

POTENSI ASAP CAIR DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT TERHADAP PENYAKIT GUGUR DAUN PESTALOTIOPSIS PADA TANAMAN KARET DI LABORATORIUM

The Potential of Liquid Smoke Test from Oil Palm Empty Fruits Bunches to Pestalotiopsis Leaf Fall Disease on Rubber Plants at Laboratory

Devi Yani Indah SAHARA^{1*}, Irna SYOFIA¹, Hilda Syafitri DARWIS¹,
dan Cici Indriani DALIMUNTHE³

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara. Jalan Kapten Muchtar Basri No.3, Medan, Sumatera Utara

²Unit Riset Sungei Putih, Pusat Penelitian Karet. Galang, Deli Serdang, Sumatera Utara
³E-mail: devisahara579@gmail.com

Diterima : 4 Juni 2022 / Disetujui : 29 Agustus 2022

Abstract

Pestalotiopsis microspora causing rubber leaf fall disease is one of the limiting factors for rubber plant production. Rubber leaves that fall due to disease cause the plant canopy looks thin and loss of latex production of more than 30%. This research aims to determine the potential of the liquid smoke test of oil palm empty fruits bunches (EFB) in inhibiting the growth of *P. microspora*. This research was conducted *in vitro* with the poisoning food method using a non-factorial completely randomized trial design (CRD) consisting of five treatments and four replications, namely liquid smoke concentrations of 0%, 1%, 2%, 3%, and 4%. The variables observed were the diameter of the colony growth of *P. microspora*, the wet and dry weight of *P. microspora* isolate, and the effectiveness of liquid smoke inhibition against *P. microspora*. The results of the research were based on an analysis of variance and continued with a 1% honestly significant difference test (HSD) showing that the liquid smoke treatment significantly inhibited the growth of *P. microspora*. The liquid smoke treatment with a concentration of 3% was able to suppress the growth of *P. microspora* of more than 60% and even up to 100% in a concentration treatment of 4%.

Keywords: *Hevea brasiliensis*, anti-fungal, bio-oil, colony growth, liquid smoke

Abstrak

Pestalotiopsis microspora penyebab penyakit gugur daun pada tanaman karet menjadi salah satu faktor pembatas terhadap produksi tanaman karet. Daun karet yang gugur akibat penyakit ini menyebabkan tajuk tanaman menjadi tipis dan tanaman kehilangan produksi lateks lebih dari 30%. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi asap cair tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dalam menghambat pertumbuhan *P. microspora*. Penelitian ini dilakukan secara *in vitro* dengan metode peracunan media menggunakan rancangan percobaan acak lengkap (RAL) non-faktorial yang terdiri atas lima perlakuan dan empat ulangan, yaitu konsentrasi asap cair 0%, 1%, 2%, 3%, dan 4%. Peubah yang diamati adalah diameter koloni pertumbuhan *P. microspora*, berat basah dan berat kering isolat *P. microspora*, serta efektivitas daya hambat asap cair terhadap *P. microspora*. Hasil penelitian berdasarkan analisis ragam dan dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (BNJ) 1% menunjukkan bahwa perlakuan asap cair TKKS menghambat secara nyata pertumbuhan *P. microspora*. Perlakuan asap cair dengan konsentrasi 3% mampu menekan pertumbuhan *P. microspora* lebih dari 60%, bahkan sampai 100% pada perlakuan konsentrasi 4%.

Kata kunci: anti-fungi; *Hevea brasiliensis*; minyak nabati; pertumbuhan koloni

PENDAHULUAN

Produktivitas tanaman karet sangat dipengaruhi oleh kondisi perdaunan karena merupakan sumber bahan baku pembentuk karet alam. Penyakit gugur daun karet yang disebabkan oleh patogen *Pestalotiopsis microspora* menjadi salah satu penyebab produktivitas tanaman karet terganggu. Awalnya, penyakit ini ditemukan di Indonesia pada tahun 2016 di wilayah Sumatra Utara, kemudian menyebar ke Sumatra Selatan pada akhir tahun 2017 dan terus berlanjut hingga saat ini. *P. microspora* merupakan patogen tular udara yang penyebarannya sangat cepat, umumnya menyerang daun-daun tua pada semua klon dan semua umur tanaman. Kerugian yang terjadi akibat penyakit ini yaitu terjadinya penurunan produksi antara 25% hingga 30% tergantung pada tingkat keparahan penyakit. Kehilangan produksi setiap tahunnya karena kerusakan oleh penyakit gugur daun karet diperkirakan 5%-15% (Syamsafitri et al., 2021).

