



SIFAT FISIKA DAN MEKANIKA PAPAN SEMEN PARTIKEL DARI LIMBAH KAYU ALAU (*Dacrydium spp.*) DENGAN BERBAGAI RASIO BAHAN BAKU DAN TINGKAT SUBSTITUSI GYPSUM

*(Physical and Mechanical Properties of Particle Cement of *Dacrydium sp.* Wood Waste With Different Raw Material Rate and Gypsum Substitution Level)*

Grace Siska¹, Sarinah¹, Gimson Luhan¹ Sinta Marito Sinaga²

¹ Dosen Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya

² Mahasiswa Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya.
CP. Email : gracesiskangindra@for.upr.ac.id

ABSTRACT

Using round wood as a raw material of the product the less available day. Various efforts are made to utilize wood as a raw material of a product, such as using waste from wood processing industry. The purpose of this research is to know the quality of alau (*Dacrydium spp.*) wood particle cement board and to know the effect of cement substitution with gypsum on the physical and mechanical properties of alau particle board (*Dacrydium spp.*). Research design used Factorial Random Design (RAL) factorial, with 2 factors pattern, namely factor A (cement ratio: particle) consist of 3 levels i.e. a1 (75% cement + 25% particle); a2 (80% cement + 20% particle); a3 (85% cement + 15% particle), factor B (gypsum substitution rate) consists of 2 levels i.e. b1 (5%); b2 (10%). The research results indicate that the physical properties of density (with an average value of 1.47 g / cm³) and moisture content ($\leq 16\%$), and thickness development (17.47%) all meet the standards, whereas water absorption does not have value on JIS standard 5414-1992. The result of testing of the mechanical properties of bending conformity (MoE) meets the standard, and the fracture conformity (MoR) that meets the test standard is 10% gypsum substitution (b2), while internal sticking (IB) there is no requirement of value in standard JIS A 5414-1992. Comparison of the ratio of raw materials and substitution of gypsum significantly influence the physical and mechanical properties of cement.

Keywords: Particle cement board, physical characteristics and mechanics

PENDAHULUAN

Hasil hutan berupa kayu bulat untuk memenuhi kebutuhan manusia akan produk kayu semakin hari semakin menurun jumlah ketersediaanya di hutan alam. Pembangunan hutan tanaman diperuntukan untuk pemenuhan kebutuhan industri yang berbasis pada produk kayu.

Beberapa alternatif telah dikembangkan dalam rangka untuk mengatasi makin langkanya bahan baku kayu dari alam, dengan memanfaatkan perkembangan teknologi telah di ciptakan produk-produk turunan dari kayu seperti papan partikel, papan semen, papan serat, dan lain sebagainya. Papan turunan ini dibuat dengan menggunakan bahan penolong seperti perekat, akan membantu

terbentuknya ikatan antar serat yang lebih kuat sehingga dihasilkan sifat papan yang baik (Sudarsono dkk, 2010)

Di Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah, industri pengolahan kayu masih banyak menggunakan kayu Meranti, Benuas, Alau, dll, yang biasa digunakan untuk membuat meja, kursi, lemari, jendela dan pintu yang dalam proses pengolahannya menyisakan limbah, dimana limbah biasanya hanya dibakar dan dibuang. Banyaknya industri pengolahan kayu tentunya berdampak pada jumlah limbah yang dihasilkan oleh industri tersebut.. Pengolahan limbah yang belum maksimal mengakibatkan pencemaran lingkungan disekitar industri. Data limbah kayu gergajian di kota Palangka Raya setelah diadakan kuisioner secara acak dari 10 industri menghasilkan 510 m³ dalam satu minggu (Sinaga, 2016).

Data di atas menunjukkan bahwa potensi limbah kayu cukup besar. Oleh sebab itu peneliti mencoba memanfaatkan limbah kayu Alau sebagai bahan baku pembuatan papan semen partikel. (Sukartana dkk, 2000), menyatakan bahwa papan semen mempunyai sifat yang lebih baik dibanding papan partikel yaitu lebih tahan terhadap jamur, tahan air dan tahan api. Papan semen lebih tahan terhadap serangan rayap tanah dibandingkan dengan bahan baku kayunya. Bakri & Sanusi(2006), menyatakan bahwa papan semen sudah digunakan secara menyeluruh di Eropa, Amerika Serikat, Rusia dan Asia, terutama untuk atap, lantai dan dinding.

