

## Kajian Penerapan Teknologi Pengendalian Penyakit pada Pembibitan Sengon di Bogor

### (Study on The Application of Disease Control Technology in *Falcataria moluccana* Nurseries in Bogor)

Arif Ravi Wibowo<sup>1\*</sup>, Suryo Wiyono<sup>2</sup>, Anna Fariyanti<sup>3</sup>

(Diterima Juni 2021/Disetujui April 2022)

#### ABSTRAK

Tanaman sengon (*Falcataria moluccana*) merupakan salah satu jenis tanaman hutan yang banyak dibudidayakan di Indonesia karena berbagai keunggulannya. Upaya budi daya tanaman sengon masih harus menghadapi masalah penyakit tanaman. Gangguan penyakit dapat ditemukan di pembibitan maupun tanaman di lahan. Agens hayati dapat digunakan untuk mengendalikan berbagai jenis penyakit tanaman dan memiliki berbagai kelebihan. Penggunaan agens hayati pada budi daya tanaman kehutanan harus mempertimbangkan aspek efektivitas dan efisiensi dalam hal waktu aplikasi, tenaga pada saat aplikasi, dan biaya. Penelitian ini bertujuan untuk menguji pengaruh berbagai perlakuan paket teknologi pengendalian pada kejadian penyakit utama, dan mengetahui kelayakan finansial berbagai paket teknologi pengendalian penyakit pada tanaman sengon di pembibitan. Penelitian dilakukan melalui kegiatan wawancara untuk mengetahui berbagai aspek seputar teknik budi daya dan biaya produksi. Selain itu, dilakukan percobaan penerapan berbagai teknik pengendalian penyakit menggunakan bahan bibit Sengon, media semai, pupuk majemuk NPK, dan formulasi komersial agens hayati. Formulasi komersial agens hayati yang digunakan adalah Rhizomax, Primagrain, Trichowish, Kayabio, Bio-Hara Plus, dan fungisida Dithane M-45 80 WP. Terdapat dua perlakuan paket teknologi baru yang berpengaruh pada peningkatan pertumbuhan tanaman sengon pada awal pertumbuhan, yaitu perlakuan P1 (BioHara Plus dan KayaBio) dan P2 (Rhizomax dan Primagrain). Semua perlakuan paket teknologi yang baru tidak berpengaruh nyata pada peningkatan *survival rate* dan penekanan kejadian dan keparahan penyakit pada bibit sengon. Semua perlakuan paket teknologi yang baru memiliki nilai *R/C ratio* lebih dari 1 sehingga layak diterapkan oleh petani. Semua perlakuan paket teknologi yang baru menghasilkan keuntungan meskipun nilainya lebih kecil jika dibandingkan dengan perlakuan *existing technology*.

Kata kunci: kelayakan usaha tani, pembibitan, penyakit tanaman hutan, pengendalian hayati, sengon

#### ABSTRACT

Sengon (*Falcataria moluccana*) cultivations still have to face threats from plant diseases. Diseases can be found in nurseries and plantation. Biological agents can be used to control various types of plant diseases and have various advantages. The use of biological agents in forestry plantations must consider the aspects of effectiveness and efficiency. This study aims to examine the effect of various treatment of control technology packages on the incidence of major diseases, and to determine the financial feasibility of various disease control technology packages for sengon in nurseries. The research was conducted through interviews to explore cultivation techniques and production costs. In addition, experiments were carried out on the application of various disease control strategies using commercial formulations of biological agents. The commercial formulations of biological agents used were Rhizomax, Primagrain, Trichowish, Kayabio, Bio-Hara Plus, and fungicide Dithane M-45 80 WP. There were two treatment packages of new technology that have an effect on increasing the growth of sengon at the beginning of growth stage, namely P1 (BioHara Plus and KayaBio) and P2 (Rhizomax and Primagrain) treatments. All treatments of the new technology package had no significant effect on increasing the survival rate and suppressing the incidence and severity of disease in sengon seedlings. All new technology package treatments can generate profits even though the value is smaller when compared to existing technology treatments. All the new technology package treatments have an *R/C ratio* of more than 1 so that they are feasible to be applied by farmers.

Keywords: biological control, feasibility, plant diseases, nurseries, *Falcataria moluccana*

#### PENDAHULUAN

Upaya budi daya tanaman sengon masih harus menghadapi beberapa kendala, salah satunya adalah masalah penyakit tanaman. Gangguan penyakit dapat ditemukan di pembibitan maupun pada tanaman di lapangan. Intensitas penyakit pada

pembibitan sengon dapat mencapai 71,55% (Naemah & Susilawati 2015). Penyakit yang paling sering ditemukan menginfeksi tanaman sengon di pembibitan di antaranya adalah mati bibit yang disebabkan oleh *Colletotrichum* sp. dan *damping off* yang disebabkan oleh cendawan *Pythium* sp., *Fusarium* sp., *Botryodiplodia* sp., dan *Rhizoctonia* sp (Nair & Sumardi 2000; Busyairi 2013; Anggraeni *et al.* 2014). Penyakit *damping off* dapat menyebabkan kematian bibit hingga lebih dari 50%. Penyakit tanaman sengon di lahan yang paling banyak ditemukan adalah karat puru yang disebabkan oleh cendawan *Uromycladium tepperianum* dan akar merah yang disebabkan oleh cendawan *Ganoderma* sp. (Wiryadiputra 2007; Herliyana *et al.* 2012; Triyogo

<sup>1</sup> Program Studi Teknologi Produksi Tanaman Perkebunan, Politeknik Kelapa Sawit Citra Widya Edukasi, Cibitung, Bekasi 17520

<sup>2</sup> Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

<sup>3</sup> Departemen Agribisnis, Fakultas Ekonomi dan Manajemen, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680

\* Penulis Korespondensi:

Email: arif.ravi.wibowo@cwe.ac.id

& Widyastuti 2012; Corryanti & Novitasari 2015). Cendawan karat puru dapat menginfeksi tanaman muda maupun tanaman tua (Nurrohmah & Baskorowati 2017). Infeksi cendawan karat puru pada tanaman muda dapat menyebabkan kematian, sedangkan infeksi pada tanaman tua dapat menyebabkan tanaman mudah patah dan menurunkan harga jual. Teknik pengendalian penyakit-penyakit tanaman sengon yang tepat masih terus diteliti dan dikembangkan, terutama melalui perbaikan teknik budi daya dan penggunaan agens hayati (Ravindran 1997; Busyairi 2013; Dendang 2013; Pracoyo 2013; Sunandar 2015; Kartika 2016; Asterina 2016; Saputra 2018; Lelana *et al.* 2018).

