papan (Anas dan Mora, 2020). Dalam penelitiannya, Anas dan Mora juga melaporkan bahwa kerapatan papan partikel dengan perekat resin epoksi meningkat sejalan dengan penambahan partikel pengisi berupa batang pisang dan tempurung kelapa, dimana kedua partikel ini memiliki kerapatan yang lebih tinggi dibandingkan ampas kopi. Namun, dalam penelitian ini kerapatan tidak begitu tergantung kepada komposisi resin epoksi. Hal ini kemungkinan persentase komposisi resin epoksi reaktif rendah (lebih kecil dari 50%).

Pengembangan Tebal

Pengembangan tebal papan partikel ampas kopi dengan perekat resin epoksi setelah direndam dalam air selama 24 jam ditunjukkan pada Gambar 5. Untuk ukuran partikel 20 mesh, nilai pengembangan tebal adalah 0,8 – 0,9%. Untuk ukuran partikel 40 mesh, pengembangan tebal dalam range 0,9 – 1,2%. Nilai pengembangan tebal semakin menurun dengan bertambahnya komposisi perekat. Hal ini sesuai dengan hasil yang diperoleh Gultom dkk (2013) dalam penelitiannya mengenai papan partikel jerami padi dengan perekat *urea formaldehyde*. Mereka menginformasikan bahwa papan partikel jerami dengan perekat *urea formaldehyde* memiliki pengembangan tebal yang semakin menurun sejalan dengan kadar perekat yang semakin tinggi.



Gambar 5 Pengembangan tebal papan partikel ampas kopi dengan perekat resin epoksi.

Secara umum, nilai pengembangan tebal papan partikel ampas kopi dengan perekat resin epoksi sangat bagus, jauh lebih kecil dari nilai yang dipersyaratkan oleh ANSI

(maksimum pengembangan tebal dari papan partikel adalah 8%).

Kesimpulan

Telah berhasil dibuat papan partikel dari ampas kopi dengan menggunakan perekat resin epoksi. Untuk ukuran partikel ampas kopi 40 mesh, komposisi resin epoksi 5 vol.% dan ampas kopi 95 vol.% diperoleh nilai MOE 20,910 kgf/cm², MOR 163 kgf/cm², kerapatan 1,16 g/cm³, dan pengembangan tebal sekitar 1%. Secara umum, sifat mekanik dan fisis dipengaruhi oleh komposisi dan ukuran partikel ampas kopi. Papan partikel yang dihasilkan memenuhi persyaratan ANSI. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa ampas kopi dengan menggunakan perekat epoksi berpotensi dikembangkan untuk papan partikel atau komposit secara komersial.

Referensi

- Anas, P.V. dan Mora (2020). Analisis Pengaruh Variasi Massa Papan Partikel Berlapis dari Batang Pisang dan Tempurung Kelapa Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel Perekat Resin Epoksi. *Jurnal Fisika Unand (JFU)*. 9 (1): 60–66.
- ANSI, (2009). American National Standard Institute for particleboard, ANSI 208.1-2009.
- BPS, (2018). Badan Pusat Statistik Indonesia. Statistik Indonesia (Statistical Yearbook of Indonesia). Badan Pusat Statistik Republik Indonesia, Jakarta
- Boyle, A. M., Martin C. J. dan Neuner J. D. (2001). Epoxy Resins. ASM Handbook Composites. 21 (Materials Park: ASM International): 78-89.
- Chawla, K.K. (2012). Composite Material, Science and Engineering third edition. Springer, New York.
- Gultom, L.A., Dirhamsyah dan Setyawati, Dina. (2013). Sifat Fisik Mekanik Papan Partikel Jerami Padi. *Jurnal Hutan Lestari*. 1 (3): 458-465.
- Ismail, Q. Aini, Zulfalina, Zulkarnain Jalil, Siti Hajar Sheikh Md Fadzullah. (2020). Particle Size Effect on Mechanical and Physical Properties of Rice Straw Epoxy Resin Particleboard. *International Journal on Advance Science Engineering Information Technology*. 10 (3): 1221-1227.
- Pratama, N., Djusmaini., dan Yenni D. (2016). Pengaruh Variasi Ukuran Partikel Terhadap Nilai Konduktivitas Termal Papan Partikel Tongkol Jagung. *Jurnal Pillar of Physics*. 7: 25-32.
- Rachtanapun, P., Sattayarak, T., Ketsamak, N. (2012). Correlation of density and properties of particleboard from coffee waste with urea-formaldehyde and polymeric methylene diphenyl diisocyanates. *Journal Of Composite Materials*. 46: 1839-1850.
- Sastra A., I.P.K., Nasmi H.S. dan Sujita. (2013). Analisis Uji Penyerapan Air dan Struktur Mikro Komposit Lamine Hybrid Serat Sisal dan Batang Pisang Dengan Matrik Epoxy. *Jurnal Dinamika Teknik Mesin*. 3 (1): 41-49.
- Sumarji, Dede D.L., Ahmad S., Haaidzar N., dan Muhammad A. (2017). Pengaruh Ukuran Partikel Limbah Kopi Terhadap Karakterisasi Sifat Mekanik pada Panel Komposit. *Jurnal Rotor*. 3: 1-4.
- Suo, S., dan Jim L. Bowyer. (1995). Modeling of Strength Properties of Structural Particleboard. *Wood and Fiber Science*. 21(1):84-94.
- Wida Septiari. I.A.P., I.W. Karyasa, N. Kartowarsono. (2014). Pembuatan Papan Partikel dari Limbah Plastik Polypropylene (PP) dan Tangkai Bambu. *e-Journal Kimia Visvitalis Pendidikan Kimia*. Volume 2 Nomor 1.