



Sifat Fisika Mekanika Papan Semen dari Limbah Penggajian Berdasarkan Komposisi Jenis Serbuk Kayu Meranti Merah (*Shorea Leprosula* Miq) dan Terentang (*Camposperma* Spp) (*Mechanical physical Properties of Cement Board made from Sawmill Waste Based on Saw Dust Composition of Red Meranti (*Shorea leprosula* Miq) And Terentang (*Camposperma* Spp)*)

Sitorus, C., T., M¹, Desy Natalia Koroh², Herwin Joni², Raden Mas Sukarna², Yosefina Ari Silvianingsih²

¹ Alumni Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya Jl. Yos Sudarso Kampus UPR, Palangka Raya, 73111, Kalimantan Tengah

² Dosen Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya Jl. Yos Sudarso Kampus UPR, Palangka Raya, 73111, Kalimantan Tengah

* Corresponding Author: desykoroh@for.upr.ac.id

Article History

Received : December 11, 2023

Revised : December 25, 2023

Approved : December 26, 2023

Keywords:

cement board, sawdust, red meranti, terentang

ABSTRACT

This research aims to determine 1) the effect of the composition of red meranti and terentang sawmill waste to physical and mechanical properties of wood dust cement board according to SNI 03-2105-2006 and 2) determine the physical and mechanical properties of red meranti and terentang sawmill waste particle cement board the best based on SNI standards. The research method used a single factor Completely Randomized Design with five levels, namely A1(100% red meranti), A2(100% terentang), A3(50% red meranti: 50% terentang), A4(75% red meranti: 25% terentang) and A5 (25% red meranti: 75% terentang) using sawdust: cement ratio of 1:2, each treatment was repeated three times so that the number of sawdust cement boards made were fifteen pieces of sawdust cement board. The test parameters are physical properties (density, moisture content and thickness swelling) and mechanical properties (MoE, MoR and screw holding). Next, test the data for normality using Kolmogorov-Smirnov (SPSS 24). The results of research on the treatment of the composition of sawdust from red meranti and terentang using a cement sawdust ratio of 1:2 not significant effect on the physical and mechanical properties of sawdust cement board, because the specific gravity of red meranti wood and terentang did not significant different. The physical properties of sawdust cement board meet SNI 03-2105-2006, the best treatment was A1 (100% red meranti wood) for water content (9.09%) and thickness swelling (1.53%) while for density the best is in A4 powder composition (75 %: 25%, red meranti: terentang). The overall average value of mechanical properties does not meet SNI 03-2105-2006.

© 2023 Authors

Published by the Department of Forestry,
Faculty of Agriculture, Palangka Raya
University. This article is openly accessible
under the license:



<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>

1. Pendahuluan

Industri penggajian kayu merupakan industri primer yang mengkonsumsi kayu dalam jumlah yang besar selain industri pulp

kertas dan kayu lapis. Sepanjang kegiatan penggajian kayu akan menghasilkan berbagai jenis limbah antara lain kulit (*bark*), sabetan (*offcut/slab*), serbuk (*saw dust*),

potongan pinggir (*edge cut*), potongan ujung (*cross cut*) (Sudiryanto, 2020). Besarnya limbah yang dihasilkan dari industri penggergajian kayu rata-rata pertahun sebesar 40,48% volume, dengan rincian sabetan 22,32%, potongan kayu 9,39% dan serbuk gergaji 8,77%. Badan Pusat Statistik (2020) menyatakan produksi kayu gergajian hingga tahun 2020 mencapai 2.581.435 m³. Industri pengolahan kayu terpadu telah memanfaatkan limbah bilah strip kayu sebagai bahan inti papan blok, namun serbuknya belum dimanfaatkan (Syaifudin *et al*, 2020).