Pengendalian yang selama ini dilakukan untuk mengurangi tingkat keparahan penyakit akibat *P. microspora* adalah dengan pengabutan (*fogging*) menggunakan fungisida berbahan aktif heksakonazol. Febbiyanti et al. (2020) menyatakan bahwa aplikasi fungisida dengan kombinasi *fogging* dan semprot gawangan serta pemberian pupuk ekstra N dan K 25% akan berdampak pada kerapatan tajuk lebih dari 90% dan produksi naik berkisar 10 gram karet kering per pohon per sadap.

Upaya lainnya yang dapat dilakukan untuk pengendalian penyakit gugur daun *Pestalotiopsis* adalah menggunakan bahan alami yang berpotensi sebagai pestisida yaitu asap cair (*liquid smoke*) (Sari et al., 2018). Asap cair merupakan senyawa aktif yang memiliki kemampuan menghambat pertumbuhan mikroba (Aisyah et al. 2013). Asap cair yang juga dikenal dengan *bio-oil* merupakan cairan yang terbentuk sebagai hasil dari kondensasi atau pengembunan asap yang dihasilkan dari pirolisis kayu dan bahan lignoselulosa lainnya dalam proses pirolisis yang dilakukan secara anaerob (Kasim et al., 2015). Bahan baku yang dapat

dijadikan sebagai asap cair salah satunya yaitu tandan kosong kelapa sawit (TKKS). TKKS merupakan limbah industri pabrik kelapa sawit yang mempunyai berat mencapai 21%-23% dari total berat tandan buah segar (TBS).

Zat asap cair yang diidentifikasi dalam penelitian Sari et al. (2018) menggunakan GC - MS (*Gas Chromatography-Mass Spectrometry*) mendapatkan 20 senyawa dalam asap cair yang dihasilkan dari pirolisis tandan kosong kelapa sawit. Senyawa-senyawa yang kandungannya paling banyak terdapat pada asap cair TKKS adalah *ethylene glycol*, asam asetat, *butyrolactone*, fenol, *benzenesulfonic acid/carbamic acid*, dan aseton. Kandungan fenol dan asam asetat pada TKKS dapat berfungsi sebagai anti-fungi yang efektif menekan perkembangan mikroba (Aisyah et al., 2018). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menentukan potensi asap cair TKKS dalam menekan perkembangan *P. microspora* yang mengakibatkan penyakit gugur daun pada tanaman karet.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Proteksi, Unit Riset Sungei Putih, Pusat Penelitian Karet yang berlokasi di kecamatan Galang, Deli Serdang, Sumatra Utara pada bulan Juli sampai September 2021. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) non-faktorial yang terdiri atas lima perlakuan dan empat ulangan, dengan jenis perlakuan yang digunakan sebagai berikut:

P_0 = 100 ml agar-agar dekstrosa kentang (ADK) + 0% asap cair

P_1 = 99 ml ADK + 1% (1 ml) asap cair

P_2 = 98 ml ADK + 2% (2 ml) asap cair

P_3 = 97 ml ADK + 3% (3 ml) asap cair

P_4 = 96 ml ADK + 4% (4 ml) asap cair

Tahapan-tahapan kegiatan penelitian antara lain:

Pembuatan Asap Cair

Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang kering dipotong dengan panjang sekitar 4-5 cm, kemudian dimasukkan dalam

reaktor pirolisator dan tabung ditutup rapat lalu dilakukan pembakaran selama satu jam. Asap yang keluar dipastikan melalui pipa besi yang terhubung ke tabung pendingin (kondensor). Asap yang mengalir melalui selang dalam tabung kondensor akan mengalami proses kondensasi yang kemudian menghasilkan asap cair sebanyak 120 ml. Hasil asap cair terlebih dahulu diendapkan selama 24 jam untuk memisahkan asap cair dan tar (Lististio, 2020). Pengendapan selama satu malam perlu dilakukan karena dalam kandungan asap cair yang dihasilkan masih terdapat komponen tar dan *polisiklik aromatik hidrokarbon* (PAH) yang berbahaya (Kresnawaty et al., 2017)

