

Potensi Asap Cair Tempurung Kelapa Sebagai Antijamur *Fusarium foetens*, *Fusarium moniliforme*, dan *Colletotrichum capsici*

(The Potency of Coconut Shell Liquid Smoke as an Antifungal for *Fusarium foetens*, *Fusarium moniliforme*, and *Colletotrichum capsici*)

Susiana Purwantisari^{1*}, Dyah Maharani Sisya Puspita Sari², Meizulfa Ayu Risnanda¹,
Neni Nur Khanifah¹, Lutfiana Hary Amatullah², Wahyu Aji Mahardhika³

¹Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Jl. Prof Sudarto No. 13 Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275. Telp. (024) 7474754.

²Program Studi Bioteknologi, Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro, Jl. Prof Sudarto No. 13 Tembalang, Kec. Tembalang, Kota Semarang, Jawa Tengah 50275. Telp. (024) 7474754.

³Program Studi Mikrobiologi, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
susiana_purwantisari@yahoo.co.id

ABSTRACT

Fusarium and *Colletotrichum* are pathogenic fungi that attack potato and chili plants. Farmers often use synthetic fungicides to control the disease, while the continuous use of synthetic fungicides can cause negative impact to environment. This study aimed to test the effectiveness of plant disease control by using coconut shell liquid smoke. Included rejuvenation of isolates, characterization of tested isolates, and liquid smoke antifungal tests using the well diffusion method, and data analysis. Five formula concentrations were applied namely 0% (negative control), 10%, 20%, and 30% concentration, and antracol as positive control. The measurement of inhibition (mm) was carried out after 7 days of incubation. The result of *in vitro* effectiveness test showed that the liquid smoke had the ability to inhibit the growth of pathogenic fungi *Fusarium foetens*, *F. moniliforme*, and *Colletotrichum capsici* with the best concentration of 30%.

Keywords: liquid smoke, chili, *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp., potato

ABSTRAK

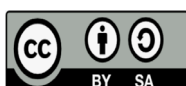
Fusarium dan *Colletotrichum* merupakan jamur patogen yang menyerang tanaman kentang dan cabai. Petani sering menggunakan fungisida sintetik dalam mengendalikan penyakit tersebut, sedangkan penggunaan fungisida sintetik secara terus menerus dapat menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menguji efektivitas pengendalian penyakit tanaman menggunakan asap cair tempurung kelapa. Metode yang dilakukan antara lain peremajaan isolat, karakterisasi isolat uji, dan uji antijamur asap cair menggunakan metode difusi sumuran. Penelitian dilakukan dengan lima konsentrasi yaitu 0% (kontrol negatif), konsentrasi 10%, 20%, 30%, dan antracol sebagai kontrol positif. Pengukuran daya hambat (mm) dilakukan setelah 7 hari masa inkubasi. Uji efektivitas secara *in vitro* menunjukkan bahwa asap cair mempunyai kemampuan dalam menghambat pertumbuhan jamur patogen *Fusarium foetens*, *F. moniliforme*, dan *Colletotrichum capsici* dengan konsentrasi paling baik 30%.

Kata kunci: asap cair, cabai, *Colletotrichum* sp., fungisida alami, *Fusarium* sp., kentang

PENDAHULUAN

Kentang merupakan salah satu tanaman hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Kentang menjadi salah satu alternatif penting untuk bahan pangan karena dapat digunakan sebagai pengganti makanan karbohidrat lain yang terbuat dari beras, jagung, atau gandum (Purwantisari dan Hastuti 2009). Salah satu kendala dalam budidaya tanaman hortikultura

adalah adanya penyakit yang disebabkan oleh jamur patogen. Penyakit yang paling sering menyerang tanaman kentang adalah penyakit layu yang sebagian besar disebabkan oleh jamur patogen *Fusarium* sp. Umumnya, gejala penyakit layu tersebut berawal dari daun bagian bawah yang kemudian menyebabkan pangkal batang mulai membusuk sehingga menyebar ke bagian



atas daun. Selanjutnya, daun yang layu akan menguning hingga mengering (Suryanti *et al.* 2013).

Cabai merupakan tanaman hortikultura yang juga bernilai ekonomis tinggi di Indonesia, dengan peningkatan total produktivitas sebesar 3.76% pada tahun 2019. Produktivitas cabai merah dapat dipengaruhi oleh faktor hama, penyakit, atau iklim (Syam *et al.* 2022). Penyakit utama yang menyerang tanaman cabai adalah penyakit antraknosa atau patek yang disebabkan oleh jamur *Colletotrichum* sp. (Suyanti *et al.* 2020). Salah satu jamur patogen penyebab antraknosa pada tanaman cabai adalah *Colletotrichum capsici*. Gejala penyakit yang ditimbulkan yaitu terdapat bercak coklat kehitaman pada permukaan buah cabai (Widodo dan Hidayat 2018).

