

## Efficacy Of Wood Vinegar Produced from Sengon and Jabon Wood Against on *Schizophyllum commune*

Kuswadi<sup>1</sup>, Alkhadi<sup>1</sup>, H.A. Oramahi<sup>2\*</sup>, Slamet Rifanjani<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Magister Ilmu Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Jalan Daya Nasional Pontianak, Indonesia;

<sup>2</sup>Program Studi Kehutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia;

### Article History

Received : September 02<sup>th</sup>, 2023

Revised : September 25<sup>th</sup>, 2023

Accepted : Oktober 12<sup>th</sup>, 2023

\*Corresponding Author: **H. A. Oramahi**, Program Studi Kehutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Tanjungpura, Pontianak, Indonesia;  
Email: [oramahi@fahun.untan.ac.id](mailto:oramahi@fahun.untan.ac.id)

**Abstract:** Wood dust waste can be used to make liquid smoke such as sengon wood and jabon wood. The aim of the research was to evaluate the antifungal properties of sengon and jabon wood liquid smoke in inhibiting the growth of the *S. commune* fungus in vitro. The process of making liquid smoke through the pyrolysis method. The research experiment was carried out using a factorial type randomized block design. The results showed that the type of liquid smoke and its concentration had a very significant effect on inhibiting the growth of the *S. commune* fungus. Fluid smoke from sengon and jabon wood actually restrained the development of *S. commune* by 100% at a concentration 2%. The conclusion is that the contents of liquid smoke from these two types of liquid smoke, namely total phenol and total acid, are compounds that function as antifungal agents.

**Keywords:** Inhibition of fungal growth, jabon wood efficacy, sengon wood, *S. commune*, wood vinegar.

### Pendahuluan

Kayu kelas awet rendah mulai dimanfaatkan oleh masyarakat akhir-akhir ini, hal ini karena terbatasnya jenis kayu yang kelas awet tinggi. Kayu dengan tingkat kepadatan rendah sama sekali tidak tahan pada makhluk hidup perusak kayu, misalnya rayap bawah tanah dan jamur pengurai kayu. Umumnya bangunan perumahan, perabot yang terbuat dari kayu sangat rentan diserang oleh organisme perusak kayu. Kerusakan kayu atau bahan yang terbuat dari kayu dapat disebabkan oleh kelompok mikroorganisme yaitu, jamur. Pertumbuhan pembusukan kayu merupakan sekumpulan jamur membentuk lignin dan selulosa sehingga kayu menjadi rusak, dan kekuatan untaiannya cepat berkurang (Herliyana *et al.*, 2011).

Jamur pelapuk kayu yang penting, salah satunya adalah *Schizophyllum commune*. Kerusakan kayu yang ditimbulkan oleh organisme perusak seperti jamur dan rayap dapat dicegah dan dikendalikan dengan suatu tindakan pencegahan yaitu, tindakan pengawetan dengan

memberikan bahan pengawet terutama pada bahan material kayu. Bahan pengawet yang dapat digunakan adalah pestisida sintetik maupun alami, tetapi penggunaan pestisida sintetik berpotensi menyebabkan pencemaran lingkungan dan berdampak terhadap kesehatan manusia, untuk itu cara yang lebih aman mengendalikan organisme perusak kayu dengan penggunaan pestisida alami seperti asap cair.

Proses pembakaran kayu dengan pirolisis suhu tinggi tanpa udara menghasilkan asap cair (Lee *et al.*, 2011). Bahan baku seperti kayu atau biomassa untuk pembuatan asap cair mengandung komponen utama yaitu lignin, hemiselulosa dan selulosa (Kan *et al.*, 2016). Penelitian terdahulu menyatakan bahwa asap cair dapat digunakan sebagai antijamur (Chen *et al.*, 2020; Subekti *et al.*, 2020; Oramahi *et al.*, 2021; Santosa *et al.*, 2022; El-fawy *et al.*, 2023). Kemampuan asap cair untuk menghambat perkembangan parasit dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti jenis asap cair (Santoso *et al.*, 2022), hal ini karena adanya perbedaan bahan dasar mengakibatkan perbedaan zat penyusunnya,

misalnya campuran fenolik dan asam. Bagian-bagian asap cair dipengaruhi oleh bagian-bagian zat penyusun kayu, antara lain zat selulosa, hemiselulosa, dan lignin.