Berbagai industri penggergajian kayu di kota Palangka Raya umumnya menggunakan kayu meranti merah dan terentang sebagai bahan bakunya. Sebagian besar kayu meranti merah dan terentang banyak menyebar di hutan wilayah Indonesia antara lain di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku dan Irian Jaya (Martawijaya, *et. al.*, 2005; Danu dan Bogidarmanti, 2012). Jenis kayu ini banyak digunakan karena pada umumnya bentuk batangnya besar dan lurus serta mudah dikerjakan.

Serbuk gergaji sebagai salah satu limbah industri penggergajian merupakan limbah yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan bakar untuk sumber panas tanur, media jamur merang, bahan bakar industri batu bata/genteng, serta bahan baku untuk pembuatan papan mineral /papan semen-serbuk gergaji (Bakri *et. al.*, 2006).

Salah satu upaya dalam pemanfaatan limbah industri penggergajian yaitu dengan mengolahnya menjadi papan semen. Papan semen adalah panel/papan tiruan menggunakan semen sebagai perekatnya dan bahan baku yaitu partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya. Keunggulan papan semen antara lain tahan terhadap serangan organisme perusak kayu, tahan api, tahan lama penggunaannya sehingga biaya pemeliharaan rumah yang terbuat dari papan semen lebih murah. Industri papan semen dapat memanfaatkan kayu dengan ukuran yang kecil seperti limbah industri kayu, limbah eksploitasi, kayu hasil penjarangan, kayu berdiameter kecil dari hutan tanaman

industri sehingga optimalisasi pemanfaatan kayu dapat ditingkatkan (Sulatiningsih, 2008).

Berbagai penelitian papan semen berasal dari limbah telah banyak dilakukan, antara lain pemanfaatan serbuk gergaji (Bakri *et. al.*, 2006), pemanfaatan limbah kayu sengon sebagai bahan baku papan semen partikel (Barreto A.A, *et. al.*, 2011), papan semen dari limbah kulit kayu galam (Purwanto, 2014), papan semen dari partikel serutan pensil (Sembiring, DN, *et. al.*, 2015), papan semen partikel dari limbah kuas (Amalia dan Riyadi, 2016), papan semen partikel dari limbah finis (Saraswaty, *et.al.*, 1918), papan semen dari limbah penggergajian (Syaifudin, *et. al.*, 2020).

Berdasarkan uraian yang telah disebutkan, perlu dilakukan penelitian pengaruh jenis kayu limbah industri penggergajian berupa serbuk gergaji terhadap sifat fisika dan mekanika papan semen serbuk kayu gergajian. Penelitian ini bertujuan menentukan sifat fisika mekanika papan semen dari limbah penggergajian berupa serbuk dari kayu meranti merah dan terentang berdasarkan SNI 03-2105-2006. Diharapkan dari penelitian ini dapat menghasilkan papan semen yang dapat memanfaatkan limbah industri kayu gergajian.

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan tempat

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan dan Laboratorium Manajemen Hutan, Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya. Waktu pelaksanaan penelitian selama 4 bulan (Desember - Maret 2023).

2.2. Alat dan Bahan Penelitian

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini yaitu limbah penggergajian meranti merah dan kayu terentang berupa serbuk, bersumber dari industri penggergajian kayu (CV Berkah Alvina, Pahandut Seberang, Kecamatan Pahandut, Kota Palangka Raya), Semen Gresik, air suling, dan katalisator CaCl₂, oli untuk uji suhu hidratisasi, *stirofoam*. Alat-alat yang digunakan, yaitu:

1. Tahap persiapan terdiri dari plastik besar, terpal, saringan 40 mesh dan 60 mesh.
2. Tahap pembuatan papan semen serbuk gergaji terdiri dari timbangan analitik, baskom plastik, sarung tangan karet, *aluminium foil*, oven, Gelas ukur, alat klem, mat kayu, thickness bar ketebalan 1,5 cm mesin kempa.
3. Tahap pengujian sifat fisika dan mekanika terdiri dari baskom berisi air untuk uji pengembangan tebal, skrup untuk uji kuat pegang skrup, spidol permanen, kertas label, gergaji tangan, penggaris, oven, desikator, timbangan analitik, kaliper, mikrometer sekrup, *Universal Testing Machine*, penggaris, baskom, dan bor tangan.
4. Peralatan pengukuran suhu hidrasi, yaitu termos, tabung reaksi, termometer.
5. Peralatan penunjang, yaitu kamera dan kalkulator.