Petani sering menggunakan fungisida sintetik untuk mengendalikan penyakit jamur pada tanaman. Penggunaan fungisida sintetik secara terus-menerus menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan karena meninggalkan residu yang sulit terurai pada tanah, air, dan tanaman. Selain itu, fungisida sintetik juga berbahaya bagi kesehatan manusia (Suyanti *et al.* 2020). Upaya pengendalian penyakit tanaman yang tidak berbahaya dan lebih ramah lingkungan dapat menggunakan asap cair tempurung kelapa. Pengaplikasian asap cair tersebut salah satunya dapat menjadi bahan alternatif biofungisida di masa mendatang. Asap cair berbahan dasar tempurung kelapa mengandung berbagai senyawa kimia seperti fenol, alkohol, dan asam organik. Asap cair merupakan bahan bioaktif yang didapat dari hasil kondensasi fraksi uap atau gas yang terbentuk selama proses pengarangan atau destilasi kering kayu pada suhu 400°C yang utamanya mengandung lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Umumnya, bahan bioaktif yang dihasilkan dari tumbuhan mempunyai kemampuan alelopati yaitu mampu memproduksi dan mengeluarkan suatu senyawa biomolekul ke lingkungan, sehingga dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan organisme lain di sekitarnya (Aisyah *et al.* 2013). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan asap cair dalam menghambat pertumbuhan jamur *Fusarium foetens* dan *Fusarium moniliforme* pada tanaman kentang serta *Colletotrichum capsici* pada tanaman cabai secara *in vitro*.

Asap cair dapat digunakan sebagai pestisida karena mengandung senyawa fenol yang berperan sebagai antioksidan yang dapat memperpanjang masa simpan suatu bahan pangan dan mampu menghambat pertumbuhan suatu mikroba pada bahan pangan tersebut (Assidiq *et al.* 2018). Selain itu, asap cair dapat digunakan sebagai bahan pestisida alami yang bagus untuk mengendalikan penyakit yang ada pada tanaman. Kandungan asap cair dipengaruhi oleh kandungan kimia dari bahan baku yang digunakan dan temperatur yang dicapai dalam proses pirolisis. Dari hasil analisis komponen asap cair menggunakan *Gas Chromatography Mass Spectrophotometry* paling sedikit teridentifikasi sebanyak 61 senyawa yang terdiri atas keton (17 senyawa), fenolik (14 senyawa), asam karboksilat (8 senyawa), alkohol (7 senyawa), ester (4 senyawa), aldehida (3 senyawa), dan 1 senyawa lainnya (Saputra *et al.* 2021). Budijanto *et al.* (2008) juga mengidentifikasi senyawa karsinogenik benzo[a]pyrene dalam asap cair menggunakan GC-MS. Penemuan senyawa karsinogenik benzo[a]pyrene menunjukkan bahwa asap cair mengandung zat yang berpotensi menyebabkan kanker.

Efektivitas asap cair terhadap mikroba telah banyak diteliti sebelumnya baik dari berbagai sumber dan mikroba uji, namun belum ada penelitian uji antifungal asap cair dari tempurung kelapa terhadap beberapa jamur patogen tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk menguji secara *in vitro* potensi asap cair dari tempurung kelapa terhadap jamur patogen tanaman *F. foetens*, *F. moniliforme*, dan *Colletotrichum* sp.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain asap cair tempurung kelapa grade 3 yang diolah sendiri, kultur jamur *Fusarium foetens*, *F. moniliforme*, dan *Colletotrichum capsici*, media PDA (*Potato Dextrose Agar*), kloramfenikol, antracol, akuades, dan asam laktat 3%. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain Erlenmeyer, cawan Petri, *cork borer*, mikropipet, jangka sorong, autoklaf, *Laminar Air Flow*, *hotplate* dan *magnetic stirrer*, mikroskop, dan tabung reaksi.

Metode

Pembuatan Media PDA

Media PDA 39 gr dilarutkan pada 1000 mL akuades, kemudian ditambahkan kloramfenikol dengan konsentrasi 30 ppm. Media selanjutnya dipanaskan menggunakan *hot plate* hingga larut sempurna. Media kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dan tekanan 2 atm selama 15 menit (Melani 2020).

Peremajaan Kultur

Kultur jamur *F. foetens*, *F. moniliforme*, dan *C. capsici* yang akan digunakan untuk pengujian efektivitas asap cair diperoleh dari koleksi Laboratorium Bioteknologi, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro. Kultur tersebut diinokulasi pada cawan petri berisi media PDA dan diinkubasi selama 5 - 7 hari.