Asap cair yang berasal dari jerami gandum dapat menghambat perkembangan pertumbuhan penyebab kutukan pada gandum, khususnya *Fusarium graminearum* (Gao *et al.*, 2020). Fenol absolut dan asam korosif terkandung dalam asap cair. Jenis zat yang tidak dimurnikan pada pembuatan asap dan bagian sintetik akan mempengaruhi kapasitas penghambatan asap cair. Perkembangan *Candida albicans* dan *Aspergillus niger* dapat dihambat menggunakan asap cair yang berasal dari cangkang buah kakao (Desvita *et al.*, 2022). Hasil penelitian Oramahi *et al.*, (2021) melaporkan pertumbuhan *Phytophthora citrophthora* secara *in vitro* dapat dihambat menggunakan asap cair tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Bahan alami yang diambil dan digunakan untuk membuat asap cair adalah limbah serbuk kayu. Limbah tersebut dapat dimanfaatkan untuk membuat asap cair antara lain kayu sengon dan kayu jabon. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan antijamur asap cair kayu sengon dan kayu jabon dalam menghambat pertumbuhan pertumbuhan jamur *S. commune*.

## Bahan dan Metode

### Pembentukan asap cair

Proses pembentukan asap cair kayu jabon dan kayu sengon dilaksanakan dengan cara pirolisis. Tahapan pirolisis asap cair dilakukan, sebagai berikut (1) serbuk kayu sengon dan jabon masing-masing berukuran 3,36 mm (6 mesh) dimasukkan ke dalam reaktor secara terpisah, selanjutnya mengoperasikan reaktor dan rangkaian kondensor, (2) menyalakan dapur pemanas alat pirolisis, (3) Suhu pirolisis diatur pada suhu pirolisis 450°C dengan musim pirolisis 180 menit, (4) asap pada reaktor dialihkan ke pendingin melalui saluran dispersi, dan (4) air dialirkan ke bagian pendingin. ke dalam segmen pendinginan ini menggunakan siphon, serta (5) embun berupa asap cair dikumpulkan dalam Erlenmeyer, asap yang tidak dapat terkonsolidasi melalui pipa pengangkut dibuang sebagai asap yang tersisa. Pembuatan asap cair dilaksanakan pada Laboratorium Rekayasa, Tenaga Inovasi Pertanian, Perguruan Tinggi Gadjah Mada.

### Fenol total dan asam asap cair kayu sengon dan kayu jabon

Pemeriksaan kandungan fenol merujuk pada pada strategi Senter *et al.*, (1989) sebagai berikut (1) menimbang asap cair kayu sengon dan jabon sebanyak 1 ml dan mengencerkan hingga volume 1.000 ml, (2) menambahkan 5 mL larutan NaCO<sub>3</sub> alkalis, (3) selam 10 menit larutan didiamkan pada suhu ruang, (4) menambahkan 0,5 mL pereaksi Folin-Ciocalteu, khusus pereaksi usaha: air sulingan 1:1 v/v, dan dikocok hingga homogen pada vorteks-shaker, (5) larutan didiamkan selama 30 menit, (6) kemudian dilihat serapannya di larutan blanko dengan frekuensi 750 nm dan (7) ditentukan konvergensi fenolik susunan tersebut dengan menggunakan tikungan standar dari susunan fenol murni. Metode AOAC (1990) digunakan untuk menganalisis total asam asap cair pada kedua kayu, teridri dari (1) asap cair sebanyak 1 mL diencerkan mencapai volume 100 mL, (2) mentitrasi larutan tersebut menggunakan larutan standar NaOH 0,1 N sampai pH 8 dan (3) total asam dinyatakan dalam persen berat asam asetat

### Isolat dan efikasi asap cair kayu sengon dan jabon pada jamur *S. commune*

Jamur *S. commune* diambil dari Laboratorium Teknologi Kayu, Fakultas Kehutanan, Universitas Tanjungpura, Pontianak. Medium PDA digunakan untuk memperbanyak isolat jamur *S. commune*. Jamur diuji dengan metode yang digunakan dalam penelitian Suresh *et al.*, (2019) dan Oramahi *et al.*, (2018) yang sudah dimodifikasi. Konsentrasi yang digunakan pada media PDA terdiri dari 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2% dengan pengulangan sebanyak 4 kali.

