

# Patogenisitas Cendawan Penyebab Penyakit Daun Pada Sengon Di Persemaian Permanen Dramaga Bogor

## (Fungus Pathogenicity Causing Leaf Disease on Sengon in Dramaga Bogor Permanent Nursery)

Muhammad Alam Firmansyah\*, Diah Ayu Pramudha Wardhani

(Diterima April 2023/Disetujui Januari 2024)

### ABSTRAK

Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) adalah spesies pohon yang tumbuh cepat dan kayunya mudah didapat karena telah banyak dibudidayakan di Indonesia. Perbanyak tanaman sengon diupayakan melalui kegiatan pembibitan di persemaian. Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi cendawan penyebab penyakit daun pada tanaman sengon, serta menghitung luas dan intensitas serangan cendawan penyebab penyakit daun pada sengon di Persemaian Permanen Dramaga Bogor. Penelitian terdiri atas rangkaian uji patogenisitas, meliputi pengamatan lapangan, postulat Koch, dan identifikasi jenis cendawan. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial. Gejala penyakit yang ditemukan pada daun sengon umur sekitar 2 bulan yang ada di lokasi pengamatan adalah penyakit gugur daun, bercak daun, dan hawar daun. Hasil identifikasi cendawan penyebab gugur daun adalah *Rhizoctonia* sp., cendawan penyebab bercak daun adalah *Colletotrichum* sp., dan cendawan penyebab hawar daun adalah *Fusarium* sp.. *Fusarium* sp. menghasilkan persentase serangan tertinggi dengan luas serangan 67% dan intensitas serangan 57%.

Kata kunci: isolat, penyakit, patogen, postulat Koch

### ABSTRACT

Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) is a fast-growing tree species, and its wood is readily available because it has been widely cultivated in Indonesia. Efforts to propagate sengon plants are carried out through breeding activities in the nursery. The study aimed to identify the fungus that causes leaf disease on sengon plants and calculate the extent and intensity of attacks by the fungus that causes leaf disease on sengon in the Dramaga Bogor Permanent Nursery. This research consisted of pathogenicity test activities, including field observations, Koch's postulates, and the identification of fungal species. The study used a Completely Randomized Factorial Design. The disease symptoms found around 2 months of sengon leaves at the observation site were leaf fall, leaf spot, and leaf blight. The identified fungus that caused leaf fall was *Rhizoctonia* sp. The fungus that caused leaf spots was *Colletotrichum* sp., and the fungus that caused leaf blight was *Fusarium* sp. *Fusarium* sp. resulted in the highest percentage of attacks, with a disease incidence of 67% and a disease severity of 57%.

Keywords: diseases, isolates, Koch's postulates, pathogen

### PENDAHULUAN

Sengon berpotensi besar karena bernilai ekonomi dan ekologi yang tinggi (Dayadi 2021). Sengon dapat dimanfaatkan batang, daun, ranting, akar, bunga, kayu, buah, dan kulit kayunya. Kayunya cocok digunakan sebagai bahan baku industri seperti venir, kayu lapis, dan pulp (Kandari *et al.* 2020). Tanaman sengon diperbanyak melalui pembibitan di persemaian.

Hamdie *et al.* (2021) menyatakan bahwa permintaan kayu sengon yang tinggi menyebabkan permintaan bibit juga semakin meningkat karena berkembangnya luas tanam, khususnya hutan tanaman industri dan hutan rakyat. Krisdayani *et al.* (2020) menambahkan bahwa untuk mendapatkan

Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

\* Penulis Korespondensi: Email: [alam@apps.ipb.ac.id](mailto:alam@apps.ipb.ac.id)

pohon sengon yang berkualitas, diperlukan bibit yang berkualitas baik pula. Serangan penyakit merupakan faktor pembatas dalam budi daya tanaman ini. Menurut Istikorini dan Sari (2020), serangan penyakit umumnya terjadi pada bibit berumur 2 minggu hingga 5 bulan. Hal ini karena bibit yang lebih muda masih dalam fase perkembangan awal sehingga dinding sel belum cukup kuat melawan infeksi penyakit. Azwin *et al.* (2022) menambahkan bahwa kondisi lingkungan di persemaian seperti suhu, kelembapan, dan curah hujan akan mendukung pertumbuhan cendawan penyebab penyakit. Penyebaran penyakit juga dapat melalui angin, air, serangga, dan manusia.

Serangan penyakit dapat ditemukan di persemaian dan di lapangan. Naemah dan Susilawati (2015) melaporkan bahwa serangan cendawan penyebab penyakit yang dihitung menggunakan parameter intensitas serangan penyakit terhadap produksi bibit sengon dapat mencapai 71,55%. Penyakit pada daun sengon di antaranya ialah gugur daun, bercak, dan

havar daun yang dapat menyebabkan vigoritas tanaman terganggu. Penyakit tersebut menghambat pertumbuhan tanaman karena dapat mengganggu proses fotosintesis, dan pada tahap serangan yang lebih parah dapat mematikan tanaman (Firmansyah & Alfarsi 2016). Keberadaan penyakit tersebut memengaruhi kualitas bibit yang dihasilkan sehingga perlu diidentifikasi cendawan penyebab penyakit daun sengan dan penghitung luas serta intensitas serangannya.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Persemaian Permanen Dramaga Bogor, Laboratorium Patologi Hutan, dan Rumah Paranet Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor, pada bulan Januari–Mei 2022.