Pengamatan Morfologi Jamur

Kultur jamur berumur 7 hari diamati morfologinya secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan makroskopis meliputi warna koloni, tekstur permukaan koloni, warna koloni sebaliknya, pigmen, garis radial, zona pertumbuhan, sedangkan pengamatan mikroskopis meliputi hifa (warna dan ada tidaknya septa), makrokonidia, dan mikrokonidia, serta struktur lainnya (Leslie dan Summerell 2006; Mahardhika *et al.* 2021).

Uji Aktivitas Antifungal Asap Cair

Pengujian aktivitas antifungal asap cair menggunakan metode *well-diffusion*. Asap cair tempurung kelapa yang digunakan adalah asap cair Grade 3 yang sudah dilakukan proses pemurnian dengan distilasi (Jayanudin *et al.* 2012). Jamur patogen diinokulasi pada media PDA menggunakan *cotton swab* steril. Media dibuat sumuran dengan 5 lubang menggunakan *cork borer* ukuran 0,5 cm pada media PDA tersebut. Masing-masing sumuran diberikan perlakuan yaitu tanpa asap cair (0%) sebagai kontrol negatif, asap cair konsentrasi 10%, 20%, dan 30%, serta antracol sebagai kontrol positif. Uji ini dilakukan dalam dua kali pengulangan dan pengamatan hasil uji dilakukan dengan mengukur diameter zona hambat asap cair terhadap jamur setelah 7 hari masa inkubasi. Zona bening yang

terbentuk diukur dengan menggunakan jangka sorong (Ningsih *et al.* 2016).

Analisis Data

Analisis data hasil pengamatan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan uji ANOVA dan uji lanjut BNT dalam SPSS (Statistical Package for the Social Science). Penelitian dilakukan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor dengan 5 perlakuan. Lima perlakuan ini terdiri dari kontrol negatif (akuades), kontrol positif (fungisida sintetik antracol), dan asap cair dengan konsentrasi 10%, 20%, dan 30%. Setiap perlakuan terdiri dari 2 ulangan sehingga diperoleh 10 satuan percobaan. Analisis data hasil pengamatan menggunakan uji ANOVA dan uji lanjut BNT dalam SPSS (Rima *et al.* 2021).

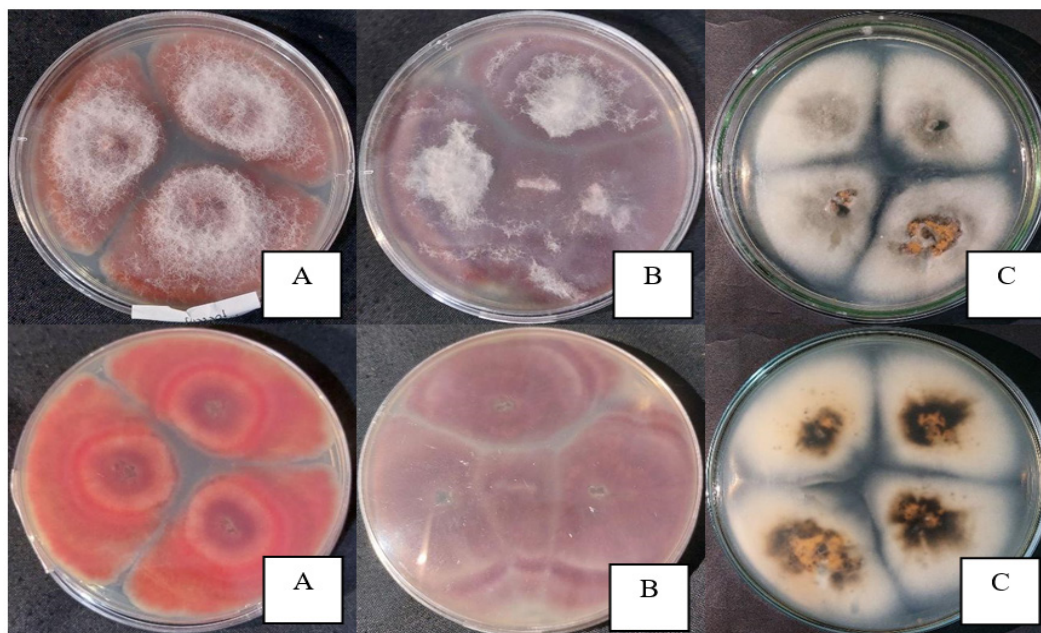
HASIL DAN PEMBAHASAN

Morfologi Jamur Patogen *Fusarium foetens*, *F. moniliforme*, dan *Colletotrichum capsici*