Tujuan penelitian ini adalah memanfaatkan limbah kayu alau sebagai bahan pembuatan papan semen partikel untuk meningkatkan nilai ekonomis dari limbah kayu alau (*Dacrydium* spp.).

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium dan Workshop Teknologi Hasil Hutan Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya yang dimulai dari bulan Februari-Mei 2017.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah partikel dan serbuk kayu Alau, semen portland, gypsum, air, oli, kapur gamping, minyak gemuk.

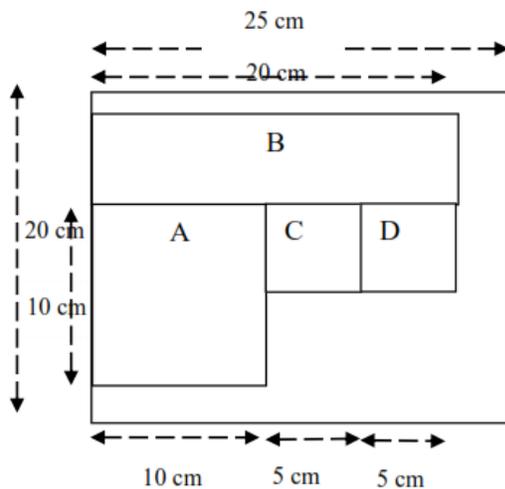
Alat yang dipergunakan dalam penelitian ini antara lain terpal, timbangan analitik, plastik kantong, baskom, ayakan, alat tulis, kertas label, dandang, ember sebagai bak pengaduk, stik pengaduk, sarung tangan, oven, cetakan kayu dengan ukuran 25 cm x 25 cm x 1 cm, alat klem manual, lembaran seng, plastik, alat kempa panas, gergaji besi, gelas ukur, thermometer tabung reaksi, thermos, thermometer, *aluminium foil*, saringan 40 mesh dan tertahan pada saringan 60 mesh, desikator, penjepit labu Erlenmeyer, corong dan *waterbath*, kertas label, alat tulis, penggaris, air, kaliper, klem manual, oven, desikator, penjepit, ayakan, mesin *Universal Testing Machine Type CHMP-100* Cakra Mulya Indonesia

C. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian adalah sebagai berikut:

1. Pengumpulan limbah kayu alau
2. Perhitungan komposisi semen dan gypsum
3. Pencampuran bahan baku partikel kayu alau semen dan gypsum

4. Pembentukan lembaran papan ukuran 25 cm x 25 cm x 1 cm
5. Pengempaan selama 3 jam lalu diklem selama 24 jam
6. Pengkondisian selama 2 minggu
7. Pemotongan papan sesuai ukuran pengujian JISA 5414-1992 untuk papan semen
8. Pengujian sifat fisika dan mekanika papan
9. Perolehan dan pengolahan data hasil penelitian dari pengujian sampel



Keterangan :

- A: Contoh uji kadar air dan kerapatan (10 cm x 10 cm x 1 cm)
 B: Contoh uji MoE dan MoR (20 cm x 5 cm x 1 cm)
 C: Contoh uji daya serap air dan pengembangan tebal (5 cm x 5 cm x 1 cm)
 D: Contoh uji rekat internal (IB) (5 cm x 5 cm x 1 cm)

Gambar 1. Pola pemotongan contoh uji

Analisis Data

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 2 pola faktor yaitu (Hanafiah, 2012):

Faktor A merupakan rasio perbandingan bahan baku (semen : partikel) terdiri dari 3 aras yaitu: a1 = 75% semen + 25% partikel : a2 = 80% semen + 20% partikel : a3 = 85% semen + 15% partikel . Faktor B merupakan tingkat substitusi gypsum terdiri dari 2 aras yaitu: b1 = 5% : b2 = 10%. Faktor A dan faktor B dilakukan dengan 3 kali ulangan, sehingga kombinasi seluruhnya berjumlah 18 lembaran papan semen partikel.

Model matematik yang digunakan adalah :

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + E_{ijk}$$

Keterangan:

- Y_{ijk} = Nilai pengamatan perlakuan komposisi partikel taraf ke- i dan konsentrasi perekat ke- j dan ulangan ke- k pada ulangan ke- k
 μ = Rataan umum
 A_i = Pengaruh komposisi partikel ke- i
 B_j = Pengaruh perkaluan konsentrasi perekat ke- j
 AB_{ij} = Interaksi perlakuan komposisi partikel taraf ke- i dan konsentrasi perekat taraf ke- j
 E_{ijk} = Pengaruh acak pada perlakuan α dengan masing-masing taraf ulangan ke- k

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian sifat fisika dan mekanika papan semen disajikan dalam Tabel 1.