Pengendalian penyakit yang dilakukan selama ini masih sangat mengandalkan penggunaan pestisida sintetik (Lemes *et al.* 2016). Penggunaan pestisida sintetik diketahui kurang efektif dalam mengendalikan penyakit pada pembibitan. Selain itu, pestisida sintetik juga dapat menimbulkan dampak buruk bagi kesehatan manusia dan lingkungan. Penggunaan pestisida yang tidak bijaksana juga dapat menimbulkan munculnya hama dan penyakit baru. Hal tersebut dapat dipicu oleh penggunaan pestisida dengan dosis berlebihan ataupun dosis subletal. Oleh karena itu, diperlukan strategi lain yang lebih aman dalam upaya pengendalian hama dan penyakit tanaman di pembibitan, seperti pengelolaan lingkungan, penggunaan varietas tahan, dan penggunaan agens hayati.

Agens hayati dapat digunakan untuk mengendalikan berbagai jenis penyakit pada tanaman sengon. Agens hayati memiliki berbagai kelebihan, di antaranya selektivitas yang tinggi, mampu memperbanyak diri pada media yang sesuai, kurang memicu perubahan virulensi patogen, tidak menimbulkan dampak buruk bagi lingkungan, dan dapat mengendalikan penyakit dengan berbagai mekanisme. Selain agens hayati, pupuk organik cair (POC) juga dapat digunakan untuk mengendalikan penyakit tanaman. POC mengandung unsur mikro yang berguna bagi tanaman agar mampu tumbuh normal dan bertahan dari gangguan lingkungan. POC juga berisi berbagai mikroba yang berasal dari bahan organik yang digunakan dalam pembuatannya maupun dari isolat pilihan yang ditambahkan. Penggunaan agens hayati dan POC untuk pengendalian penyakit pada tanaman pangan dan hortikultura telah banyak dilakukan. Akan

tetapi, informasi tentang pemanfaatan agens hayati untuk tanaman kehutanan di Indonesia masih sangat kurang.

Penggunaan agens hayati pada budi daya tanaman kehutanan juga harus mempertimbangkan dua aspek penting, yaitu efektif dan efisien. Efektif ditinjau dari kemampuannya dalam pengendalian OPT (Organisme Pengganggu Tanaman) sasaran. Efisien ditinjau dari pertimbangan biaya pada usaha budi daya, di mana perubahan teknologi atau metode budi daya yang berkaitan dengan pengendalian OPT akan memengaruhi pengeluaran dan pemasukan pada suatu budi daya secara finansial. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menguji keefektifan berbagai perlakuan paket teknologi pengendalian kejadian penyakit utama pada pembibitan sengon dan melakukan analisis pendapatan usaha tani pembibitan sengon.

## METODE PENELITIAN

### Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Juni–November 2019 di kebun bibit CV. Alam Mandiri milik petani di Desa Cibanteng, Kecamatan Ciampea, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat untuk penanaman bibit. Pengamatan sampel tanaman dilakukan di Laboratorium Klinik Tanaman Departemen Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian IPB.

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan, adalah benih sengon, media semai (tanah, pupuk kandang, dan sekam), pupuk majemuk NPK, dan formulasi komersial agens hayati. Formulasi komersial agens hayati yang digunakan adalah Rhizomax, Primagrain, Trichowish, Kayabio, Bio-Hara Plus, dan fungsida Dithane M-45 80 WP (Tabel 1).

### Perlakuan Paket Teknologi Pengendalian Penyakit

Pengujian berbagai strategi pengendalian penyakit dilakukan melalui perlakuan beberapa paket teknologi pengendalian yang disertai prosedur kerja yang dimodifikasi dari cara petani (*existing technology*). Prosedur kerja yang baru dibuat berdasarkan analisis lingkungan dan cara budi daya

Tabel 1 Merek, jenis, bahan aktif, dan nama perusahaan produk komersil yang digunakan dalam penelitian

Nama produk	Jenis	Bahan aktif	Produsen
Rhizomax	Pupuk hayati ( <i>plant growth promoting rhizobacteria</i> )	<i>Rhizobium</i> sp., <i>Bacillus polymixa</i> , dan <i>Pseudomonas fluorescens</i>	CV Wish Indonesia
Primagrain	Pupuk organik cair	Berbagai hara mikro	CV Wish Indonesia
Trichowish	Biofungsida	<i>Trichoderma hamatum</i> WSY-03	CV Wish Indonesia
BioHara Plus	Pupuk organik cair	<i>Azotobacter</i> sp. dan <i>Lactobacillus</i> sp.	PT. Agro Trimitra Perintis
KayaBio	Pupuk hayati	<i>Paenibacillus polymyxa</i> , <i>Pantoea</i> sp., <i>Aspergillus niger</i> , <i>Penicillium</i> sp., <i>Streptomyces</i> sp., dan <i>Streptomyces pseudogriseolus</i>	PT. Petro Kimia Kayaku
Dithane M-45 80 WP	Fungsida sintetik	Mankozeb	PT. Dow AgroScience

yang telah dilakukan oleh petani. Adapun bentuk-bentuk perlakuan dan paket teknologi pengendalian yang dilakukan diuraikan sebagai berikut:

- 1) *Existing technology* 1 (kode ET) merupakan teknik budi daya dan pengendalian OPT yang telah menjadi prosedur kerja standar di petani.
- 2) Paket Teknologi 1 (kode P1) yang terdiri atas KayaBio dan Bio-Hara Plus (pupuk cair organik-POC).
- 3) Paket Teknologi 2 (kode P2) yang terdiri atas Rhizomax (PGPR) dan Primagrain (pupuk daun organik).
- 4) Paket Teknologi 3 (kode P3) yang terdiri atas Trichowish dan fungisida Dithane M-45 80 WP.