### Alat dan Bahan

Pada penelitian ini, digunakan sejumlah alat utama seperti autoklaf, oven, laminar air flow, dan mikroskop, yang semuanya penting untuk proses pengamatan dan analisis. Bahan-bahan yang terlibat meliputi bibit sengan, inokulum patogen, karborundum, serta berbagai jenis media seperti *potato dextrose broth* (PDB), *potato dextrose agar* (PDA), dan water agar. Selain itu, digunakan juga bahan kimia seperti alkohol 70% dan biru laktofenol, yang merupakan bagian penting dalam prosedur penelitian.

### Pengamatan di Lapangan

Gejala penyakit diamati pada bibit sengan umur  $\pm 2$  bulan setelah disapih. Gejala penyakit yang diamati ialah gugur daun, bercak, dan havar daun. Bibit yang memiliki gejala penyakit dipisahkan, kemudian diamati di Laboratorium Patologi Hutan.

### Isolasi Sampel Tanaman Sakit dan Pemurnian Isolat

Isolasi dimaksudkan untuk memisahkan mikroba tertentu dari inang, yang akan ditumbuhkan pada media buatan. Sampel daun dengan ukuran  $\pm 0,5$  cm diisolasi dengan memotong bagian daun yang sehat dan sakit. Daun dipotong  $\pm 5$  mm di antara bagian yang terserang dan sehat, kemudian potongan daun direndam dalam alkohol 70% selama 2 menit dan dibilas dengan air steril sebanyak 3 kali (Istikorini & Sari 2020). Sampel kemudian dikeringkan menggunakan kertas saring steril.

Potongan daun yang sudah steril diletakkan pada media PDA dan diinkubasi selama  $\pm 7$  hari. PDA tersusun dari bahan alami berupa kentang, dekstrosa, agar-agar, dan akuades. Ketiga komponen tersebut sangat diperlukan untuk pertumbuhan dan perkembangan mikroorganisme, terutama jamur (Wantini & Octavia 2018). Berdasarkan temuan Addawiyah *et al.*

(2019), pertumbuhan jamur pada media PDA dengan mengatur media pada pH 4,5–5,6 merupakan cara untuk menghindari kontaminasi bakteri sehingga menghambat pertumbuhan bakteri yang memerlukan lingkungan netral.

Hasil isolasi diamati selama 7 hari, kemudian dilanjutkan ke tahap pemurnian, yakni untuk memisahkan setiap koloni yang tumbuh dari hasil isolasi ke media yang baru. Miselium yang tumbuh dimurnikan dan diperbanyak menggunakan media PDA. Pertumbuhan isolat diukur melalui diameternya (Ramdhania *et al.* 2015).

### Penyiapan Sumber Inokulum

Sumber inokulum yang digunakan berasal dari isolat murni yang ditumbuhkan pada media PDA selama  $\pm 7$  hari, kemudian dibiakkan di dalam media PDB hingga  $\pm 15$  hari. Setelah itu, isolat diaduk menggunakan blender agar tercampur rata. Selanjutnya, isolat dioleskan ke seluruh permukaan daun menggunakan *cotton bud*.

### Pengujian

Percobaan ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF) dengan 2 faktor, yaitu pelukaan dan penggunaan jenis isolat berbeda. Faktor jenis isolat terdiri atas 4 taraf, yaitu kontrol, isolat dari gejala gugur daun, isolat dari gejala bercak daun, dan isolat dari gejala havar daun. Faktor pelukaan terdiri atas 2 taraf, yaitu tanpa dilukai (T) dan dilukai (L).

### Uji Postulat Koch

Uji ini bertujuan membuktikan bahwa isolat yang diuji adalah agen penyebab gejala penyakit yang diamati di lapangan. Postulat Koch terdiri atas isolasi, inokulasi, reisolasi, dan identifikasi patogen yang menyerang suatu organisme (Herliyana *et al.* 2020). Inokulasi dikerjakan pada sore hari karena cendawan memerlukan kondisi ideal untuk proses inokulasi seperti suhu rendah, kelembapan tinggi, dan minim cahaya matahari. Semua unit percobaan diacak dengan setiap perlakuan sebanyak 4 ulangan, sehingga jumlah semua percobaan adalah 32 bibit. Jarak peletakan antarbibit  $\pm 15$  cm untuk mempermudah pengamatan.