2.3. Prosedur Penelitian

2.3.1. Persiapan Bahan Baku

Limbah serbuk kayu gergajian meranti merah dan terentang yang diperoleh dari industri penggajian diangkut ke laboratorium. Kemudian dilakukan penyaringan menggunakan saringan 40 mesh dan 60 mesh, serbuk lolos saringan 40 mesh tertahan di 60 mesh. Selanjutnya dilakukan pengeringan di bawah terik matahari selama 7 hari sehingga diperoleh kadar air kering udara, selanjutnya serbuk di oven dengan suhu 70°C sehingga diperoleh serbuk dengan kadar air 8,2%. Serbuk kayu gergajian meranti merah dan terentang yang sudah kering disimpan dalam kantong plastik besar ditutup rapat supaya kadar air tetap terjaga.

2.3.2. Pengujian Suhu Hidrasi

Pengukuran suhu hidrasi mengacu pada metode Sanderman dan Kamil (1970) dalam Saraswaty et. al., (2018) Bahan yang digunakan adalah serbuk meranti merah dan terentang masing-masing sebanyak 20-gram, semen 200-gram, air 100 gram. Seluruh bahan baku dicampur hingga homogen dan dimasukkan ke dalam termos kedap udara. Selanjutnya

dimasukkan tabung reaksi yang sudah diisi minyak pelumas (oli) sebanyak ¼ tabung reaksi ke dalam termos yang sudah berisikan semen. Tahap akhir termometer dimasukan ke dalam tabung reaksi yang berisi oli dan di tutup rapat menggunakan *sterofoam* agar tidak ada uap panas yang keluar. Dilakukan pengukuran setiap 1 jam sekali selama 24 jam. Pada periode tertentu suhu maksimum akan tercapai. Suhu maksimum tersebut menjadi parameter kesesuaian bahan baku yang akan dibandingkan dengan standar LPHH Bogor.

2.3.3. Perhitungan Bahan

Papan semen yang dibuat dengan ukuran 30 x 30 x 1,5 cm dengan target kerapatan 0,7 g/cm³. Rasio serbuk kayu: semen 1:2. Konsentrasi kapur gamping (CaCl₂) yang digunakan yaitu 3% dari berat papan, jumlah air yang digunakan 141,91 ml, berat papan 945 g, berat semen 588,79g, berat serbuk kayu 318,52 g, berat katalisator 8,83 g. Perhitungan bahan baku mengacu pada Luhan (2022).

Tabel 2. Perhitungan rasio serbuk gergajian kayu meranti merah: terentang

Komposisi Serbuk Kayu Meranti merah: Terentang (%)	Kode	Serbuk Meranti merah (g)	Serbuk Terentang (g)
100:0	A1	318,52	0
0:100	A2	0	318,52
50:50	A3	159,26	159,26
75:25	A4	238,89	79,63
25:75	A5	79,63	238,89

