

**PENGGUNAAN ASAP CAIR KAYU LABAN (*VITEX PUBESCENS VAHL*)
SEBAGAI PENGENDALI PENYAKIT BUSUK BENIH TUSAM
(*PINUS MERKUSII JUNGH ET DE VRIESE*)**

*Laban(Vitex pubescens Vahl) Liquid Smoke As Fungi Growth Controller In Pine
(Pinus merkusii Jungh et de Vriese) Seedling Growth*

Cerita Bernita Purba, Hasan Ashari Oramahi, Wahdina, Farah Diba

Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura Pontianak. Jln Imam Bonjol Pontianak 78124
E-mail: purbacbernita@rocketmail.com

ABSTRACT

The research aims to determine the effect of soaking pinus seeds with liquid smoke to the seedling growth and to obtain the optimal soaking period and pyrolysis temperature of liquid smoke in controlling fungi growth on pine seeds. Pyrolysis temperature used were 350⁰C, 400⁰C and 450⁰C, and seed soaking period were 2 hours, 4 hours and 6 hours before planting. It was found that optimal pyrolysis temperature for controlling fungi growth on pine seedling was 450⁰C and optimal soaking period was 6 hours before planting.

Key word : Pinus merkusii, liquid smoke, Laban wood, seedling growth.

PENDAHULUAN

Tusam (*Pinus merkusii* Jung et de Vriese) merupakan jenis tanaman kayu-kayuan yang memiliki nilai multi guna seperti bahan pulp, tusuk gigi dan korek api (Hadikusumo, 1994). Tahun 2003 produksi getah pinus mencapai 84.083 ton (Anonim, 2003) dan untuk bahan pulp mencapai 1,4 juta ton (Anonim, 2005), namun jumlah ini belum mampu mencukupi permintaan pasar dalam dan luar negeri yang selalu meningkat sedangkan kualitas dan kuantitas benih semakin menurun. Salah satu penyebab turunnya kuantitas dan kualitas benih tusam adalah adanya penyakit benih yang disebabkan oleh jamur *Aspergillus* sp., *Rhizopus* sp., dan *Penicillium* sp. (Hadi, 2001a; Widyastuti, 2005) yang sering muncul pada saat benih disimpan dalam ruangan yang lembab. Jamur-jamur tersebut merupakan ancaman terpenting penyebab kerusakan benih yang disimpan terutama terjadi di daerah tropika basah dan hangat yang kondisinya cocok bagi

penyebaran dan pertumbuhan jamur tersebut (Essono et al., 2007).

Pengendalian penyakit benih dengan cara fisik dan kimia mempunyai kelemahan antara lain biaya lebih mahal. Pengendalian menggunakan fungisida berpotensi sebagai penyebab pencemaran lingkungan yang berakibat buruk bagi makhluk hidup. Oleh karena itu perlu dicari fungisida yang ramah lingkungan sebagai anti jamur. Asap cair kayu leban merupakan bahan alami yang dapat berfungsi sebagai bahan untuk pengendalian jamur.

Asap cair kayu laban telah digunakan sebagai pengendali jamur *Aspergillus niger* pada benih tusam secara *in vitro*. Lebih lanjut dijelaskan bahwa konsentrasi asap cair yang digunakan adalah 0%, 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% dengan suhu pirolisis 350⁰C, 400⁰C, dan 450⁰C. Perlakuan menggunakan konsentrasi 5% merupakan konsentrasi terbaik dalam menghambat pertumbuhan hifa A.

niger untuk 100%, hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi 5% asap cair kayu laban adalah optimum untuk menghambat pertumbuhan jamur *A. niger* (Priyamto, 2012). Oleh karena itu, perlu dilakukan aplikasi asap cair secara langsung dengan cara perendaman benih ke dalam asap cair untuk mengetahui lama perendaman dan suhu pirolisis yang tepat sebagai pengendali penyakit benih yang ramah lingkungan.

METODE PENELITIAN

Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Pengolahan Kayu Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura Pontianak. Waktu penelitian dilaksanakan dari bulan September 2014 – Januari 2015. Pembuatan asap cair dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah asap cair kayu laban, aquades, benih tusam, tanah + pasir (1:1 per volume), tanah + kompos + pasir (7:2:1 per volume).