Waktu aplikasi berbagai jenis perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2. KayaBio diaplikasikan dengan cara ditabur di permukaan media pada bibit berumur 30 hss. Trichowish diaplikasikan dengan cara mencampurkan bahan dan media tanam dengan perbandingan 1:30. Bio-Hara Plus diaplikasikan dengan cara perendaman benih dan penyemprotan pada tanaman. Primagrain dan Dithane M-45 80 WP diaplikasikan pada tanaman dengan cara disemprot. Rhizomax diaplikasikan dengan cara perendaman benih dan *soil drenching* (penyiraman tanah) pada media tanam. Perlakuan benih dilakukan pada perlakuan P1 dan P2 yang masing-masing menggunakan produk Bio-Hara Plus dan Rhizomax. Perlakuan benih dilakukan dengan cara menyiram benih menggunakan air panas hingga terendam dan dibiarkan hingga suhu airnya menjadi sama dengan suhu ruangan (26–27°C). Setelah itu, benih ditiriskan kemudian dimasukkan ke dalam larutan Bio-Hara Plus (konsentrasi 10 mL/L) selama 20 menit untuk P1 dan suspensi Rhizomax (konsentrasi 10 gram/liter) selama 20 menit untuk P2. Perlakuan benih pada ET dan P3 menggunakan air minum dalam kemasan.

**Pengamatan**

Pengamatan daya kecambah dilakukan pada 100 benih di setiap ulangan pada saat benih berumur 3 hari setelah perlakuan. Benih yang berhasil berkecambah dihitung jumlahnya dan dibandingkan dengan benih yang gagal berkecambah. Pengamatan mingguan dilakukan pada tinggi bibit, jumlah penanda cabang primer yang terbentuk, dan jumlah daun. Pengamatan diameter batang dilakukan pada 8 minggu setelah semai (mss) dan 12 mss.

Tabel 2 Jadwal aplikasi produk pada berbagai paket teknologi pengendalian

Perlakuan	Minggu setelah semai (mss)												
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Existing Technology</i>													
Fungisida		■		■		■		■		■		■	
Paket Teknologi 1													
Kayabio					■								
Bio-Hara Plus		■	■		■				■				■
Paket Teknologi 2													
Rhizomax	■		■		■								
Primagrain		■	■		■				■				■
Paket Teknologi 3													
Trichowish	■												
Dithane M-45 80 WP		■		■		■		■		■		■	

Pengamatan di akhir penelitian dilakukan pada tinggi tanaman, jumlah bintil akar, dan diameter batang. Sampel tanaman yang diamati sebanyak 40 tanaman per ulangan dan dipilih berdasarkan pola “Zig-zag”. Sampel tanaman yang diamati pertumbuhannya dicabut untuk dilakukan penghitungan jumlah bintil akar.

Pengamatan penyakit di pembibitan sengan dilakukan dengan pengamatan secara langsung pada setiap bibit sengan yang bermasalah, yang meliputi bagian pucuk, daun, batang, dan akar. Penyakit yang diamati adalah antraknosa. Pengamatan kejadian dan keparahan penyakit dilakukan setiap minggu hingga tanaman berumur 12 minggu setelah tanam (mst). Persentase kematian bibit (*survival rate*) yang baru disemai dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Persentase kematian (\%)} = \frac{\text{Jumlah bibit yang mati}}{\text{Jumlah keseluruhan bibit}} \times 100\%$$

Sementara itu, keparahan penyakit pada bibit sengan dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Keparahan penyakit (\%)} = \frac{\sum (n_i v_i)}{N V} \times 100\%$$

Keterangan:

- ni = Jumlah tanaman terinfeksi dengan skor ke-i,
- vi = Nilai skor penyakit ke-i,
- N = Jumlah tanaman yang diamati
- V = Skor tertinggi

Metode penilaian khusus dilakukan untuk penyakit antraknosa pada bibit sengan yang dilakukan berdasarkan keparahan serangan penyakit. Adapun penilaian penyakit dilakukan dengan panduan seperti yang terlihat pada Tabel 3. Identifikasi penyakit menggunakan metode pengamatan langsung di bawah mikroskop stereo, mikroskop *compound*, dan menggunakan kunci identifikasi Barnett dan Hunter (1988).

**Rancangan Percobaan dan Analisis Data**

Rancangan percobaan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK). Jumlah perlakuan yang digunakan sebanyak 4 perlakuan. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak 5 kali dengan 1 ulangan sebanyak 200 tanaman yang ditempatkan pada plot berukuran 2 x 2 m. Dengan demikian, total unit

percobaan menjadi 20 unit. Tanaman yang diamati sebanyak 40 tanaman (satuan amatan) pada setiap unit percobaan. Setiap unit percobaan diletakkan terpisah dengan jarak 1 m.

Tata letak percobaan ditentukan dengan metode pengacakan. Sementara itu, satuan amatan pada masing-masing ulangan berjumlah 40 tanaman yang dipilih mengikuti pola beraturan dalam baris. Pengaruh berbagai perlakuan diamati seminggu sekali. Data yang diperoleh diolah dengan *Microsoft Office Excel* 2010 dan analisis sidik ragam menggunakan program *Minitab*. Perlakuan yang berpengaruh diuji lanjut dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) dengan taraf  $\alpha = 0,05$ .

### Analisis Pendapatan Usaha Tani

Analisis usaha tani pembibitan sengon dengan penerapan paket teknologi dilakukan dengan melakukan analisis produksi pada *existing technology* terlebih dahulu. Analisis tersebut dilakukan dengan mengidentifikasi teknologi produksi yang digunakan dalam usaha tani bibit sengon di petani serta penggunaan input dan output yang dihasilkan dari kegiatan usaha tani tersebut. Setelah itu, dilakukan formulasi teknologi produksi pada paket teknologi pengendalian yang baru dengan melakukan substitusi beberapa bahan perawatan dari *existing technology*. Analisis pendapatan dilakukan dengan memperhitungkan berbagai komponen pendapatan, seperti yang terdapat pada Tabel 4.

Komponen biaya yang dihitung untuk mendapatkan nilai *Total Cost* di antaranya adalah

biaya sarana produksi, biaya tenaga kerja, sewa lahan, penyusutan alat, dan pajak. Biaya sarana produksi dan biaya tenaga kerja termasuk dalam *variable cost*. Sementara itu, sewa lahan, penyusutan alat, pajak, dan listrik termasuk dalam *fixed cost* (Debertin 2002). Biaya sarana produksi yang dihitung adalah benih, pupuk NPK Mutiara, fungisida, insektisida, perekat, pupuk kandang, sekam, paranet, polibag, dan transportasi. Biaya tenaga kerja di antaranya penyiapan media tanam, penanaman, perawatan, dan penyemprotan. Komponen biaya yang dihitung untuk mendapatkan nilai *Total Revenue* adalah jumlah bibit yang dihasilkan dikali dengan harga jual.