Bibit disiram setiap hari di Rumah Paranet. Pengamatan dimulai dari saat inokulasi patogen hingga timbulnya gejala pertama, sebagai informasi tambahan untuk menentukan kategori ketahanan tanaman dengan parameter intensitas serangan. Pengamatan dimulai 3 hari setelah inokulasi sesuai dengan prosedur Latifahani *et al.* (2014).

Pelukaan dilakukan menggunakan serbuk karborundum, kemudian dioles dengan isolat yang telah dibiakkan pada media PDB menggunakan *cotton bud*. Pengamatan dikerjakan hingga salah satu unit pengamatan tidak dapat diamati atau jumlah anak daun sudah gugur semua. Bagian tanaman yang

menunjukkan gejala direisolasi ke media PDA dan dibandingkan dengan hasil isolasi.

### Identifikasi

Isolat diidentifikasi menggunakan metode *riddle* (Firmansyah & Yowono 2022). Isolat yang akan diidentifikasi ditumbuhkan dahulu pada media PDA dan *water agar*. Pertumbuhan pada kedua media tersebut akan menghasilkan anatomi cendawan yang berbeda, yang dapat mempermudah identifikasi. Perkembangan diamati pada hari ke-5, 10, 15, dan 20 untuk memastikan bahwa struktur cendawan telah tumbuh sempurna. Warna koloni diamati secara makroskopis dengan melihat warna koloni dan karakteristik sklerotium, serta secara mikroskopis untuk mengamati ciri seksual dan aseksualnya. Identifikasi didasarkan pada buku Watanabe (2002) dan referensi pendukung lainnya.

### Uji Patogenisitas

Metode yang digunakan dalam uji patogenisitas ini mengikuti prinsip-prinsip uji Postulat Koch. Uji patogenisitas bertujuan mengukur kemampuan patogen dalam menyebabkan penyakit. Parameter yang diamati adalah luas serangan dan intensitas serangan (Ruliyanti & Majid 2020).

Rumus luas serangan (I):

$$I = n/N \times 100\%$$

Keterangan:

I = Insidensi penyakit/ (persentase kejadian penyakit)

n = Jumlah tanaman yang terserang

N = Jumlah semua tanaman yang diamati

Rumus intensitas serangan:

$$KP = \frac{\sum (ni.vi)}{V.N} \times 100\%$$

Keterangan:

KP = Tingkat keparahan penyakit (luas serangan)

ni = Jumlah daun setiap kategori serangan ke-*i*

vi = Nilai skala tiap kategori serangan ke-*i*

V = Nilai skala kategori tertinggi

N = Jumlah daun yang diamati

Data dikumpulkan setiap 3 hari sampai hari ke-9 untuk melihat perkembangan serangan gejala penyakit sebab daun sudah rontok dan tidak dapat diamati. Analisis statistik untuk penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial (RALF).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Gejala Penyakit Daun

Gejala penyakit di persemaian adalah gugur daun, bercak, dan hawar daun (Gambar 1). Gejala berkembang di semua daun dan menyebar ke bibit lain hingga pada tahap lanjut yang menyebabkan kematian. Gejala gugur daun diawali dengan perubahan warna menjadi kuning atau jingga. Menurut Alchemi & Jamin (2022), penyakit gugur daun memiliki ciri-ciri berupa bercak yang bulat tidak beraturan yang menyebar di permukaan daun dan serangan lebih lanjut menyebabkan gugurnya daun.

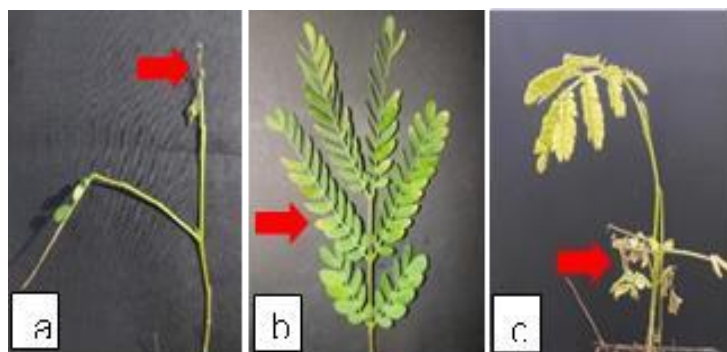
Gejala bercak daun yang ditemukan berupa bercak berwarna cokelat berbentuk lingkaran kecil yang kelamaan bertambah besar dan menyebabkan daun rontok. Muliya *et al.* (2021) menjelaskan bahwa jika intensitasnya tinggi, daun dapat berlubang di daerah bercak, atau jika bercak melebar maka akan mati sebelum waktunya.

Gejala hawar daun yang ditemukan di lapangan ialah daun berubah warna menjadi abu-abu kehitaman. Gejala pada bibit sengon diawali dari ujung anak daun kemudian menyebar ke seluruh bagian daun dan warnanya akan menyatu pada seluruh permukaan daun, lalu menjadi kering dan rapuh, yang kemudian menyebar juga ke bibit lainnya (Syifaudin *et al.* 2022, Rusae *et al.* 2015).

