

Uji Beberapa Konsentrasi Asap Cair Sabut Pinang dalam Menekan Pertumbuhan *Curvularia* sp. secara *In Vitro*

Yusmar M¹, Eliza A^{2*}, Siti Z³

^{1,2,3}Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri
Sultan Syarif Kasim Riau, Jl. H.R. Soebrantas No. 155 KM. 15 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru
28293

* Corresponding author: elizaapriani19@gmail.com

Abstrak

Curvularia sp. merupakan patogen penyebab penyakit bercak daun yang umumnya dijumpai pada tanaman kelapa sawit. Salah satu alternatif pengendaliannya adalah dengan menggunakan asap cair sabut pinang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi asap cair sabut pinang yang paling efektif dalam mengendalikan pertumbuhan *Curvularia* sp. secara *in vitro*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember sampai bulan Januari tahun 2023 di Laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen rancangan acak lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan (0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2% dan 2,5%) dan 4 ulangan, sehingga terdapat 24 unit percobaan. Parameter pengamatan meliputi analisis total fenol asap cair, karakteristik makroskopis, laju pertumbuhan (cm/hari), daya hambat (%), efektivitas berat basah dan efektivitas berat kering *Curvularia* sp. Hasil penelitian menunjukkan bahwa asap cair sabut pinang memiliki total fenol 1,24%. Asap cair sabut pinang konsentrasi 1,5% merupakan konsentrasi terbaik dalam menghambat *Curvularia* sp. Konsentrasi berpengaruh terhadap laju pertumbuhan, daya hambat, efektivitas berat basah dan efektivitas berat kering koloni *Curvularia* sp. Asap cair sabut pinang dengan konsentrasi 1,5% merupakan konsentrasi terbaik dalam menghambat *Curvularia* sp.

Kata kunci: Asap cair, *Curvularia* sp, Sabut pinang

Abstract

Curvularia sp. are the pathogenic that causes leaf spote specially in oil palm. One of the alternative control used areca nut liquid smoke. This research aims to determine the most effective concentration of areca liquid smoke to inhibit the growth of *Curvularia* sp. *in vitro*. This research was conducted in December until January 2023 at the Pathology, Entomology, Microbiology and Soil Science Laboratory, Faculty of Agriculture and Animal Science. Islamic State University Sultan Syarif Kasim Riau. This study use an experimental method with a completely randomized design (RAL) with 6 treatments (0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2% and 2.5%) with 4 replications, so there were 24 experimental units. Parameters of this research are total phenol, characteristics macroscopic, growth rate (cm/ day), percentage on inhibition (%), effective wet mass and dry mass of *Curvularia* sp. The results showed that liquid smoke had a total phenol 1.24%. Areca nut peels liquid smoke with 1.5% concentration has very effective to inhibit *Curvularia* sp. Concentratiom has alreadyto inhibit growth rate, percentage oh hibition, effective wet mass and dry mass of *Curvularia* sp. Areca nut peels liquid smoke with concentration 1,5% has very effective to inhibit *Curvularia* sp.

Keywords: Areca nut peels, *Curvularia* sp., liquid smoke

PENDAHULUAN

Curvularia sp. merupakan patogen penyebab penyakit bercak daun yang umumnya dijumpai pada tanaman kelapa sawit (Afandi dkk., 2017). Intensitas serangan penyakit bercak daun yang disebabkan oleh *Curvularia* sp. di pembibitan kelapa sawit mencapai 38% (Solehudin dkk., 2012). Frekuensi dan intensitas tertinggi serangan terdapat di *main nursery* dibandingkan dengan *prenursery*. Gejala penyakit dimulai dengan adanya titik bercak berwarna kecoklatan yang dikelilingi oleh selaput hitam transparan. Selaput hitam tersebut akan berubah menjadi kuning muda, sedangkan bercak cokelat muda yang terdapat di pusat bercak akan berubah menjadi cokelat tua (Susanto & Prasetyo, 2013).