Sterilisasi menggunakan *autoclaved* pada medium PDA selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 103.4 kPa (15 psi). Cawan petri yang hanya berisi media PDA setiap jenis asap cairan dan fiksasi sesuai perlakuan dan kontrol ditumbuhkan isolat jamur sebesar 5 mm. Cawan petri (perlakuan dan kontrol) yang telah diberi vaksinasi organisme diinkubasi pada suhu kamar. Apabila koloni jamur pada kontrol sudah memenuhi cawan petri maka proses pengamatan berakhir. Aktivitas antijamur dihitung dari asap cair kayu sengon dan kayu jabon menggunakan persamaan 1.

$$DP = [(KT - PR)/KT] \times 100 (\%) \quad (1)$$

Keterangan:

DP: Kemampuan hambat pertumbuhan jamur (%)

KT: Diameter koloni jamur (kontrol, dalam mm)

PR: diameter koloni jamur (perlakuan asap cair kayu sengon dan jabon, dalam mm)

### Analisis data dan rancangan perlakuan

Rancangan acak kelompok tipe faktorial digunakan dalam penelitian ini. Faktor dibagi menjadi 2 yaitu faktor jenis asap cair dari kayu sengon dan jabon, dan kedua asap cair konsentrasi 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, dan 2%. Analisis ragam (ANOVA) digunakan untuk mengetahui persentase daya hambat asap cair. Kemudian, dilaksanakan uji DMRT taraf 5% untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan. Selanjutnya, data dianalisis dengan *Software SAS*.

### Hasil dan Pembahasan

#### Komponen penyusun asap cair dari kayu Sengon dan kayu jabon

Penelitian ini hanya menganalisis komponen total fenol dan total asam. Total fenol asap cair kayu sengon sebanyak 0,76% dan total asam sebesar 5,66%. Sementara, kayu jabon memiliki total fenol sebesar 0,87% dan total asam 5,19%. Data pada tabel 1 mengindikasikan kandungan kayu jabon dan sengon relatif sama.

**Tabel 1.** Penyusun asap cair dari kayu sengon dan jabon

Asap cair	Komponen Penyusun Asap Cair	
	Total Fenol (%)*	Total Asam (%)*
Sengon	0,76 ± 0,02	5,66 ± 0,02
Jabon	0,87 ± 0,01	5,19 ± 0,02

\*masing-masing ulangan sebanyak 3 kali

Beberapa peneliti melaporkan kandungan asap cair kayu akasia terdiri atas kadar asam 1,14% dan fenol 0,36%, sementara kayu jelutung terdiri atas kadar asam 6,89% dan fenol 1,22% (Santoso *et al.*, 2023). Sementara, Cheng *et al.*, (2021) mengkarakterisasi keton, fenol, alkohol, asam, alkil fenil eter terkandung dalam asap cair batang kapas. Kandungan asam dan fenol

penelitian ini lebih besar dibandingkan komponen asam dan fenol asap cair kayu akasia karena adanya perbedaan jenis kayu dan suhu pirolisis. Pirolisis asap cair kayu sengon dan kayu jabon menggunakan suhu 450°C, sementara pirolisis kayu akasia menggunakan pembakaran secara tradisional dengan suhu lebih rendah (Santoso *et al.*, 2023).

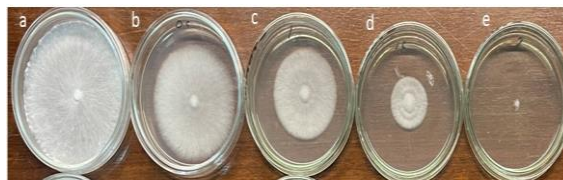
#### Kemampuan menghambat pertumbuhan jamur asap cair kayu sengon dan kayu jabon

Ada interaksi antara jenis asap cair pada pertumbuhan jamur *S. commune* (Tabel 2). Kapasitas anti jamur asap cair kayu jabon konsentrasi 1,5% menunjukkan daya hambat tinggi sebesar 79,11%. Hal ini berbeda nyata dengan asap cair kayu sengon dengan kemampuan hambat 61,44%. Walaupun demikian, pertumbuhan jamur *S. commune* memiliki daya hambat tertinggi sebesar 100% diperoleh kedua jenis asap cair pada masing-masing konsentrasi 2%.

