

UJI PENGHAMBATAN MINYAK ATSIRI KAYU PUTIH DAN KUNYIT TERHADAP PATOGEN PENYEBAB PENYAKIT PADA TANAMAN MURBEI SECARA *IN VITRO*

Inhibition Test of Eucalyptus and Turmeric Essential Oils against Disease-Causing Pathogens in Mulberry Plants

Muhammad Alam Firmansyah^{1*} dan Silvia Anggraeni Yuwono¹

(Diterima 08 September 2022 /Disetujui 22 November 2022)

ABSTRACT

Mulberry plants (*Morus sp.*) are one of the non-timber forest products that are used as feed for silkworms, foodstuffs, or medicines. Plants that are attacked by disease can certainly harm various aspects, one of which can reduce the quality and quantity of plants. Vegetable pesticides can be a solution to prevent the spread of the disease. This study aims to determine the symptoms of diseases that appear in mulberry plants and their spread in mahogany and find out the inhibitory power and concentration of essential oils that work optimally. Observations were made using eucalyptus essential oil, turmeric essential oil, and a combination of both with concentrations of 1%, 3%, and 5% on PDA media and GDP media. Based on observations, the type of fungus found is *Rhizoctonia sp.*. The results of the observations showed that the optimal essential oil as an inhibitor of pathogenic growth is turmeric essential oil with a concentration of 3% and a combined essential oil concentration of 5%. The results of the inoculation showed that there was fungal growth activity on mahogany seedlings so that the fungus could attack other plants such as forestry plants.

Keywords: essential oil, eucalyptus, turmeric

ABSTRAK

Tanaman murbei (*Morus sp.*) merupakan salah satu hasil hutan bukan kayu yang dimanfaatkan sebagai pakan ulat sutera, bahan pangan, atau obat-obatan. Tanaman yang terserang penyakit tentu dapat merugikan berbagai aspek, salah satunya dapat menurunkan kualitas dan kuantitas tanaman. Pestisida nabati dapat menjadi solusi untuk mencegah penyebaran penyakit. Penelitian ini bertujuan mengetahui gejala penyakit yang muncul pada tanaman murbei dan penyebarannya pada mahoni serta mengetahui daya hambat dan konsentrasi minyak atsiri yang bekerja optimal. Pengamatan dilakukan dengan menggunakan minyak atsiri kayu putih, minyak atsiri kunyit, dan kombinasi keduanya dengan konsentrasi 1%, 3%, dan 5% pada media PDA dan media PDB. Berdasarkan pengamatan, jenis cendawan yang ditemukan adalah *Rhizoctonia sp.*. Hasil pengamatan menunjukkan minyak atsiri yang optimal sebagai penghambat pertumbuhan patogen adalah minyak atsiri kunyit konsentrasi 3% dan minyak atsiri kombinasi konsentrasi 5%. Hasil inokulasi menunjukkan adanya aktivitas pertumbuhan cendawan pada bibit mahoni sehingga cendawan dapat menyerang tanaman lain seperti tanaman kehutanan.

Kata kunci: kayu putih, kunyit, minyak atsiri

¹ Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, IPB University
Jl. Ulin, Kampus IPB, Darmaga, Bogor, Jawa Barat 16680 Indonesia.

* Penulis korespondensi:

e-mail: alam@apps.ipb.ac.id

PENDAHULUAN

Tanaman murbei (*Morus sp.*) merupakan salah satu hasil hutan bukan kayu yang dimanfaatkan sebagai pakan ulat sutera, bahan pangan, atau obat-obatan. Tanaman murbei biasa tumbuh pada ketinggian 400-600 meter di atas permukaan laut dengan suhu rata-rata 24° – 28° C serta tumbuh optimal pada daerah yang mendapat curah hujan sepanjang tahun (Isnain dan Muin 2015). Perawatan dan pemeliharaan tanaman murbei tergolong mudah sehingga banyak masyarakat yang melakukan budidaya tanaman murbei.

Mahoni adalah salah satu jenis pohon yang berpotensi untuk dikembangkan pada hutan tanaman. Mahoni memiliki banyak manfaat, biji dan buahnya dimanfaatkan untuk obat-obatan tradisional. Kayu mahoni memiliki sifat yang keras sehingga dapat dimanfaatkan sebagai produk kayu seperti *furniture*. Kayu mahoni bernilai ekonomis tinggi sehingga dianggap menjadi sumber bahan baku kayu yang murah dan mudah dibudidayakan.