Di daerah tropis dan subtropis *Curvularia* sp. merupakan patogen pada berbagai tanaman yang dapat menyebabkan kematian tanaman kelapa sawit pada stadium *prenursery*. Hal tersebut dapat terjadi apabila tidak dilakukan penanganan secara signifikan. Intensitas serangan penyakit bercak daun yang disebabkan oleh *Curvularia* sp. di pembibitan kelapa sawit mencapai 38% (Solehudin dkk., 2012). Lalang dkk. (2016) menambahkan bahwa frekuensi dan intensitas tertinggi serangan *Curvularia* sp. terdapat di *main nursery* dibandingkan dengan *prenursery*. Serangan penyakit bercak daun *Curvularia* sp. selain sulit dikendalikan (Solehudin dkk., 2012) juga akan menyebabkan berkurangnya mutu kelapa sawit yang dihasilkan (Defitri, 2015).

Salah satu alternatif untuk mengurangi dampak tersebut adalah dengan memanfaatkan limbah sabut pinang sebagai asap cair untuk mengendalikan patogen penyebab penyakit bercak daun pada tanaman kelapa sawit. Sabut pinang potensial untuk digunakan sebagai bahan pembuat asap cair. Asap cair (*liquid smoke*) merupakan bahan aktif yang memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *Curvularia* sp. yang diperoleh dari hasil kondensasi fraksi uap atau gas yang terbentuk selama proses pirolisis dari bahan yang mengandung lignin, selulosa dan hemiselulosa (Sarwendah dkk., 2019). Kemampuan asap cair dalam menghambat pertumbuhan jamur dipengaruhi oleh komponen kimia utama penyusun asap cair yakni senyawa fenol, karbonil dan asam organik yang berfungsi sebagai antimikroba dan antioksidan (Mahmud *et al.*, 2016). Komposisi sabut pinang terdiri dari senyawa-senyawa seperti pektin 25%, selulosa 40%, lignin 18%, pektin oksalat 2%, dan hemiselulosa 2% (Chanakya & Malayil, 2011). Keberadaan senyawa tersebut menyebabkan sabut pinang berpotensi untuk dijadikan asap

cair. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi asap cair sabut pinang yang terbaik dalam menekan pertumbuhan *Curvularia* sp. secara *in vitro*.

METODE

Pembuatan Asap Cair

Pembuatan asap cair sabut pinang dilaksanakan di Laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi dan Ilmu Tanah (PEMTA), Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau. Proses pembuatan asap cair sabut pinang adalah membersihkan sabut pinang dari kotoran yang menempel kemudian sabut pinang dijemur di ruangan terbuka selama 36 jam sebelum proses pirolisis (Yulia, 2020). Setelah itu, sabut pinang ditimbang sebanyak dua kilogram, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaktor dan ditutup rapat, reaktor dipanaskan dengan waktu 3 jam pada suhu bertahap yaitu 250 - 500°C, kemudian asap yang keluar dari tabung reaktor akan disalurkan melalui pipa menuju kondensor pendingin. Di dalam kondensor pendingin diberi air dan juga es batu, sehingga akan menghasilkan embunan (asap cair) yang kemudian ditampung ke dalam wadah penampung asap cair dan disaring agar tidak terdapat sisa bahan-bahan yang tidak diperlukan (Sari dkk., 2018). Asap cair ditampung dan didiamkan selama 48 jam. Setelah mengendap, asap cair disaring dengan membran filter 0,2 µm, sehingga didapatkan asap cair untuk analisis kandungan fenol (Wardoyo, 2020).

Analisis Kandungan Fenol Asap Cair

Analisis kuantitatif senyawa fenolik total dilakukan dengan metode *Folin-Ciocalteu* yang dikembangkan oleh Rungruang & Suwanne (2010). Larutan asam galat (dalam akuades) dibuat dalam konsentrasi (0, 20, 40, 60, 80, dan 100 mg/L). Larutan asam galat dan blanko tersebut diambil 0,5 ml, kemudian direaksikan dengan 2,5 ml reagen *Folin-Ciocalteu* 10% dan didiamkan selama 4 menit. Setelah itu ditambahkan 2 ml larutan Na₂CO₃ 7,5% dan diinkubasikan selama 30 menit pada temperatur ruang, Setelah itu ditentukan serapannya pada panjang gelombang (λ) 765 nm dengan *Spektrofotometer UV -Vis*. Perlakuan yang sama juga dilakukan pada asap cair sabut pinang dengan konsentrasi 100 mg/L.