Alat analisis yang digunakan untuk mengukur kelayakan finansial paket teknologi pengendalian pada penelitian ini adalah *R/C ratio* atau dikenal sebagai perbandingan (nisbah) antara penerimaan dan biaya (Swastika 2004; Sumantri & Fariyanti 2011). Secara teori, jika *R/C ratio* = 1, maka teknologi budi daya tersebut tidak untung dan tidak rugi. Jika *R/C ratio* lebih dari 1, maka teknologi budi daya tersebut menguntungkan, dan sebaliknya jika *R/C ratio* kurang dari 1 maka teknologi budi daya merugikan. Secara matematis rumus *Return Cost Ratio* dapat dituliskan sebagai berikut:

$$R/C \text{ ratio} = TR / TC$$

Keterangan:

TR : *Total revenue* (total penerimaan)

TC : *Total cost* (total biaya)

Tabel 3 Acuan penilaian keparahan penyakit

Skor	Nilai	Serangan Terjadi
0	0	Tidak terjadi serangan penyakit
1	$1 \leq x < 20$	Infeksi terjadi pada daun
2	$20 \leq x < 40$	Infeksi terjadi pada batang dan daun
3	$40 \leq x < 60$	Infeksi terjadi pada pangkal batang
4	$60 \leq x < 80$	Infeksi terjadi pada pangkal batang dan pucuk
5	$x \geq 80$	Tanaman mati, baik terserang pada bagian pucuk, batang, maupun pangkal batang

Sumber: Busyairi 2013.

Tabel 4 Komponen dalam analisis pendapatan usaha tani bibit sengon

Uraian	Komponen <i>Existing Technology</i> (1)	Komponen paket teknologi baru (2)
A. Total penerimaan (Harga output x Jumlah output)	(A1) Harga bibit, Jumlah bibit	(A2) Harga bibit, Jumlah bibit
B. Biaya variabel (Harga input x Jumlah input)	(B1) a. Biaya sarana produksi: benih, pupuk NPK Mutiara, fungisida, insektisida, pupuk kandang, sekam, paranet, polibag, dan transportasi. b. Biaya tenaga kerja: penyiapan media tanam, penanaman, perawatan, dan penyemprotan.	(B2) a. Biaya sarana produksi: benih, pupuk NPK Mutiara, insektisida, produk paket teknologi baru (Kayabio-Bio-Hara Plus/Rhizomax-Primagrain/Trichowish-Dithane M-45 80 WP), pupuk kandang, sekam, paranet, polibag, dan transportasi. b. Biaya tenaga kerja: penyiapan media tanam, penanaman, perawatan, dan penyemprotan.
C. Biaya tetap (Harga input x Jumlah input)	(C1) Sewa lahan, penyusutan alat, pajak, dan listrik.	(C2) Sewa lahan, penyusutan alat, pajak, dan listrik.
D. Total biaya	B1 + C1	B2 + C2
E. Pendapatan	A1 – D1	A2 – D2
F. <i>R/C ratio</i>	A1 / D1	A2 / D2

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Keadaan Umum Kebun Pembibitan

Penelitian ini dilakukan di kebun pembibitan CV Alam Mandiri yang terletak di -6.55248, 106.771196 pada ketinggian 166–168 mdpl di Desa Cibanteng, Kecamatan Ciampea, Kabupaten Bogor, Provinsi Jawa Barat. Kebun pembibitan tersebut menempati lahan seluas 1828 m<sup>2</sup> untuk penempatan tanaman dan 2523 m<sup>2</sup> jika dihitung beserta bangunan dan jalan. Bibit tanaman buah-buahan yang ada di kebun pembibitan tersebut di antaranya tanaman durian, rambutan, jeruk lemon, jeruk purut, jeruk nipis, jeruk limau, dan jambu jamaika. Tanaman herbal di antaranya salam, gandarusa, kumis kucing, kunyit, saga, serai, dan batavia. Petak penelitian terletak di antara bibit tanaman salam tinggi 3 m di bagian timur, tanaman kumis kucing di bagian barat, jalan setapak rumah warga di bagian utara, dan tanaman sawo di bagian selatan. Petak penelitian diberi naungan menggunakan paranet dengan ketinggian 2 m dari permukaan tanah dan pagar paranet untuk menghalau gangguan unggas milik warga.

### Teknik Budi Daya Bibit Sengon Oleh Petani

Tahapan-tahapan penting yang dilakukan petani dalam produksi bibit sengon adalah persiapan lahan persemaian, persiapan media tanam, perlakuan benih, penanaman benih, penyiraman, pemupukan, pengendalian organisme pengganggu tumbuhan, dan penyortiran. Lahan yang digunakan oleh petani merupakan lahan yang telah biasa digunakan untuk kegiatan budi daya sehingga persiapan lahan yang dilakukan hanya berupa pembersihan gulma dan perataan tanah pada sebagian tempat. Tempat persemaian dipasang peneduh menggunakan paranet dengan daya hambat penyinaran 35% (paranet 65%). Media tanam yang digunakan petani merupakan campuran tanah, pupuk kandang sapi, dan sekam dengan perbandingan 1:1:1. Media tanam tersebut dimasukkan ke dalam polibag 10 x 15 cm dan disusun pada tempat persemaian. Polibag disusun dengan formasi 10 polibag pada tiap baris dengan jumlah baris sebanyak 50 baris pada tiap blok. Hal ini dilakukan untuk memudahkan perawatan dan penyortiran. Benih sengon dikecambahkan terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke dalam media tanam di polibag. Benih diletakkan dalam wadah, kemudian disiram air panas dan direndam dengan air tersebut selama satu jam atau hingga suhu air menjadi normal (26–27°C). Setelah itu, benih ditiriskan dan diletakkan dalam wadah berlubang (besek, keranjang nasi, dll) yang bagian dalamnya

telah dialasi dengan kain basah. Benih tersebut harus dijaga kelembapannya dengan cara disiram secukupnya pada pagi dan sore hari. Benih disimpan pada tempat yang teduh pada suhu ruangan.

