



## EFIKASI ASAP CAIR DARI KAYU MUNDU (*Garcinia dulcis*) TERHADAP PENGHAMBATAN PERTUMBUHAN JAMUR *Aspergillus niger* DAN *Aspergillus fumigatus*

### EFFICACY OF LIQUID SMOKE FROM MUNDU WOODS (*Garcinia dulcis*) ON INHIBITING THE GROWTH OF THE FUNGUS *Aspergillus niger* AND *Aspergillus fumigatus*

Elvi Rusmiyanto Pancaning Wardoyo\*, Rikhsan Kurniatuhadi

Universitas Tanjungpura, Jalan Hadari Nawawi, Pontianak 78124 Kalimantan Barat

\*Corresponding author: [elvi.rusmiyanto@fmipa.untan.ac.id](mailto:elvi.rusmiyanto@fmipa.untan.ac.id)

Naskah Diterima: 6 Februari 2023; Direvisi: 26 Mei 2023; Disetujui: 15 Agustus 2023

#### Abstrak

*Aspergillus* merupakan genus jamur patogen yang menyerang pasca panen hasil tanaman hortikultura, seperti jagung dan kacang-kacangan. Pemanfaatan asap cair untuk mengendalikan pertumbuhan jamur patogen saat pasca panen merupakan salah satu alternatif yang alami dan aman untuk diterapkan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan kemampuan daya hambat dan kategori aktivitas antifungi asap cair berbahan dasar kayu mundu (*Garcinia dulcis*) terhadap jamur *Aspergillus niger* dan *Aspergillus fumigatus* serta kandungan senyawa kimianya. Kayu mundu yang digunakan berasal dari Kabupaten Kubu Raya. Media Potato Dextrose Agar (PDA) digunakan untuk uji aktivitas antifungi asap cair. Enam konsentrasi asap cair yaitu 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0 dan 2,5% digunakan untuk uji dengan *dithane* M45 sebagai pembanding. Hasil penelitian menunjukkan bahwa asap cair berbahan dasar kayu mundu mampu menekan pertumbuhan jamur *A. niger* dan *A. fumigatus* secara signifikan ( $P < 0,05$ ). Konsentrasi asap cair berbahan dasar kayu mundu sebesar 2,5% memberikan hasil terbaik dengan nilai rata-rata penghambatan terhadap jamur *A. niger* dan *A. fumigatus* masing-masing sebesar 100 dan 91,81% dan tergolong kategori aktivitas sangat kuat. Uji kandungan senyawa kimia asap cair berbahan dasar kayu mundu mengandung 5 senyawa utama, yaitu 2-propanone, 1,2 ethanediol, acetid acid, phenol 2-methoxy-4-(2-propenyl)-(CAS) eugenol, dan 3-furaldehyde. Asap cair berbahan dasar kayu mundu berpotensi untuk dikembangkan sebagai pengendali serangan jamur patogen *A. niger* dan *A. fumigatus* pada pasca panen tanaman hortikultura.

**Kata Kunci:** Antifungi; Asap cair; *Aspergillus fumigatus*; *Aspergillus niger*; Efikasi; Mundu

#### Abstract

*Aspergillus* is pathogenic fungi that infect post-harvest yields of horticultural crops, i.e., *Zea mays* and legum. Using liquid smoke is one of the natural and safe alternatives to control fungus and the growth of pathogenic fungi that attack post-harvest yields of cultivated plants. This study aimed to evaluate the antifungal properties of liquid smoke from mundu (*Garcinia dulcis*) wood against the fungus *Aspergillus niger* and *Aspergillus fumigatus*. Mundu wood is from Kubu Raya Regency. The Agar media used was Potato Dextrin Agar (PDA), and concentrations of liquid smoke were 0; 0.5; 1.0; 1.5; 2.0; and 2.5%. The results indicated that the liquid smoke from Mundu wood significantly inhibited the *A. niger* and *A. fumigatus* growth ( $P < 0.05$ ). The highest result of liquid smoke from Mundu wood against *A. niger* and *A. fumigatus* is a concentration of 2.5% with an average inhibition value of 100 and 91.81%, respectively, with a firm activity level. The contents of liquid smoke contained five dominant compounds, i.e., 2-propanone, 1,2 ethanediol, acetic acid, phenol 2-methoxy-4-(2-propenyl)-(CAS) eugenol, and 3-furaldehyde. Liquid smoke produced from mundu wood has the potential to be developed for the control of pathogenic fungi *A. niger* and *A. fumigatus* in post-harvest horticultural crops.

**Keywords:** Antifungal, *Aspergillus fumigatus*; *Aspergillus niger*; Efficacy; Mundu; Liquid smoke

**Permalink/DOI:** <http://dx.doi.org/10.15408/kauniyah.v17i2.30952>

## PENDAHULUAN

Jamur yang bersifat patogen dapat menyebabkan penyakit pada manusia, ternak, dan tanaman budi daya. Salah satunya adalah genus *Aspergillus* yang beberapa spesies tertentu telah diketahui dapat menginfeksi manusia dan hewan, yaitu *A. flavus*, *A. niger*, *A. terreus*, dan *A. fumigatus* (jamur kuning). Infeksi yang disebabkan oleh spesies jamur *Aspergillus* disebut sebagai aspergillosis (Zhang et al., 2018).