Pembiakan Inokulum Patogen *Curvularia* sp.

Isolat *Curvularia* sp. diperoleh dari koleksi Laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi, dan Ilmu Tanah Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, kemudian diperbanyak dengan cara isolat *Curvularia*

sp yang berada di dalam tabung dipindahkan menggunakan jarum Ose, kemudian diinokulasi ke cawan Petri yang berisi media PDA secara aseptik di *laminar air flow*. Cawan Petri kemudian ditutup dan disegel pada sisi-sisinya menggunakan *plastic wrap*. Kultivasi dilakukan sebanyak 5 kali, hal ini dilakukan sebagai pencegahan apabila terjadi kontaminasi pada isolat. Biakan kemudian diinkubasi pada inkubator dengan suhu 30°C sampai *Curvularia sp.* memenuhi cawan Petri (Agustina, 2020).

Pengujian Asap Cair terhadap *Curvularia sp.*

Pengujian asap cair sabut pinang dilakukan secara *in vitro* dengan teknik peracunan makanan. Menurut Wardoyo (2020), metode peracunan makanan yaitu metode yang digunakan dengan cara meracuni pertumbuhan *Curvularia sp.* melalui media tumbuh PDA yang dicampur dengan asap cair sabut pinang. Pengujian ini dilakukan dengan menuangkan media PDA cair yang telah dihomogenkan dengan asap cair sesuai konsentrasi perlakuan ke dalam cawan Petri dengan volume akhir 20 ml dan didiamkan sampai media cair menjadi padat. Biakan murni *Curvularia sp.* dipotong menggunakan *cork borer*, selanjutnya diinokulasi pada bagian tengah cawan Petri yang berisi media PDA dan bahan perlakuan. Setelah inokulasi dilakukan, cawan Petri kemudian ditutup dan disegel dengan *plastic wrap* dan diinkubasi untuk selanjutnya dilakukan pengamatan (Oramahi *et al.*, 2010). Pengamatan dilakukan dengan mengukur diameter koloni pada hari ke 2,3,4,5,6,7 setelah inkubasi.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan rancangan acak lengkap (RAL), yang terdiri dari 6 perlakuan dan 4 ulangan, sehingga terdapat 24 unit percobaan. Taraf konsentrasi perlakuan merujuk pada penelitian Mahmud dkk. (2021) dengan konsentrasi asap cair (0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, dan 2,5%).

Pengamatan daya hambat asap cair sabut pinang terhadap *Curvularia sp.* dilakukan dengan cara mengukur diameter pertumbuhan koloni dengan menggunakan penggaris. Pengukuran dihentikan apabila pertumbuhan pada perlakuan control telah memenuhi seluruh permukaan media PDA. Perhitungan daya hambat dihitung menggunakan rumus:

$$DH = \frac{DC - DP}{DC} \times 100 \%$$

Keterangan: DH, Daya Hambat Kontrol (%); DC, Diameter Kontrol (cm); DP, Diameter Perlakuan (cm).

Data hasil penelitian dianalisis secara deskriptif dan kuantitatif. Data kuantitatif dianalisis secara statistik, yakni analisis sidik ragam menggunakan program SPSS 23.0 dan apabila data hasil sidik ragam berpengaruh nyata diuji lanjut dengan Duncan's Multiple Range (DMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kandungan Total Fenol

Hasil analisis total fenol dengan metode *Folin-Ciocalteu* menggunakan Spektrofotometer UV-Vis menunjukkan asap sabut pinang memiliki kandungan fenol sebesar 12,46 mg GAE/g sampel (1,24%). Data hasil analisis total fenol dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Total fenolik asap cair sabut pinang