Uji pada Media Agar Dekstrosa Kentang

Pengujian dilakukan secara aseptik menggunakan *laminar air flow*. Media ADK dimasukkan ke dalam tabung erlenmeyer, lalu masing-masing ditambahkan asap cair sesuai jenis perlakuan (Lististio, 2020). Media yang telah disiapkan dan dituang dalam cawan petri didiamkan hingga membeku. Koloni biakan isolat murni patogen *P. microspora* dicetak dengan bor gabus (*cork borer*) berdiameter 0,5 cm dan diinokulasi pada masing-masing cawan petri yang berisi media sesuai jenis perlakuan (Yanti et al., 2017). Peubah yang diamati antara lain:

- a. Diameter pertumbuhan miselium patogen (mm)
Pengukuran diameter pertumbuhan koloni patogen di dalam cawan petri menggunakan alat jangka sorong dengan interval pengamatan 2, 4, 6, dan 8 hari setelah inokulasi (hsi).
- b. Persentase penghambatan (%)
Persentase penghambatan asap cair TKKS terhadap pertumbuhan *P. microspora* dihitung menggunakan rumus sebagai berikut: (Alfizar et al., 2013)

$$PI = \frac{a-b}{a} \times 100\% \quad (1)$$

Keterangan:

PI = persentase penghambatan (%)

a = diameter koloni pada kontrol (mm)

b = diameter koloni pada masing-masing perlakuan (mm)

Pengaruh Asap Cair terhadap Pertumbuhan *P. microspora* pada Media Cair

Pengujian dilakukan pada media cair dekstrosa kentang sebanyak 75 ml pada setiap gelas kaca (Toy dan Puspita, 2019). Asap cair ditambahkan ke dalam media cair dekstrosa kentang kaca sesuai konsentrasi perlakuan yaitu 0 ml, 1 ml, 2 ml, 3 ml, dan 4 ml. Setelah itu, miselium patogen *P. microspora* berukuran diameter 5 mm diinokulasi pada masing-masing gelas kaca berisi media cair, kemudian digoncang selama 7 hari (Widhyastuti, 2007). Adapun peubah yang diamati sebagai berikut:

- a. Bobot basah (gram) isolat *P. microspora*
Bobot basah dihitung pada 7 hsi. Perhitungan dilakukan dengan menyaring media cair menggunakan kertas saring Whatman No 40 hingga air atau komponen cairannya habis, lalu ditimbang bobot cendawan yang tertinggal pada kertas saring menggunakan timbangan analitik.
- b. Bobot kering (gram) isolat *P. microspora*
Bobot kering dihitung setelah dilakukan pengamatan bobot basah. Endapan cendawan hasil perhitungan bobot basah dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 40°C selama 2 hari, kemudian ditimbang kembali bobot cendawan.
- c. Persentase penghambatan (%)
Persentase penghambatan asap cair TKKS terhadap pertumbuhan koloni *P. microspora* pada media cair dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut: (Alfizar et al., 2013)

$$PI = \frac{a-b}{a} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

PI = persentase penghambatan (%)

a = bobot kering koloni *P. microspora* pada kontrol (mm)

b = bobot kering koloni *P. microspora* pada setiap perlakuan (mm)

Data hasil pengamatan dianalisis dengan analisa sidik ragam dilanjutkan dengan uji beda nyata jujur (Tukey) pada tingkat kesalahan 1%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Asap Cair terhadap Diameter Koloni *Pestalotiopsis microspora*

Asap cair yang berasal dari TKKS mampu menekan pertumbuhan koloni *P. microspora* secara *in vitro*. Hal ini terlihat dari diameter koloni *P. microspora* yang bervariasi pada setiap perlakuan. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa

perlakuan asap cair TKKS memiliki perbedaan yang sangat nyata terhadap penekanan diameter koloni *P. microspora* pada pengamatan 2, 4, 6, dan 8 hari setelah inokulasi (hsi) (Tabel 1). Asap cair yang diberikan pada media ADK dengan konsentrasi yang berbeda menunjukkan diameter koloni *P. microspora* yang berbeda pada setiap konsentrasi, dimana semakin tinggi konsentrasi maka diameter koloni *P. microspora* semakin terhambat.