Adanya penyakit pada suatu tanaman dapat merugikan berbagai hal dalam segala aspek. Penyakit pada tanaman dapat menyebabkan menurunnya kualitas dan kuantitas suatu tanaman. Pencegahan dilakukan guna mencegah dan mengurangi penyebaran penyakit, terutama pada hutan tanaman yang memiliki jenis hutan monokultur. Salah satunya seperti pemanfaatan pestisida. Pestisida merupakan bahan tertentu yang berguna untuk mengendalikan dan memusnahkan organisme tertentu.

Penggunaan pestisida yang sering dimanfaatkan yakni pestisida kimia justru memiliki dampak negatif apabila digunakan berlebihan. Penggunaan pestisida kimia berpengaruh pada lingkungan sehingga ditetapkan pembatasan penggunaan dalam pengendalian hama dan penyakit di bidang pertanian, perkebunan, dan kehutanan serta diarahkan untuk memanfaatkan pestisida yang aman (Asmilyah *et al.* 2010).

Salah satu pemanfaatan pestisida yang aman adalah penggunaan pestisida nabati yang berasal dari minyak atsiri. Terdapat berbagai macam jenis tanaman di Indonesia yang mengandung minyak atsiri, seperti kayu putih dan kunyit. Oleh karena itu, penelitian ini diperlukan untuk mengetahui daya hambat minyak atsiri kayu putih dan kunyit terhadap patogen penyebab penyakit pada murbei.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober 2021 – Maret 2022 pada lahan tanaman murbei samping Laboratorium Patologi Hutan, Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor dan Rumah Kaca Patologi, Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian yakni saringan, panci dan kompor, pisau, cawan petri, botol jar, erlenmeyer, gelas ukur, bunsen, oven, *laminar air flow*, *autoclave*, *cork borer*, spatula, pinset, gunting, mikroskop, *syringe*, *cover glass*, preparat, dan alat dokumentasi. Bahan yang digunakan yaitu kentang, bubuk agar, chloramphenicol, sampel penyakit tanaman murbei, sampel mahoni, minyak atsiri kayu putih, minyak atsiri kunyit, *aquades*, air steril, etanol 70%, *plastic wrap*, *aluminium foil*, spirtus, korek api, kertas saring, kapas.

Prosedur Penelitian

Pengambilan Sampel Gejala Penyakit di Lapangan

Pengambilan sampel gejala penyakit dilakukan pada lahan tanaman murbei samping Laboratorium Patologi Hutan, Departemen Silviculture, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor. Bagian tanaman yang dijadikan sampel adalah daun murbei yang menunjukkan adanya gejala penyakit.

Pembuatan Media Biakan

Media yang digunakan yakni *Potato Dextrose Agar* (PDA) dan *Potato Dextrose Broth* (PDB). Pembuatan media masing-masing menggunakan 200 gram kentang yang dikupas dan dicuci bersih lalu dipotong dadu. Hasil potongan kentang direbus dengan *aquades* sebanyak 1 liter hingga lunak. Hasil rebusan disaring dan dipisahkan ekstrak kentangnya. Ekstrak kentang ditambahkan dengan 20 gram gula dan 14 gram agar bubuk. Pada PDB tidak perlu ditambahkan agar bubuk. Setelah tercampur, tambahkan satu kapsul chloramphenicol dan aduk hingga rata. Media PDA dipindahkan pada erlenmeyer dan media PDB dipindahkan pada botol jar untuk kemudian disterilisasi menggunakan *autoclave* dengan suhu 121°C pada tekanan 1 atm selama 15 menit.

Isolasi Sampel Tanaman

Sampel penyakit pada daun diambil dengan memotong bagian daun berukuran 0,5 cm x 0,5 cm dan memotong bagian yang sehat dan bagian yang sakit. Kegiatan selanjutnya dilakukan pada *laminar air flow* dengan menyalakan terlebih dahulu sinar UV selama 20 menit dan menyediakan alat yang dibutuhkan. Potongan daun direndam pada etanol 70% selama 3 menit sebanyak tiga kali dan dicuci kembali pada air steril, kemudian ditiriskan pada kertas saring. Potongan daun diletakkan pada cawan petri yang berisi media PDA. Semua pekerjaan dilakukan secara aseptik (Irawan *et al.* 2015).

Identifikasi Patogen

Kegiatan identifikasi bertujuan mengetahui jenis patogen yang ditemukan. Identifikasi dimulai dengan membuat preparat *Riddle* yakni meletakkan isolat pada preparat dan menutupnya dengan *cover glass*. Preparat disimpan pada cawan petri dan diberi kapas yang telah dibasahi dengan *aquades* steril lalu tutup cawan petri. Pengamatan preparat dilakukan dengan mikroskop

pembesaran 10 x 40 kali. Pembuatan preparat *Riddle* bertujuan untuk mengamati struktur mikroskopis patogen utuh (Istikorini *et al.* 2020).