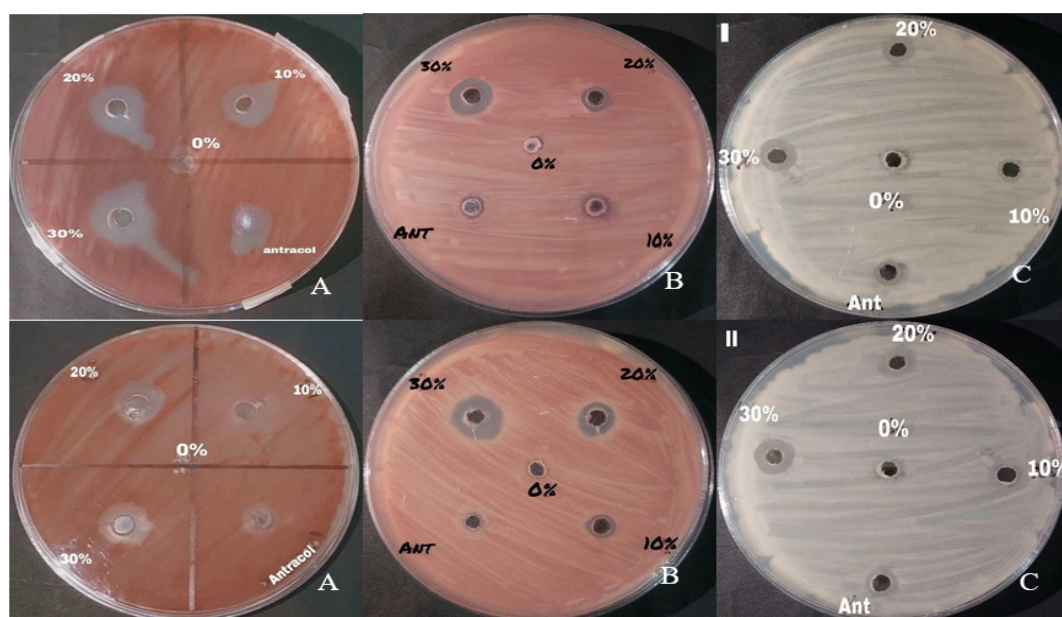
Koloni jamur *F. foetens* pada media PDA memiliki warna merah pucat, teksturnya seperti kapas, tumbuh membentuk lingkaran, elevasi datar, dan permukaan bawahnya berwarna kemerahan. Koloni jamur *F. moniliforme* pada media PDA berwarna ungu, bertekstur seperti kapas, elevasi datar, dan permukaan bawahnya memiliki warna ungu pucat. Koloni jamur *C. capsici* pada media PDA mempunyai warna putih, permukaan bawahnya putih kecoklatan, koloni bertekstur seperti kapas, dan memiliki elevasi datar (Gambar 1).

Daya Hambat Asap Cair Tempurung Kelapa terhadap Jamur Patogen *F. foetens*, *F. moniliforme*, dan *C. capsici*

Berdasarkan hasil penelitian, asap cair tempurung kelapa pada semua konsentrasi yaitu konsentrasi 10%, 20%, dan 30% dan antracol dapat menghambat pertumbuhan jamur *F. foetens*, *F. moniliforme*, dan *C. capsici* (Gambar 2).



Gambar 1. Morfologi jamur setelah peremajaan: A. *F. foetens*; B. *F. moniliforme*; C. *C. capsici*.



Gambar 2. Hasil perlakuan terhadap pertumbuhan jamur pada pengulangan ke-1 dan ke-2: A. *Fusarium foetens*; B. *Fusarium moniliforme*; C. *Colletotrichum capsici*.

Hasil perhitungan uji ANOVA dan uji lanjut BNT menunjukkan bahwa nilai rata-rata zona hambat *F. foetens* terhadap semua konsentrasi asap cair (10%, 20%, dan 30%) tidak berbeda nyata. Namun, rata-rata zona hambat pada asap cair konsentrasi 30% berbeda secara nyata terhadap perlakuan kontrol dan antracol. Rata-rata zona hambat *F. moniliforme* dengan perlakuan asap

cair konsentrasi 30% memiliki perbedaan yang nyata dibandingkan dengan asap cair konsentrasi 10% dan 20%, kontrol, maupun antracol. Perlakuan asap cair konsentrasi 30% pada *C. capsici* menunjukkan beda sangat nyata terhadap perlakuan kontrol, asap cair 10% dan 20%, serta antracol (Tabel 1).

Tabel 1. Zona hambat *Fusarium foetens*, *F. moniliforme*, dan *Colletotrichum capsici* hasil perlakuan antracol dan berbagai konsentrasi asap cair dari tempurung kelapa