Benih yang telah berkecambah dengan panjang akar minimal 1 cm ditanam dengan hati-hati ke dalam media semai yang telah disiapkan. Benih tersebut ditanam dengan cara membuat lubang sedalam 2–3 cm. Setelah itu, dilakukan penyiraman dengan alat penyiram yang menghasilkan pancuran halus agar benih yang telah ditanam tidak terlempar. Penyiraman harian dilakukan pada pagi dan sore hari untuk menjaga kelembapan media semai. Pupuk kimia sintetik yang digunakan oleh petani adalah pupuk ZA dan NPK Mutiara 16-16-16. Pupuk ZA diaplikasikan setiap minggu dengan cara satu sendok makan pupuk ZA dilarutkan dalam 5 liter air kemudian disiramkan secara merata pada bibit dengan usia minimal 30 hari. Pengendalian hama dilakukan jika berdasarkan hasil pemantauan harian ditemukan hama dengan jumlah yang cukup banyak. Penyortiran dilakukan dengan cara memindahkan bibit yang lebih tinggi ke bagian depan barisan dan bibit yang lebih pendek ke bagian belakang. Menurut petani, hal ini dilakukan untuk memberikan akses penyinaran matahari yang lebih baik pada tanaman yang lebih pendek jika dibandingkan dengan yang lain. Diharapkan pertumbuhan tanaman bisa lebih seragam karena penyinaran yang lebih merata. Bibit sengon akan didistribusikan pada pembeli pada umur 90 hss atau 3 bulan setelah semai.

### Pengaruh Perlakuan Paket Teknologi Baru pada *Survival Rate*, Insidensi Penyakit, dan Keparahan Penyakit Bibit Sengon

Hasil percobaan menunjukkan bahwa semua perlakuan paket teknologi baru tidak menghasilkan pengaruh yang nyata pada peningkatan *survival rate* dan pengurangan kejadian dan keparahan penyakit antraknosa pada bibit sengon (Tabel 5). *Survival rate* merupakan persentase jumlah tanaman atau bibit yang hidup pada saat di pembibitan. Semua perlakuan menunjukkan nilai *survival rate* lebih dari 95% (96–97,7%). Nilai *survival rate* yang tinggi tersebut diduga dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang tidak sesuai untuk perkembangan patogen. Patogen penyebab kematian bibit sengon biasanya berkembang pada kondisi lembap yang dipengaruhi oleh curah hujan yang tinggi di suatu lingkungan. Curah hujan yang tercatat di Stasiun Klimatologi Bogor pada bulan Juli–September 2019 tergolong rendah hingga menengah, yaitu sebanyak 53–170 mm per bulan. Informasi tersebut dapat menjadi

Tabel 5 Pengaruh perlakuan paket teknologi pada *survival rate*, insidensi penyakit, dan keparahan penyakit bibit sengon

Perlakuan	<i>Survival Rate</i> (%)	Insidensi penyakit (%)	Keparahan penyakit (%)
P1 (BioHara Plus + KayaBio)	97.1a	54,00a	18,80a
P2 (Rhizomax + Primagrain)	97.4a	35,50a	10,30a
P3 (Trichowish + Dithane M-45 80 WP)	97.7a	35,00a	10,50a
ET (Dithane M-45 80 WP)	96.4a	38,50a	11,60a

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf nyata 5%. Pengamatan pada saat pemanenan (12 mss).

rujukan jumlah curah hujan yang terjadi di daerah sekitarnya sehingga dapat diketahui bahwa jumlah curah hujan di tempat penelitian juga tergolong rendah hingga menengah. Meskipun begitu, tidak ada data *survival rate* pada curah hujan tinggi yang dapat dijadikan pembandingan. Hal ini karena belum adanya penelitian yang dilakukan pada kondisi tersebut dan tidak adanya pencatatan yang dilakukan oleh petani.

Penyakit yang ditemukan pada penelitian ini adalah antraknosa yang disebabkan oleh cendawan *Colletotrichum* sp. Cendawan ini ditemukan pada bagian akar, batang, dan daun bibit sengon. Gejala penyakit ini pada batang berupa bercak membelah jaringan kulit hingga ke dalam jaringan floem. Bercak tersebut berwarna krem kehitaman hingga cokelat kehitaman (Gambar 1). Secara umum gejala tersebut disebut kanker batang. Cendawan *Colletotrichum* sp. dapat menginfeksi berbagai jenis tanaman dan berbagai fase pertumbuhan. Kematian bibit dalam penelitian ini disebabkan oleh penyakit busuk akar. Penyakit ini disebabkan oleh cendawan *Colletotrichum* sp.. Hal ini diketahui berdasarkan pengamatan pada penampang akar yang mengalami kebusukan, di mana ditemukan aservulus yang merupakan tanda infeksi antraknosa (Gambar 2.B). Aservulus yang ditemukan pada penelitian ini berwarna hitam. Pengamatan menggunakan mikroskop compound menunjukkan adanya aservuli dengan konidia yang berbentuk sabit dan tidak memiliki sekat (Freeman & Katan 1997; Rangkuti *et al.* 2017; Widodo & Hidayat 2018). Infeksi *Colletotrichum* sp. pada akar bibit sengon tidak pernah dilaporkan sebelumnya. Akan tetapi, infeksi *Colletotrichum* sp. pada akar tanaman strawberry pernah dilaporkan terjadi di Israel dan juga diteliti di Amerika Serikat (Freeman & Katan 1997; Freeman *et al.* 2002; Wang *et al.* 2019).

Patogen yang ditemukan pada pembibitan tanaman sengon biasanya tergolong ke dalam patogen tular tanah yang dapat menyebabkan kematian bibit. Patogen tersebut di antaranya *Fusarium* sp., *Phyium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Lasiodiplodia* sp., *Phytophthora* sp., dan

*Cylindrocladium* sp. (Nair & Sumardi 2000; Anggraeni *et al.* 2014). Akan tetapi, pada penelitian ini patogen yang ditemukan dan menyebabkan kematian bibit adalah *Colletotrichum* sp. yang merupakan penyebab penyakit antraknosa. *Colletotrichum* sp. Menyebabkan akar bibit sengon membusuk yang jika diamati di bawah mikroskop stereo terlihat bintik-bintik berwarna hitam. Bintik hitam tersebut terbentuk dari kumpulan beberapa struktur cendawan *Colletotrichum* sp. seperti setae, konidiofor, dan konidia (Gambar 2D). Infeksi penyakit antraknosa pada bibit muda baik pada batang maupun pucuk menyebabkan kematian pada bibit sengon, sedangkan pada bibit yang sudah cukup tua menyebabkan terhambatnya pertumbuhan tanaman (Busyairi 2013). Infeksi penyakit antraknosa yang disebabkan patogen *Colletotrichum* sp. bersifat laten dan sistemik. Patogen ini dapat ditemukan pada buah jeruk asal Argentina yang telah mendapat perlakuan sterilisasi permukaan yang merupakan tahap dari prosedur deteksi patogen dengan teknik *direct agar plating technique* (DAPT), *senescence stimulating technique* (SST), dan *overnight freezing incubation technique* (ONFIT) (Nurholis *et al.* 2015). Infeksi laten patogen tersebut juga ditemukan pada buah peach dan buah zaitun (Zaitlin *et al.* 2000; Romero *et al.* 2017).