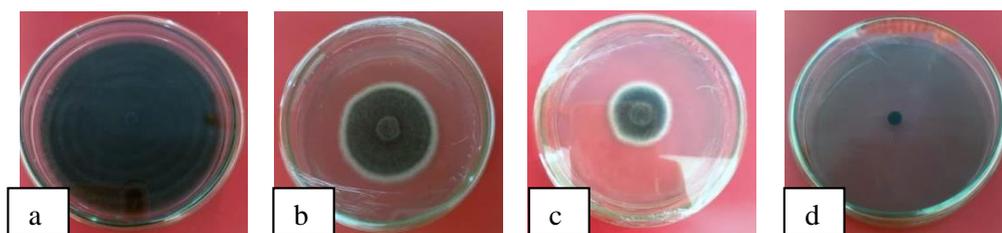
Sampel Uji	Total Fenol (%)
Asap Cair Sabut Pinang	1,24

Keterangan: Hasil merupakan rerata tiga kali ulangan

Tabel 1. menunjukkan terdapat kandungan fenol yaitu 1,24% pada asap cair sabut pinang, diduga kandungan fenol yang diperoleh berasal dari hasil pembakaran pada ruang minim oksigen, sehingga terjadi perubahan senyawa lignin menjadi senyawa fenol dan turunannya, dimana fenol dapat digunakan sebagai antifungi. Berdasarkan hasil penelitian Yulia dkk. (2020) asap cair sabut pinang mengandung 0,67% senyawa fenol. Terdapat perbedaan jumlah kandungan fenol pada asap cair, hal ini diduga kurang sempurnanya komponen lignin yang terdegradasi saat proses pirolisis dalam pembuatan asap cair. Faktor lain yang dapat mempengaruhi yaitu suhu pirolisis sumber bahan dan lokasi pengambilan sabut pinang, Yulia dkk. (2020) melaporkan bahwa sabut pinang yang digunakan berasal dari daerah Aceh dan suhu yang digunakan pada saat proses pirolisis adalah 250°C sampai mencapai suhu optimum yaitu 450°C. Sementara pada saat penelitian, sabut pinang diambil di daerah Riau dan suhu yang digunakan selalu mengalami peningkatan setiap jam nya dan mencapai suhu optimum yaitu 500°C.

Makroskopis *Curvularia* sp.

Pemberian asap cair sabut pinang memperlihatkan perbedaan karakteristik makroskopis *Curvularia* sp. dengan melihat penyebaran koloni, bentuk koloni dan warna koloni untuk masing-masing perlakuan dan membandingkannya dengan kontrol. Hasil pengamatan pertumbuhan *Curvularia* sp. dengan perlakuan asap cair sabut pinang dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Koloni *Curvularia* sp. (a) Perlakuan 0% (b) Perlakuan 0,5%
(c) Perlakuan 1% (d) Perlakuan 2,5%

Gambar 1. Memperlihatkan makroskopis *Curvularia* sp. perlakuan kontrol pada hari ke 7 setelah inkubasi memiliki miselium berwarna coklat kehitaman, berbentuk bulat permukaan seperti kapas, tepi bergelombang dan elevasi timbul dikarenakan penebalan miselium. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Susanto & Prasetyo (2013) yang melaporkan bahwa koloni *Curvularia* sp. berwarna coklat gelap, berbentuk seperti kapas atau beludru halus.

Miselium *Curvularia* sp. dengan pemberian asap cair pada konsentrasi 0,5% - 1% menunjukkan pertumbuhan *Curvularia* sp namun tidak memenuhi permukaan media PDA pada hari ke-7 setelah inkubasi, sedangkan pada konsentrasi 1,5% - 2,5% miselium sudah tidak mampu tumbuh. Selain perubahan diameter koloni, perubahan juga terjadi pada warna miselium. Pada perlakuan asap cair warna miselium menjadi lebih pucat dibandingkan perlakuan kontrol. Perubahan terhadap makroskopis koloni *Curvularia* sp., dikarenakan kandungan total fenol yang terdapat pada asap cair yang mana senyawa fenolik mampu berperan sebagai anti mikroba (Mahmud *et al.*, 2016).