Penurunan kualitas produksi hasil panen hortikultura akibat serangan jamur patogen merupakan salah satu permasalahan pasca-panen yang dihadapi petani. Jamur *A. niger*, *A. fumigatus*, *A. flavus*, dan *Mucor* sp. merupakan jamur patogen yang sering menyerang hasil panen hortikultura seperti kacang-kacangan, padi, dan jagung (Sastrahidayat, 2011; Nair et al., 2017), dan jamur *A. niger* (jamur hitam) merupakan jamur yang paling berbahaya. Selain menyebabkan kerusakan dan menurunkan hasil panen jamur ini juga menghasilkan racun aflatoksin yang bersifat toksik (Wangge et al., 2012; Chang et al., 2018), dan okratoksin (Cabanés & Bragulat 2018; Abarca et al., 2019) yang bersifat karsinogenik dan berbahaya terhadap manusia (Setiawan & Wardoyo, 2015).

Usaha yang umum dilakukan para petani untuk mengatasi masalah jamur yang muncul pada pascapanen adalah menggunakan fungisida sintetik, seperti Dithane M45 yang mengandung senyawa kimia mancozeb. Selain harganya mahal, fungisida sintetik juga membutuhkan waktu yang lama untuk terdegradasi, menyebabkan pencemaran lingkungan, dan dapat membunuh organisme bukan sasaran. Pemakaian fungisida sintetik secara terus-menerus juga akan mengakibatkan peningkatan residu pada bahan pangan yang kemudian dapat masuk ke sistem tubuh manusia melalui konsumsi bahan pangan. Pemakaian fungisida sintetik perlu dibatasi dengan memanfaatkan bahan hayati sebagai alternatif yang potensial. Oleh karena itu, pemanfaatan bahan hayati sebagai fungisida perlu untuk diteliti dan dikembangkan, karena bukan hanya yang bersifat aman dan alami, bahan hayati juga mudah terdegradasi dan direduksi oleh organisme serta tidak berbahaya bagi manusia dan lingkungan. Salah satu bahan hayati tersebut adalah asap cair.

Asap cair adalah produk kondensasi atau pengembunan uap yang dikeluarkan oleh pembakaran bahan hayati yang banyak mengandung ligin, selulosa, dan hemiselulosa (Montazeri et al., 2013; Thomasson et al., 2015). Tanaman Mundu merupakan salah tanaman yang banyak tumbuh di Kalimantan Barat. Tanaman ini merupakan anggota famili *Guttiferae* yang banyak digunakan sebagai bumbu masakan, sedangkan kayunya oleh masyarakat Kubu Raya banyak digunakan sebagai bahan pembuatan peralatan dan perkakas rumah tangga. Sisa kayu mundu yang tidak terpakai dapat dijadikan sebagai sumber baku pembuatan asap cair. Oleh karena itu, sisa kayu mundu merupakan bahan yang potensial dan menguntungkan untuk dimanfaatkan sebagai sumber baku pembuatan asap cair. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa asap cair dari genus *Garcinia* menunjukkan adanya aktivitas larvasida terhadap nyamuk *Aedes aegypti* pada konsentrasi 1,4% (Rousdy et al., 2017) dan antibakteri *Streptococcus* sp. pada konsentrasi 1,5% (Susanti et al., 2018). Selain itu, penelitian asap cair oleh Chuaboon et al. (2016) melaporkan bahwa asap cair tanaman bambu mampu menghambat pertumbuhan jamur *Curvularia lunata*, *Fusarium semitectum*, dan *Bipolaris oryzae*. Menurut Oramahi et al. (2018) menyatakan bahwa asap cair dari kayu bengkirai yang mengandung senyawa asam asetat dan fenol mampu menghambat pertumbuhan jamur *Phytophthora citrophthora*.

Sampai saat ini penelitian tentang efikasi asap cair dari kayu mundu sebagai antijamur dan kandungan senyawa kimianya masih sangat terbatas informasinya. Oleh karena itu, penelitian yang mengkaji kemampuan daya hambat dan kategori aktivitas antifungi asap cair berbahan dasar kayu mundu terhadap pertumbuhan jamur *A. niger* dan *A. fumigatus*, serta senyawa kimia asap cair yang dikandungnya perlu untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kemampuan daya hambat dan kategori aktivitas antifungi asap cair berbahan dasar kayu mundu terhadap jamur *A. niger* dan *A. fumigatus* serta kandungan senyawa kimianya.