Spesies Jamur (Fungal Species)	Perlakuan (Treatments)	Konsentrasi (Concentrations) (%)	N (Repetitions)	Diameter Zona Hambat (Inhibition Zone Diameter) (mm)		Rata-Rata (Average) (mm)
				I	II	
<i>F. foetens</i>	Kontrol (Control)	0	2	0.00	0.00	0.00 ^a
	Asap cair (Liquid smoke)	10	2	7.30	2.50	4.90 ^{ac}
		20	2	8.50	4.00	6.25 ^{bc}
		30	2	10.00	7.50	8.75 ^c
Antracol	0.1875	2	4.00	1.00	2.50 ^{ab}	
<i>F. moniliforme</i>	Kontrol (Control)	0	2	0.00	0.00	0.00 ^a
	Asap cair (Liquid smoke)	10	2	3.15	3.90	3.52 ^{ab}
		20	2	3.60	8.15	5.87 ^b
		30	2	10.85	11.95	11.4 ^c
Antracol	0.1875	2	1.60	1.35	1.47 ^a	
<i>C. capsici</i>	Kontrol (Control)	0	2	0.00	0.00	0.00 ^a
	Asap cair (Liquid smoke)	10	2	2.02	1.09	1.56 ^a
		20	2	3.76	4.88	4.32 ^b
		30	2	7.34	8.10	7.72 ^c
Antracol	0.20	2	1.79	3.62	3.62 ^{ab}	

Keterangan (Remarks): Angka dengan huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf kepercayaan 5% (Numbers with the same letters are not significantly different at the 5% level of confidence).

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil bahwa asap cair tempurung kelapa mampu menghambat pertumbuhan jamur *F. foetens*, *F. moniliforme*, dan *C. capsici*. Hal tersebut dapat ditunjukkan dari adanya zona hambat yang terbentuk di sekitar sumuran. Ukuran besar-kecilnya diameter zona hambat yang terbentuk tersebut disebabkan oleh pemberian konsentrasi asap cair yang berbeda. Sari, Sumpono., & Elvinawati (2019) menyatakan peningkatan konsentrasi asap cair berbanding lurus dengan diameter zona hambat. Semakin tinggi konsentrasi yang diberikan maka diameter zona hambat yang dihasilkan akan semakin besar. Menurut penelitian Suyanto, Astar, Irianti, & Amalia (2021), setiap perlakuan pemberian asap cair tempurung kelapa pada

media agar mampu memengaruhi pertumbuhan jamur *Colletotrichum* sp. sesuai dengan besar konsentrasi asap cair yang digunakan, semakin besar konsentrasinya maka semakin besar pula penghambatan jamur *Colletotrichum* sp., begitu pula sebaliknya. Penelitian yang dilakukan oleh Wildan, Suryaminarsih, & Purnawati (2021) menunjukkan hasil bahwa asap cair tempurung kelapa dengan konsentrasi 2% sudah efektif dalam menekan jumlah spora cendawan *Fusarium* sp. Penekanan jumlah spora ini merupakan akibat kandungan asap cair yaitu fenol dan asam asetat yang berperan sebagai biofungisida.

Asap cair tempurung kelapa mengandung berbagai senyawa yang dikelompokkan ke dalam kelompok fenol, asam, dan karbonil. Senyawa-senyawa yang bersifat antimikroba dan

mampu menghambat pertumbuhan jamur patogen yaitu fenol (2-ethylphenol, 3-Methylphenol, 2,6-Dimethylphenol, 2,4-Dimethylphenol, dan 3-hylphenol) serta senyawa asam (2,3 dihydroxybenzoic acid, 3-methoxybenzoic acid methyl ester, dan 4-Hydroxybenzoic acid methyl ester) (Agustina, 2020). Senyawa antijamur bekerja dengan menghambat sistem enzim jamur, mencegah pertumbuhan ujung hifa, menetralkan enzim yang terlibat dalam invasi jamur, merusak membran sel jamur, dan mengganggu produksi asam nukleat (Alfiah, Khotimah, & Turnip, 2015). Mahmud, Lististio, Irfan, & Zam (2021) melaporkan bahwa asap cair TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit) mengandung senyawa fenol yang diduga memiliki aktivitas antijamur karena fenol merupakan salah satu komponen senyawa toksik pada asap cair. Fenol dan asam organik akan bekerja untuk mengganggu membran patogen sehingga menyebabkan terganggunya metabolisme sel dan enzim di dalamnya, serta mendenaturasi protein pada membran fungi patogen tersebut.

Zona bening yang terbentuk tergantung dari perlakuan dan tinggi konsentrasi yang diberikan kepada isolat jamur patogen. Dari penelitian ini terdapat 5 perbedaan perlakuan uji yaitu kontrol positif (antracol sesuai jenis tanaman), kontrol negatif (tanpa asap cair), serta konsentrasi asap cair 10%, 20%, dan 30%. Perbedaan perlakuan ini dapat mempengaruhi ukuran besar kecil zona hambat yang terbentuk. Pada perlakuan tersebut diketahui bahwa zona bening terbesar terdapat pada perlakuan pemberian asap cair 30%. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Alfiah *et al.* (2015) bahwa besar kecilnya zona hambat tersebut dipengaruhi oleh konsentrasi ekstrak yang diberikan. Mujim (2010) menyatakan bahwa meningkatnya konsentrasi ekstrak dapat menyebabkan meningkatnya kandungan bahan aktif yang berfungsi sebagai antijamur, sehingga kemampuannya untuk mencegah pertumbuhan jamur juga semakin besar.