Tabel 1. Pengaruh diameter pertumbuhan koloni *P. microspora* terhadap asap cair TKKS
Table 1. Effect of the diameter of *P. microspora* colony growth against liquid smoke of oil palm empty fruits bunches

| Perlakuan Treatment | Hari setelah inokulasi (mm) Days after inoculation (mm) | | | |
|---------------------------|--|----------|-----------|-----------|
| | 2 | 4 | 6 | 8 |
| Kontrol (tanpa asap cair) | 22,46 c | 48,01 e | 69,51 e | 82,49 e |
| Asap cair 1% | 13,86 b | 35,77 de | 54,02 de | 70,12 de |
| Asap cair 2% | 0,00 a | 14,31 c | 33,39 cde | 50,76 cde |
| Asap cair 3% | 0,00 a | 7,93 bc | 18,66 bc | 32,09 bcd |
| Asap cair 4% | 0,00 a | 0,00 a | 0,00 a | 0,00 a |

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji beda nyata jujur (BNJ) 1%. Hasil uji beda rata-rata menggunakan data yang telah di transformasi dengan $\sqrt{y+0,5}$

Remark: the number followed by the letters that are not the same in the same column is significantly different according to the 1% honest real difference test (HSD). The results of the average difference test using the data that has been transformed with $\sqrt{y+0,5}$

Observasi pada 2 hsi terlihat koloni *P. microspora* pada perlakuan kontrol (tanpa asap cair) sudah berkembang sangat nyata bila dibandingkan dengan adanya perlakuan asap cair. Pada pengamatan 4, 6, dan 8 hsi terlihat diameter pertumbuhan patogen pada perlakuan kontrol tidak berbeda nyata dengan perlakuan asap cair pada konsentrasi 1%, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan asap cair konsentrasi 3% mampu menekan perkembangan *P. microspora* lebih dari 50%, bahkan pada perlakuan asap cair konsentrasi 4% patogen tidak dapat berkembang (Gambar 1). Asap cair mengandung senyawa fenolik yang memiliki peran aktif sebagai anti mikroba (Wildan et al., 2021). Karseno et al. (2002) mengungkapkan bahwa asap cair mengandung senyawa fenolik (fenol, kresol, guaiakol) serta asam (asam asetat dan asam propionat). Fenolik dan asam merupakan senyawa yang bersifat antimikroba.

Penambahan asap cair dengan konsentrasi 4% menyebabkan tidak berkembangnya *P. microspora* karena semakin tinggi kandungan fenol dan asam pada asap cair, maka semakin tinggi kemampuannya dalam menekan perkembangan patogen pada media agar yang mengandung senyawa tersebut.

Efektifitas Daya Hambat Asap Cair TKKS terhadap *P. microspora* secara *in Vitro*

Hasil pengamatan pada 8 hsi terlihat bahwa rata-rata persentase efektifitas daya hambat (EDH) pada perlakuan kontrol (tanpa asap cair), asap cair konsentrasi 1%, 2%, 3%, dan 4% berturut-turut sebesar 0%; 15,19%; 38,28%; 61,03%; dan 100% (Tabel 2). Perlakuan asap cair dengan konsentrasi 4% menunjukkan daya hambat tertinggi dan hal ini berbeda nyata dengan perlakuan konsentrasi 0%, 1%, dan 2%, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan

Tabel 2. Efektivitas daya hambat asap cair TKKS terhadap *P. microspora*
 Table 2. Effectiveness of inhibition of liquid smoke of oil palm empty fruit bunches against *P. microspora*

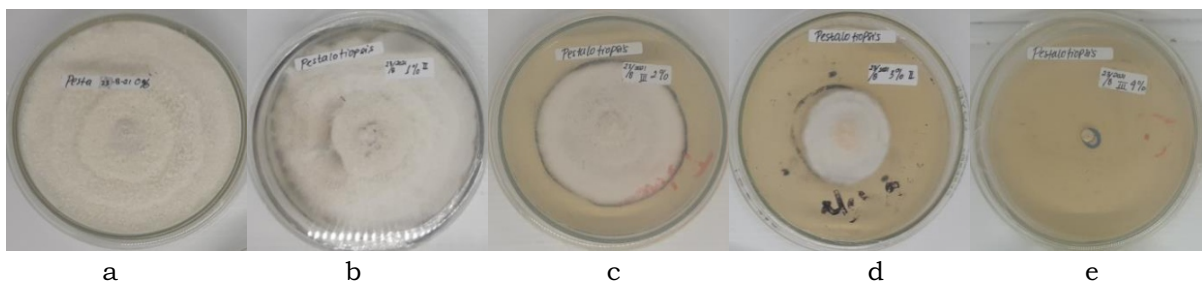
| Perlakuan <i>Treatment</i> | Persentase penghambatan pada hari setelah inokulasi <i>Inhibition percentage on days after inoculation</i> | | | |
|-------------------------------|---|----------|----------|----------|
| | 2 | 4 | 6 | 8 |
| Kontrol | 0,00 c | 0,00 e | 0,00 e | 0,00 e |
| Asap cair 1% | 37,84 b | 25,75 d | 22,33 d | 15,19 cd |
| Asap cair 2% | 100,00 a | 70,09 bc | 51,88 bc | 38,28 bc |
| Asap cair 3% | 100,00 a | 83,80 ab | 73,31 b | 61,03 ab |
| Asap cair 4% | 100,00 a | 100,00 a | 100,00 a | 100,00 a |