2.3.4. Pembuatan papan semen serbuk kayu

Pencampuran bahan baku serbuk kayu dan semen dilakukan secara manual menggunakan sarung tangan karet dalam wadah baskom, selanjutnya katalisator dicampurkan dengan air di dalam baskom kecil, Kemudian katalisator dan air dituangkan ke dalam campuran semen dan partikel kayu secara cepat dan merata. Selanjutnya memindahkan campuran papan semen ke dalam cetakan papan/mat kayu berukuran 30 cm x 30 cm x 1,5 cm dengan bagian bawahnya terlebih dahulu dilapisi menggunakan aluminium foil agar campuran tidak melekat pada alat cetak, dikempa dingin selama 30 menit untuk mendapatkan ketebalan yang

diinginkan dan pengerasan awal, selanjutnya dikeluarkan dari mesin kempa dingin untuk dilakukan pengkleman selama 24 jam, dengan tujuan mendapatkan pengerasan permanen sehingga papan semen tidak mengembang. Selanjutnya alat klem dilepas dan papan semen dikondisikan selama 3 minggu (28 hari) agar perekat semen benar-benar matang sehingga papan semen mengeras dengan baik dan kadar air papan semen seragam (Sembiring, 2015).

Pengujian sifat fisika dan mekanika dilakukan berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-2105-2006. Parameter pengujian sifat fisika papan semen meliputi kerapatan, kadar air, pengembangan tebal. Parameter pengujian sifat mekanika meliputi keteguhan elastisitas (MoE), keteguhan patah (MoR), dan kuat cabut skrulp.

3. Hasil dan Pembahasan

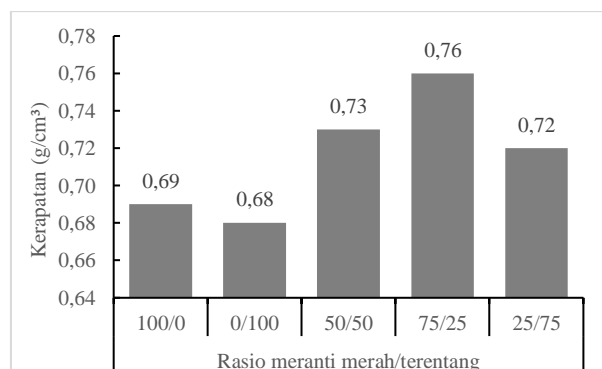
3.1. Suhu Hidratasi

Nilai maksimum pengujian suhu hidratasi yang diperoleh dari hasil pengamatan terhadap serbuk kayu gergajian meranti merah adalah 40°C, dan pada serbuk terentang sebesar 38°C dikategorikan sedang berdasarkan standar dari LPHH Bogor (Kamil, 1970 dalam Saraswaty, 2018). Hal ini mengindikasikan bahan baku serbuk kayu gergajian meranti merah dan terentang dapat digunakan sebagai bahan baku papan semen.

3.2. Kerapatan

Gambar 1 menunjukkan nilai rata-rata kerapatan papan semen serbuk gergaji berkisar antara 0,68–0,76 g/cm³. Nilai rata-rata papan semen tertinggi terdapat pada papan semen serbuk kayu perlakuan A4 (meranti merah:terentang 75:25) yaitu 0,76 g/cm³, sedangkan yang terendah pada papan semen serbuk gergaji A2 (100% Terentang) yaitu 0,68 g/cm³, secara keseluruhan hasil pengujian kerapatan papan semen serbuk gergaji memenuhi standar SNI. Dijumpai beberapa perlakuan komposisi serbuk kayu tidak memenuhi kerapatan target, yaitu 0,7 g/cm³. Hal ini kemungkinan disebabkan papan yang dibuat melebihi target ketebalan yang

diinginkan. Diduga tidak meratanya persebaran semen dengan perekat, saat pelepasan cetakan dan klem, serbuk kayu yang tidak terikat sempurna dengan semen ikatannya terlepas. Hal ini menyebabkan volume papan menjadi besar sementara kerapatan menjadi kecil (Sulatiningsih, 2000; Sembiring et. al., 2015; Saraswaty, 2018).