Pengukuran diameter zona bening yang terbentuk dilakukan untuk menentukan kekuatan daya hambat asap cair dan antracol terhadap pertumbuhan jamur patogen. Penentuan kategori

respon hambatan pertumbuhan menurut Puthera *et al.* (2013) dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori penghambatan pertumbuhan berdasarkan Puthera *et al.* (2007)

Diameter Zona Bening (Clear Zone Diameter)	Respon Hambatan Pertumbuhan (Growth Inhibition Response)
> 2 cm	Sangat Kuat (Very Strong)
1,6 - 2 cm	Kuat (Strong)
1 - 1,5 cm	Sedang (Medium)
< 1 cm	Lemah (Weak)

Berdasarkan hasil rata-rata diameter zona hambat (Tabel 1) dibandingkan dengan kategori respon hambatan koloninya dapat diketahui bahwa diameter zona hambat tertinggi terdapat pada konsentrasi 30% dengan nilai rerata sebesar 8,75 mm (*F. foetens*), 11,4 mm (*F. moniliforme*), dan 7,72 mm (*C. capsici*). Sedangkan diameter zona hambat terendah terdapat pada perlakuan pemberian antracol dengan nilai rerata sebesar 2,50 mm (*F. foetens*), 1,47 mm (*F. moniliforme*), dan pada konsentrasi 10% dengan nilai rerata sebesar 1,56 mm (*C. capsici*). Pada isolat jamur patogen *F. foetens*, konsentrasi perlakuan pemberian asap cair 10%, 20% dan 30%, serta pemberian antracol menunjukkan respon hambatan sangat kuat terhadap pertumbuhan koloni jamur. Pada isolat jamur patogen *F. moniliforme*, konsentrasi perlakuan pemberian asap cair 10%, 20% dan 30% menunjukkan respon hambatan sangat kuat terhadap pertumbuhan koloni jamur, sedangkan pada perlakuan pemberian antracol menunjukkan respon hambatan sedang terhadap pertumbuhan koloni jamur. Pada isolat jamur patogen *C. capsici*, konsentrasi perlakuan pemberian asap cair 20%, 30% dan pemberian antracol menunjukkan respon hambatan sangat kuat terhadap pertumbuhan koloni jamur, sedangkan pada perlakuan pemberian asap cair 10% menunjukkan respon hambatan sedang terhadap pertumbuhan koloni jamur.

Antracol 70 WP yang merupakan fungisida sintetis digunakan sebagai kontrol positif. Fungisida antracol mengandung senyawa

propineb dari kelompok dithiocarbamate dan hexamethylenetetramine (Andreas *et al.* 2018). Propineb sebagai senyawa aktif pada fungisida antracol dapat menghambat pertumbuhan jamur *F. foetens*, *F. moniliforme*, dan *C. capsici*. Hal ini menunjukkan bahwa antracol mampu mempengaruhi aktivitas jamur patogen sehingga pertumbuhannya terhambat. Menurut Wohel *et al.* (2022), propineb di dalam antracol secara signifikan dapat menekan penyakit rebah semai. Propineb mampu mempengaruhi aktivitas *Rhizoctonia solani* sehingga populasi berkurang dan melemahkan kemampuan patogen. Bahan aktif propineb bekerja sebagai agen pengkelat unsur yang dibutuhkan jamur sehingga jamur mengalami penghambatan pertumbuhan.

Zona hambat *F. foetens*, *F. moniliforme*, dan *C. capsici* yang dihasilkan oleh asap cair relatif lebih besar dibandingkan dengan antracol. Perlakuan antracol mampu menghambat pertumbuhan jamur tetapi hanya menghasilkan diameter yang berukuran kecil. Aisyah *et al.* (2013) menyatakan bahwa asap cair hasil tempurung kelapa mampu menghambat pertumbuhan koloni *Colletotrichum gloeosporoides* dan *Fusarium oxysporum* dengan daya hambat masing-masing sebesar 5,59-97,85% dan 6,06-94,97% pada konsentrasi antara 0,25-6,0%. Mugiastuti dan Manan (2009) melaporkan bahwa penggunaan asap cair dari kayu batang kelapa mempunyai kemampuan dalam menghambat pertumbuhan *Fusarium oxysporum* pada konsentrasi 3%. Baimark dan Niamsa (2009) mengungkapkan bahwa asap cair yang diperoleh dari tempurung kelapa, bambu, dan kayu eucalyptus memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan *Penicillium griseofulvum*. Menurut Oramahi *et al.* (2018), daya hambat asap cair terhadap pertumbuhan mikroorganisme sangat dipengaruhi oleh komponen kimia dan bahan baku sumber asap cair. Komponen kimia asap cair dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain suhu pirolisis dan komponen proksimat penyusun kayu sebagai bahan baku seperti selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Perbedaan komponen kimia asap cair terutama kandungan fenol dan asam diduga sangat mempengaruhi kemampuannya dalam menghambat pertumbuhan jamur.