#### Pengaruh Perlakuan Paket Teknologi pada Pertumbuhan dan Jumlah Bintil Akar Bibit Sengon

Salah satu manfaat penggunaan agens hayati adalah mampu memacu pertumbuhan bibit tanaman. Penelitian ini menunjukkan bahwa paket teknologi dengan bahan aktif agens hayati yang diaplikasikan dengan cara perendaman benih dan *soil drenching* mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman lebih baik dari tanpa perlakuan pada masa awal pertumbuhan. Hal ini dapat diketahui dari hasil pengukuran tinggi tanaman pada perlakuan P1 dan P2 yang menunjukkan hasil signifikan lebih baik dari perlakuan P3 dan ET pada 1 mss (Tabel 4). P1 dan P2 mendapat perlakuan perendaman benih selama



Gambar 1 Gejala kanker batang pada bibit sengon yang disebabkan oleh cendawan *Colletotrichum* sp.



Gambar 2 Gejala busuk akar penyebab kematian tanaman pada bibit sengan yang disebabkan oleh cendawan *Colletotrichum* sp. A) Akar bibit sengan yang busuk, B) Asevulus berwarna hitam pada akar yang busuk, C) Asevulus yang diamati di bawah mikroskop compound, dan D) Setae berwarna gelap dan memiliki 3 sekat.

satu minggu sebelum pengukuran dilakukan. Perlakuan P3 dan ET merupakan paket teknologi tanpa perlakuan perendaman benih dan *soil drenching*. Pengukuran tinggi tanaman pada 5 mss dilakukan 1 minggu setelah perlakuan *soil drenching* pada perlakuan P1 dan P2. Meskipun perlakuan P1 menunjukkan hasil yang lebih baik dari tanpa perlakuan, yaitu sebesar 7,03 cm, hanya perlakuan P2 yang menunjukkan hasil yang berbeda nyata jika dibandingkan dengan tanpa perlakuan *soil drenching*, yaitu P3. Penelitian ini menunjukkan bahwa pengaruh agens hayati dalam memacu pertumbuhan tanaman sengan terjadi pada 1 minggu setelah perlakuan, yaitu 1 mss dan 5 mss (Tabel 6). Hal ini juga menunjukkan bahwa produk BioHara Plus dan Rhizomax mengandung agens hayati yang berperan sebagai PGPR. Penelitian Pracoyo (2013) menunjukkan bahwa tanaman sengan yang diberi perlakuan PGPR menunjukkan pertambahan tinggi tanaman yang signifikan jika dibandingkan dengan tanaman kontrol pada pengamatan 1 minggu setelah perlakuan.

PGPR dapat memberikan manfaat secara langsung bagi tanaman dalam bentuk penyediaan

dan membantu penyerapan berbagai unsur hara. PGPR dapat berperan sebagai penyedia unsur hara (biofertilizers) dengan menambat N<sub>2</sub> dari udara secara asimbiosis dan melarutkan hara P yang terikat di dalam tanah. PGPR juga dapat merangsang tanaman untuk menghasilkan fitohormon yang bermanfaat sebagai pemacu pertumbuhan. PGPR diketahui dapat menghasilkan hormon auksin jenis IAA dan sitokinin yang masing-masing berperan dalam peningkatan diferensiasi akar dan memperlambat penuaan jaringan tanaman (Astriani dan Murtiyaningsih 2018). *P fluorescens* dan *Bacillus* sp. merupakan bakteri yang paling umum digunakan sebagai agens hayati untuk pemacu pertumbuhan tanaman dan pengendalian penyakit (Firdausi 2019; Dewi *et al.* 2020).

Pengamatan pada akhir percobaan (12 mss) menunjukkan bahwa semua perlakuan paket teknologi yang baru tidak ada yang berpengaruh nyata pada peningkatan semua indikator pertumbuhan bibit dan jumlah bintil akar (Tabel 7). Bahkan pada indikator daya kecambah, perlakuan agens hayati dengan cara perendaman benih dapat menyebabkan penurunan daya berkecambah. Secara visual, benih yang gagal

Tabel 6 Tinggi bibit sengon pada berbagai perlakuan paket teknologi

Perlakuan	Tinggi bibit (cm)					
	1 mss	2 mss	3 mss	4 mss	5 mss	6 mss
P1 (BioHara Plus + KayaBio)	2,80a	3,69a	4,55a	5,99a	7,03ab	8,99a
P2 (Rhizomax + Primagrain)	2,71a	3,58a	4,46a	5,90a	8,16a	9,33a
P3 (Trichowish + Dithane M-45 80 WP)	2,44b	3,46a	4,29a	5,37a	6,13b	8,13a
ET (Dithane M-45 80 WP)	2,47b	3,49a	4,34a	5,76a	6,83ab	8,88a

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf nyata 5%. mss = Minggu setelah semai.

Tabel 7 Pengaruh perlakuan paket teknologi pada pertumbuhan, daya berkecambah, dan jumlah bintil akar bibit sengon

Perlakuan	Daya kecambah (%)*	Tinggi (cm)**	Diameter (mm)**	Jumlah bintil akar**
P1 (BioHara Plus + KayaBio)	70,4a	36,70a	4,18ab	5,03a
P2 (Rhizomax + Primagrain)	70,8a	34,38a	4,22ab	6,39a
P3 (Trichowish + Dithane M-45 80 WP)	74,4a	37,92a	4,12b	5,85a
ET (Dithane M-45 80 WP)	74,4a	38,93a	4,33a	6,29a

Keterangan: Angka-angka pada kolom yang sama yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata berdasarkan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf nyata 5%. \*Pengamatan pada 3 hari setelah perlakuan. \*\*Pengamatan pada saat pemanenan (12 minggu setelah semai).

berkecambah menunjukkan terjadi kebusukan pada benih (Gambar 3).