**Tabel 2.** Daya hambat asap cair dari kayu sengon dan jabon terhadap *S. commune*

Perlakuan	Daya hambat jamur (%) <i>S. commune</i>	
	Jenis Asap Cair	Konsentrasi Asap Cair (%)
Sengon	0	0 ± 0 a
	0,5	14,51 ± 3,50 b
	1,0	29,79 ± 3,59 c
	1,5	61,44 ± 4,59 e
	2,0	100 ± 0 g
Jabon	0	0 ± 0 a
	0,5	10,85 ± 1,18 b
	1,0	36,35 ± 1,32 d
	1,5	79,11 ± 4,85 f
	2,0	100 ± 0 g

Rerata diikuti huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada level P < 0.05 melalui Uji DMRT



**Gambar 1.** Pertumbuhan Koloni Jamur *Schizophyllum commune* asap cair kayu sengon pada kontrol 0 % (a), konsentrasi asap cair 0,5 % (b), 1% (c), 1,5 % (d), dan 2,0%

Asap cair kayu jabon dan sengon terlihat mulai terjadi penghambatan mulai konsentrasi

asap cair 1% dan 1,5% dan pada konsentrasi 2% penghambatan maksimal sebesar 100% (Gambar 1 dan 2). Bila dilihat pada berbagai konsentrasi terdapat perbedaan ukuran yang semakin mengecil diawali dengan kontrol yang memiliki ukuran jamur penuh mengelilingi cawan petri semakin bertambah konsentrasi asap cair pada kedua jenis asaop cair maka ukuran jamur semakin mengecil bahkan tidak berkembang.



**Gambar 2.** Pertumbuhan Koloni Jamur *Schizophyllum commune* asap cair kayu jabon pada kontrol 0% (a), konsentrasi asap cair 0,5% (b), 1% (c), 1,5% (d), dan 2%

Pertumbuhan *S. commune* dapat dihambat secara efektif pada konsentrasi 2%. Semakin tinggi konsentrasi asap cair (Gambar 1 dan 2) maka makin tinggi kemampuan antijamur. Kapasitas pergerakan asap cair dari kedua kayu lebih menonjol dibandingkan dengan kayu akasia. Hal ini disebabkan adanya perbedaan suhu pirolisis yang menyebabkan perbedaan zat pada bagian senyawa penyusun asap cair. Asap cair menurut beberapa penelitian bermanfaat sebagai antijamur (Imaningsih *et al.*, 2022; Akkus *et al.*, 2022; El-Fawy *et al.*, 2023). Asap cair dari jerami gandum mengandung 2-etil fenol dan 4-etil fenol dan efektif mengendalikan jamur genus *Fusarium*, *Penicillium* dan *Aspergillus* (Zabka dan Pavela, 2013).

Asap cair tandan kosong kelapa sawit (TKKS) mempunyai daya hambat terhadap pertumbuhan jamur *Colletotrichum* sp pemicu penyakit antraknose pada tanaman cabai rawit (Wardoyo *et al.*, 2020). Sementara, Akkus *et al.* (2022) mengungkapkan asap cair dari jambu biji dapat berperan sebagai agen antijamur terhadap *Colletotrichum coccode* pada kentang. Hal yang sama diperoleh Baharom *et al.*, (2020) bahwa asap cair dari *Averrhoa carambola*, *coconut nucifer*, dan *Mangifera indica* mampu menghambat patogen penyebab penyakit tanaman yang disebabkan oleh jamur *Fusarium oxysporum*, *Colletotrichum gleosporoides*,

*Pestalotiopsis microspore* dan bakteri *Ralstonia solanacearum*.

Hasil penelitian Adfa *et al.*, (2020) asam dan fenol dari asap cair *Cinnamomum parthenoxylon* diduga penyebab adanya aktivitas antijamur. Asap cair *Cinnamomum parthenoxylon* berpotensi untuk mencegah pertumbuhan *Schizophyllum commune* dan *Fomitopsis palustris*. Hasil penelitian asap cair dari *Gigantochloa atroviolace* juga dapat digunakan sebagai penghambat pertumbuhan jamur pelapuk kayu (Subekti dan Yoshimura, 2020). Asap cair dari *Mimosa tenuiflora* dan *Eucalyptus urograndis* digunakan sebagai agen antijamur pada *Cryptococcus neoformans* dan *Candida albicans* (Souza *et al.*, 2018).

Penelitian Oramahi *et al.*, (2018) pada asap cair dari kayu bengkirai suhu pirolisis 450°C dan sentralisasi asap cair 1,5% mampu menahan perkembangan *Phytophthora citrophthora* sebesar 100%. Hal ini dikarenakan kandungan asap cair dari kayu sengon dan jabon, misalnya saja bersifat korosif dan kadar fenol (Tabel 1), dapat berperan sebagai antijamur. Pendapat ini didukung oleh Lou *et al.*, (2011) yang membuktikan komponen korosif klorogenik sebagai antimikroba mengganggu lapisan intraseluler dan mengantarkan makromolekul sitoplasma sehingga menyebabkan kematian sel. Berdasarkan hasil penelitian, ada anggapan bahwa asam klorogenik membunuh jenis mikroorganisme patogen dengan memicu perubahan keropos yang tidak dapat diubah pada lapisan sel, membuat sel kehilangan kemampuan untuk bersaing dengan lapisan dan termasuk makromolekul nukleotida sitoplasma. Kemampuan hambat asap cair dari kayu sengon dan jabon sangat kuat dalam menekan perkembangan pertumbuhan *S. commune* sebesar 2%.