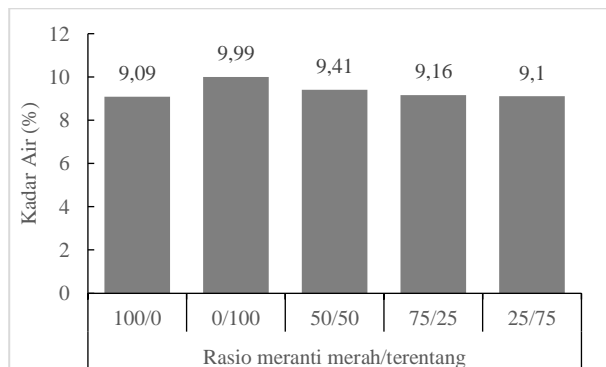
Gambar 1. Grafik Nilai Rata-rata Kerapatan Papan Semen Serbuk Kayu

Menurut Iswanto et al., (2015) keberadaan berat jenis kayu yang lebih tinggi memberikan pengaruh terhadap peningkatan kerapatan papan, dimana keberadaan serbuk kayu m.merah mampu menaikkan kerapatan papan semen tersebut. Setelah dilakukan analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan komposisi serbuk gergaji tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan papan semen serbuk gergaji, kemungkinan perbedaan berat jenis kayu m. merah dengan terentang yang tidak terlalu jauh tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kerapatan papan semen serbuk kayu gergajian.

3.3. Kadar Air

Gambar 2 adalah nilai rata-rata kadar air papan semen serbuk kayu gergajian berkisar antara 9,09-9,99%. Nilai rata-rata kadar air papan semen partikel tertinggi terdapat pada papan semen perlakuan A2 (100% serbuk kayu terentang) sebesar 9,99% sedangkan nilai rata-rata kadar air papan semen serbuk kayu terendah terdapat pada papan semen perlakuan A1 (100% serbuk kayu meranti merah) sebesar 9,09%. Secara keseluruhan rata-rata nilai kadar air papan semen telah memenuhi standar SNI

03-2105-2006 yang mensyaratkan bahwa kadar air papan partikel berkisar $\leq 14\%$.

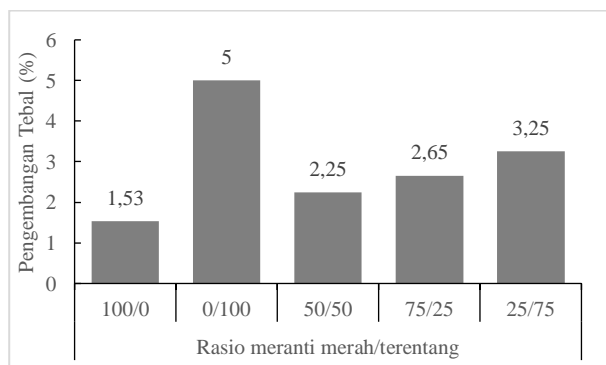


Gambar 2. Grafik Nilai Rata-rata Kadar Air Papan Semen Serbuk Kayu

Kadar air papan semen yang rendah disebabkan perekat semen membentuk daya adhesi antar semen dan serbuk kayu sehingga air sulit untuk menembus lapisan semen serta struktur papan semen yang rapat (Sembiring *et al.*, 2015). Setelah dilakukan analisis keragaman perlakuan komposisi serbuk kayu tidak berpengaruh nyata terhadap kadar air papan semen serbuk gergaji,

3.4. Pengembangan Tebal

Gambar 3 menunjukkan nilai rata-rata pengembangan tebal papan semen serbuk kayu gergajian berkisar antara 1,53-5%.