### Analisis Pendapatan Usaha Tani Bibit Sengon dengan Penerapan Paket Teknologi

Penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi penambahan biaya dalam penerapan teknologi baru pada pembibitan sengon. Penambahan biaya tersebut terjadi karena adanya tambahan bahan dan biaya tenaga kerja dalam pengaplikasiannya. Seluruh penerapan paket teknologi baru memberikan keuntungan finansial bagi petani, meskipun nilainya lebih rendah jika dibandingkan dengan *existing technology*. Hal ini terlihat dari nilai *R/C ratio* paket teknologi baru (P1, P2, dan P3) yang nilainya lebih dari 1 (Tabel 8). Penelitian ini juga menunjukkan bahwa semakin tinggi penerimaan tidak selalu meningkatkan nilai *R/C ratio* usaha tani. Hal yang sama juga dilaporkan oleh Fariyanti *et al.* (2011) dan Cesari (2014).

Keuntungan pada *existing technology* lebih tinggi karena menggunakan bahan-bahan perawatan yang lebih sederhana. Hal ini berpengaruh pula pada rendahnya biaya tenaga kerja. Selain itu, meskipun nilainya paling rendah, nilai *survival rate* pada *existing technology* tergolong cukup tinggi, yaitu 96,4% sehingga tidak terlalu memengaruhi penerimaan dan pendapatan petani. Hal lain yang memengaruhi tingginya keuntungan pada perlakuan *existing technology* adalah harga jualnya yang sama dengan perlakuan paket teknologi yang baru. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa dalam produksi bibit sengon biaya terbesar dikeluarkan untuk membayar tenaga kerja dengan proporsi 53–63% dari total biaya produksi. Hal yang sama juga ditemukan pada usaha tani kemangi di mana proporsi biaya tenaga kerja mencapai 59,44% (Widhiasih 2013). Sementara itu, proporsi biaya belanja bahan adalah 28–39% dari total biaya produksi.

## KESIMPULAN

Terdapat perlakuan paket teknologi baru yang berpengaruh pada peningkatan pertumbuhan tanaman sengon pada awal pertumbuhan, yaitu perlakuan P1 (BioHara Plus dan KayaBio) dan P2 (Rhizomax dan Primagrain). Semua perlakuan paket teknologi yang baru tidak berpengaruh nyata pada peningkatan *survival rate* dan penekanan kejadian dan keparahan penyakit pada bibit sengon. Semua perlakuan paket teknologi yang baru memiliki nilai *R/C ratio* lebih dari 1 sehingga layak diterapkan oleh petani. Seluruh perlakuan paket teknologi yang baru menghasilkan keuntungan meskipun nilainya lebih kecil jika dibandingkan dengan perlakuan *existing technology*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni I, Darmawan UW, Ismanto A. 2014. Insiden penyakit pada kecambah sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Berneby and J.W Grimes) dan uji patogenitas. *Jurnal Sains Natural*. 4(2): 166–172. <https://doi.org/10.31938/jsn.v4i2.89>
- Asterina PN. 2016. Efektivitas penggunaan potongan akar bermikoriza sebagai inokulum mikoriza untuk tanaman sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Astriani M, Murtiyaningsih H. 2018. Pengukuran Indole-3-Acetic Acid (IAA) pada *Bacillus* sp. dengan penambahan L-Tryptofan. *Bioeduscience*. 2(2): 116–121. <https://doi.org/10.29405/j.bes/22116-1212233>



Gambar 3 Perkecambahan hasil perlakuan perendaman benih. (A) Benih gagal berkecambah yang diselubungi bakteri berwarna putih. (B) Benih yang berkecambah secara normal.

Tabel 8 Analisis pengeluaran dan pendapatan usaha tani bibit sengon umur 4 bulan untuk kapasitas produksi 4000 bibit

Uraian	ET	P1	P2	P3
A. Penerimaan				
1. Jumlah bibit (Survival rate x 4000)	3.856	3.884	3.896	3.908
2. Harga bibit (Rp)	2.500	2.500	2.500	2.500
3. Total penerimaan (Rp) (A.1 x A.2)	9.640.000	9.710.000	9.740.000	9.770.000
B. Biaya variabel				
1. Bahan (Rp)	615.050	855.050	765.050	965.050
2. Tenaga Kerja (Rp)	1.346.700	1.426.700	1.396.700	1.346.700
C. Biaya tetap (Rp)	193.933	193.933	193.933	193.933
D. Total biaya (Rp) (B.1 + B.2 + C)	2.155.683	2.475.683	2.355.683	2.505.683
E. Pendapatan (Rp) (A.3 – D)	7.484.317	7.234.317	7.384.317	7.264.317
F. R/C ratio (A.3 / D)	4,47	3,92	4,13	3,90

Keterangan: ET = Dithane M-45 80 WP; P1 = BioHara Plus + KayaBio; P2 = Rhizomax + Primagrain; dan P3 = Trichowish + Dithane M-45 80 WP.

- Barnett HL, Hunter BB. 1998. *Illustrated Genera of Imperfect Fungi Fourth Edition*. Minnesota (US): American Phytopathological Society Press.
- Busyairi. 2013. Pengelolaan Penyakit di Pembibitan Sengon *Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Cesari AT. 2014. Analisis usahatani terpadu pada Anugerah Farm di Kecamatan Tajur Halang Kabupaten Bogor [skripsi]. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Corryanti, Novitasari D. 2015. *Sengon dan Penyakit Karat Tumor*. Cepu (ID): Puslitbang Perum Perhutani.
- Debertin DL. 2002. *Agricultural Production Economics Second Edition*. New York (US): Macmillan Publishing Company.
- Dendang B. 2013. Potensi *Trichoderma* spp. sebagai agens hayati dalam pengendalian *Ganoderma* sp. yang menyerang tanaman sengon [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Dewi RS, Giyanto, Sinaga MS, Dadang, Nuryanto B. 2020. Bakteri agens hayati potensial terhadap patogen penting pada padi. *Journal Fitopatologi Indonesia*. 16(1): 37–48. <https://doi.org/10.14692/jfi.16.1.37-48>
- Fariyanti A, Kusnadi N, Atmakusuma J. 2011. Efisiensi produksi padi sehat dan non organik di Kabupaten Bogor. Di dalam: Normalina R, Priyatna WB, Jahro S, Nurhayati P, Rifin A, editor. *Prosiding Seminar Penelitian Unggulan Departemen Agribisnis*; 2011 Des 1–14; Bogor (ID): Departemen Agribisnis IPB.
- Firdausi U. 2019. Pengaruh bakteri PGPR terhadap pertumbuhan dan produksi umbi bibit tanaman kentang (*Solanum tuberosum* L.) kultivar jala ipam [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Freeman S, Katan T. 1997. Identification of colletotrichum species responsible for anthracnose and root necrosis of strawberry in israel. *Phytopathology*. 87(5): 516–521. <https://doi.org/10.1094/PHYTO.1997.87.5.516>
- Freeman S, Shalev Z, Katan J. 2002. Survival in soil of *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides* pathogenic on strawberry. *Plant Disease*. 86(9): 965–970. <https://doi.org/10.1094/PDIS.2002.86.9.965>
- Haas D, Défago G. 2005. Biological control of pathogens by fluorescent pseudomonads. *Nature Review Microbiology*. 3(4): 307–319. <https://doi.org/10.1038/nrmicro1129>
- Herliyana EN, Putra IK, Taniwiryono D, Minarsih H. 2012. Uji patogenitas *Ganoderma* terhadap bibit

