



**KEAWETAN PAPAN PARTIKEL DARI BATANG SORGUM DAN KAYU
AKASIA DENGAN PEREKAT UREA FORMALDEHIDA TERHADAP
SERANGAN RAYAP TANAH**

*(Durability of Particleboard Made from Sorghum and Acacia Wood with Urea Formaldehida
Adhesive Against Subterranean Termites Attacks)*

Maya Viviana, Gusti Eva Tavita

Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura, Jl. Daya Nasional Pontianak, 78124

Email: mayaviviana09@gmail.com

Abstract

High demand for timber is not balanced with the availability of wood, so that wood products need to be diversified, one of diversified is particleboard. Particleboards that have good physical and mechanical properties do not guarantee have good resistance to termite attacks. Research aimed to determine the durability of particleboards, interaction between adhesive concentration and composition of materials, and the optimum of adhesive concentration and composition of materials that are resistant to termites attacks. This research used a factorial RAL pattern experimental design with two factors. First factor is an adhesive concentration (8%, 10%, 12%) and second factor is a composition materials of sorghum : acacia wood (100%:0%, 50%:50%, 0%:100%), where each treatment is repeated three replications. 2cm x 2cm x 1cm of particleboards put into plastic glass containing 55 termites (50 workers and 5 soldiers). Observed period is 21 days. The parameters observed were the weight loss of particleboard and mortality of termites. Based on the classification of particle board resistance, the results showed that particle board generally has a medium to very resistance, except for 8% adhesive concentration with composition 100%:0% that categorize class IV durability with the highest weight loss value. Particle board with 10% adhesive concentration and the composition materials of 50% sorghum stalk : 50% acacia wood is categorize in class II durability is a capable treatment to resist termites attacks.

Keywords: acacia wood, baggase sorghum, Coptotermes curvignathus, durability, particleboard

PENDAHULUAN

Kayu merupakan suatu bahan yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan manusia. Permintaan kayu yang tinggi tidak seimbang dengan ketersediaan kayu. Pemerintah sudah memberikan kebijakan untuk melakukan pembangunan Hutan Tanaman Industri (HTI) dalam pemenuhan kebutuhan kayu. Kayu hasil dari HTI seperti kayu akasia biasanya digunakan sebagai bahan baku pembuatan pulp. Upaya yang dapat

dilakukan pada karakteristik kayu dari hutan tanaman industri adalah dengan melakukan diversifikasi produk kayu.

Bentuk diversifikasi produk dari kayu akasia salah satunya adalah papan partikel. Menurut Maloney (1993), papan partikel dapat dibuat dari bahan kayu maupun non kayu yang mengandung lignoselulosa, yang direkat dengan bahan perekat dan melalui proses pengempaan. Bahan non kayu yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku papan



partikel salah satunya adalah batang sorgum. Produktivitas rata-rata batang sorgum di Jawa Barat berkisar antara 30 ton - 50 ton per hektar (Irawan dan Sutrisna, 2011). Budidaya sorgum pernah dilakukan uji coba di Kalimantan Barat khususnya di Desa Jerora, Sintang seluas satu hektar dengan hasil panen mencapai tujuh ton (Matabn, 2017).

Pembuatan papan partikel dari bahan baku batang sorgum dan kayu akasia sudah pernah dilakukan (Jamaluddin, 2018). Hasil pengujian sifat fisik dan sifat mekanik papan partikel menunjukkan bahwa pada perlakuan konsentrasi perekat 10% dan komposisi bahan 50:50 merupakan perlakuan yang optimum. Sifat fisik dan mekanik yang baik pada papan partikel, belum tentu memberikan hasil yang baik pula pada ketahanan papan partikel terhadap serangan rayap. Oleh karena itu, perlu dilakukan uji ketahanan papan partikel dari bahan baku kayu akasia dan batang sorgum dengan perekat urea formaldehida terhadap serangan rayap tanah *Coptotermes curvignathus*, Holmgren. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan keawetan papan partikel yang terbuat dari batang sorgum dan kayu akasia terhadap serangan rayap tanah, menentukan konsentrasi perekat dan komposisi bahan baku optimum pada papan partikel yang tahan terhadap serangan rayap tanah serta menentukan interaksi antara konsentrasi perekat dan komposisi bahan baku pada

papan partikel terhadap serangan rayap tanah.