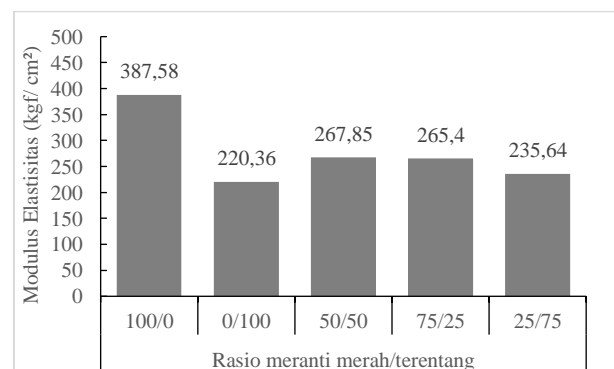
Gambar 3. Grafik Nilai Rata-rata Pengembangan Tebal Papan Semen Serbuk Kayu

Nilai rata-rata Pengembangan tebal papan semen partikel tertinggi terdapat pada papan semen perlakuan A2 (100% serbuk kayu Terentang) yaitu 5,00% dan perlakuan terendah pada A1 (100% Serbuk kayu meranti merah)

yaitu 1,53%, dan seluruh papan semen memenuhi standar SNI 03-2105-2006 yaitu kurang dari 12%. Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa faktor komposisi serbuk kayu gergajian meranti merah dan terentang tidak berpengaruh nyata terhadap papan semen serbuk kayu. Kemungkinan disebabkan ukuran partikel yang seragam pada serbuk kayu m. merah dan terentang mampu menutupi ruang kosong/rongga-rongga papan semen, sehingga tidak berpengaruh pada pengembangan tebal papan semen saat dikenai air.

3.5. Modulus Elastisitas (MoE)

Gambar 4 menunjukkan nilai rata-rata keteguhan lentur/MoE papan semen serbuk kayu gergajian berkisar antara 220,36–287,58 kgf/cm². Nilai rata-rata modulus elastisitas papan semen partikel tertinggi terdapat pada papan semen partikel dengan perlakuan A1 (100% meranti merah) yaitu 287,58 kgf/cm² dan perlakuan terendah pada A2 (100% terentang) yaitu 220,36 kgf/cm².



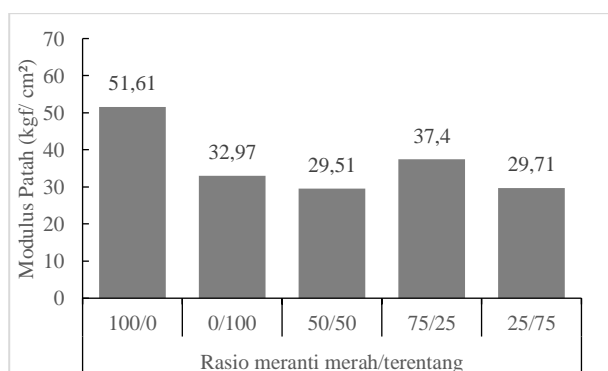
Gambar 4. Grafik Nilai Rata-rata MoE Papan Semen Serbuk Kayu

Keseluruhan nilai rata-rata keteguhan lentur/MoE papan semen yang dihasilkan dalam penelitian ini masih di bawah standar SNI yang dipersyaratkan, yaitu ≥ 20400 kgf/cm². Hal tersebut diduga karena komposisi semen dan pelarut (air) belum tepat yang mengakibatkan kualitas ikatan antar semen dan serbuk kayu rendah. Berdasarkan penelitian Bakri *et. al.*, (2006); Saraswaty *et. al.*, (2018), kadar semen mempengaruhi elastisitas papan semen, jumlah semen yang cukup membuat semen mengikat partikel lebih kuat dan

menyebabkan rongga dalam papan berkurang sehingga meningkatkan elastisitas dan kekuatan material papan semen partikel. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor komposisi serbuk kayu m.merah dan terentang tidak berpengaruh nyata terhadap nilai modulus elastisitas papan semen serbuk kayu.

3.6. Modulus Patah (MoR)

Gambar 5 menunjukkan nilai rata-rata modulus patah papan semen serbuk kayu gergajian berkisar 29,51–51,61 kgf/cm².