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) terdiri dari 2 faktor yaitu suhu pirolisis dan lama perendaman. Faktor suhu pirolisis terdiri dari 4 taraf perlakuan: suhu pirolisis 350°C, 400°C, 450°C dan kontrol. Faktor lama perendaman: lama perendaman 2 jam, 4 jam, dan 6 jam. Setiap kombinasi perlakuan diulang 3 kali sehingga diperoleh 36 unit. Setiap

unit di tanam 10 benih tusam, didapat total jumlah benih yang digunakan adalah 360 biji.

Prosedur Kerja

Tahapan pengujian asap cair sebagai pengendali busuk benih sebagai berikut: semua alat-alat yang digunakan dibersihkan dengan alkohol. Media perkecambahan yang digunakan adalah pasir dan tanah. Media perkecambahan terlebih dahulu dibersihkan dari kotoran, setelah itu dimasukkan dalam *autoclave* selama 30 menit dengan suhu 121°C. Setelah media dingin masukkan dalam baki perkecambahan. Asap cair diencerkan konsentrasi 10% dengan suhu pirolisis berbeda 350°C, 400°C dan 450°C.

Benih tusam diseleksi sebelum direndam ke dalam asap cair, dengan waktu perendaman yang sesuai perlakuan. Agar waktu penaburan benih dalam baki dapat dilaksanakan secara bersamaan, maka saat perendaman dapat diperhitungkan yaitu untuk benih yang harus direndam 6 jam direndam lebih awal kemudian disusul benih yang direndam 4 jam dan terakhir benih yang direndam 2 jam.

Benih ditanam dalam baki yang berisi media tumbuh, masing-masing baki ditanam 10 benih sedalam 0,5 cm dan penutupan biji dilakukan secara merata. Media disiram menggunakan sprayer sampai batas kapasitas lapang. Pengamatan perkecambahan dilakukan setiap hari sejak munculnya kecambah pertama dan berlangsung selama ± 1 bulan.

Anakan yang sudah satu bulan dalam baki, dipindahkan ke dalam polibag yang sudah diisi dengan media tanam (tanah, kompos dan pasir/ 7:2:1).

Pengamatan dilakukan dengan cara tidak merusak (*non destructive*) dengan interval pengamatan setiap hari sejak ditanam ke dalam polybag. Sedangkan pengamatan secara (*destructive*) dilakukan saat pengamatan terakhir.

Variabel Pengamatan

Parameter yang diamati meliputi: daya berkecambah, kecepatan perkecambahan, nilai perkecambahan, tinggi kecambah, jumlah daun, dan jumlah benih yang busuk.

1. Daya berkecambah

Dihitung berdasarkan rumus Direktorat Perbenihan Tanaman Hutan (2002) dalam Ratna (2009) yaitu jumlah kecambah yang tumbuh dibagi jumlah benih yang ditabur dikalikan seratus persen.

$$DB = \sum \frac{KN}{N} \times 100 \%$$

Dimana :

$\sum KN$ = jumlah benih yang menjadi kecambah normal sampai hari ke-60

N = jumlah benih yang ditabur (biji)

2. Kecepatan Berkecambah

Kecepatan berkecambah dihitung berdasarkan jumlah pertambahan kecambah setiap hari (Sadjad, 1993 dalam Ratna, 2010) dengan rumus

$$Kct = \sum_1^i \frac{(KN)_i}{W_i}$$

Dimana :

i = hari pengamatan (60 hari)

KN = Kecambah Normal (%)

W_i = Waktu (etmal)

3. Nilai Kecambah

Nilai kecambah dihitung berdasarkan rumus dari Djavanshir dan Pourbeik, 1976 dalam Ratna, 2010.

$$NK = \frac{Kct}{N} \times (\text{Persen kecambah} \times 10)$$

Dimana :

NK = Nilai kecambah (%)

Kct = Kecepatan berkecambah (hari)

N = Frekuensi pengamatan (banyak pengamatan /hari)

10 = Konstanta

4. Mendata Jumlah Busuk Benih

Mendata jumlah busuk benih dilakukan setiap pengamatan.

$$Bb = \frac{\text{jumlah benih busuk}}{\text{jumlah benih ditanam}} \times 100\%$$