METODE PENELITIAN

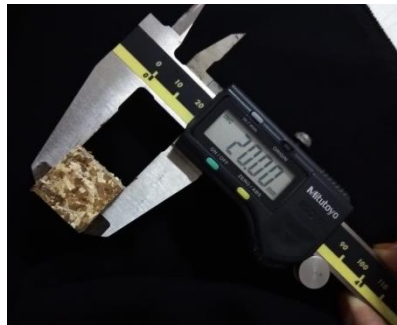
Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium *Wood Work Shop* Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura sebagai tempat pemotongan contoh uji papan partikel dan Laboratorium Teknologi Kayu Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura sebagai tempat uji keawetan papan partikel, dimulai dari September hingga November 2018. Papan partikel diperoleh dari penelitian sebelumnya tentang kualitas papan partikel dari campuran batang sorgum dan kayu akasia berdasarkan konsentrasi perekat Urea Formaldehida.

Pengambilan dan Pengkondisian Rayap

Rayap yang dijadikan objek penelitian diperoleh dari hutan sekunder daerah Ambawang. Pengkondisian dilakukan selama \pm satu bulan. Rayap yang sudah diambil kemudian dikondisikan dalam ruangan di laboratorium dalam bak besar berisi pasir dan potongan kayu sebagai makanannya. Hanya rayap yang sehat dan aktif yang digunakan dalam penelitian.

Persiapan Contoh Uji

Papan partikel dipotong menjadi ukuran 2 cm x 2 cm x 1 cm (Gambar 1). Contoh uji yang sudah dipotong selanjutnya dikering ovenkan (Zulfiana dan Kusumah, 2014) selama 3 hari dengan suhu 60 °C kemudian ditimbang untuk mendapatkan berat awal dari contoh uji.

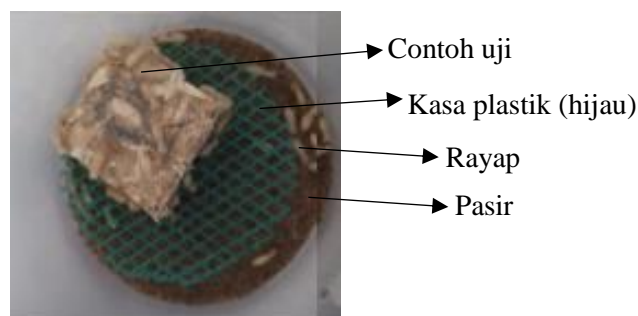


Gambar 1. Papan Partikel Berukuran 2cm x 2cm x 1cm (*Particleboard with Size 2cm x 2cm x 1cm*)

Pengujian Ketahanan Papan Partikel

Gelas plastik berukuran diameter dasar gelas 5 cm dan tinggi 6 cm sebanyak 45 buah diisi pasir (ukuran lolos 30 mesh, tertahan 50 mesh) sebanyak 10 gram yang sebelumnya sudah disterilkan menggunakan *Autoclave* selama 30 menit pada suhu 120°C dengan tekanan 1 atm. Pasir dilembabkan dengan aquades sebanyak 2 ml. Bagian atas pasir diletakkan kasa plastik berdiameter 4 cm sebagai

pembatas antara contoh uji dengan pasir agar tidak mengalami kontak secara langsung. Contoh uji yang digunakan sebanyak 45 buah, selanjutnya masing-masing contoh uji dimasukkan ke dalam gelas plastik. Rayap tanah sebanyak 55 ekor (50 ekor kasta pekerja dan 5 ekor kasta prajurit) dimasukkan ke dalam gelas plastik dan ditutup dengan penutup gelas plastik sudah diberi lubang-lubang kecil sebagai sirkulasi udara.



Gambar 2. Uji Keawetan Papan Partikel Terhadap Serangan Rayap (*The Durability Test of Particleboard Againsts Termites Attacks*)

Gelas-gelas plastik yang sudah berisi rayap kemudian diletakkan ke dalam bak plastik yang telah diberi kapas basah dengan tujuan untuk menjaga kelembaban dalam bak plastik. Bak plastik ditutup kain hitam dan diletakkan pada ruangan gelap selama

21 hari, dimana dalam jangka waktu tiga hari sekali dilakukan pengecekan. Pengecekan dilakukan untuk mengeluarkan rayap yang mati.