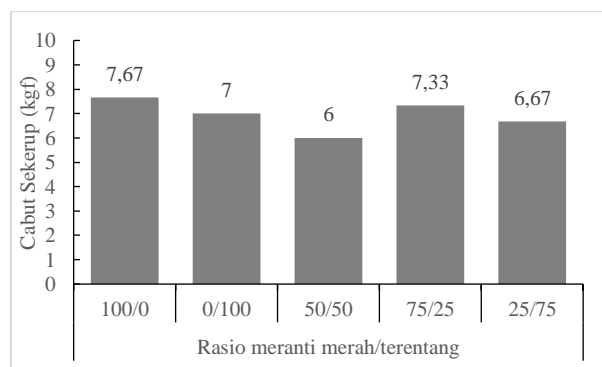
Gambar 5 Grafik Nilai Rata-rata MOR Papan Semen Serbuk Kayu

Nilai rata-rata keteguhan patah papan semen serbuk kayu gergajian tertinggi terdapat pada papan semen perlakuan A1 (100% meranti merah) yaitu 51,61 kgf/cm² dan perlakuan terendah pada A3 (50:50 meranti merah:terentang) yaitu 29,51 kgf/cm², dan keseluruhan hasil pengujian MOR papan semen serbuk kayu gergajian belum memenuhi SNI 03-2105-2006 yaitu ≥ 82 kgf/cm². Rendahnya nilai keteguhan patah kemungkinan disebabkan masih ada ikatan semen dengan serbuk kayu yang lemah pada papan semen tersebut sehingga tidak mampu menahan beban yang mengenai pada permukaan papan semen. Hasil analisis keragaman perlakuan komposisi serbuk kayu gergajian tidak berpengaruh nyata terhadap keteguhan patah papan semen.

3.7. Kuat Cabut Skrup

Gambar 6 menunjukkan nilai rata-rata kuat cabut skrup papan semen serbuk kayu gergajian berkisar 6,00–7,67 kgf. Nilai rata-rata

kuat cabut skrup papan semen serbuk kayu gergajian tertinggi terdapat pada papan semen partikel perlakuan A1 (100% meranti merah) yaitu 7,67 kgf dan nilai rata-rata terendah pada perlakuan A3 (50:50 meranti merah: terentang) yaitu 6,00 kgf. Keseluruhan papan semen belum mencapai standar SNI 03-2105-2006 yaitu ≥ 31 kgf.



Gambar 6. Grafik Nilai Rata-rata Kuat Cabut Skrup Papan Semen Serbuk Kayu

Rendahnya nilai kuat cabut skrup papan semen serbuk kayu dari limbah gergajian kemungkinan disebabkan faktor perekat semen persebaran tidak merata pada bagian papan semen yang diuji, sehingga memiliki kekuatan ikatan yang rendah. Hasil analisis keragaman perlakuan komposisi serbuk kayu gergajian tidak berpengaruh nyata terhadap kuat cabut skrup papan semen.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perlakuan komposisi limbah serbuk kayu gergajian meranti merah dan terentang dengan menggunakan rasio serbuk kayu dan semen 1:2 tidak berpengaruh nyata terhadap sifat fisika dan mekanika papan semen serbuk kayu.
2. Papan semen serbuk kayu dengan perlakuan A1 (100% kayu meranti merah) menghasilkan kadar air dan pengembangan tebal terbaik memenuhi standar SNI 03-2105-2006. Sifat mekanika seluruh papan semen serbuk kayu gergajian belum memenuhi standar SNI 03-2105-2006.

4.2. Saran

1. Sebaiknya menggunakan dari satu jenis kayu/ homogen dibandingkan menggunakan partikel campuran jenis kayu dalam pembuatan papan semen berbahan limbah penggajian.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan pada rasio semen: serbuk kayu serta bahan tambahan katalis dan pelarut air untuk mendapatkan sifat mekanika papan semen berbasis limbah industri penggajian kayu yang memenuhi SNI 03-2105-2006.