Daun merupakan komponen penting yang berperan dalam pertumbuhan bibit. Mahdiannoor *et al.* (2018) menambahkan bahwa pertambahan tinggi bibit erat kaitannya dengan pertambahan jumlah daun. Oleh karena itu, keberadaan cendawan yang menyerang daun akan mengakibatkan kematian bibit.

### Isolat Murni

Pemurnian isolat menghasilkan 24 kultur murni, kemudian dipilih satu isolat dari setiap gejala penyakit yang pertumbuhan diameternya cepat (Gambar 2).



Gambar 1 Panah merah menunjukkan gejala penyakit pada sengon. (a) gugur daun, (b) bercak daun, dan (c) hawar daun.

Menurut Wang (2017), cendawan yang berpotensi menyebabkan penyakit cenderung tumbuh cepat.

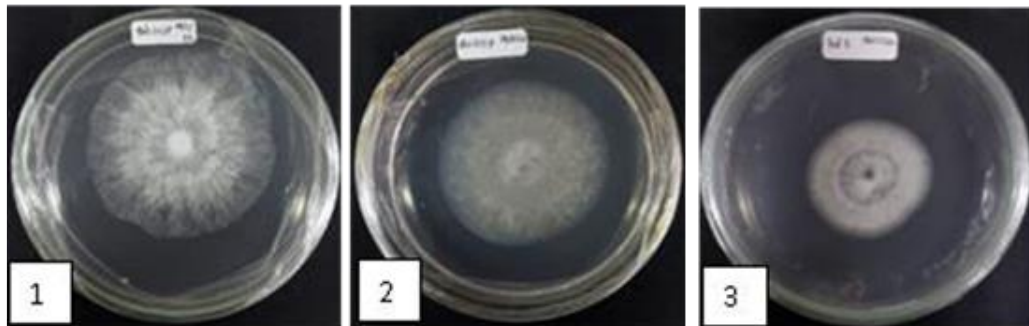
Koloni cendawan dicirikan berdasarkan warna, bentuk, ketebalan, dan tepi. Isolat 1 memiliki ciri koloni berwarna putih, bentuk lingkaran, ketebalan datar, dan tepi halus. Ciri Isolat 2: koloni berwarna putih kecokelatan, bentuk lingkaran, ketebalan datar, dan tepi halus. Ciri Isolat 3: koloni berwarna putih kehijauan, bentuk lingkaran, ketebalan cembung, dan tepi halus.

Setiap isolat memiliki pertumbuhan yang berbeda. Berdasarkan Gambar 3, Isolat 1 memiliki pertumbuhan diameter yang lebih cepat dan miseliumnya memenuhi cawan Petri pada hari ke-6, sedangkan pada miselium Isolat 2 dan 3 memenuhi cawan pada hari ke-7 dan

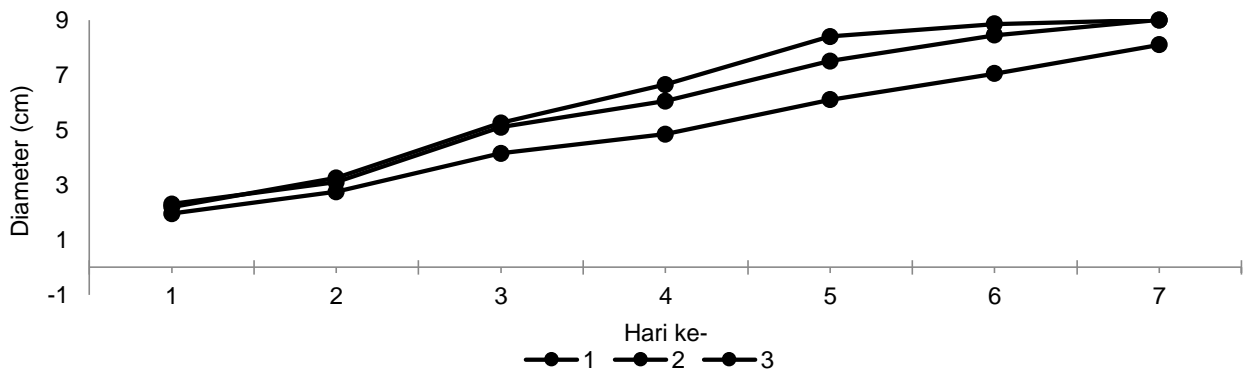
ke-9. Pertumbuhan diameter dipengaruhi oleh kemampuan cendawan melakukan fase reproduksi. Sebagian besar jenis cendawan memiliki cara reproduksi seksual dan aseksual. Ketika kondisi lingkungan memungkinkan dan pertumbuhannya cepat maka cendawan akan mengkloning diri dengan menghasilkan banyak spora secara aseksual (Sastrawani 2019).