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa asap cair dari tempurung kelapa dapat menghambat jamur patogen *F. foetens*, *F. moniliforme*, dan *C. capsici*, dengan konsentrasi terbaik pada 30 % dan nilai rerata zona hambat sebesar 8,75 mm (*F. foetens*), 11,4 mm (*F. moniliforme*), dan 7,72 mm (*C. capsici*).

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait uji efektivitas biofungisida asap cair tempurung kelapa terhadap jamur patogen pada tanaman dengan konsentrasi yang lebih tinggi dan memiliki daya hambat yang lebih kuat. Selain itu, perlu adanya uji antibakteri patogen tanaman dan jamur patogen lain untuk memperkuat potensi asap cair dari tempurung kelapa, sehingga asap cair tersebut dapat menjadi alternatif bagi petani.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Diponegoro selaku pemberi dana hibah pada penelitian ini, sehingga penelitian dapat diselesaikan.

KONTRIBUSI PENULIS

Ide, desain percobaan, dan pembimbingan utama dilakukan oleh SP; percobaan, perlakuan pengujian, pengumpulan data dilakukan oleh DM, MAR, NN; penulisan manuskrip oleh DM, MAR, NN, LHA, WAM; perbaikan dan finalisasi manuskrip dilakukan oleh WAM.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah I, Juli N, Pari G. 2013. Pemanfaatan asap cair tempurung kelapa untuk mengendalikan cendawan penyebab penyakit antraknosa dan layu *Fusarium* pada ketimun. *J Penelit Has Hutan*. 31(2):170–178. doi:<https://doi.org/10.20886/jphh.2013.31.2.170-178>.
- Alfiah RR, Khotimah S, Turnip M. 2015. Efektivitas ekstrak metanol daun sembung rambat (*Mikania micrantha* Kunth) terhadap pertumbuhan jamur *Candida albicans*. *Protobiont*. 4(1):52–57.