## Kesimpulan

Asap cair kayu sengon dan kayu jabon menghambat perkembangan organisme *Schizophyllum commune* secara in vitro. Kedua jenis asap cair tersebut berhasil menahan perkembangan parasit komunitas *Schizophyllum commune* sebesar 100 persen dengan sentralisasi 2%. Kandungan dalam asap cair dari kedua jenis asap cair ini, yaitu fenol lengkap dan korosif

total, meningkatkan kemampuan tersebut sebagai agen antijamur.

### Ucapan Terima Kasih

Penelitian dilakukan dengan biaya dari Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset dan Teknologi Nomor :064/E5/PG.02.00.PL/2023 (Kontrak Induk) dan Nomor: 3665/UN22.10/PT.01.03.2023 (Kontrak Turunan) anggaran tahun 2023 melalui Skema Penelitian Tesis Magister.

### Referensi

- Adfa M., Romayasa A., Kusnanda A.J., Avidlyandi A., Yudha S.S., Banon C. & Gustian I. (2020). Chemical Components, Antitermite And Antifungal Activities Of Cinnamomum Parthenoxylon Wood Vinegar. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*, 48 (1): 107-116. DOI: <https://doi.org/10.5658/WOOD.2020.48.1.107>
- AOAC. 1990. *Association of Analytical Chemist, Official Method of Analysis*. 18th edition. Benyamin Franklin. Washington
- Baharom N.A., Rahman M.H.A., Shahrin M.S., Suherman F.H.S & Masdar S.N.H. (2020). Chemical Composition and Antimicrobial Activities of Wood Vinegars from Carambola, Coconut Shells and Mango Against Selected Plant Pathogenic Microorganisms. *Malaysian Journal of Microbiology*, 16(6): 438-445. DOI: [10.21161/mjm.190652](https://doi.org/10.21161/mjm.190652)
- Chen Y.H., Li Y.F., Wei H., Li X.X., Zheng H.T., Dong X.Y., Xu T.F & Meng J.F. (2020). Inhibition Efficiency of Wood Vinegar on Grey Mould of Table Grapes. *Food Bioscience*, 38: 100755. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2020.100755>
- Cheng J., Hu S.C., Sun G.T., Geng Z.C. & Zhu M.Q. (2021). The Effect of Pyrolysis Temperature on The Characteristics of Biochar, Pyrolytic Acids, and Gas Prepared from Cotton Stalk Through a Polygeneration Process. *Industrial Crops and Products*. 170: 11369T0. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2021.113690>
- de Souza Araújo E., Pimenta A.S., Feijó F.M.C., Castro R.V.O., Fasciotti M., Monteiro T.V.C., & De Lima K.M.G. (2018). Antibacterial and Antifungal Activities of Pyrolytic Acid from Wood of *Eucalyptus urograndis* and *Mimosa tenuiflora*. *Journal of Applied Microbiology*. 124(1): 85-96. DOI: <https://doi.org/10.1111/jam.13626>
- Desvita H.M., Faisal., Mahidin., Suhendrayatna. (2021). Characteristic of Liquid Smoke Produced from Slow Pyrolysis of Cacao Pod Shells (*Theobroma cacao* L). *GEOMATE Journal*. 20(80): 17-22. DOI: <https://doi.org/10.21660/2021.80.6154>
- El-Fawy M.M., Abo-Elyousr K.A., Sallam N.M., El-Sharkawy R.M., & Ibrahim Y.E. (2023). Fungicidal Effect of Guava Wood Vinegar against *Colletotrichum coccodes* Causing Black Dot Disease of Potatoes. *Horticulturae*, 9(6),710:1-13. DOI: <https://doi.org/10.3390/horticulturae9060710>
- Gao T.R., Bian S., Joseph S., Taherymoosavi D.R.G., Mitchell P., Munroe J., Xu J Shi. 2020. Wheat straw vinegar: A more cost-effective solution than chemical fungicides for sustainable wheat plant protection. *Science of the Total Environment*. 725, 138359. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2020.138359](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138359)
- Herliyana E.N., Maryam L.F. dan Hadi Y.S., 2011. *Schizophyllum commune* Fr. sebagai jamur uji ketahanan kayu standar nasional Indonesia pada empat jenis kayu rakyat: sengan (*P. falcataria*), karet (*H. brasiliensis*), tusam (*P. merkusii*), mangium (*A. mangium*). *Jurnal Silvikultur Tropika*, 2 (3) :176 – 180. DOI: <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.2.3.%25p>
- maningsih W., Junaidi A.B & Adventaria D. 2022. Inhibitory effect of ulin wood liquid smoke and gogo rice endophytic fungi against pathogen *Pyricularia oryzae*. *BIOTROPIA-The Southeast Asian Journal of Tropical Biology*. 29(1): 18-27.