**Postulat Koch**

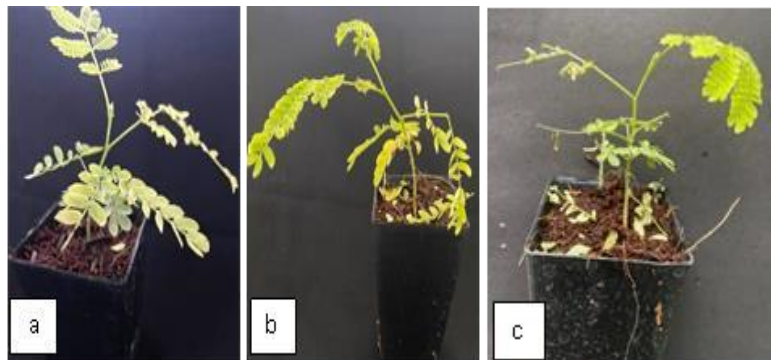
Bibit yang telah dioles dengan isolat murni, baik tanpa dilukai dan dengan dilukai, menunjukkan gejala penyakit pada hari ke-3 (Gambar 4). Hasil postulat Koch menunjukkan bibit mengalami gejala penyakit yang sama seperti di lapangan. Gejala penyakit muncul



Gambar 2 Hasil isolasi cendawan hari ke-4. (1) isolat dari gejala gugur daun, (2) isolat dari gejala bercak daun, (3) isolat dari gejala hawar daun.



Gambar 3 Pertumbuhan diameter isolat dari gejala gugur daun, gejala bercak daun, dan gejala hawar daun.



Gambar 4 Panah merah menunjukkan gejala penyakit. (a) isolat 1, (b) isolat 2, (c) isolat 3.

pada hari ke-3 pengamatan. Pengaruh infeksi cendawan akan berbeda-beda pada setiap jenis dan umur atau tahapan perkembangan tanaman, mulai dari bibit hingga tanaman dewasa.

Menurut Tabel 1, faktor pelukaan tidak berpengaruh nyata pada luas dan intensitas serangan. Hal ini sejalan dengan temuan Agrios (2005), bahwa cendawan umumnya melakukan penetrasi pada inang melalui lubang alami seperti lentisel, nektar, stomata, hidatoda, atau luka. Cendawan memiliki mekanisme dalam menyerang inang, yaitu pembentukan apresorium. Apresorium tertekan dan menempel pada permukaan tanaman kemudian menghasilkan pasak penetrasi yang memberikan tekanan yang besar pada sel epidermis. Menurut Sopialena (2017), infeksi yang terjadi pada tanaman inang akan menghasilkan gejala penyakit yang terlihat secara eksternal, seperti menguning, berubah bentuk (malformasi), atau bercak (nekrotik).

Serangan penyebab penyakit daun pada sengon disajikan pada Tabel 2. Isolat 3 menghasilkan persentase serangan tertinggi dengan luas serangan 67,34% dan intensitas serangan 57,28%. Sopialena (2017) menemukan bahwa pengaruh patogen penyebab penyakit sangat tergantung pada tingkat virulensi dan agresivitas, kemampuan beradaptasi patogen, kelangsungan hidup, penyebaran dan kemampuan membiakkan patogen.

Berdasarkan Gambar 5, hasil reisolasi cendawan memiliki ciri morfologi yang sama dengan tahap isolasi cendawan. Hal ini menandakan bahwa cendawan yang

diperoleh dari tahap isolasi dan reisolasi merupakan cendawan penyebab penyakit tanaman.

### Identifikasi Penyebab Penyakit Daun pada Sengon

Setiap isolat memiliki ciri makroskopis dan mikroskopis yang berbeda (Tabel 3), yang diamati menggunakan lensa perbesaran 40x. Isolat gejala gugur daun memiliki ciri seperti *Rhizoctonia* sp. antara lain tidak menghasilkan spora, warna miselium berubah seiring bertambahnya usia, miselium terdiri atas sel-sel panjang yang menghasilkan percabangan tegak lurus terhadap hifa utama, serta memiliki sekat, dan terdapat struktur moniloid yang sesuai dengan laporan Akhsan *et al.* (2022) dan Vojvodic *et al.* (2018).

Isolat dari gejala bercak daun memiliki ciri seperti *Colletotrichum* sp.. Menurut Wakhidah *et al.* (2021), ciri *Colletotrichum* adalah hifa bersekat, berwarna hialin, bercabang serta menghasilkan konidia yang tidak bersekat dan memanjang dengan ujung membulat serta berwarna hialin.

Isolat dari gejala hawar daun memiliki ciri seperti *Fusarium* sp., yaitu berbentuk seperti bulan sabit. Sulistiyono dan Mahyuni (2019) menambahkan bahwa *Fusarium* memiliki bentuk miselium seperti kapas dan 2 bentuk dasar konidia berwarna transparan dan bersepta.