Kehilangan Berat (*Weight Loss*) Contoh Uji



Kehilangan berat contoh uji dapat diketahui apabila memperoleh data berat awal sebelum pengujian dan berat akhir contoh uji setelah pengujian. Rumus untuk menghitung persentase

kehilangan berat contoh uji sebagai berikut (Sornnuwat *et al.*, 1995):

$$\text{Kehilangan Berat} = \frac{(W1 - W2)}{W1} \times 100\%$$

Keterangan:

W1 = Berat contoh uji sebelum pengumpanan (gram)

W2 = Berat contoh uji setelah pengumpanan (gram)

Tabel 1. Klasifikasi ketahanan berdasarkan kehilangan berat (*Classification of Resistance Based on Weight Loss*)

| Kelas | Ketahanan | Penurunan Berat (%) |
|-------|--------------|---------------------|
| I | Sangat Tahan | < 3,52 |
| II | Tahan | 3,52 - 7,50 |
| III | Sedang | 7,50 - 10,96 |
| IV | Buruk | 10,96 - 18,94 |
| V | Sangat Buruk | 18,94 - 31,89 |

Sumber: SNI 01-7207-2006

Mortalitas rayap

Mortalitas rayap merupakan perbandingan antara jumlah rayap sebelum pengujian dan setelah pengujian. Rumus untuk menghitung persentase mortalitas rayap sebagai berikut (Sornnuwat *et al.*, 1995):

$$\text{Mortalitas Rayap} = \frac{N2}{N1} \times 100\%$$

Keterangan:

N1 = Jumlah rayap sebelum pengumpanan (ekor)

N2 = Jumlah rayap mati setelah pengumpanan (ekor)

Rancangan Penelitian

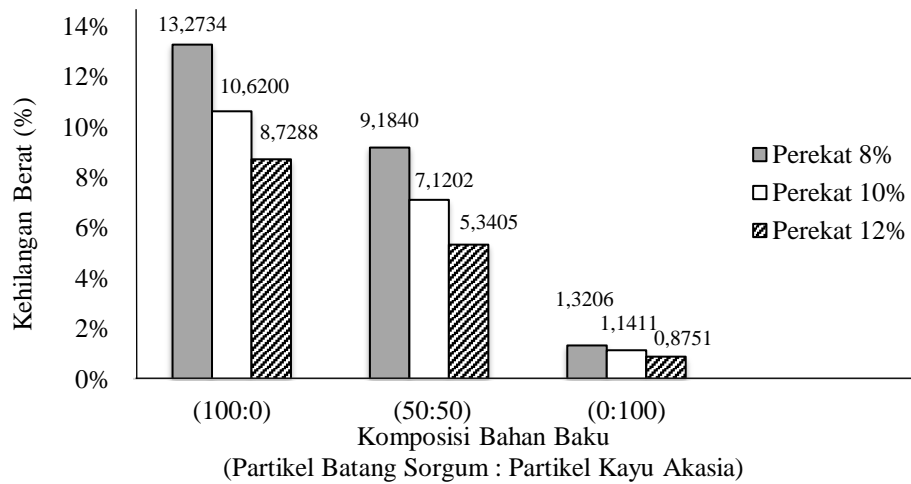
Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan pola Faktorial Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga kali ulangan. Faktor A adalah konsentrasi perekat (8%, 10%

dan 12%). Faktor B adalah komposisi bahan baku partikel batang sorgum : partikel kayu akasia (100:0, 50:50 dan 0:100).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kehilangan Berat (*Weight Loss*) Contoh Uji

Nilai kehilangan berat pada contoh uji menunjukkan aktivitas makan dari rayap tanah (*C. curvignathus*) terhadap contoh uji yang diumpankan selama masa pengujian. Nilai kehilangan berat yang diperoleh berkisar antara 0,8751% - 13,2734%. Nilai rerata kehilangan berat contoh uji hasil penelitian disajikan pada Gambar 2.



Gambar 3. Nilai rerata kehilangan berat papan partikel (*The Average Value Weight Loss of Particleboard*)

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa faktor konsentrasi perekat dan komposisi bahan baku berpengaruh sangat nyata terhadap nilai

kehilangan berat contoh uji papan partikel. Interaksi antara kedua faktor tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kehilangan berat contoh uji.