Kerapatan

Nilai kerapatan yang dihasilkan dari setiap contoh uji pada tabel 1, memenuhi standar JIS A 5414-1992 yang mensyaratkan kerapatan papan semen partikel adalah $>1,2 \text{ g/cm}^3$. Hasil terbaik

kerapatan papan semen kayu Alau pada penelitian ini pada rasio semen partikel (85;15) dan gypsum 10 % yaitu 1.74 g/cm^3 . (Kollman *et al*,1975) menyatakan bahwa kerapatan suatu papan semen partikel dipengaruhi oleh konsentrasi perekat yang dipakai dengan keseragaman pelarutan partikel. (Wahyuningsih,2011), menyatakan bahwa proporsi semen yang lebih tinggi dapat mengisi ruang antar partikel secara rapat, sehingga partikel tersebut sulit menyerap air, akibatnya kerapatan semakin tinggi. Purwanto (2014) menyatakan bahwa meningkatnya kerapatan karena ada penambahan rasio semen, sehingga kuantitas semen dalam campuran yang lebih padat dari pada kulit kayu. Kepadatan tinggi bisa dikaitkan dengan sifat dari ukuran kulit/ partikel kayu yang dapat meningkatkan ikatan dan mengisi ruang kosong di papan.

Nilai rata-rata kerapatan papan semen partikel selanjutnya di uji menggunakan analisis sidik ragam yang menunjukkan bahwa faktor A (rasio semen partikel) dan faktor B (komposisi gypsum) berpengaruh nyata pada taraf 5%, sedangkan interaksi AB tidak berpengaruh terhadap kerapatan papan semen.

Kadar Air

Nilai kadar air yang dihasilkan dari setiap contoh uji pada tabel 1, memenuhi standar JIS A 5414-1992 yang mensyaratkan kadar air $\leq 16\%$. Nilai rata-rata kadar air papan semen partikel hasil penelitian ini semakin meningkat dengan bertambahnya gypsum tersubstitusi. Hal ini disebabkan sifat gypsum sebagai absorben air, sehingga air yang diikat semakin banyak dengan bertambahnya kadar semen tersubstitusi.

Tabel 1. Rata- rata hasil pengujian sifat fisika dan mekanika papan semen

Rasio bahan baku Semen : Partikel	Tingkat substitusi gypsum %	Kerapatan (g/cm^3)	Kadar Air (%)	Daya serap air (%)	Pengembangan Tebal %	Keteguhan Lentur/ MoE (kg/cm^2)	Keteguhan Patah/ MoR (kg/cm^2)	Keteguhan Rekat Internal/ IB (kg/cm^2)
a1=75 : 25	b1= 5	1,40	9.08	20.65	7.20	198.95	30.79	1.46
a2 =80 :20	b1= 5	1.42	7.54	20.24	5.71	235.44	43.98	2.86
a3 =85 :15	b1 =5	1,41	6.13	18.65	4.23	256.16	45.64	3.13
a1=75 : 25	b2=10	1,42	9.83	18.31	6.07	333.75	81.53	3.06
a2=80 : 20	b2=10	1,38	7.91	16.46	5.10	359.96	104.35	4.00
a3=85 : 15	b2=10	1,74	7.29	10.47	3.41	332.98	116.72	5.26
Rata- rata		1,47	7,96	17,47	5,29	286.21	70.50	3,30

Kadar air berkaitan dengan penyerapan air dalam papan semen.(Purwanto, 2014). Dengan kadar gypsum yang semakin tinggi maka proses pengerasan semen semakin cepat sehingga air yang dilepaskan ke udara lebih sedikit dan mengakibatkan kadar air yang dikandung oleh papan semen tersebut menjadi lebih tinggi dibanding dengan papan semen dengan konsentrasi gypsum lebih rendah. (Hendrik, 2005)