Ucapan Terima Kasih

Kepada Pimpinan CV Berkah Alvina, di Kota Palangka Raya yang telah membantu menyediakan serbuk kayu gergajian untuk penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Amalia dan Riyadi, M. 2016. Karakteristik Papan Semen Partikel Dari Limbah Pabrik Kuas. Politeknologi Vol. 15 No. 1.
- Badan Pusat Statistik. 2020. Produksi Kayu Hutan. (<https://www.bps.go.id/indicator/60/167/1/produksi-kayu-hutan.html>).
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2006. Standar Nasional Indonesia-SNI 03-2105- 2006: Papan Partikel.
- Bakri., Gunawan, E., Sanusi, D. 2006. Sifat Fisik Dan Mekanik Komposit Kayu Semen – Serbuk Gergaji. Jurnal Perennial, 2(1): 38-41
- Barreto, A. A. G Bachtiar, N. Nasution, 2011. Studi Pemanfaatan Limbah Kayu Sengon Sebagai Bahan Baku Papan Semen Partikel. Jurnal Menara Jurusan Teknik Sipil FT.UNJ Volume VI - No.2 - Juli 2011. ISSN: 1907-4360.
- Danu dan Bogidarmanti, R. 2012. Pohon Terentang Sebagai Bahan Baku Alternatif Pulp. Balai Penelitian

Teknologi Perbenihan Jl. Pakuan Cihuleut Po Box 105 Bogor. *Jurnal Tekno Hutan Tanaman*, hal 29-35

Fitri, W., dan Mora. 2018. Pengaruh Persentase Serbuk Ampas Tebu Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Semen Partikel. *Jurnal Fisika Unand* Vol. 7, No. 4, Oktober 2018. ISSN 2302-8491.

Hanafiah, K. A. 2010. Rancangan Percobaan: Teori Aplikasi. Edisi 3. Rajawali Pers. Jakarta.

Maail, R., S. 2018. Sifat Fisis Papan Semen Dari Limbah Kulit Batang Sagu. DOI:10.30598/jhppk.2017.1.3.203 ISSN ONLINE: 2621-8798 Page 203-221.

Martawiaya, A., Kartasujana, I., Kadir, K., Prawira, S.A. 2005. Atlas Kayu Indonesia Jilid I. (Edisi Revisi). Pusat Penelitian Dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor

Peterson, Dirhamsyah, M. Nurhaida. 2019. Sifat Fisika Dan Mekanika Papan Semen Dari Serat Kulit Batang Sagu (*Metroxylon Sp*). *Jurnal Hutan Lestari*. Vol. 7 (3): 1338 – 1348

Purwanto, D. 2014. Sifat Fisik Dan Mekanik Papan Semen dari Limbah Kayu Galam. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*. Vol. 8 No. 3. Hal. 197 – 204

Saraswaty, D., Dirhamsyah, M., Yuliati, I. 2018. Sifat Fisik Dan Mekanik Papan Semen Partikel Dari Limbah Finir Berdasarkan Komposisi Bahan Dan Ukuran Partikel. *Jurnal Hutan Lestari*. Vol. 6 (4): 782 – 793.

Sembiring, D. N., Hakim, L., Sucipto, T. 2015. Kualitas Papan Semen dari Partikel Serutan Pensil dengan Berbagai Rasio Semen dan Partikel. *Peronema Forestry Science Journal*.

Sulastiningsih, I.M. 2008. Pengaruh Lama Perendaman Partikel, Macam Katalis Dan Kadar Semen Terhadap Sifat Papan Semen. Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol.26 No. 3. Hal. 203-213.

Syaifudin, M.A., Dirhamsyah, M., Wardenaar, E. 2020. Sifat Fisik Dan Mekanik Papan Semen Dari Limbah Penggergajian Berdasarkan Ukuran Partikel Dan Komposisi Semen. Vol. 8 (2): 286 – 298.