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom yang sama berbeda nyata menurut uji beda nyata jujur (BNJ) 1%. Hasil uji beda rata-rata menggunakan data yang telah di transformasi dengan $\sqrt{y+0,5}$

Remark: the number followed by the letters that are not the same in the same column is significantly different according to the 1% honest real difference test (HSD). The results of the average difference test using the data that has been transformed with $\sqrt{y+0,5}$

konsentrasi 3%. Penghambatan ini dapat terjadi karena kandungan senyawa dalam asap cair TKKS memiliki kandungan bahan aktif fenolik dan asam asetat yang berfungsi sebagai anti-fungi (Aisyah et al., 2018).

Hasil pengamatan pada media ADK yang telah diberikan perlakuan asap cair pada konsentrasi yang berbeda menunjukkan bahwa perkembangan *P. microspora* terhambat (Gambar 2). Semakin tinggi konsentrasi asap cair yang



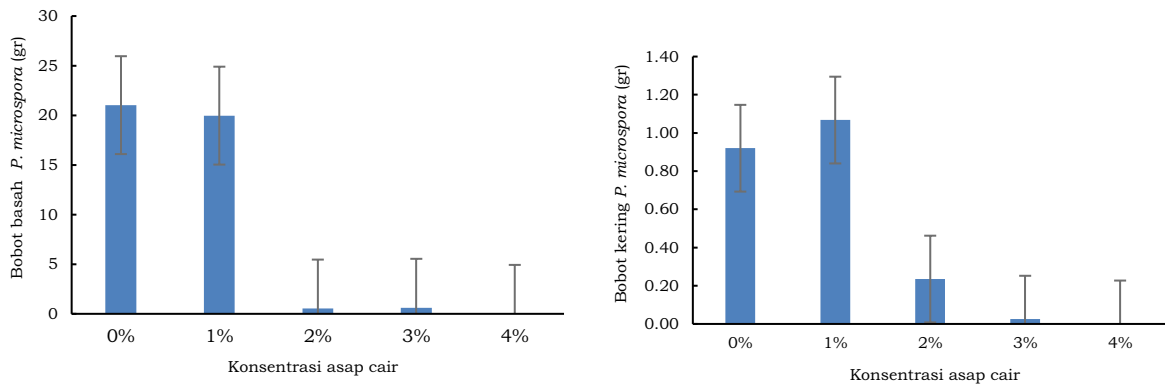
Gambar 1. Pertumbuhan *P. microspora* pada konsentrasi asap cair: (a) 0%, (b) 1%, (c) 2%, (d) 3%, dan (e) 4%

Figure 1. The growth of *P. microspora* at liquid smoke concentration: (a) 0%, (b) 1%, (c) 2%, (d) 3%, and (e) 4%

diberikan pada media ADK, maka semakin kecil luas pertumbuhan isolat *P. microspora* yang berarti semakin tinggi persentase penghambatan asap cair TKKS. Penghambatan ini dapat terjadi karena kandungan senyawa dalam asap cair berupa alkohol, fenol, aldehid, dan asam lainnya.