Nilai rata-rata kadar air papan semen partikel selanjutnya diuji menggunakan analisis sidik ragam (ansira) yang menunjukkan hasil bahwa faktor A, faktor B dan interaksi AB tidak berpengaruh terhadap nilai kadar air papan semen partikel, berarti faktor A dan faktor B tidak memberikan pengaruh terhadap peningkatan nilai kadar air papan semen kayu alau. Kecenderungan ini disebabkan kayu yang bersifat higroskopis yang berarti kayu dapat melepas dan menyerap air, sehingga kadar air dapat berubah sewaktu-waktu sesuai dengan kondisi lingkungannya. Marsono(2013) menyatakan bahwa kadar air papan semen sangat dipengaruhi oleh udara sekitar, hal ini juga dapat dipengaruhi oleh temperatur suhu pada oven. Perubahan temperatur yang cukup tinggi menyebabkan terjadinya perubahan sifat pada papan semen partikel seperti porositas menunjukkan bahwa semen memiliki pori yang cukup besar akibat terjadinya penguapan air dan pemuai material pengisi semen.

Daya Serap Air

Rata-rata daya serap air papan semen kayu alau pada tabel 1, secara keseluruhan sebesar 17.47%, sedangkan nilai rata-rata tertinggi a_1b_1 yaitu 20.65 (rasio bahan baku semen partikel 75:25 dan gypsum

sebesar 5%) dan nilai rata-rata terendah a_3b_2 (rasio bahan baku semen partikel 85:15 dan gypsum 10%) sebesar 10.47%. Standar JIS A 5415-1992 tidak mensyaratkan nilai daya serap air papan semen partikel. Sehingga nilai daya serap air papan semen partikel kayu Alau yang dihasilkan tidak dapat dibandingkan dengan standar tersebut. Nilai rata-rata daya serap air pada penelitian ini semakin menurun dengan bertambahnya rasio semen dan bertambahnya gypsum tersubstitusi, hal ini sesuai dengan Bahri (2008) yang menyatakan bahwa semakin tinggi kadar semen yang digunakan maka nilai daya serap air semakin menurun karena rasio semen yang banyak akan mempermudah semen mengikat partikel, dengan pemakaian gypsum yang semakin tinggi maka papan semen juga semakin cepat mengering dan mengeras. Perbedaan daya serap air dipengaruhi dari komposisi semen yang digunakan.

Nilai rata-rata daya serap air papan semen partikel selanjutnya diuji menggunakan analisis sidik ragam (ansira) dimana hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor A berpengaruh nyata pada taraf 5%, faktor B berpengaruh sangat nyata pada taraf 1%, sedangkan interaksi AB tidak berpengaruh nyata terhadap daya serap air papan semen.

Pengembangan Tebal

Hasil pengukuran pengembangan tebal papan semen partikel kayu alau disajikan pada Tabel 1. Nilai rata-rata pengembangan tebal papan semen kayu alau secara keseluruhan sebesar 5.29%, nilai rata-rata tertinggi a_1b_1 sebesar 7.20% dan nilai rata-rata terendah a_3b_2 sebesar 3.41%. Nilai pengembangan tebal yang dihasilkan dari setiap contoh uji

memenuhi standar JIS A 5414-1992 yang mensyaratkan pengembangan tebal papan semen partikel <8.3%. Simbolon(2015) menyatakan bahwa nilai daya serap air berbanding lurus dengan nilai pengembangan tebal. Semakin banyak air yang diserap maka dimensi akan bertambah tebal. Jika dilihat dari hasil penelitian ini teori tersebut adalah benar.

Pengembangan tebal yang dihasilkan pada penelitian ini semakin menurun dengan bertambahnya substitusi gypsum, sama halnya dengan daya serap air semakin menurun dengan bertambahnya substitusi gypsum. Pengembangan tebal dipengaruhi oleh variabel-variabel pengolahan produk itu sendiri, seperti kerapatan bahan baku, ketebalan partikel, kadar perekat, dan besarnya tekanan kempa yang diberikan pada lapik.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor A, faktor B dan interaksi AB tidak berpengaruh terhadap pengembangan tebal papan semen partikel. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan rasio bahan baku dan gypsum tersubstitusi menghasilkan nilai pengembangan tebal yang sama.