## MATERIAL DAN METODE

### Pembuatan Asap Cair Kayu Mundu

Kayu mundu diambil dari daerah Rasau Jaya, Kabupaten Kubu Raya. Sampel kayu mundu dibersihkan dan dipotong menjadi kecil dengan panjang 5 cm, kemudian dikeringkan sampai kadar air mencapai 10%. Sampel kayu mundu dikonversi menjadi serbuk dengan ukuran 20 mesh dengan mesin perajang kayu. Pirolisis asap cair serbuk kayu mundu dilakukan di Laboratorium Rekayasa Fakultas Teknologi Pertanian UGM Yogyakarta.

Pembuatan asap cair berbahan dasar kayu mundu menggunakan suhu 450 °C selama 120 menit berdasarkan Oramahi et al. (2018). Serbuk kayu mundu dimasukkan ke dalam reaktor. Setelah ditutup rapat, rangkaian pendingin asap dipasang. Selanjutnya, tungku pembakar listrik dinyalakan dengan suhu 450 °C, dengan lama pirolisis 90 menit. Hasil pembakaran yang berupa asap akan keluar dari reaktor melalui saluran pipa yang dipompa untuk dialirkan ke kolom kondensator. Embun yang menetes merupakan asap cair dan disimpan dalam wadah, sedangkan asap yang tidak mengembun dialirkan melalui pipa penyalur cairan sisa.

### Penentuan Kandungan Senyawa Asap Cair dengan Metode GC-MS

Penentuan kandungan senyawa pada asap cair kayu mundu dilakukan dengan *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS). Asap cair kayu mundu diekstraksi dengan pelarut CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>. Sebanyak 5 mL asap cair kayu mundu dicampurkan dengan 5 mL CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>, selanjutnya digojog dalam corong pisah selama 5 menit. Campuran dibiarkan selama 10 menit, bagian atas (fraksi CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>) dipisahkan dari bagian bawah. Fraksi CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> ditampung ke dalam botol vial. Bagian bawah diekstrak kembali dengan cara yang sama. Semua fraksi CH<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub> dicampur menjadi satu, kemudian dipekatkan dengan meniupkan gas Nitrogen. Fraksi pekat kemudian dianalisis secara GC-MS, dengan spesifikasi jenis pengion menggunakan *electron impact* dengan temperatur *injector* sebesar 280 °C, jenis kolomnya adalah *fused silica* panjang 30 m, temperatur kolom 70 °C dengan kenaikan 5 °C setiap menit, gas pembawa yang digunakan adalah gas Helium dengan tekanan 10 KPa.

### Persiapan Media Perlakuan dan Asap Cair Uji

Media PDA dan asap cair kayu mundu dibuat dengan mengacu pada konsentrasi asap cair yang akan digunakan. Konsentrasi yang akan diujikan yakni sebesar 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; dan 2,5% serta total volume larutan per cawan petri yakni 20 mL. Volume media perlakuan didapatkan dari hasil pengurangan total volume larutan per cawan petri dengan volume asap cair uji.

### Uji Aktivitas Antifungi Asap Cair Kayu Mundu

Metode uji antifungi asap cair kayu mundu menggunakan pendekatan metode dilusi padat melalui cara *poisoning food* (Black & Black, 2015). Pembuatan media uji dilakukan dengan cara mencampur media pertumbuhan PDA dalam cawan petri steril dan asap cair kayu mundu sesuai dengan konsentrasi yang digunakan, yakni sebesar 0; 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5% (v/v) serta Dithane M45 0,2% sebagai pembanding.

Inokulasi dilakukan setelah medium menjadi kompak dengan menggunakan inokulum jamur *A. niger* dan *A. fumigatus*. Inokulasi dilakukan dengan metode tusukan tepat di bagian tengah diameter media di cawan petri. Inokulasi juga dilakukan pada media PDA kontrol negatif. Media yang telah diinokulasi selanjutnya diinkubasi pada suhu 25 °C selama tujuh hari. Pengamatan dilakukan tiap 24 jam dengan cara mengukur diameter koloni jamur yang tumbuh pada media. Diameter koloni yang tumbuh diukur dengan menggunakan jangka sorong. Persentase aktivitas antifungi atau juga disebut sebagai indeks antifungi jamur *A. niger* dan *A. fumigatus* dihitung dengan rumus Syahidah & Subekti (2019), yaitu:

$$X = \frac{b - a}{b} \times 100\%$$

Keterangan: X= persentase hambatan (%); a= diameter koloni jamur pada *treatment* (cm); b= diameter koloni jamur pada kontrol negatif (cm).