Pengaruh lain yang memberikan pengaruh terhadap makroskopis koloni *Curvularia* sp yaitu adanya asam organik yang terkandung didalam asap cair sabut pinang. Efek antimikroba asam dari asap cair diduga secara langsung dapat mengasamkan sitoplasma, merusak permukaan membran sel dan struktur komponen sel, serta hilangnya fungsi transport aktif makanan (Suyanto, 2021). Asam organik menyebabkan penurunan pH lingkungan hidup mikroba. Pada pH lingkungan yang asam, asam asetat dapat menyebabkan denaturasi enzim dan ketidakstabilan permeabilitas membrane sel mikroba, sehingga menghambat pertumbuhan dan daya hidup sel mikroba (Sumarni, 2010).

Laju Pertumbuhan *Curvularia* sp. (cm/Hari)

Laju pertumbuhan koloni *Curvularia* sp. dari beberapa konsentrasi asap cair sabut pinang memberikan pengaruh sangat berbeda nyata dalam menghambat laju pertumbuhan koloni *Curvularia* sp. Hasil uji lanjut DMRT rerata laju pertumbuhan koloni *Curvularia* sp. selama pengamatan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rerata laju pertumbuhan *Curvularia sp.*

Perlakuan	Laju Pertumbuhan (cm/hari)
A0 (0% Asap cair)	1,28 ^a
A1 (0,5% Asap cair)	0,62 ^b
A2 (1% Asap cair)	0,25 ^c
A3 (1,5% Asap cair)	0,00 ^d
A4 (2% Asap cair)	0,00 ^d
A5 (2,5% Asap cair)	0,00 ^d

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada lajur yang sama menunjukkan pengaruh sangat berbeda nyata ($P < 0,05$)

Daya Hambat Asap Cair terhadap Pertumbuhan *Curvularia sp.*

Hasil rerata daya hambat koloni *Curvularia sp.* pada berbagai konsentrasi memperlihatkan terdapat peningkatan daya hambat *Curvularia sp.* dan memberikan pengaruh sangat berbeda nyata dengan berbagai konsentrasi perlakuan asap cair sabut pinang. Hasil uji lanjut DMRT rerata daya hambat koloni *Curvularia sp.* dengan berbagai konsentrasi asap cair sabut pinang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rerata daya hambat *Curvularia sp.*

Perlakuan	Daya Hambat (%)
A0 (0% Asap cair)	0.00 ^a
A1 (0,5% Asap cair)	46,98 ^b
A2 (1% Asap cair)	82,82 ^c
A3 (1,5% Asap cair)	100 ^d
A4 (2% Asap cair)	100 ^d
A5 (2,5% Asap cair)	100 ^d

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada lajur yang sama menunjukkan pengaruh sangat berbeda nyata ($P < 0,05$)

Efektivitas Berat Basah dan Efektivitas Berat Kering Koloni *Curvularia sp.*

Berdasarkan penelitian terjadi peningkatan efektivitas berat basah dan efektivitas berat kering pada koloni *Curvularia sp.* Perlakuan konsentrasi asap cair memberikan pengaruh sangat berbeda nyata terhadap efektivitas berat basah dan efektivitas berat kering koloni *Curvularia sp.* Hasil rerata efektivitas berat basah dan berat kering koloni dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rerata efektivitas berat basah dan berat kering *Curvularia* sp.

Perlakuan	Efektivitas Berat Basah (%)	Efektivitas Berat Kering (%)
A0 (0% Asap cair)	0,00 ^a	0,00 ^a
A1 (0,5% Asap cair)	84,08 ^b	65,41 ^b
A2 (1% Asap cair)	92,43 ^c	74,16 ^c
A3 (1,5% Asap cair)	95,45 ^d	86,25 ^d
A4 (2% Asap cair)	95,53 ^e	91,66 ^e
A5 (2,5% Asap cair)	95,57 ^e	96,66 ^f

Keterangan: Superskrip yang berbeda pada lajur yang sama menunjukkan pengaruh sangat berbeda nyata ($P < 0,05$)