Keteguhan Lentur (MoE)

Nilai rata-rata keteguhan lentur papan semen kayu Alau secara keseluruhan sebesar 286.21 kg/cm^2 , nilai rata-rata tertinggi a_2b_2 sebesar 359.96 kg/cm^2 dan nilai rata-rata terendah a_1b_1 sebesar 198.95 kg/cm^2 . Nilai keteguhan lentur yang dihasilkan dari setiap contoh uji memenuhi standar JIS A 5414-1992 yang mensyaratkan keteguhan lentur $>24.000 \text{ kg/cm}^2$. Nilai rata-rata keteguhan lentur papan semen partikel hasil penelitian ini semakin meningkat dengan bertambahnya gypsum tersubstitusi. Hal ini sejalan dengan penelitian Pasaribu

(2007) bahwa nilai keteguhan lentur papan semen partikel yang dihasilkan semakin meningkat dengan meningkatnya substitusi gypsum. Semakin meningkat substitusi gypsum akan semakin optimal ikatan antar partikel-partikel kayu dengan semen sehingga hasil akhir yang diperoleh lebih baik.

Beberapa faktor yang mempengaruhi MoE adalah kerapatan dan kadar air. Semakin tinggi nilai kerapatan maka semakin tinggi juga nilai MoE pada papan semen, semakin tinggi nilai kadar air maka semakin rendah nilai MoE sehingga nilai MoE berbanding terbalik dengan nilai kadar air (Armaya, 2012). Jika dilihat pada hasil penelitian ini nilai kerapatan semakin meningkat dengan bertambahnya gypsum tersubstitusi, dan kadar air semakin meningkat dengan bertambahnya gypsum tersubstitusi. Maka dalam penelitian papan semen partikel kayu Alau ini teori tersebut adalah benar.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor A, faktor B dan interaksi AB tidak berpengaruh terhadap keteguhan lentur papan semen partikel. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan rasio bahan baku dan gypsum tersubstitusi menghasilkan nilai keteguhan patah yang sama. Meskipun demikian dari tabel dapat dilihat keteguhan lentur papan semen cenderung meningkat dengan bertambahnya kadar gypsum.

Keteguhan Patah (MoR)

Nilai rata-rata keteguhan patah papan semen kayu Alau secara keseluruhan sebesar 70.50 kg/cm^2 sedangkan nilai rata-rata tertinggi adalah a_3b_2 sebesar 116.72 kg/cm^2 dan nilai rata-rata terendah adalah a_1b_1 sebesar 30.79 kg/cm^2 . %. Jika dibandingkan dengan standar JIS A 5414-1992 yang mensyaratkan keteguhan patah

$>63 \text{ kg/cm}^2$, maka nilai yang dihasilkan tidak semua memenuhi standar, hanya faktor B (substitusi gypsum) yang memenuhi standar. Nilai keteguhan patah pada penelitian ini semakin meningkat dengan meningkatnya rasio semen dan gypsum tersubstitusi. Pasaribu (2007) pada penelitiannya menyatakan bahwa nilai keteguhan patah papan semen akan semakin meningkat dengan meningkatnya kerapatan papan semen. Hasil penelitian papan semen partikel kayu alau ini menunjukkan nilai kerapatan yang baik tetapi pada keteguhan patah nilainya masih terbilang rendah, hal ini disebabkan oleh tekanan kempa yang tidak stabil sehinggakekuatan papan yang di dapatkan belum maksimal.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor A dan faktor B berpengaruh sangat nyata pada taraf 1% hal ini diduga adanya penambahan rasio semen partikel dan penambahan gypsum akan mempengaruhi keteguhan patah walaupun diperoleh nilai ada yang dibawah standar yang dipersyaratkan. dan interaksi AB tidak berpengaruh terhadap keteguhan lentur papan semen partikel.

Keteguhan Rekat Internal (IB)

Nilai rata-rata keteguhan rekat internal papan semen kayu Alau secara keseluruhan sebesar 3.30 kg/cm^2 , sedangkan nilai rata-rata tertinggi a_3b_2 sebesar 5.26 kg/cm^2 dan nilai rata-rata terendah adalah a_1b_1 1.46 kg/cm^2 . Standar JIS A 5414-1992 tidak mensyaratkan nilai keteguhan rekat internal, sehingga nilai keteguhan rekat internal pada penelitian ini tidak bisa dibandingkan. Nilai keteguhan rekat internal pada penelitian ini semakin tinggi dengan bertambahnya rasio semen dan gypsum tersubstitusi, sejalan dengan pendapat menyatakan

bahwa sifat kekuatan rekat yang dihasilkan pada papan akan semakin sempurna dengan bertambahnya perekat yang digunakan dalam proses pembuatan papan semen partikel (Pasaribu, 2007).