- <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jprb/article/view/8735>.
- Andreas B, Ekowati CN, Yulianty, Irawan B. 2018. Uji efektifitas ekstrak tumbuhan urang aring (*Eclipta alba* (L.) Hassk) terhadap pertumbuhan jamur *Colletotrichum* sp. penyebab penyakit antraknosa. *J Ilm Biol Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati*. 5(1):49–56. doi:<https://doi.org/10.23960/jbekh.v5i1.62>.
- Assidiq F, Rosahdi TD, Viera BEV. 2018. Pemanfaatan asap cair tempurung kelapa dalam pengawetan daging sapi. *al-Kimiya*. 5(1):34–41. doi:[10.15575/ak.v5i1.3723](https://doi.org/10.15575/ak.v5i1.3723).
- Baimark Y, Niamsa N. 2009. Study on wood vinegars for use as coagulating and antifungal agents on the production of natural rubber sheets. *Biomass and Bioenergy*. 33(6–7):994–998. doi:[10.1016/j.biombioe.2009.04.001](https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2009.04.001).
- Budijanto S, Hasbullah R, Prabawati S, Setyadjit, Sukarno, Zuraida I. 2008. Identifikasi dan uji keamanan asap cair tempurung kelapa untuk produk pangan. *J Pascapanen*. 5(1):32–40. doi:<https://dx.doi.org/10.21082/jpasca.v5n1.2008.32-40>.
- Jayanudin, Suhendi A, Uyun J, Supriatna AH. 2012. Pengaruh suhu pirolisis dan ukuran tempurung kelapa terhadap rendeman dan karakteristik asap cair sebagai pengawet alami. *Tek J Sains dan Teknol*. 8(1):46–55. doi:[10.36055/tjst.v9i1.6686](https://doi.org/10.36055/tjst.v9i1.6686).
- Leslie JF, Summerell BA. 2006. *The Fusarium Laboratory Manual*. First. USA: Blackwell Publishing Ltd. https://www.researchgate.net/publication/321385629_The_Fusarium_Laboratory_Manual/link/5a200114a6fdcc2dc2aeb879/download.
- Mahardhika WA, Lunggani AT, Rukmi I, Setiawan D, Ni'mah AB, Firdausa NA, Anggraeni DD. 2021. Characterization of filoplan and endophytic mold isolates *Avicennia marina* from mangrove area, Semarang. *J Biol Trop*. 21(2):593–599. doi:[10.29303/jbt.v21i2.2702](https://doi.org/10.29303/jbt.v21i2.2702).
- Melani D. 2020. Efektivitas asap cair terhadap *Colletotrichum capsici* pada tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.). *J AgroSainTa*. 4(2):85–96. doi:<https://doi.org/10.51589/ags.v4i2.4>.
- Mugiastuti E, Manan A. 2009. Pemanfaatan asap cair untuk mengendalikan *Fusarium oxysporum* dan *Meloidogyne* spp. *J Pembang Pedesaan*. 9(1):43–49. <http://jurnal.lppm.unsoed.ac.id/ojs/index.php/Pembangunan/article/view-File/153/152>.
- Mujim S. 2010. Pengaruh ekstrak rimpang jahe (*Zingiber Officinale* Rosc.) terhadap pertumbuhan *Pythium* sp. penyebab penyakit rebah kecambah mentimun secara in vitro. *J Hama dan Penyakit Tumbuh Trop*. 10(1):59–63. doi:<https://doi.org/10.23960/j.hptt.11059-63>.
- Ningsih H, Hastuti US, Listyorini D. 2016. Kajian antagonis *Trichoderma* spp. terhadap *Fusarium solani* penyebab penyakit layu pada daun cabai rawit (*Capsicum frutescens*) secara in vitro. *Proceeding Biol Educ Conf*. 13(1):814–817. <https://jurnal.uns.ac.id/prosbi/article/view/5922/5308>.
- Oramahi HA, P. Wardoyo ER, Kustiati K. 2018. Efikasi asap cair dari kayu bengkirai terhadap *Phytophthora citrophthora*. *J Perlindungan Tanam Indones*. 22(2):160–166. doi:[10.22146/jpti.33113](https://doi.org/10.22146/jpti.33113).
- Purwantisari S, Hastuti RB. 2009. Antagonisme jamur patogen *Phytophthora infestans* penyebab penyakit busuk daun dan umbi tanaman kentang dengan menggunakan *Trichoderma* spp. isolat lokal. *Bioma*. 11(1):24–32. <https://core.ac.uk/download/pdf/11703255.pdf>.
- Puthera AAMD, Agung IGN, Duniaji AS. 2013. Mempelajari pengaruh konsentrasi ekstrak rimpang lengkuas (*Alpinia galanga*) terhadap pertumbuhan *Aspergillus flavus* pada kacang tanah (*Arachis hypogaea* L.). 2(1). <https://ojs.unud.ac.id/index.php/itepa/article/view/8207/6138>.
- Rima PD, Samharinto, Budi IS. 2021. Uji kemampuan asap cair dari limbah padat kelapa sawit (*Elaeis guineensis* jacq.) untuk mengendalikan hama perusak daun sawi (*Brassica juncea*). *J Prot Tanam Trop*. 4(3):386–390. doi:<https://doi.org/10.20527/jppt.v4i3.904>.
- Saputra NA, Komarayati S, Gusmailina. 2021. Komponen kimia organik lima jenis asap cair. *J Penelit Has Hutan*. 39(1):39–54. doi:[10.20886/jphh.2021.39.1.39-54](https://doi.org/10.20886/jphh.2021.39.1.39-54).
- Suryanti IAP, Ramona Y, Proborini MW. 2013. Isolasi dan identifikasi jamur penyebab penyakit layu dan antagonisnya pada tanaman kentang yang dibudidayakan di Bedugul, Bali. *J Biol*. 17(2):37–41. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/bio/article/view/12065/8377>.
- Suyanti AP, Mariana, Rosa HO. 2020. Pengaruh pemberian beberapa ekstrak gulma lahan pasang surut dalam menghambat *Colletotrichum* sp. penyebab penyakit antraknosa pada buah cabai rawit. *Prot Tanam Trop*. 3(2):215–225. doi:<https://doi.org/10.20527/jppt.v3i2.414>.
- Syam NA, Tondok ET, Tarman K, Widodo. 2022. Penapisan cendawan laut sebagai agen pengendalian hayati *Colletotrichum acutatum* pada tanaman cabai. *J Fitopatol Indones*. 18(2):53–65. doi:[10.14692/jfi.18.2.53-65](https://doi.org/10.14692/jfi.18.2.53-65).

- Widodo, Hidayat SH. 2018. Identification of Colletotrichum species associated with chili antracnose in Indonesia by morphological characteristics and species-specific primers. *Asian J Plant Pathol*. 12(1):7–15. doi:10.3923/ajppaj.2018.7.15.
- Wohel CM, Kalay AM, Talahaturuson A. 2022. Efek perendaman benih dengan pupuk hayati terhadap pertumbuhan bibit dan serangan penyakit rebah semai pada tomat (*Solanum lycopersicum*). *J Agroekoteknologi*. 14(1):93–107. doi:http://dx.doi.org/10.33512/jur.agroekotetek.v14i1.15255.