Hasil Tabel 2,3, dan 4, menunjukkan bahwa rerata laju pertumbuhan, daya hambat, efektivitas berat basah dan efektivitas berat kering koloni *Curvularia* sp. menunjukkan bahwa pemberian asap cair sabut pinang memberikan pengaruh sangat berbeda nyata dalam menekan laju pertumbuhan, menghambat pertumbuhan jamur, dan memberikan efektivitas yang tinggi terhadap berat basah dan berat kering koloni *Curvularia* sp. Pada perlakuan asap cair dengan konsentrasi 1,5% menunjukkan penghambatan terbaik terhadap *Curvularia* sp. Pada perlakuan 0% asap cair memberikan pengaruh sangat berbeda nyata dengan perlakuan lainnya, pada perlakuan asap cair konsentrasi 1,5% menunjukkan pengaruh sangat berbeda nyata dengan perlakuan 0%, 0,5%, dan 1%. Hal ini disebabkan karena senyawa fenol yang terdapat pada asap cair sabut pinang. Mahmud dkk. (2021) melaporkan akibat pemberian asap cair dengan metode peracunan makanan menyebabkan berkurangnya kemampuan untuk tumbuh dengan normal. Thamrin (2007) menjelaskan bahwa asap cair mengandung fenol dan asam-asam organik yang secara bersama dapat efektif menghambat pertumbuhan mikroba, sejalan dengan penelitian Mahmud *et al.* (2016) menyatakan bahwa asap cair mengandung senyawa asam organik seperti asam karbonil dan turunan fenol yang mampu mengganggu proses pembentukan struktur reproduksi dan proses metabolisme pada jamur patogen.

Senyawa fenol dalam asap cair sabut pinang bersifat anti jamur dan menghambat pertumbuhan hifa sehingga dapat berpengaruh terhadap biomassa koloni yang kecil. Thamrin (2007) menyatakan bahwa asap cair mampu menekan pertumbuhan dan mengendalikan biomassa koloni jamur.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa asap cair sabut pinang dengan konsentrasi 1,5% merupakan konsentrasi terbaik dalam menghambat pertumbuhan *Curvularia* sp.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penggunaan asap cair sabut pinang dalam mengendalikan pertumbuhan *Curvularia* sp. secara *in vivo*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Bapak Yusmar Mahmud, S.P., M. Si. dan Ibu Siti Zulaiha, M.Si. sebagai dosen pembimbing yang telah banyak membantu pelaksanaan penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada pihak laboratorium Patologi, Entomologi, Mikrobiologi, dan Ilmu Tanah, Fakultas pertanian dan peternakan, Unioversitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.

DAFTAR PUSTAKA

- Afandi, M., S., Fitriany, dan Lisnawita. 2017. Potensi *Curvularia* sp. Tanaman Kelapa Sawit Sebagai Agens Antagonis secara *In Vitro*. *Jurnal Agroekoteknologi*, 5(2): 469-473.
- Agustina, N.A. 2020. Efektivitas Daya Hambat Asap Cair Tempurung Kelapa (*Coccus nucifera*) terhadap Pertumbuhan Jamur *Ganoderma orbiforme*. *Jurnal Agroprimatech*, 3(2): 79-88.
- Chanakya, H.N. dan Malayil, S. 2011. Sustainable Disposal of Green-Waste (Banana Leaf, Steam and Arecanut Husk) by Anaerobic Digestion for Recovery of Fibre, Biogas and Compost. *Journal Proceedings in The International Conference on Solid Waste-Moving Towards Sustainable Resource Management*. 5 (4): 554-557.
- Defitri, Y. 2015. Identifikasi Patogen Penyebab Penyakit Tanaman Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Desa Bertam Kecamatan Jambi Luar Kota. *Jurnal Ilmiah*, 15: 129-133.
- Lalang, E., H. Syahfari, dan N. Jannah. 2016. Inventarisasi Penyakit Bercak Daun (*Curvularia* sp.) di Pembibitan Kelapa Sawit PT Ketapang Hijau Lestari- 2 Kampung Abit Kecamatan Mook Manaar Bulatn Kabupaten Kutai Barat. *Jurnal Agrifor*, 15: 23-28.
- Mahmud, K. N., M. Yahayu, S.H.M. Sarip, N.H. Rizan, C.B. Min, N.F. Mustafa, S. Ngadiran, S. Ujang and Z.A. Zakaria. 2016. Evaluation on Efficiency of Pyroligneous Acid from Palm Kernel Shell as Antifungal and Solid Pineapple