Tabel 2. Nilai BNJ Kehilangan Berat Papan Partikel untuk Faktor A dan Faktor B (*BNJ value weight loss of particleboard for Factor A and Factor B*)

| Perlakuan | Rerata |
|-----------|-----------|
| a2 | 6,2938 a |
| a3 | 4,9815 ab |
| a1 | 4,7556 b |
| b1 | 10,8741 a |
| b2 | 7,2149 b |
| b3 | 1,1123 c |

Keterangan: Rataan yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata, sedangkan rata-rata yang tidak diikuti huruf yang sama maka berbeda nyata

Uji BNJ untuk faktor konsentrasi perekat menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi perekat 10% tidak berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi perekat 12%, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi perekat 8%. Hasil uji BNJ untuk faktor komposisi bahan baku menunjukkan bahwa setiap perlakuan berbeda nyata satu sama lain.

Semakin tinggi konsentrasi perekat yang digunakan dapat menurunkan aktivitas makan rayap tanah selama masa pengujian sehingga nilai kehilangan berat contoh uji juga semakin kecil. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Zulfiana dan Kusumah (2014) yang menyatakan bahwa semakin tinggi kadar perekat yang digunakan, maka nilai kehilangan berat



semakin mengecil. Keberadaan perekat tidak disukai oleh rayap, sehingga contoh uji yang dimakan oleh rayap hanya sedikit (Ria *et al.*, 2009).

Nilai kehilangan berat contoh uji yang dihasilkan bervariasi. Semakin besar komposisi kayu akasia dan semakin kecil komposisi sorgum yang digunakan, maka persentase kehilangan berat pada papan partikel juga semakin menurun. Hal ini diduga karena adanya perbedaan sifat dari kedua bahan baku. Kayu akasia termasuk ke dalam kelas

kuat II-III (Mandang dan Pandit, 1997). Batang sorgum lebih lunak dibandingkan kayu akasia karena pada batang sorgum diduga masih banyak terdapat empulur (*pith*). Hal ini didukung oleh pernyataan Krisna & Weaner (1971) dalam Ria *et al.*, (2009) yang menyebutkan bahwa rayap akan lebih memilih bahan makanan yang mudah untuk digigit dan mudah dihancurkan dibandingkan bahan yang sifatnya lebih keras.

Tabel 3. Klasifikasi Ketahanan Papan Partikel Hasil Penelitian Berdasarkan Rerata Kehilangan Berat Contoh Uji (*Classification of Particleboard Resistance this Research Based on the Average Weight Loss of Particleboard*)

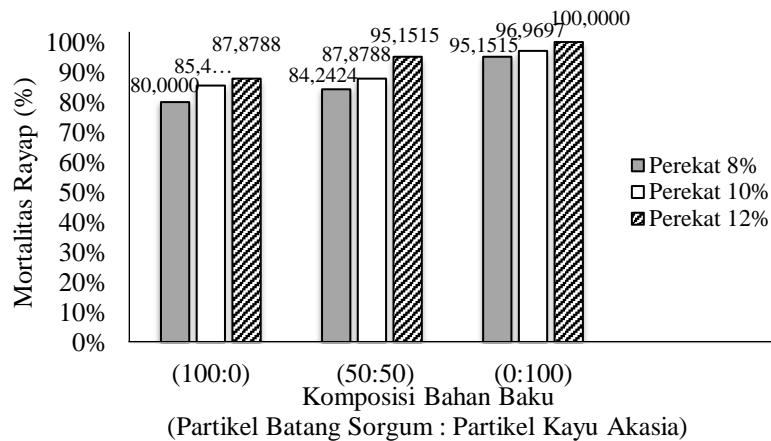
| Konsentrasi perekat | Komposisi batang sorgum : akasia | Nilai rerata | Kelas awet | Ketahanan |
|---------------------|----------------------------------|--------------|------------|--------------|
| 8% | 100% : 0% | 13,2734 | IV | Buruk |
| | 50% : 50% | 9,184 | III | Sedang |
| | 0% : 100% | 1,3206 | I | Sangat Tahan |
| 10% | 100% : 0% | 10,62 | III | Sedang |
| | 50% : 50% | 7,1202 | II | Tahan |
| | 0% : 100% | 1,411 | I | Sangat tahan |
| 12% | 100% : 0% | 8,7288 | III | Sedang |
| | 50% : 50% | 5,3405 | II | Tahan |
| | 0% : 100% | 0,8751 | I | Sangat Tahan |