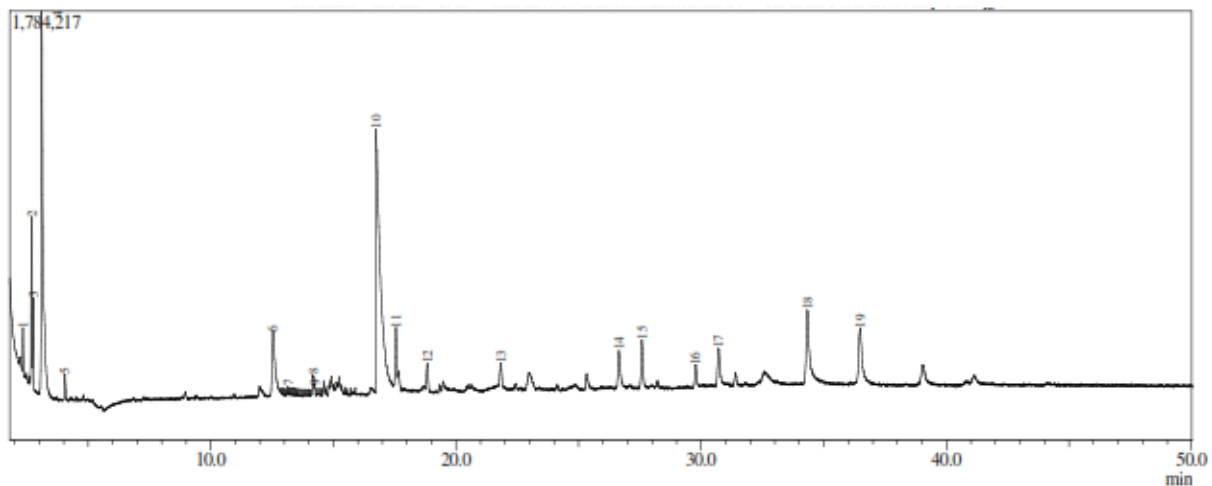
Aktivitas antifungi dari asap cair kayu mundu dapat diketahui dengan menghitung besarnya nilai penghambatan. Menurut Syahidah dan Subekti (2019), kategori aktivitas antifungi dibagi menjadi lima kategori, yaitu sangat kuat ( $D > 75\%$ ), kuat ( $50\% < D \leq 75\%$ ), sedang ( $25\% < D \leq 50\%$ ), lemah ( $0 < D \leq 25\%$ ), dan 0 (tidak aktif).

### Analisis Data

Data hasil penelitian yang berupa diameter koloni jamur dan persentase aktivitas antifungi setiap konsentrasi asap cair dianalisis menggunakan Anava untuk mengetahui perbedaan signifikansi perlakuan. Selanjutnya, hasil analisis Anava yang menunjukkan ada perbedaan signifikansi perlakuan, kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan pada taraf signifikansi 95% untuk mengetahui beda nyata antar perlakuan dengan menggunakan IBM SPSS 22 Subscription 2022.

### HASIL

Berdasarkan analisis GC-MS, dapat diidentifikasi asap cair dari kayu mundu pada suhu pirolisis 450 °C menghasilkan 19 peak atau dengan kata lain mengandung 19 senyawa (Gambar 1). Diantara 19 senyawa tersebut, terdapat 6 senyawa yang dominan yaitu 2-propanone, 1,2 ethanediol, acetylcarbinol, acetid acid, phenol 2-methoxy-4-(2-propenyl)-(CAS) eugenol, dan 1,3-dimethoxy-2-hydroxybenzene. Komponen senyawa dalam asap cair dari kayu mundu yang berhasil diidentifikasi disajikan pada Tabel 1.



**Gambar 1.** Spektra GC MS asap cair dari kayu mundu pada suhu pirolisis 450 °C

**Tabel 1.** Waktu retensi dan komponen kimia asap cair dari kayu mundu pada suhu pirolisis 450 °C

Peak	Waktu retensi (menit)	Luas (%)	Tinggi	Senyawa kimia	Rumus molekul
1	2,345	1,16	186239	Acetaldehyde	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O
2	2,694	4,71	704770	2-Propanone	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O
3	2,760	2,32	377908	Methyl ester (CAS) Methyl acetate	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>
4	3,104	24,66	1575218	1,2 Ethanediol	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>
5	4,050	0,98	102760	2,3 Butanedione	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>
6	12,544	5,03	234674	Acetylcarbinol	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O <sub>2</sub>
7	13,156	0,61	32184	Dimethyl ketone	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O
8	14,165	1,04	76464	2-Cyclopenten-1-one	C <sub>5</sub> H <sub>6</sub> O
9	14,250	0,16	37802	Dimethylformaldehyde	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub> O
10	16,750	35,79	1094766	Acetic acid	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>
11	17,554	2,96	222856	3-Furaldehyde	C <sub>5</sub> H <sub>4</sub> O <sub>2</sub>
12	18,833	1,42	109764	3-Penten-2-ol	C <sub>5</sub> H <sub>10</sub> O
13	21,830	1,48	95565	Butyrolactone	C <sub>4</sub> H <sub>6</sub> O
14	26,648	2,47	142562	1,2-Cyclopentanedione	C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>
15	27,585	2,79	184991	2-methoxy- (CAS) Guaiacol	C <sub>7</sub> H <sub>8</sub> O <sub>2</sub>
16	29,770	1,12	78640	Hydroquinone dimethyl ether	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>2</sub>
17	30,704	2,24	129091	Benzenesulfonic acid 4-hydroxy	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub> O <sub>4</sub> S
18	34,329	5,24	254036	Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)-(CAS) Eugenol	C <sub>10</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>
19	36,482	3,83	181672	1,3-Dimethoxy-2-hydroxybenzene	C <sub>8</sub> H <sub>10</sub> O <sub>3</sub>