5. Tinggi tanaman

$$T = t_n - t_a$$

Dimana :

t_n = tinggi akhir benih penelitian

t_a = tinggi awal benih penelitian

6. Jumlah daun

$$D = d_n - d_a$$

Dimana :

d_n = jumlah daun benih akhir penelitian

d_a = jumlah daun benih awal penelitian

Analisa Data

Data hasil pengamatan variabel daya berkecambah(%), tinggi tanaman (cm), kecepatan berkecambah (hari), nilai kecambah (%), busuk benih (%) dianalisis dengan ANOVA (Analisis Varians). Perbedaan yang berpengaruh nyata pada ANOVA dilanjutkan dengan uji Duncan taraf 5%. Analisis data menggunakan SPSS 18.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis, pemberian asap cair kayu laban tidak berpengaruh nyata terhadap daya berkecambah, kecepatan berkecambah, nilai kecambah, jumlah busuk benih, nilai kecambah dan tinggi tanaman. Untuk jumlah daun menunjukkan pengaruh nyata pada perlakuan suhu pirolisis dan interaksi antara perendaman dan suhu pirolisis tidak berpengaruh nyata.

Berdasarkan hasil uji Duncan jumlah anakan yang mengalami busuk benih pada perlakuan suhu pirolisis 450°C adalah 12,2 % dan pada suhu ini jumlah daun juga paling banyak 30 helai.

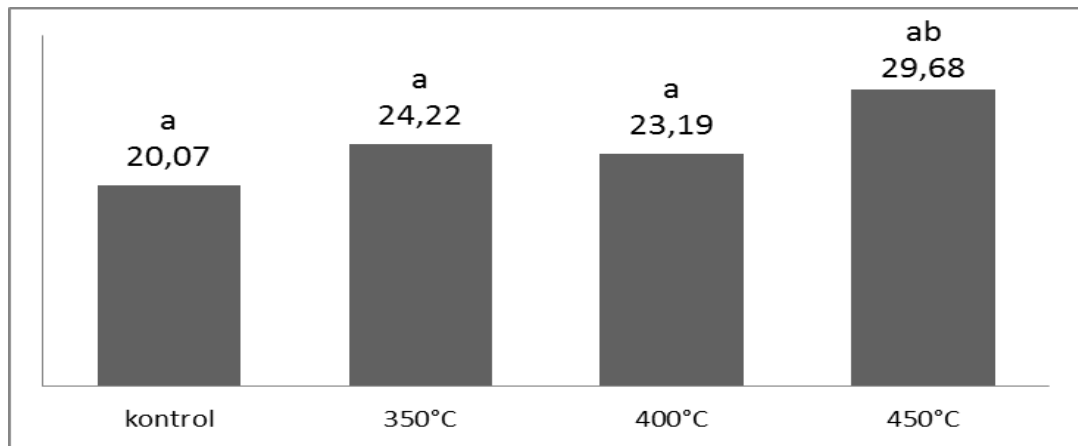
Benih dengan perlakuan suhu pirolisis 450°C (86,67%) menunjukkan

daya kecambah lebih tinggi dibanding dengan kontrol (72,22%). Komponen kimia asap cair yang diberikan dengan cara perendaman benih, mampu menghambat pertumbuhan jamur yang mengakibatkan busuk benih tusam. Komponen kimia yang bekerja sebagai anti jamur adalah asam dan fenol. Menurut Oramahi, *et al* (2010), kadar asam dalam asap cair tandan kosong kelapa sawit dapat berperan sebagai anti jamur dan konsentrasi asap cair 3% pada suhu 400°C dan 450°C mempunyai indeks anti jamur tertinggi (100%), dengan metode isolat di tumbuhkan pada media PDA. Achrom dan Kurniasih (2011) melaporkan bahwa asap cair (*liquid smoke*) kelapa sawit secara *invitro* dapat menghambat dan mematikan pertumbuhan cendawan *Alternaria porri*, *Botryodiplodia theobromae*, *Colletotrichum capsici*, *Sclerotium rolfsii*. Asap cair kelapa sawit berpotensi sebagai fungisida kontak untuk mengeradikasi cendawan patogen terbawa benih.

Hasil penelitian menunjukkan setelah disapih, tanaman tidak ada penambahan tinggi selama 8 minggu pengamatan di lapangan tetapi lebih ke arah pertambahan daun. Hasil analisis uji ANOVA menunjukkan bahwa perlakuan suhu pirolisis dan lama perendaman yang berbeda tidak berpengaruh nyata terhadap pertambahan tinggi semai

tusam. Hal ini disebabkan penggunaan asap cair pada penelitian ini hanya dilakukan perendaman benih sebelum ditabur, tidak diikuti dengan pencampuran asap cair dengan media tumbuh atau penyemprotan asap cair terhadap semai tusam. Menurut Anonim (2010) dalam Komarayati, dkk (2013), bahwa cuka kayu yang terkandung dalam asap hasil pembakaran kayu berguna untuk memperbaiki mutu tanah dan membantu pertumbuhan tanaman agar lebih baik dan kuat. Hasil analisa GCMS *pyrolysis* diketahui beberapa komponen kimia cuka kayu seperti asam asetat, metanol dan fenol yang masing-masing mempunyai fungsi bagi pertumbuhan tanaman. Lebih lanjut dijelaskan bahwa tanaman disemprot dengan asap cair menunjukkan pertumbuhan tanaman baik jumlah daun, tinggi batang maupun jumlah anakan semakin meningkat (Gani, 2010).