Berdasarkan klasifikasi ketahanan papan partikel, secara umum papan partikel memiliki ketahanan sedang hingga sangat tahan, kecuali pada perlakuan komposisi bahan baku batang sorgum 100% : akasia 0% dengan perekat 8% yang termasuk ke dalam kelas awet IV dengan nilai kehilangan berat tertinggi. Penambahan perekat pada papan partikel meningkatkan ketahanan papan partikel terhadap serangan rayap tanah. Hal ini diduga karena keberadaan perekat mempengaruhi aktivitas makan rayap

akibat proses perekatan sehingga lebih sulit bagi rayap mencapai sumber makanan karena tertutup perekat. Hal ini didukung oleh pernyataan Ruhendi *et al.* (2007) bahwa perekat urea formaldehida merupakan perekat yang tahan terhadap organisme perusak.

Mortalitas Rayap

Persentase mortalitas rayap yang diperoleh pada pengujian berkisar antara 80% hingga mencapai 100%. Rerata persentase mortalitas rayap contoh uji hasil penelitian ini disajikan pada Gambar 3.



Gambar 4. Nilai Rerata Mortalitas Rayap Tanah (*The Average Value Mortality of Termites*)

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa faktor konsentrasi perekat dan komposisi bahan baku berpengaruh sangat nyata terhadap nilai

mortalitas rayap. Interaksi antara kedua faktor tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kehilangan berat contoh uji.

Tabel 4. Nilai BNJ Mortalitas Rayap untuk Faktor A dan Faktor B (*BNJ value mortality of termites for Factor A and Factor B*)

| Perlakuan | Rerata |
|-----------|-----------|
| a3 | 94,3434 a |
| a2 | 90,1010 a |
| a1 | 51,8788 b |
| b3 | 97,3737 a |
| b2 | 89,0909 b |
| b1 | 84,4444 b |

Keterangan: Rataan yang diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata, sedangkan rataan yang tidak diikuti huruf yang sama maka berbeda nyata

Uji BNJ untuk faktor konsentrasi perekat menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi perekat 12% tidak berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi perekat 10%, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi perekat 8%. Hasil uji BNJ untuk faktor komposisi perekat menunjukkan bahwa perlakuan komposisi 100%:0% berbeda nyata terhadap perlakuan komposisi (50%:50% dan 0%:100%). Perlakuan komposisi 50% : 50% tidak berbeda

nyata terhadap perlakuan komposisi 0%:100%.

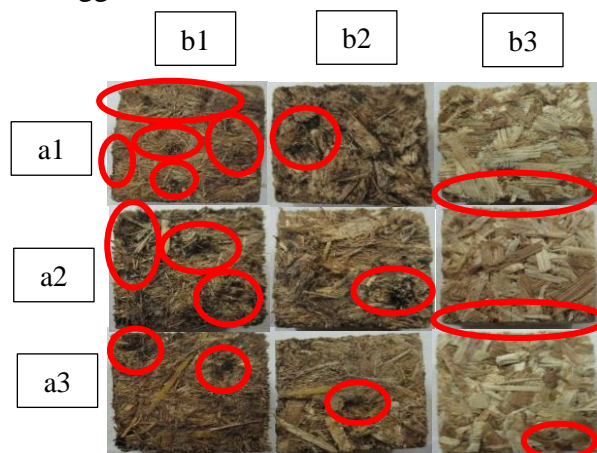
Kematian rayap pada pengujian diduga karena adanya pengaruh dari keberadaan perekat. Papan partikel dalam penelitian ini menggunakan perekat Urea Formaldehida, dimana salah satu sifat UF adalah tahan terhadap organisme perusak contohnya rayap tanah. Hal ini didukung oleh pernyataan Ruhendi *et al.* (2007) bahwa perekat UF merupakan perekat yang tahan terhadap biodeteriorasi. Nilai

rerata mortalitas rayap pada faktor perlakuan konsentrasi perekat menunjukkan bahwa mortalitas meningkat seiring meningkatnya konsentrasi perekat. Hal ini sejalan dengan pernyataan Zulfiana dan Kusumah (2014) dalam penelitiannya yang menyebutkan bahwa semakin tinggi kadar perekat maka akan semakin tinggi pengaruhnya terhadap mortalitas rayap.