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor A, faktor B dan interaksi AB tidak berpengaruh terhadap keteguhan rekat internal papan semen partikel, terlihat pada tabel 4.20 dimana nilai F-hitung lebih kecil dari nilai F-tabel pada taraf nyata 5% maupun pada taraf nyata 1%.

KESIMPULAN

Berdasarkan data yang diperoleh, diperoleh kesimpulan adalah sebagai berikut :

- 1) Berdasarkan hasil pengujian standar JIS A 5414-1992 untuk kerapatan ($1,47\text{g/cm}^3$), kadar air (7,96%) dan pengembangan tebal memenuhi standar (5,29 %), sedangkan daya serap air (17,47%) tidak ada syarat nilai. Keteguhan lentur ($\text{MoE} = 286.21 \text{ kg/cm}^3$) memenuhi standar, keteguhan patah (MoR) yang memenuhi standar adalah pada substitusi gypsum 10% (b_2), sedangkan keteguhan rekat internal (IB) tidak ada syarat nilai pada standar pengujian.
- 2) Mutu papan semen partikel kayu Alau pada penelitian ini masuk dalam mutu II yaitu sebagai produk interior yang tidak memerlukan kekakuan tinggi, misalnya untuk penyekat ruang, pelapis dinding, furniture.

DAFTAR PUSTAKA

- Armaya, R. 2012. Karakteristik Fisis Dan Mekanis Papan Semen Bambu Hitam. (*Gigantochloa Atroviolacea* Widjaja) Dengan Dua Ukuran. Skripsi. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Bahri, S. 2008. Pemanfaatan Limbah Kayu untuk Pembuatan Papan Semen Partikel dalam Mengurangi Pencemaran Lingkungan di NAD. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Bakri, S. 2016. Sifat Fisik dan Mekanik Komposit Kayu Semen Serbuk Gergajian. Jurnal. Jurusan Kehutanan. Universitas Hasanuddin.
- Hanafiah, K.A. 2012. Dasar – Dasar Statistika. PT RajaGrafindo Persada. Jakarta.
- Hendrik 2005. Pembuatan Papan Semen Gypsum dari Kayu *Acacia Mangium* willd). Skripsi. Bogor: Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Institut Pertanian Bogor.
- Kollman, F. F., Kuenzi, P. E., Stamm W. A. J, 1975. Principles of Wood Science and Teknologi Val. II Wood Based Material. Springer-Varlag Berlin Heiderberg. New York. Terjemahan
- Marsono 2013. Analisis Kandungan Kimia Zat Ekstraktif Kulit Kayu *Eucalyptus grandis* W.Hill ex Maiden Berdasarkan Letak Kulit pada Batang dan Perbedaan Umur Pohon. Skripsi Sarjana. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Pasaribu, R.P. 2007. Analisis Kemampuan Papan Semen Ringan – Abu Sekam Padi dengan Penambahan Gypsum. Jakarta; Lembaga Penelitian dan Publikasi Ilmiah Universitas Tarumanagara.
- Simbolon, I.L. 2015. Pengaruh Ukuran Partikel dan Rasio Semen-Partikel terhadap Kualitas Papan Semen dari Cangkang Kemiri. Skripsi Fakultas Kehutanan Universitas Sumatera Utara.
- Sinaga, J.P. 2016. Briket Arang dari Limbah serbuk Kayu Meranti (*Shorea* sp). Karya ilmiah. Palangka Raya.
- Sukartana, P, Rushelia, R. & Sulastiningsih, I.M., 2000. Perlawanan Papan Kayu dan Bambu Untuk Rayap di Bawah Tanah *Coptotermes gestroi* Wasmann. (Isoptera: Rhinotermitidae). Komposit semen kayu di kawasan Asia Pasifik.
- Sudarsono, R., T., Suryadi, Y., 2010. Pembuatan Papan Partikel Berbahan Baku Sabut Kelapa Dengan Bahan Pengikat Alami (Lem Kopal). Jurnal Teknologi, Volume 3(1): 22-32
- Purwanto, D. 2014. Sifat Fisik Mekanik Papan Semen Dari Limbah Kulit Kayu Galam Jurnal Riset Industri (Journal of Industrial Research) Vol. 8(3): 197 – 204
- Wahyuningsih, N. S. 2011. Pengaruh Perendaman dan Geometri Partikel terhadap Kualitas Papan Partikel Sekam Padi. Institut Pertanian Bogor. Bogor