Uji Duncan variabel jumlah daun berpengaruh nyata, perlakuan kontrol berbeda nyata dengan suhu pirolisis 450°C. Tetapi tidak berbeda nyata dengan perlakuan suhu pirolisis 350°C dan 400°C. Anakan Tusam yang diberi perlakuan asap cair dengan suhu pirolisis 450°C memiliki rata-rata jumlah lebih banyak daripada jumlah daun kontrol (Gambar 1).



Gambar 1. Pertambahan jumlah daun benih *pinus merkusii* yang direndam asap cair pada suhu pirolisis yang berbeda

Payamara (2011) menyatakan cuka kayu dapat menurunkan serangan hama tanah, mempercepat pertumbuhan tanaman, sebagai pengatur tumbuh atau kemampuan tumbuh di media tanam. Uji biologi cuka kayu dapat menghambat pertumbuhan *Xanthomonas campestris* pv. Asap cair telah diaplikasikan pada Jagung dengan penyemprotan pada tanaman selama enam bulan menunjukkan pertumbuhan yang lebih baik dan tidak ada serangan hama.

Komarayati, dkk (2012) menyatakan bahwa penggunaan arang dan cuka kayu pada media tumbuh anakan sengon dapat meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman sebesar 127% dan 208%, diameter 109% dan 129%. Penggunaan arang dilakukan dengan cara mencampurkan arang dan tanah secara merata, sedangkan cuka kayu diaplikasikan dengan cara penyiraman pada tanah. Namun demikian, cuka kayu tidak dapat dianggap sebagai pupuk dalam arti konvensional karena cuka kayu tidak mengandung unsur hara (Anonimus, 2014). Perkembangan benih-benih ini memiliki kecepatan tumbuh yang kuat.

Hal ini sesuai dengan pendapat Sadjad (1993) dalam Lesilolo dkk (2012), yang memberi kriteria bila benih mempunyai kecepatan tumbuh lebih besar dari 30 persen memiliki vigor kecepatan tumbuh yang kuat. Nilai kecambah benih tusam dengan suhu pirolisis 450°C paling tinggi dibanding nilai kecambah pada perlakuan lainnya. Nilai kecambah menunjukkan kondisi vigor atau kekuatan dari benih. Hartman *et al.*, (1997) tinggi dan kuat, bila dibandingkan dengan Kontrol menunjukkan jumlah busuk benih paling tinggi dibandingkan benih yang diberi perlakuan asap cair, hal ini menunjukkan. Pemberian asap cair mengurangi jumlah busuk benih. Penelitian Oramahi, dkk (2011) menyatakan bahwa asap cair dari serbuk gergaji campuran kayu Akasia dan kayu Laban mampu menghambat pertumbuhan jamur. Konsentrasi asap cair sebesar 2% pada suhu 450°C mempunyai indeks antijamur tertinggi (100%). Lebih lanjut dijelaskan bahwa tingkat pertumbuhan *A. flavus* menurun dengan meningkatnya konsentrasi asap cair.