- DOI: <https://doi.org/10.11598/btb.2022.29.1.1568>
- Kan T., Strezov V., & Evans, T. J. (2016). Lignocellulosic biomass pyrolysis: A review of product properties and effects of pyrolysis parameters. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 57, 1126-1140.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.185>
- Lee S.H., H'ng P.S., Cow M.J., Sajap A.S., Tey B.T., Salmiah U. and Sun Y.L. (2011). Effectiveness of Pyrolytic Acid from Vapour Released in Charcoal Industry against Biological Attacks under Laboratory Condition. *Journal of Applied Sciences*, 11: 3848–3853.  
DOI: [10.3923/jas.2011.3848.3853](https://doi.org/10.3923/jas.2011.3848.3853)
- Lou Z., Wang H., Zhu S., Ma C., & Wang Z. (2011). Antibacterial activity and mechanism of action of chlorogenic acid. *Journal of food science*, 76 (6): M398-M403.  
DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02213.x>
- Oramahi H.A., Diba F. and Wahdina W., (2011). Aktivitas Antijamur Asap Cair Dari Sebuk Gergaji Kayu Akasia (*Acacia Mangium* Willd) Dan Kayu Laban (*Vitex Pubescens* Vahl). *Bionatura*, 13 (1): 79 -84.
- Oramahi H.A., Wardoyo E.R.P., & Kustiati. (2018). Efikasi Asap Cair dari Kayu Bengkirai terhadap *Phytophthora citrophthora*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 22 (2): 160 -166.  
DOI: <https://doi.org/10.22146/jpti.33113>
- Santoso I. R., Oramahi H. A., Rifanjani S., Nurhaida & Darwanti, H. (2023). Efikasi Asap Cair dari Kayu Akasia (*Acacia crassicarpa*) dan Kayu Jelutung (*Dyera costulata*) terhadap Jamur *Schizophyllum commune* Fries. *Agrikultura*, 34(1); 19-27.  
DOI: <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v34i1.41539>
- Senter S., Robertson, J.A., & Meredith F.I. (1989). Phenolic Compound of The Mesocarp of Creathaven Peaches During Storage and Ripening. *J. Food Sci*, 54:1259-1268. DOI: [10.1111/j.1365-2621.1989.tb05968.x](https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1989.tb05968.x)
- Subekti N. & Yoshimura T. (2020). Activity Of Bamboo Wulung's Smoke Gigantochloa Atroviolace Against Subterranean Termites And Fungi Attack. *AGRIVITA, Journal of Agricultural Science*, 42 (3): 541-547. DOI: <https://doi.org/10.17503/agrivita.v42i3.2761>
- Suresh, G., Pakdel H., Rouissi T., Brar S.K., Fliss, I. and Roy C. (2019). In vitro evaluation of antimicrobial efficacy of pyrolytic acid from softwood mixture. *Biotechnology Research and Innovation*, 3 (1): 47-53. DOI: [10.1016/j.biori.2019.02.004](https://doi.org/10.1016/j.biori.2019.02.004)
- Wardoyo, ERP., Anggraeni, W. & Oramahi, H.A. (2020). Aktivitas antifungi asap cair dari tandan kosong *Elaeis guineensis* Jacq. terhadap *Colletotrichum* sp.(WA2). *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia (JBBI)*, 7(2): 271-279. DOI: <https://doi.org/10.29122/jbbi.v7i2.3582>
- Zabka, M. & Pavela, R. (2013). Antifungal efficacy of some natural phenolic compounds against significant pathogenic and toxinogenic filamentous fungi. *Chemosphere*, 93(6): 1051-1056.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2013.05.076>