Hasil uji Anava menunjukkan bahwa konsentrasi asap cair berbahan dasar kayu mundu berpengaruh nyata ( $P < 0,05$ ) terhadap diameter pertumbuhan jamur *A. niger* dan *A. fumigatus*. Uji lanjut dengan menggunakan uji Duncan menunjukkan ada beda nyata antar perlakuan yang diberikan. Konsentrasi 2,5% asap cair kayu mundu mampu menghambat pertumbuhan jamur *A. niger* dan *A. fumigatus* yang ditunjukkan dengan diameter pertumbuhan jamur *A. niger* dan *A. fumigatus* sebesar 0 dan 2,97 mm. Hasil pengamatan menunjukkan semakin tinggi konsentrasi asap cair kayu mundu yang digunakan, akan semakin kecil diameter pertumbuhan jamur *A. niger* dan *A. fumigatus*. Hasil analisis data diameter pertumbuhan, indeks antifungi dan kategori aktivitas antifungi asap cair dari kayu mundu terhadap jamur *A. niger* dan *A. fumigatus* disajikan pada Tabel 2 dan 3.

**Tabel 2.** Diamater pertumbuhan, indeks antifungi, dan tingkat aktivias antifungi asap cair dari kayu mundu terhadap jamur pertumbuhan *Aspergillus niger*

Konsentrasi (%)	<i>Aspergillus niger</i>		Kategori
	Diameter (mm)	Indeks antifungi (%)	
0	74,97 ± 6,21 <sup>a</sup>	0	-
0,5	65,84 ± 6,19 <sup>b</sup>	12,17	Lemah
1	45,50 ± 1,23 <sup>c</sup>	39,3	Sedang
1,5	41,68 ± 2,69 <sup>c</sup>	44,39	Sedang
2	27,58 ± 2,41 <sup>d</sup>	63,21	Kuat
2,5	0 <sup>e</sup>	100	Sangat kuat
Dithane M45 0,2	0 <sup>e</sup>	100	Sangat kuat

Keterangan: Dithane M45 0,20% sebagai kontrol positif. Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama menandakan tidak berbeda nyata ( $P > 0,05\%$ )

**Tabel 3.** Diamater pertumbuhan, indeks antifungi, dan tingkat aktivias antifungi asap cair dari kayu mundu terhadap jamur pertumbuhan *Aspergillus fumigatus*

Konsentrasi (%)	<i>Aspergillus fumigatus</i>		Kategori
	Diameter (mm)	Indeks antifungi (%)	
0	36,26 ± 0,44 <sup>a</sup>	0	-
0,5	35,98 ± 0,23 <sup>a</sup>	0,80	Lemah
1	33,11 ± 0,63 <sup>b</sup>	8,69	Lemah
1,5	22,77 ± 0,59 <sup>c</sup>	37,20	Sedang
2	12,51 ± 2,22 <sup>d</sup>	65,50	Kuat
2,5	2,97 ± 0,78 <sup>e</sup>	91,81	Sangat kuat
Dithane M45 0,2	0 <sup>f</sup>	100	Sangat kuat

Keterangan: Dithane M45 0,20% sebagai kontrol positif . Angka yang diikuti oleh huruf yang sama dalam kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata ( $P > 0,05\%$ )

## PEMBAHASAN

Uji aktivitas antifungi asap cair kayu mundu terhadap pertumbuhan jamur *A. niger* dan *A. fumigatus* menggunakan metode dilusi padat melalui cara peracunan makanan (*poisoning food*) (Black & Black, 2015) pada media PDA. Hasil aktivitas antifungi menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi asap cair kayu mundu yang digunakan akan menghasilkan tingkat aktivitas antifungi yang semakin tinggi . Ini berarti semakin kuat asap cair menekan pertumbuhan jamur *A. niger* dan *A. fumigatus* (Tabel 2 & 3). Konsentrasi yang dibutuhkan untuk menekan pertumbuhan *A. niger* dan *A. fumigatus* sampai pada tingkat aktivitas antifungi sangat kuat adalah 2,5%, dimana kemampuan antifungi kayu mundu terhadap jamur *A. niger* lebih kuat dibanding *A. fumigatus* yang ditunjukkan dengan diameter pertumbuhan. Diameter pertumbuhan jamur *A. niger* lebih kecil dibandingkan dengan jamur *A. fumigatus* yaitu 0 dan 2,97 mm. Kemampuan antifungi asap cair pada penelitian ini, hampir sama dengan yang dilaporkan oleh Oramahi et al. (2010) yang menyatakan untuk menekan pertumbuhan *A. niger* diperlukan konsentrasi asap cair sebesar 3%. Suresh et al. (2019) melaporkan bahwa nilai *Minimum Inhibitory Concentration* (MIC) asap cair dari limbah produksi *softwood* (Belle-ripe.com) sebesar 0,25% untuk *A. niger* dan 0,125% untuk jamur *A. fumigatus*.