Semakin tinggi komposisi bahan baku kayu akasia, maka semakin tinggi pula nilai mortalitas rayap. Umumnya rayap kurang menyukai bahan makanan yang bersifat keras sehingga menyulitkannya untuk menggigit dan menghancurkan bahan makanan tersebut. Kayu akasia mempunyai sifat mekanik yang lebih keras dibandingkan dengan batang sorgum. Pengujian ini menghadapkan rayap pada satu pilihan makanan saja sehingga rayap yang tidak menyukai makanannya memilih untuk berpuasa dan pada akhirnya rayap menjadi lemah hingga mati. Hal ini didukung oleh pernyataan Deviyana *et al.* (2013) yang menyatakan bahwa rayap akan meninggalkan makanan

yang tidak disukainya dan pada akhirnya akan mati. Rayap yang mati juga diduga karena rayap tidak mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan di dalam gelas uji. Tidak mampunya rayap beradaptasi dengan kondisi dalam gelas uji didukung oleh pernyataan Rislyana *et al.* (2015) yang menyebutkan bahwa rayap yang tidak mampu beradaptasi dengan lingkungan barunya dapat menyebabkan kematian pada rayap.

Mortalitas rayap yang tinggi diduga karena rayap tidak menyukai contoh uji yang diumpankan. Penelitian ini menggunakan metode pengujian tanpa pilihan, rayap dihadapkan pada satu pilihan makanan (contoh uji papan partikel), sehingga jika rayap tidak menyenangi makanannya maka rayap akan mati kelaparan. Hal ini didukung dengan pernyataan Daviyana *et al.* (2013), apabila makanan tidak sesuai maka rayap akan meninggalkan makanan tersebut hingga menjadi lemah dan mati. Bentuk kerusakan contoh uji papan partikel oleh rayap tanah selama pengujian dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Bentuk Kerusakan Contoh Uji Papan Partikel Oleh Serangan Rayap *C. curvignathus* (Form Damage of Particleboard by Termites *C. curvignathus* Attack)



KESIMPULAN

1. Konsentrasi perekat dan komposisi bahan baku memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai kehilangan berat contoh uji dan mortalitas rayap.
2. Interaksi antara konsentrasi perekat dan komposisi bahan baku tidak berpengaruh nyata terhadap nilai kehilangan berat contoh uji dan mortalitas rayap.
3. Hasil pengklasifikasian ketahanan papan partikel, papan partikel yang memiliki ketahanan buruk (kelas awet IV) yaitu pada perlakuan konsentrasi perekat 8% dan komposisi 100%:0%. Ketahanan sedang (kelas awet III) yaitu pada perlakuan konsentrasi perekat 8% dengan komposisi 50%:50% ; konsentrasi perekat 10% dan komposisi 100%:0% ; konsentrasi perekat 12% dengan komposisi 100%:0%. Papan partikel yang memiliki kelas awet II (tahan) yaitu pada perlakuan konsentrasi perekat 10% dan komposisi 50%:50% dan konsentrasi perekat 12% dengan komposisi 50%:50%. Papan partikel yang memiliki kelas awet I (sangat tahan) yaitu pada semua konsentrasi perekat (8%, 10% dan 12%) dengan komposisi 0%:100%.
4. Papan partikel dengan konsentrasi perekat 8% dan komposisi 0%:100% merupakan perlakuan terbaik dengan kelas awet I (sangat tahan). Akan tetapi, papan partikel dengan perekat 10% dengan komposisi campuran 50%:50% merupakan perlakuan

yang sudah mampu menahan serangan rayap tanah *C. curvignathus* dengan kelas awet II (tahan).

SARAN

1. Perlu adanya penelitian lanjutan untuk mengetahui ketahanan papan partikel dari batang sorgum dan kayu akasia dengan perekat urea formaldehida terhadap jamur pelapuk sehingga melengkapi data terkait kualitas papan partikel.
2. Papan partikel dari batang sorgum dan kayu akasia dengan konsentrasi perekat 10% dan komposisi bahan baku sorgum 50% : kayu akasia 50% sudah menghasilkan ketahanan yang baik terhadap serangan rayap tanah sehingga bisa dipertimbangkan penggunaannya untuk kebutuhan sehari-hari.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada KEMENRISTEK DIKTI yang telah memberikan beasiswa Bidikmisi kepada penulis dan semua pihak yang telah membantu selama proses penelitian hingga proses penulisan.