Bobot Basah dan Bobot Kering *P. microspora*

Kemampuan asap cair dalam menghambat pertumbuhan *Pestalotiopsis* selain ditunjukkan oleh pertumbuhan diameter koloninya juga terlihat pada bobot



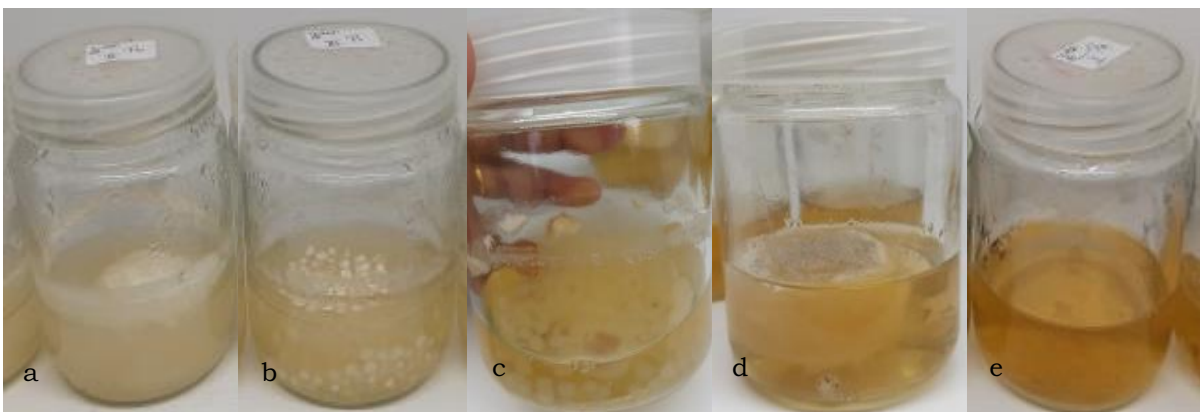
Gambar 2. Pengaruh asap cair terhadap bobot basah dan kering *P. microspora* pada 7 hsi
 Figure 2. The effect of liquid smoke on the wet and dry weight of *P. microspora* at 7 days after inoculation (dai)

basah dan kering dari miselium *P. microspora* yang dipanen. Perlakuan asap cair TKKS berpengaruh sangat nyata dalam menekan bobot basah dan bobot kering miselium *P. microspora* pada hari ke-7 pada konsentrasi asap cair 2%, 3%, dan 4% (Gambar 2).

rata-rata bobot basah konsentrasi 2% mencapai 0,54 gram dan konsentrasi 3% sebesar 0,61 gram, dengan rata-rata berat kering masing-masing sebesar 0,24 gram dan 0,03 gram. Perlakuan asap cair konsentrasi 4% menunjukkan berat basah dan berat kering 0,00 gram.

Pada perlakuan kontrol (tanpa asap cair) memiliki rata-rata bobot basah *P. microspora* sebesar 21,03 gram dan bobot kering 0,92 gram. Hal ini menunjukkan perbedaan yang tidak nyata dengan perlakuan asap cair konsentrasi 1% dimana rata-rata bobot basah sebesar 19,97 gram, sedangkan bobot kering sebesar 1,07 gram. Kedua perlakuan tersebut menunjukkan perbedaan yang nyata dengan perlakuan asap cair konsentrasi 2% dan 3%, dimana

Pada hari ke tujuh setelah inokulasi, terlihat adanya lapisan benang atau gumpalan berwarna putih yang terlihat pada saat kondisi statis (Gambar 3). Semakin tinggi konsentrasi asap cair yang diaplikasikan, maka penghambatan terhadap perkembangan patogen akan semakin tinggi. Hal ini terjadi karena konsentrasi senyawa fenolik yang bersifat antioksidan juga lebih tinggi. Oramahi et al., (2010) mengungkapkan bahwa komponen



Gambar 3. Media cair pertumbuhan *P. microspora* pada konsentrasi asap cair: a. 0%, b. 1%, c. 2%, d. 3%, dan e. 4%
 Figure 3. The liquid media for the growth of *P. microspora* on liquid smoke concentration: a. 0%, b. 1%, c. 2%, d. 3%, and e. 4%

aktivitas senyawa anti mikroba fenolik menggabungkan respons dengan lapisan sel yang menyebabkan perluasan pori-pori lapisan sel, kehilangan substansi sel, dan penghancuran fungsional. Selain itu, asam juga memainkan peran yang sama dengan zat fenoliknya yang bertindak sebagai agen anti fungi.