Penggunaan asap cair pada konsentrasi 2,5% sudah memiliki aktivitas yang sama dengan kontrol positif berupa antifungi sintetik Dithane M45 yang mengandung senyawa mancozeb dengan konsentrasi 0,2% dan secara luas digunakan oleh petani. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa asap cair kayu randu dapat dikembangkan menjadi salah satu alternatif antifungi untuk hasil pasca panen tanaman budi daya tanpa menggunakan antifungi sintetik. Penelitian Amperawati et al. (2012) juga melaporkan hasil hambatan asap cair kelapa terhadap jamur pada kopra. Penggunaan konsentrasi 2% dapat dimanfaatkan secara langsung guna menekan laju pertumbuhan jamur yang menyerang produk kopra. Asap cair batang mundu yang diuji memiliki kategori penghambatan yang kuat dimulai dari konsentrasi 2% baik terhadap *A. niger* maupun *A. fumigatus*. Konsentrasi 1% hingga 3% memiliki daya hambat yang sangat efektif terhadap jamur di beberapa penelitian yang menggunakan asap cair dari berbagai jenis tanaman seperti medang (*Cinnanomum* sp.) pada konsentrasi asap cair 2,5% mampu menghambat pertumbuhan *Schizophyllum commune* sebesar 98,57% (Permana et al., 2021), konsentrasi asap cair ulin (*Eusideroxylon zwageri*) sebesar 0,34% memiliki penghambatan pertumbuhan *Colletotrichum capsici* sebesar 100% (Imaningsih et al., 2021), dan konsentrasi asap cair limbah tembakau (*Nicotiana tabacum*) mampu menghambat pertumbuhan miselium *Sclerotinia sclerotiorum* dan *Rhizoctonia solani* sebesar 100% (Sarraf et al., 2019).

Asap cair berbahan dasar kayu mundu mengandung senyawa 2-propanone, 1,2 ethanediol, acetic acid, dan fenol. Asam dan fenol merupakan komponen utama yang terkandung dalam asap cair (Suresh et al. 2019; Ma et al. 2011; Chungsiriporn et al., 2018; Chukeatirote & Jenjai 2018). Konsentrasi asap cair yang tinggi berarti memiliki komponen senyawa kimia yang lebih besar. Kandungan senyawa kimia yang besar akan menyebabkan lebih banyak komponen senyawa kimia yang mampu menekan proses metabolisme di dalam tubuh jamur (Theapparath et al., 2018; Ma et al., 2011). Menurut Adfa et al. (2020) semakin meningkat konsentrasi asap cair *Cinnanomum parthenoxylon* yang digunakan pada media tumbuh akan semakin besar mengganggu dan menekan pertumbuhan jamur. Kandungan asam dan fenol yang terkandung pada media jamur yang semakin tinggi juga akan menyebabkan kondisi media tumbuh semakin tidak mendukung untuk pertumbuhan jamur (Oramahi et al., 2010; Suresh et al., 2019).

Mekanisme hambatan dari senyawa asam dan fenol sebagai antifungi (Ma et al., 2011; Black & Black, 2015; Chuaboon et al., 2016) diantaranya dilakukan melalui aksi gangguan permeabilitas sel jamur. Reaksi asam dan fenol terhadap membran sel mengakibatkan fluida membran sel menjadi tidak teratur dan pada akhirnya sel jamur akan mengalami lisis, tidak aktifnya enzim-enzim, atau bahkan dapat menyebabkan kerusakan materi genetik. Senyawa asam juga dapat menyebabkan lipid pada membran sel menjadi lisis (Turecka et al., 2018). Senyawa fenol dan turunannya dapat mengganggu sintesis enzim fenilalanin amonialiase dan penghambatan biosintesis asam amino (Black & Black, 2015). Pasaribu dan Wina (2017) juga menyatakan gugus OH yang ada pada asap cair dapat merusak komponen lipid melalui pelarutan lipid, yang selanjutnya berakibat pada kerusakan membran sel. Keberadaan senyawa asam dan fenol beserta turunannya mampu menyebabkan fungsi utama mitokondria menjadi terganggu, sehingga terjadi kerusakan struktur membran mitokondria dan terhambatnya kinerja ATPase. Sel jamur akan mengalami lisis, nekrosis, dan kekurangan ATP sehingga pada akhirnya pertumbuhan jamur menjadi terhambat.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil riset yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa asap cair berbahan dasar kayu mundu memiliki kemampuan sebagai antifungi. Konsentrasi asap cair kayu mundu sebesar 2,5% memiliki aktivitas antifungi tertinggi pada jamur *A. niger* dan *A. fumigatus* masing-masing sebesar 100% dan 91,81%. Senyawa utama penyusun asap cair kayu mundu adalah 2-propanone, 1,2 ethanediol, acetylcarbinol, acetic acid, phenol 2-methoxy-4-(2-propenyl)-(CAS) eugenol, dan 1,3-dimethoxy-2-hydroxybenzene.