- tanaman sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen). *Jurnal Silvikultur Tropika*. 3(1): 37–43.
- Kartika A. 2016. Aplikasi bakteri endofit dan pupuk organik cair terhadap perkecambahan, pertumbuhan, dan ketahanan semai sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Lelana NE, Wiyono S, Giyanto, Siregar IZ. 2018. Genetic diversity of *Falcataria moluccana* and its relationship to the resistance of gall rust disease. *Biodiversitas*. 19(1): 12–17. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d190102>
- Lemes PG, Zanuncio JC, Serrao JE, Lawson SA. 2016. Forest Stewardship Council (FSC) pesticide policy and integrated pest management in certified tropical plantations. *Environmental Science dan Pollution Research*. <https://doi.org/10.1603/ICE.2016.116823>
- Naemah D, Susilawati. 2015. Identifikasi kesehatan bibit sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.)) di persemaian. *Jurnal Hutan Tropis*. 3(2): 158–165.
- Nair KSS, Sumardi. 2000. Insect pest and disease of major plantation species. Di dalam: Nair KSS, editor. *Insect pest and disease in Indonesian forest*. Bogor (ID): Cifor. Hlm 15–38.
- Nurholis, Sinaga MS, Tondok ET. 2015. Metode deteksi cendawan penyebab infeksi laten pada buah jeruk impor. *Jurnal Hortikultura*. 25(4): 357–366. <https://doi.org/10.21082/jhort.v25n4.2015.p357-366>
- Nurrohmah SH, Baskorowati L. 2017. Serangan awal penyakit karat tumor pada tanaman sengon di plot uji provenan sengon Candiroto, Jawa Tengah. Di dalam: Nurcahyanto G, Kartikasari S, editor. *Kumpulan Makalah Isu-Isu Strategis Sains, Lingkungan, dan Inovasi Pembelajarannya. Seminar Nasional Pendidikan Biologi dan Saintek Ke-2*. 2017 Mei 20; Surakarta, Indonesia. Surakarta (ID): Universitas Muhammadiyah Surakarta. hlm 48–61.
- Pracoyo A. 2013. Pengaruh Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR) dan Pupuk Mikro Terhadap Penyakit Karat Puru Dan Pertumbuhan Tanaman Sengon (*Paraserianthes falcataria*) di Lapangan [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Rangkuti EE, Wiyono S, Widodo. 2017. Identifikasi *Colletotrichum* spp. asal tanaman pepaya. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 13(5): 175–183. <https://doi.org/10.14692/jfi.13.5.175>
- Ravindran R. 1997. Micropropagation of *Paraserianthes falcataria* [tesis]. Melbourne (AU): Victoria University of Technology.
- Romero J, Agust-Brisach C, Barbara AES, Cherifi F, Oliveira R, Roca LF, Moral J, Traperio A. 2017. Detection of latent infections caused by *Colletotrichum* sp. in olive fruit. *Journal of Applied Microbiology*. 124(1): 1–11. <https://doi.org/10.1111/jam.13610>
- Saputra D. 2018. Respons pertumbuhan tanaman sengon (*Paraserianthes falcataria*) terhadap pemberian top soil di lahan pasca tambang batubara [skripsi]. Muaro Jambi (ID): Universitas Jambi.
- Sukmadi RB. 2013. Aktivitas fitohormon indole-3-acetic acid (IAA) dari beberapa isolat bakteri Rizosfer dan endofit. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. 14(3): 221–227. <https://doi.org/10.29122/jsti.v14i3.930>
- Sumantri B, Fariyanti A. 2011. Kelayakan pengembangan usaha integrasi padi dengan sapi potong pada kondisi risiko di kelompok tani dewi sri. *Forum Agribisnis*. 1(2): 167–182.
- Sunandar A. 2015. Induksi embriogenesis somatik sengon (*Falcataria moluccana*) dengan perlakuan thidiazuron, prolin, dan cahaya [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Swastika DKS. 2004. Beberapa teknik analisis dalam penelitian dan pengkajian teknologi pertanian. *Jurnal Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian*. 7(1): 90–103.
- Triyogo A, Widyastuti SM. 2012. Peran serangga sebagai vektor penyakit karat puru pada sengon (*Albizia falcataria* (L.) Fosberg). *Jurnal Agronomi Indonesia*. 40(1): 77–82.
- Wang NY, Forcelini BB, Peres NA. 2019. Anthracnose fruit and root necrosis of strawberry are caused by a dominant species within the *Colletotrichum acutatum* species complex in the United States. *Phytopathology*. 109(7): 1293–1301. <https://doi.org/10.1094/PHYTO-12-18-0454-R>
- Wiryadiputra S. 2007. Epidemi penyakit tumor pada sengon (*Paraserianthes falcataria*) di Jawa Timur. *Jurnal Ilmu Kehutanan*. 1(1): 31–39.
- Widiasih PL. 2013. Analisis faktor produksi dan pendapatan usahatani kemangi di Desa Ciaruteun Ilir, Kecamatan Cibungbulang, Bogor. [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Widodo, Hidayat SH. 2018. Identification of *Colletotrichum* species associated with chili anthracnose in Indonesia by morphological characteristics and species-specific primers. *Asian Journal of Plant Pathology*. 12(1): 7–15. <https://doi.org/10.3923/ajppaj.2018.7.15>
- Zaitlin B, Zehr EI, Dean RA. 2000. Latent infection of peach caused by *Colletotrichum gloeosporioides* and *Colletotrichum acutatum*. *Can. Canadian Journal of Plant Pathology*. 22(3): 224–228. <https://doi.org/10.1080/07060660009500467>