Hasil uji ANOVA variabel kecepatan tumbuh tidak berpengaruh nyata. Pengamatan benih tusam mulai berkecambah pada hari ketiga dengan persen kecambah yang tumbuh $\pm 30\%$. Kecepatan tumbuh mengindikasikan vigor kekuatan tumbuh benih karena benih yang cepat tumbuh lebih mampu menghadapi kondisi lapang yang suboptimal. Hasil yang didapat, dalam Utami *et al.*, (2006) bahwa nilai kecambah adalah gabungan antara dua komponen, yakni kecepatan berkecambah dan persentase perkecambahan, semakin cepat benih berkecambah dan semakin tinggi persentasi perkecambahan, maka nilai perkecambahan (nilai kecambah) semakin tinggi. Studi tentang pengaruh asap cair dalam meningkatkan perkecambahan benih dan vigor bibit tanaman telah dilakukan terhadap empat tanaman obat asli India, yaitu *Terminalia chebula*, *Holorrhina antidysentrica*, *Clitoria ternatea* dan *Gymnema sylvestre* satu minggu setelah perlakuan asap cair semua tanaman diamati dan menunjukkan bahwa tanaman yang diberi perlakuan asap cair dapat menghasilkan bibit dengan vigor yang tanaman yang tidak menggunakan perlakuan asap cair (Malabadi, 2006).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dilihat dari jumlah busuk benih, suhu pirolisis 350°C paling baik, dengan jumlah busuk benih paling rendah (11,1%). Daya berkecambah benih pada perlakuan suhu 450°C paling tinggi yaitu 86,67%, jumlah daun paling tinggi pada suhu 450°C rata-rata 30 helai daun dan nilai kecambah juga paling tinggi 81,62%. Pada pertambahan tinggi tanaman dan kecepatan tumbuh benih perlakuan suhu pirolisis asap cair tidak

berpengaruh nyata. Hal ini diduga fungsi asap cair sebagai pengendali busuk benih hanya mampu saat benih jadi kecambah. Untuk hasil yang maksimal pemberian asap cair harus dilanjutkan dengan penyemprotan pada media tumbuh sekitar perakaran atau penyemprotan secara langsung pada batang dan daun. Muhakka, dkk (2013) menyatakan bahwa pemberian asap cair tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan rumput raja, namun jika dilihat dari pertumbuhan jumlah anakan dan jumlah helai daun pemberian asap cair yang optimal yaitu pada dosis 2%.

Kadar asam dan fenol asap cair dari serbuk gergaji kayu akasia dan kayu laban menunjukkan perbedaan kandungan pada suhu pirolisis yang berbeda. Kadar asam sebesar 6,05%, 7,46% dan 8,73% secara berurutan pada suhu pirolisis 350°C, 400°C dan 450°C. Sedangkan kadar fenol pada suhu 350°C, 400°C dan 450°C adalah 2,17%, 6,30% dan 3,11%. Hal ini menunjukkan bahwa suhu pirolisis berpengaruh terhadap kadar asam dan fenol asap cair (Oramahi, dkk 2011). Lin *et al* (2008, dalam Oramahi dkk, 2011) menjelaskan bahwa aktivitas anti jamur asap cair dari bamboo moso dipengaruhi oleh suhu pirolisis. Asap cair hasil pirolisis pada suhu 350°C, 400°C dan 450°C mampu menghambat pertumbuhan jamur *Trichoderma viridae* dengan efisiensi penghambat sebesar 50-150%. Dari nilai rata-rata untuk enam variabel tersebut, terlihat bahwa perlakuan suhu pirolisis 450°C pada perlakuan 6 jam menunjukkan hasil rata-rata yang lebih baik dibanding perlakuan lainnya.

PENUTUP

Kesimpulan

Suhu pirolisis asap cair kayu laban yang optimal sebagai pengendali busuk benih terdapat pada suhu pirolisis 450°C, sedangkan lama perendaman yang optimal terdapat pada perendaman benih selama 6 jam sebelum benih ditanam.