Saran penelitian selanjutnya adalah melakukan pemurnian asap cair berbahan dasar kayu mundu sehingga diperoleh asap cair yang lebih murni dan memiliki aktivitas antifungi yang lebih spesifik, termasuk mengurangi bau khas asap cair.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura yang telah memberikan dana penelitian melalui DIPA UNTAN Tahun 2021.

**REFERENSI**

- Abarca, M. L., Bragulat M. R., Castellá, G., & Cabañes, F. J. (2019). Impact of some environmental factors on growth and ochratoxin A production by *Aspergillus niger* and *Aspergillus welwitschiae*. *International Journal of Food Microbiology*, 291, 10-16. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2018.11.001.
- Adfa, M., Romayasa, A., Kusnanda, A. J., Avidlyandi. A., Banon, C., & Gustian, I. (2020). Chemical components, antitermite and antifungal activities of *Cinnamomum parthenoxylon* wood vinegar. *Journal of Korean Wood Science Technology*, 48(1), 107-116. doi: 10.5658/wood.2020.48.1.107.
- Amperawati, S., Darmadji, P., & Santoso, U. (2012). Daya hambat asap cair tempurung kelapa terhadap pertumbuhan jamur pada kopra selama penjemuran dan kualitas minyak yang dihasilkan. *AgriTECH*, 32(2), 191-198. doi: 10.22146/agritech.9631.
- Black, J. G., & Black, L. J. (2015). *Microbiology: Principles and explorations 9th ed.* New York: John Wiley & Sons, Inc.
- Cabanes, F. J., & Bragulat, M. R. (2018). Black aspergilli and ochratoxin a-producing species in foods. *Current Opinion in Food Science*, 23, 1-10. doi: 10.1016/j.cofs.2018.01.006.
- Chang, P. K., Zhang, Q., Scharfenstein, L., Mack, B., Yoshimi, A., Miyazawa, K., & Abe, K. (2018). *Aspergillus flavus* GPI-anchored protein-encoding ECM33 has a role in growth, development, aflatoxin biosynthesis, and maize infection. *Applied Microbiology & Biotechnology*, 102(12), 5209-5220. doi: 10.1007/s00253-018-9012-7.
- Chuaboon, W., Ponghirantanachoke, N., & Athinuwat, D. (2016). Application of wood vinegar for fungal disease controls in paddy rice. *Applied Environmental Research*, 38(3), 77-85. doi: 10.35762/AER.2016.38.3.7.
- Chukeatirote, E., & Jenjai, N. (2018). Antimicrobial activity of wood vinegar from *Dimocarpus longan*. *Environment Asia*, 11(3), 161-169. doi: 10.14456/ea.2018.45.
- Chungsiriporn, J., Pongyeela, P., Iewkittayakorn, J. (2018). Use of wood vinegar as fungus and malodor retarding agent for natural rubber products. *Songklanakarin Journal Science & Technology*, 40(1), 87-92
- Imaningsih, W., Mariana., Junaedi, A. B., & Rasyidah. (2021). Antifungal activities of the combination of ulin wood liquid smoke and hiyung cayenne pepper root endophytic fungi against *Colletotrichum capsici*. *Agrivita*, 43(1), 69-78. doi: 10.17503/agrivita.v1i1.2458.
- Ma, X. H., Wei, Q., Zhang, S. S., Shi, L., & Zhao, Z. (2011). Isolation and bioactivities of organic acids and phenols from walnut shell pyroligneous acid. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 91, 338-343. doi: 10.1016/j.jaap.2011.03.009.
- Nair, M. S., Upadhyaya, I., Amalaradjou, M. A. R., & Venkitanarayanan, K. (2017). Antimicrobial food additives and disinfectants: Mode of action and microbial resistance mechanisms. In O. V. Singh (Eds.), *Foodborne pathogens & antibiotic resistance*. John Wiley & Sons, Inc.
- Oramahi, H. A., Diba, F., & Wahdina. (2010). Efikasi asap cair dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dalam penekanan perkembangan jamur *Aspergillus niger*. *Jurnal Hama & Penyakit Tumbuhan Tropika*, 10(2), 146-153. doi: 10.23960/j.hptt.210146-153.
- Oramahi, H. A., Wardoyo, E. R. P., & Kustiati. (2018). Efikasi asap cair dari kayu bengkirai terhadap *Phytophthora citrophthora*. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 22, 160-166. doi: 10.22146/jpti.33113.
- Permana, R. D., Oramahi, H. A., & Diba, F. (2021). Efficacy of liquid smoke produced from medang wood (*Cinnamomum* sp.) against *Schizophyllum commune*. *Jurnal Syva Lestari*, 9(2), 269-279. doi: 10.23960/jsl29269-279.