KESIMPULAN

Asap cair asal TKKS memiliki potensi untuk mengendalikan penyakit gugur daun *Pestalotiopsis* pada tanaman karet secara *in vitro*. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini dapat diuji lebih lanjut pada skala lapangan untuk menentukan konsentrasi minimum yang tepat untuk menghambat perkembangan penyakit gugur daun *Pestalotiopsis* pada tanaman karet.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, I., Giyanto, Sinaga, M. S., Nawangsih, A. A., & Pari, G. (2018). Uji *in vitro* asap cair terhadap *Ralstonia syzygii* sub *celebesensis* penyebab penyakit darah pada pisang. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 14(4): 145–151.
- Aisyah, I., Juli, N., & Pari, G. (2013). Pemanfaatan asap cair tempurung kelapa untuk mengendalikan cendawan penyebab penyakit antraknosa dan layu fusarium pada ketimun. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 31(2): 170-178.
- Alfizar, Marlina, & Susanti, F. (2013). Kemampuan antagonis *Trichoderma microspora* terhadap beberapa jamur patogen *in vitro*. *Jurnal Floratek*, 8: 45-51.
- Febbiyanti, T. R., Tistama R., & Stevanus, C. T. (2020). Peranan pupuk dan fungisida terhadap pemulihan tajuk akibat penyakit gugur daun *Pestalotiopsis* pada klon GT 1 di Kebun Percobaan Pusat Penelitian Karet Sembawa. *Jurnal Penelitian Karet*, 38 (2) . D o i : 10.22302/ppk.jpk.v2i38.750.
- Karseno, Darmadji P., & Rahayu K. (2002). Daya hambat asap cair karet terhadap bakteri pengkontaminasi lateks dan *ribbed smoke sheet*. *Agritech*, 21(1): 10–15. Doi: 10.22146/agritech.13639.
- Kasim, F., Fitrah, A. N., & Hambali, E. (2015). Aplikasi asap cair pada lateks. *Penelitian dan Aplikasi Sistem dan Teknik Industri*, 9(1): 28-34.
- Kresnawaty, I., Putra, S. M., Budiani, A., & Darmono, T. W. (2017). Konversi tandan kosong kelapa sawit (TKKS) menjadi arang hayati dan asap cair. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 14(3): 171-179.
- Lististio, D. (2020). Uji efektivitas asap cair tandan kosong kelapa sawit untuk mengendalikan *Ganoderma boninense* dan *Curvularia microspora* secara *in vitro* [skripsi]. Riau: Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Oramahi, H. A., Diba, F., & Wahdina. (2010). Efikasi Asap cair dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dalam penekanan perkembangan jamur *Aspergillus niger*. *Jurnal HPT Tropika*, 10(2): 146-153.
- Sari, Y. P., Samharianto, & Langai, B. F. (2018). Penggunaan asap cair tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebagai pestisida nabati untuk mengendalikan hama perusak daun tanaman sawi (*Brassica juncea* L.). *Jurnal Enviro Scientiae*, 14: 272-284.
- Syamsafitri, S., Aldywaridha, A., & Siregar, M. (2021). Uji efektifitas fungisida anvil 50 SC terhadap patogen penyakit gugur daun (*Pestalotiopsis microspora*) tanaman karet (*Hevea brasiliensis*) asal isolat kebun Batang Toru dan Bandar Betsy. *Agriland: Jurnal Ilmu Pertanian*, 9(3): 146-152.
- Toy, B. A. I., & Puspita, D. (2019). Media cair sebagai media pertumbuhan jamur akar putih (*Rigidoporus microporus*). *Jurnal Biosains dan Edukasi*, 1(1).

- Widhyastuti, N. (2007). Produksi kitinase ekstraseluler *Aspergillus rugulosus* 501 secara optimal pada media cair. Cibinong: Pusat Penelitian Biologi, LIPI.
- Wildan, M. K., Suryaminarsih, P., & Purnawati, A. (2021). Potensi asap cair tempurung kelapa untuk mengendalikan penyakit layu fusarium pada tanaman cabai merah (*Capsicum annum* L.) *in vivo*. *Prosiding Seminar Nasional Agroteknologi*. Surabaya: UPN Veteran Jawa Timur.
- Yanti, S. N., Lubis, L., Safni, I., & Dalimunthe, C. I. (2017). Uji antagonis tanaman bangun-bangun (*Plectranthus amboinicus* L.) sebagai fungisida nabati terhadap jamur akar putih (*Rigidoporus microporus* S.) di laboratorium dan di lapangan. *Jurnal Agroekoteknologi*, 5(2): 484-495.