Saran

Perlakuan pemberian asap cair perlu dilakukan tidak hanya saat perendaman benih sebelum tanam, tetapi diberikan juga pada saat perkembangan semai menjadi anakan. Untuk itu, perlu dilakukan penelitian lanjut dengan menambah perlakuan yaitu mencampur asap cair pada media tanam dan menyemprotkan asap cair secara langsung pada batang ataupun daun tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- Achrom, Mochamad dan Kurniasih, K. T. 2011. Pengaruh Asap Cair Cangkang Kelapa Sawit Terhadap Pertumbuhan Cendawan Terbawa Benih Secara Invitro. Balai Uji Terap Teknik Dan Metode Karantina Pertanian.
- Anonim, 2014. Cuka Kayu. Wikipedia Indonesia. www.id.wikipedia.org/wiki/Cuka_kayu. Diakses pada tanggal 21 Juli 2014.
- Essono, G., M. Ayodele., A. Akoa., J. Foko., S. Olembo & J. Gockowski, 2007. *Aspergillus Species on Cassava Chip in Storage in Rural Areas of Southern Cameroon: Their Relationship With Storage Duration, Moisture Content and Processing Methods*. *Afr J. Microbial Res.* Online <http://www/academicjournal.org/ajmr> (Diakses tanggal 7 Agustus 2007).
- Darmadji, P., Oramahi, H.A. Dan Haryadi. 2000. Optimasi Produksi dan Sifat Fungsional Asap Cair Kayu Karet, *Agritech* 20 (3): 147-155.
- Gani Abdul Haji. 2010. Pengaruh KOMARASCA (Kompos-Arang Aktif-Asap Cair) Dari Hasil Pengolahan Sampah Organik Pada Pertumbuhan Tanaman *Gynura pseudochna* (Lour) DC. *Biologi Edukasi*, 2(3) : 28-35.
- Hadikusumo, S. A. 1994: Sifat Pengerangan Kayu *Pinus merkusii* Jungh. *etde* Vries. Didalam Dapur Pengerangan. *Bulletin Fakultas Kehutanan* No.24.
- Hadi, S., 2001. *State of the Art of Forest Tree Seedborne Pathogens in Indonesia*. Dalam Hadi (2001) Patologi Hutan, Perkembangannya di Indonesia, Institut Pertanian Bogor, hal: 195-208.
- Komarayati, S, Gusmailina dan Pari Gustan. 2012. Arang Dan Cuka Kayu: Produk Hasil Hutan Bukan Kayu Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Dan Serapan Hara Karbon. Penelitian Hasil Hutan. ISSN: 0216-4329. Vol 31 (1):49-62
- Lesilolo M.K, J. Riry dan E.A. Matatula. 2013. Pengujian Viabilitas Dan Vigor Benih Beberapa Jenis Tanaman Yang Beredar Di Pasaran Kota Ambon. *Agrologia*, Vol. 2 (1) : 1-9
- Muhakka, A. Napoleon, dan Hidayatul Isti'adah. 2013. Pengaruh Pemberian Asap Cair Terhadap Pertumbuhan Rumpun Raja (*Pennisetum purpureophoides*). *Pastura*. ISSN 2088-818X. Vol. 3 (1) : 30 – 34

- Oramahi, H.A., Diba, F., dan Wahdina. 2010. Efikasi Asap Cair Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Dalam Penekanan Perkembangan Jamur *Aspergillus niger*. HPT Tropika. ISSN 1411-7525. Vol 10 (2) : 146-153.
- Oramahi, H.A., Diba, F., dan Wahdina. 2011. Aktivitas Antijamur Asap Cair Dari Sebuk Gergaji Kayu Akasia (*Acacia mangium* WILLD) Dan Kayu Laban (*Vitex pubescens* VAHL). Bionatura – Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik. ISSN 1411 - 0903. Vol 13 (1) : 79 -84
- Oramahi HA, Diba F dan Nurhaida. 2014. *New Bio Preservatives from Lignocelluloses Biomass Bio-oil for Anti termites Coptotermes curvignathus Holmgren*. Procedia Environmental Sciences : 778 – 784.
- Payamara Jahangir. 2011. Usage of Wood Vinegar as New Organic Substance. International Journal of ChemTech Research CODEN(USA): IJCRGG ISSN : 0974-4290. Vol 3 (3) : 1658-1662
- Priyamto, S. 2012. Aplikasi Asap Cair Dari Kayu Leban (*Vitex Pubescens* Vahl) Untuk Pengendalian Jamur Pada Benih Tusam (*Pinus merkusii* Jungh *Et De* Vriese) Secara In Vitro, Jurnal Hutan Lestari, Vol 1. No 1, 23-29.
- S. Ratna Uli Damayanti., Rina Bogidarmanti. 2010. Aplikasi Cuka Kayu Pinus Pada Teknik Perkecambahan Benih Mindi (*Melia azedarach*). Seminar hasil-hasil Penelitian : prosiding, Bandung, 20 Oktober 2010: 221-227.
- Komarayati S, Gusmailina & Gustan Pari. 2013. Arang Dan Cuka Kayu : Produk Hasil Hutan Bukan Kayu Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Dan Serapan Hara Karbon. Jurnal penelitian hasil hutan ISSN: 0216-4329. Vol 31 (1) : 49 – 62
- Tranggono, Suhardi, Setiadji, B., Darmadji, P., Supranto., dan Sudarmanto., 1996, Identifikasi Asap Cair dari Berbagai Jenis Kayu dan Tempurung Kelapa, J. Ilmu dan Teknologi Pangan, Vol 1, No. 2: 15-24.
- Widyastuti, S, M., Sumardi, Harjono, 2005. Patologi Hutan, Gadjra Mada University Press.