- Rousdy, D. W., Wardoto, E. R. P., & Kustiati. (2017). Aktivitas insektisida asap cair limbah serbuk kayu manggis (*Garcinia dulcis* (Roxb.) Kurz) terhadap nyamuk *Aedes aegypti* strain VCRU. In Z. Zain, Arifin, D. Astiani, B. S. Nugroho, N. Bariyah, H. Malini, S. Muazir, H. T. Maria dan Sulistiarini (Eds.), *Rekayasa ilmu pengetahuan dan teknologi untuk sinergi antar disiplin ilmu dalam membangun sumber daya manusia yang profesional dan berdaya saing*. Prosiding Seminar Nasional Penerapan ilmu pengetahuan dan teknologi. Universitas Tanjungpura. Pontianak. Diakses dari <http://pipt.untan.ac.id/index.php/seminarpipt/pipt2017/paper/view/76/22>.
- Sarrafi, Y., Robati, M. R. Gh., & Fatemi, M. H. (2019). Antifungal effects of liquid smoke from pyrolysis of tobacco waste on plant pathogenic fungi. *Iranian Journal of Medicinal & Aromatic Plants*, 35(1), 110-120. doi: 10.22092/IJMAPR.2019.122614.2357.
- Sastrahidayat. (2011). *Fitopatologi: Ilmu Penyakit Tumbuhan*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Setiawan A., & Wardoyo E. R. P., (2015). Analisis pertumbuhan skeleton fetus mencit (*Mus musculus* L.) setelah induksi okhratoksin A pada usia kebuntingan 7-24 hari. In E. R. P. Wardoyo (Eds.), *Peran ilmu MIPA dalam pengelolaan sumber daya alam untuk meningkatkan daya saing bangsa*. Prosiding Semirata 2015. Universitas Tanjungpura. Pontianak. Diakses dari <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/semirata2015/issue/view/458/showToc>.
- Suresh, G., Pakdel, H., Rouissi, T., Brar, S.K., Fliss, I., & Roy, C. (2019). In vitro evaluation of antimicrobial efficacy of Pyrolygineous acid from softwood mixture. *Biotechnology Research & Innovation*, 3, 47-53. doi:10.1016/j.biori.2019.02.004.
- Susanti, L., Wardoyo, E. R. P., & Kurniatuhadi, R. (2018). Aktivitas biologis asap cair batang manggis (*Garcinia mangostana* L.) terhadap viabilitas *Streptococcus* sp. (L.10.3). *Protobiont*. 7(3), 1-8. doi: 10.26418/protobiont.v7i3.29062.
- Syahidah., & Subekti N. (2019). Biological activity of mangrove leaves extract (*Rhizophora* sp.). *IOP Conference Series: Earth & Environmental Science*, 270, 1-7. doi: 10.1088/1755-1315/270/1/012051.
- Theapparath, Y., Chandumpai, A., & Faroongsarng, D. (2018). Physicochemistry and utilization of wood vinegar from carbonization of tropical biomass waste. In P. Sudarshana, M. Nageswara-Rao, & J. Soneji (Eds.), *Tropical forests* (pp. 163-183). London: Intechopen limited.
- Thomasson, G. J., Capizzi, F., Dost, J., Morrell, F., & Miller, D. (2015). *Wood preservation and wood products treatment*. Oregon: Oregon State University.
- Turecka, K., Chylewska, A., Kawiak, A., & Waleron, K.F. (2018). Antifungal activity and mechanism of action of the Co(III) coordination complexes with diamine chelate ligands against reference and clinical strains of *Candida* spp. *Frontiers In Microbiology*, 9, 1594. doi: 10.3389/fmicb.2018.01594.
- Wangge, E. S. A., Suprpta, D. N., & Wirya, G. N. A. S. (2012). Isolasi dan identifikasi jamur penghasil mikotoksin pada biji kakao kering yang dihasilkan di Flores. *Journal of Agricultural Science & Biotechnology*, 1(1), 39-47.
- Pasaribu, T., & Wina, E. (2017). Komparasi aktivitas tiga jenis asap cair terhadap pertumbuhan mikroba secara in-vitro. In M. Syakir (Eds.), *Teknologi peternakan dan veteriner mendukung diversifikasi sumber protein asal ternak*. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peternakan. Bogor. Diakses dari <http://medpub.litbang.pertanian.go.id/index.php/semnas-tpv/article/view/1775>.
- Zhang, T., Xu, Y., & Ji, J. (2018). Inhibitory effect of wood vinegar produced from apricot shell on *Aspergillus fumigatus*. *Agricultural Biotechnology*, 7(3), 112-115.