### Patogenisitas

Cendawan pada uji patogenisitas menggunakan tiga isolat murni dari hasil reisolasi. Ketiga isolat dioleskan ke daun sengon dengan perlakuan tanpa dilukai dan dengan dilukai, sesuai dengan rancangan

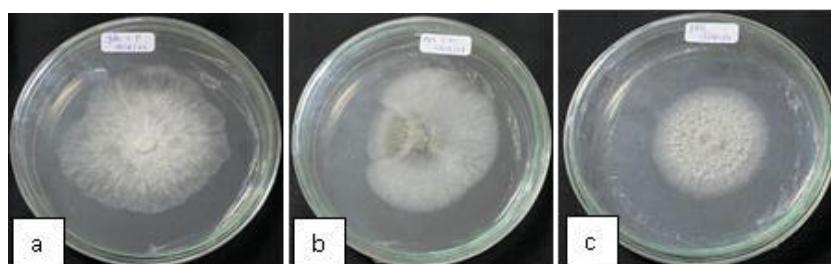
Tabel 1 Hasil analisis sidik ragam perlakuan pelukaan pada ketiga isolat

Peubah	Pelukaan		Jenis Isolat		Interaksi	
	(P)	(I)	(P x I)	(P x I)	(P x I)	(P x I)
Luas serangan	tn	*	*	tn	tn	tn
Intensitas serangan	tn	*	*	tn	tn	tn

Tabel 2 Hasil inokulasi isolat cendawan pada daun sengon

Jenis isolat	Luas serangan (%)	Intensitas serangan (%)
Kontrol	0 <sup>c</sup>	0 <sup>c</sup>
1	30,01 <sup>b</sup>	24,68 <sup>b</sup>
2	52,27 <sup>a</sup>	44,19 <sup>a</sup>
3	67,34 <sup>a</sup>	57,28 <sup>a</sup>

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang berbeda di kolom yang sama berarti perbedaan nyata dalam hasil uji Duncan sebesar 5%.



Gambar 5 Hasil reisolasi cendawan pada hari ke-4 dengan media PDA. a) Isolat 1, b) Isolat 2, dan c) Isolat 3.






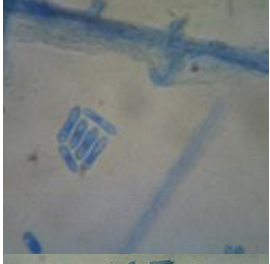


perlakuan. Persentase serangan dari ketiga isolat tersebut cukup beragam (Gambar 6). Semakin luas serangan, semakin tinggi pula intensitas serangan yang dihasilkan, baik tanpa dilukai maupun dengan dilukai. Hal ini menandakan bahwa cendawan penyebab penyakit mampu secara aktif menggunakan senjata cendawan maupun secara pasif melalui lubang pada inang. Menurut Firmansyah (2018), cendawan patogen merusak dinding sel dengan senjata fisik-mekanik dan biokimia dengan enzim yang merusak dinding sel dan selanjutnya menembus sel, kemudian

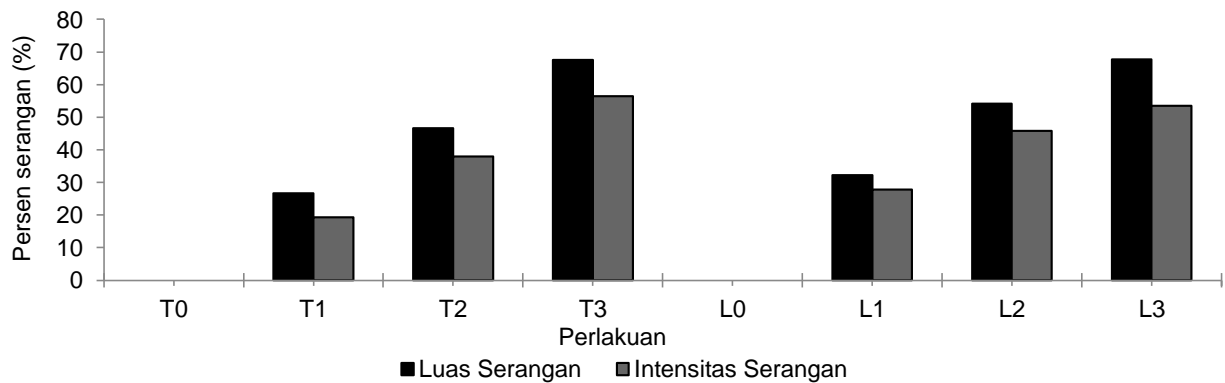
berkolonisasi dan berkembang biak dengan fragmentasi hifa.