DAFTAR PUSTAKA

- Daviyana SA, Wardenaar E, Yanti H. 2013. Pemanfaatan Ekstrak Kulit Kayu Gerunggang (*Cratoxylon arborescens* BI) untuk Pengawetan Kayu Karet (*Hevea brasiliensis*) dari Serangan Rayap Tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgren). *Jurnal Hutan Lestari* 1(2): 199-207.
- Irawan B, Sutriana N. 2011. Prospek Pengembangan Sorgum di Jawa Barat Mendukung Diversifikasi



- Pangan. *Forum Penelitian Agro Ekonomi* 29(2): 99-113.
- Jamaluddin. 2018. Kualitas Papan Partikel dari Campuran Batang Sorgum (*Sorghum bicolor* L.) dan Kayu Akasia (*Acacia mangium* W.) Berdasarkan Konsentrasi Perekat Urea Formaldehida. *Jurnal Hutan Lestari* 6(3) : 486 – 498.
- Maloney TM. 1993. *Modern Particleboard and Dry-Process Fiberboard Manufacturing*. San Fransisco: Miller Freeman, Inc.
- Mandang, Pandit. 1997. *Pedoman Identifikasi Jenis Kayu di Lapangan*. Bogor: Yayasan Prosea.
- Matabn. 18 Juli 2017. Komoditi Sorgum di Sintang. Mata Borneo News. <http://www.mataborneonews.com/2017/07/18/komoditi-sorgum-di-sintang-menjanjikan/.html> [12 April 2018].
- Ria DS, Massijaya MY, Arinana. 2009. Ketahanan Papan Komposit dari Limbah Kayu dan Anyaman Bambu Betung (*Dendrocalamus asper* (Schult f.) Backer ex Heyne) Terhadap Serangan Rayap Tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgren). *Prosiding Simposium Nasional I Forum Teknologi Hasil Hutan (FTHH)*, Bogor, 30-31 Oktober 2009. Hlm 51-56.
- Rislyana F, Harlia, Sitorus B. 2015. Bioaktivitas Ekstrak Batang Kecombrang (*Etlintera elatior* (Jack) R.M.Sm.) Terhadap Rayap *Coptotermes curvignathus* sp. *Jurnal Kimia Khatulistiwa* 4(3): 9-15.
- Ruhendi S, Koroh DN, Syamani FA, Yanti H, Nurhaida, Saad S, Sucipto T. 2007. *Analisis Perekatan Kayu*. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Saman A, Diba F, Setyawati D, Nurhaida. 2016. Keawetan Papan Partikel Batang Kelapa Sawit dari Proses Perendaman Partikel yang Berbeda Terhadap Rayap Tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren. *Jurnal Hutan Lestari* 4(1): 82-90.
- Sornnuwat Y, Takahashi M, Yoshimura T, Tsunada K, dan Vongkalung C. 1995. Natural Resistance of Seven Commercial Timbers Used In Building Construcion In Thailand 545 To Subterranean Termite *Coptotermes Gestroi* Wasmann. Japanese Society of Environmental Entomology and Zoology.
- Sornnuwat Y. 1996. Wood Consumption and Survival of Subterranean Termite *Coyfoternze~Gestroi* Wasmann. In: *Studies on Damage of Constructions Cause by Subterranean Termites and Control in Thailand*. Proc. The 1996 Annual Meeting of Int. Res. Group on Wood Preservation. Stockholm. Sweden.
- Standar Nasional Indonesia. 2006. Uji Ketahanan Kayu dan Produk Kayu Terhadap Organisme Perusak Kayu. SNI 01. 7207-2006. Jakarta (ID): Badan Standarisasi Nasional.
- Zulfiana D, Kusumah SS. 2014. Ketahanan Papan Komposit dari Pelepah Sagu (*Metroxylon sago* Rottb.) Terhadap Jamur Pelapuk dan Rayap Tanah. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 32(4): 253-262.