- Biomass as Antimicrobe and Plant Growth Promoter. *Sains Malaysiana*, 45(10): 1423-1434.
- Mahmud, Y., D. Lististio, M. Irfan dan S.I. Zam. 2021. Efektivitas Asap Cair Tandan Kosong Kelapa Sawit dalam Mengendalikan *Ganoderma orbiforme* dan *Curvularia* sp. Secara *In Vitro*. *Jurnal Pertanian Presisi*. 5(1): 24-40.
- Oramahi, H. A., F. Diba dan Wahdina. 2010. Efikasi Asap Cair dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dalam Penekanan Perkembangan Jamur *Aspergillus niger*. *Jurnal HPT Tropika*, 10(2): 146-153.
- Rungruang, P. and J. Suwanne. 2010. Antioxidative Activity of Phenolic Compounds in Pyroligneous Acid Produced from Eucalyptus Wood. The 8th International Symposium on Biocontrol and Biotechnology, 102-106
- Sari, Y.P. 2018. Identifikasi Mutu Asap Cair Hasil Pirolisis Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Jurnal Agroqua*. 16:1-8.
- Sarwendah, M., Feriadi, T. Wahyuni dan T.N. Arisanti. 2019. Pemanfaatan Limbah Komoditas Perkebunan untuk Pembuatan Asap Cair. *Jurnal Litri*, 25(1): 22 – 30.
- Solehudin, D., I. Suswanto, dan Supriyanto. 2012. Status Penyakit Bercak Coklat Pada Pembibitan Kelapa Sawit di Kabupaten Sanggau. *Jurnal Perkebunan dan Lahan Tropika*. 2: 1-6.
- Sumarni. (2010). Pengujian Daya Racun Asap Cair Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera* L) terhadap Serangan Cendawan Pelapuk Kayu *Schizophyllum commune* Fries. *Skripsi*. Pontianak: Fakultas Kehutanan, Universitas Tanjungpura.
- Susanto, A. dan A.E. Prasetyo. 2013. Respon *Curvularia lunata* Penyebab Penyakit Bercak Daun Kelapa Sawit terhadap Berbagai Fungisida. *Jurnal Fitopatologi*. 9: 165-172.
- Suyanto, A., I. Astar, T. Agnes dan M. Amalia. 2021. Pengaruh Peracunan Media dengan Asap Cair Tempurung Kelapa (*Cocos nucifera*) pada Pertumbuhan Jamur *Collectoricum* sp. Penyebab Penyakit Busuk Buah Kakao. *Jurnal Variabel*. 4(2):53-60
- Thamrin. 2007. Efek Asap Cair Cangkang Kelapa Sawit terhadap Jamur *Ganoderma* sp. pada Kayu Kelapa Sawit. *Jurnal Sains Kimia*. 11: 9-14.
- Wardoyo, E.R.P., W. Anggraeni, Rahmawati dan H.A. Oramahi. 2020. Aktivitas Antifungi Asap Cair Tandan Kosong *Elaeis guineensis* Jacq. Terhadap *Colletotrichum* sp. (WA2). *Jurnal Bioteknologi dan Biosains Indonesia*, 7(2): 271-279.
- Yulia, R., W. Affandi, A. Lamona, T. Makmur dan Yuslinaini. 2020. Karakteristik Asap Cair dari Limbah Kulit Buah Pinang (*Areca catechu* L.) dengan Berbagai Variasi Suhu dan Waktu Pirolisis. *Jurnal Teknologi Agro-Industri* Vol. 7 (1):32 – 46.