### KESIMPULAN

Terdapat 3 gejala penyakit daun pada sengon yang ditemukan, yaitu gugur daun, bercak, dan hawar daun. Identitas cendawan penyebab gugur daun adalah *Rhizoctonia* sp., cendawan penyebab bercak daun adalah *Colletotrichum* sp., dan cendawan penyebab

Tabel 3 Pengamatan makroskopis dan mikroskopis isolat gugur daun, bercak daun, dan hawar daun

Isolat	Makroskopis	Mikroskopis
Isolat dari gugur daun		
Isolat dari bercak daun		
Isolat dari hawar daun		



Gambar 6 Persentase serangan cendawan penyebab penyakit daun pada sengon. T0 = Kontrol yang tidak dilukai, T1 = Cendawan pada gejala gugur daun yang tidak dilukai, T2 = Cendawan pada gejala bercak daun yang tidak dilukai, T3 = Cendawan pada gejala hawar daun yang tidak dilukai, L0 = Kontrol yang dilukai, L1 = Cendawan pada gejala gugur daun yang dilukai, L2 = Cendawan pada gejala bercak daun yang dilukai, dan L3 = Cendawan pada gejala hawar daun yang dilukai.

hawar daun adalah *Fusarium* sp.. *Fusarium* sp. menyebabkan serangan tertinggi dengan luas serangan 67,34% dan intensitas serangan 57,28%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Addawiyah AR, Syauiq A, Zayadi H. 2019. Dinamika populasi jamur pada media starter tepung beras diperkaya nutrisi PDA. *Jurnal Ilmiah Biosaintropis*. 5(1): 1–6. <https://doi.org/10.33474/e-jbst.v5i1.209>
- Agrios GN. 2005. *Plant Pathology*. Edisi ke-5. San Diego (US): Academic Press.
- Akhsan N, Sila S, Syaifudin EA, Kurniati I. 2022. Identifikasi jamur rhizosfer di lahan tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) bergulma di Desa Bendang Raya Kecamatan Tenggarong. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab*. 4(2): 99–106. <https://doi.org/10.35941/jatl.4.2.2022.7000.99-106>
- Alchemi PJK, Jamin S. 2022. Impact of pestalotiopsis leaf fall disease on leaf area index and rubber plant production. *Di dalam*: Joweria N, Adzitey F, Rachmawati SH, Wijayanti M, Sahara E, Rahim R, editor. Sriwijaya Conference on Sustainable Environment, Agriculture and Farming System. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science; 2021 Sep 29; Palembang, Indonesia. Palembang (ID): Bristol: IOP Publishing. hlm 1–6. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/995/1/012030>
- Azwin, Suhesti E, Ervayenri. 2022. Analisis tingkat kerusakan serangan hama dan penyakit di Persemaian BPDASHL Indragiri Rokan Pekanbaru. *Wahana Forestra*. 17(1): 85–101. <https://doi.org/10.31849/forestra.v17i1.8376>
- Dayadi I. 2021. Ketahanan api kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) yang diawetkan dengan bahan pengawet boraks. *Perennial*. 17(1): 19–25. <https://dx.doi.org/10.24259/perennial.v17i1.13650>.
- Firmansyah MA, Alfarisi MH. 2016. Uji patogenisitas patogen hawar daun pada tanaman kayu afrika (*Maesopsis eminii* Engl.) di Persemaian Permanen BPDAS Bogor. *Jurnal Silviculture Tropika*. 7(2): 115–124. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.7.2.%25p>.
- Firmansyah MA. 2018. Identifikasi dan Mekanisme Serangan *Rhizoctonia* sp. serta Pengendalian Hayati Tanaman Agroforestri Sengon dan Padi. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Firmansyah MA, Yowono SA. 2022. Uji penghambatan minyak atsiri kayu putih dan kunyit terhadap patogen penyebab penyakit pada tanaman murbei secara *in vitro*. *Jurnal Silviculture Tropika*. 13(3): 232–237. <https://doi.org/10.29244/j-siltrop.13.03.232-237>.
- Hamdie N, Effendy MM, Yamani A. 2021. Pengaruh pemberian pupuk organik cair urin sapi fermentasi terhadap pertumbuhan bibit sengon (*Paraseriantes falcataria* L.). *Jurnal Sylva Scienteeae*. 4(1): 127–137. <https://doi.org/10.20527/jss.v4i1.3101>.
- Herliyana EN, Sakbani L, Herdiyeni Y, Munif A. 2020. Identifikasi cendawan patogen penyebab penyakit pada daun jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus* (ROXB.) Havil). *Jurnal Silviculture Tropika*. 11(3): 154–162. <https://doi.org/10.29244/jsiltrop.11.3.154-162>.
- Istikorini Y, Sari OY. 2020. Survey dan identifikasi penyebab penyakit damping-off pada sengon (*Paraserianthes falcataria*) di Persemaian Permanen IPB. *Jurnal Sylva Lestari*. 8(1): 32–41. <https://doi.org/10.23960/jsl1832-41>
- Kandari AM, Kasim S, Mando LO, Midi LO, Palebangan ST. 2020. Kondisi iklim dan potensi tegakan sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.) di Hutan Rakyat Desa Jati Bali Kabupaten Konawe Selatan. *Jurnal Belantara*. 3(2): 116–127. <https://doi.org/10.29303/jbl.v3i2.513>.
- Krisdayani PM, Proborini MW, Kriswiyanti E. 2020. Pengaruh kombinasi pupuk hayati endomikoriza, *Trichoderma* spp., dan pupuk kompos terhadap pertumbuhan bibit sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen). *Jurnal Sylva Lestari*. 8(3): 400–410. <https://doi.org/10.23960/jsl38400-410>.
- Latifahani N, Cholil A, Djauhari S. 2014. Ketahanan beberapa varietas jagu ng (*Zea mays* L.) terhadap serangan penyakit hawar daun. *Jurnal HPT (Hama Penyakit Tanaman)*. 2(1): 52–60.
- Mahdiannoor, Hafizah N, Setiawan H. 2018. Kecepatan tumbuh benih kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) pada dua tempat pengambilan tanah rawa lebak. *Rawa Sains*. 8(2): 60–67. <https://doi.org/10.36589/rs.v8i2.85>.
- Muliya NS, Naemah D, Rachmawati N. 2021. Analisis kesehatan bibit sengon laut (*Paraseriantes falcataria*) di persemaian. *Jurnal Sylva Scienteeae*. 4(6): 947–954. <https://doi.org/10.20527/jss.v4i6.4569>.
- Naemah D, Susilawati. 2015. Identifikasi kesehatan bibit sengon (*Paraserianthes falcataria* L.) di persemaian. *Jurnal Hutan Tropis*. 3(2): 158–165.
- Ramdhania D, Achmad, Haneda NF. 2015. Pertumbuhan radial dan produksi biomassa cendawan entomopatogen *Beauveria bassiana* pada berbagai media. *Jurnal Silviculture Tropika*. 6(1): 55–58.
- Ruliyanti W, Majid A. 2020. Pengaruh pemberian vermikompos pada media tanam terhadap efektivitas *Gliocladium* sp. dalam mengendalikan penyakit layu fusarium (*Fusarium oxysporum*) pada tanaman semangka (*Citrulus vulgaris*, Schard).

- Jurnal Pengendalian Hayati*. 3(1): 14–21. <https://doi.org/10.19184/jph.v3i1.17147>
- Rusae A, Tondok E, Wiyono S. 2015. Risiko introduksi gandum ke Timor Tengah Utara: penyakit hawar daun dan busuk batang. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 11(5): 166–174. <https://doi.org/10.14692/jfi.11.5.166>.
- Sastrawani. 2019. Penggunaan media realia pada pembelajaran materi jamur di SMAN 1 Bukit Kabupaten Bener Meriah. [Skripsi]. Banda Aceh (ID): Universitas Islam Negeri ArRaniry Darussalam.
- Sopialena. 2017. *Segitiga Penyakit Tanaman*. Samarinda (ID): Mulawarman University Press.
- Sulistiyono FD, Mahyuni S. 2019. Isolasi dan identifikasi jamur endofit pada umbi talas (*Colocasia esculenta*). *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*. 9(2): 66–70. <https://doi.org/10.31938/jsn.v9i2.235>.
- Syifaudin IS, Firmansyah MA, Budi SW. 2022. Pathogenicity test of fungal leaf blight on sengon seedlings at Permanent Nursery Dramaga Bogor. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 959(1): 012044. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/959/1/012044>
- Vojvodic M, Brankica T, Mihajlovic M, Mitrovic PM, Vico I, Bulajic A. 2018. Molecular identification and characterization of binucleate *Rhizoctonia* spp. associated with black root rot of strawberry in Serbia. *Pestic. Phytomed.* 33(2): 97–107. <https://doi.org/10.2298/PIF1802097V>.
- Wakhidah N, Kasrina, Bustaman H. 2021. Keanekaragaman jamur patogen dan gejala yang ditimbulkan pada tanaman cabai (*Capsicum annum* L.) di dataran rendah. *Konservasi Hayati*. 17(2): 63–68. <https://doi.org/10.33369/hayati.v17i2.17920>.
- Wang R. 2017. Life history tradeoffs of pathogens and the treatment principle of antibiogenesis. *Genes Dis.* 4(3): 154–158. <https://doi.org/10.1016/j.gendis.2017.07.004>
- Wantini, S, Octavia A. 2018. Perbandingan pertumbuhan jamur *Aspergillus flavus* pada media PDA (*Potato Dextrose Agar*) dan media alternatif dari singkong (*Manihot esculenta* Crantz). *Jurnal Analis Kesehatan*. 6(2): 625–631. <https://doi.org/10.26630/jak.v6i2.788>.
- Watanabe T. 2002. *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species*. Edisi ke-2. Boca Raton (FL): CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9781420040821>