Penyediaan Minyak Atsiri dan Pembuatan Larutan Minyak Atsiri

Minyak atsiri yang digunakan adalah minyak atsiri kayu putih dan kunyit. Perlakuan yang diberikan berupa minyak kayu putih, minyak kunyit, dan kombinasi keduanya. Larutan dibuat dengan menggunakan *aquades* dan *tween 20* sebagai pelarutnya serta dikerjakan di *laminar air flow*. Minyak atsiri dilarutkan dengan *tween 20* pada perbandingan 1 : 1 pada setiap konsentrasi dan ditambah *aquades*. Larutan yang sudah dibuat dituang sesuai konsentrasi ke cawan petri dengan diameter 9 cm dan ditambahkan media PDA (Achmad dan Mulyaningsih 2015). Konsentrasi larutan yang digunakan 0% (kontrol), 1%, 3%, dan 5% dengan masing-masing tiga perlakuan. Komposisi larutan minyak atsiri dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

Pembuatan Media Tumbuh Isolat

Media tumbuh PDA dan PDB yang telah disiapkan ditambahkan larutan minyak atsiri. Volume PDA cair yang pada setiap cawan petri sebanyak 9,9 ml dengan larutan konsentrasinya sebanyak 0,1 ml sehingga total volumenya menjadi 10 ml (Lely *et al.* 2017). Volume PDB yang digunakan pada setiap botol jar yakni 29,7 ml dengan larutan konsentrasinya sebesar 0,3 ml. Proses pencampurannya menggunakan *syringe*.

Pengamatan pada Media PDA

Pengamatan media PDA dilakukan setiap 12 jam sekali selama 7 hari. Pengamatan yang diamati yakni diameter pertumbuhan secara vertikal dan horizontal. Mulyaningsih dan Achmad (2015) menyatakan untuk rumus diameter radial yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Diameter arah radial} = \frac{\varnothing_x + \varnothing_y}{2}$$

Keterangan:

\varnothing_x = diameter sumbu x

\varnothing_y = diameter sumbu y

Tabel 1 Komposisi larutan minyak atsiri konsentrasi tunggal

Konsentrasi (%)	Minyak Atsiri (ml)	Tween 20 (ml)	Air steril (ml)
1	0,1	0,1	9,8
3	0,3	0,3	9,4
5	0,5	0,5	9

Tabel 2 Komposisi larutan minyak kombinasi

Konsentrasi (%)	Minyak atsiri (ml)		Tween 20 (ml)	Air steril (ml)
	Kayu putih	Kunyit		
1	0,05	0,05	0,1	9,8
3	0,15	0,15	0,3	9,4
5	0,25	0,25	0,5	9

Pengamatan pada Media PDB

Isolat patogen diinkubasi selama 7 hari. Hasil inkubasi berupa miselium akan disaring dengan kertas saring yang sudah disterilkan. Kertas saring tersebut selanjutnya di oven selama 24 jam untuk kemudian ditimbang dengan neraca analitik. Hasil biomassa miselium dihitung dengan rumus (Mulyaningsih 2013):

$$\text{Biomassa miselium} = (\text{BK kertas saring} + \text{BK miselium}) - \text{BK kertas saring}$$

Hasil penghambatan pada media PDA dan PDB dihitung dengan perhitungan persentase penghambatan dengan rumus (Abd-Alla *et al.* 2013):

$$\text{Hambatan relatif (\%)} \text{ media PDA} = \frac{Dc - Dt}{Dc} \times 100\%$$

$$\text{Hambatan relatif (\%)} \text{ media PDB} = \frac{B1 - B2}{B1} \times 100\%$$

Keterangan:

Dc = diameter isolat kontrol (cm)

Dt = diameter isolat perlakuan (cm)

B1 = biomassa miselium kontrol (gram)

B2 = biomassa miselium perlakuan (gram)

Inokulasi pada Tanaman Kehutan

Inokulasi cendawan penyebab penyakit pada tanaman murbei dilakukan pada mahoni. Mahoni yang diinokulasi berusia 4 bulan dan diambil dari persemaian. Mahoni yang diinokulasi sebanyak lima ulangan dan dilakukan pada daun yang berusia muda. Inokulasi dilakukan dengan cara melakukan steril permukaan daun dengan etanol 70% lalu dioles karborundum dengan *cotton bud*. Isolate yang disiapkan lalu dioles dengan *cotton bud* pada bagian daun yang telah dioles karborundum. Pengamatan dilakukan selama tujuh hari pada rumah kaca.

Analisis Data

Hasil analisis data menggunakan faktorial rancangan acak lengkap dengan ulangan sebanyak empat kali. Hasil analisis diolah dengan *software SAS 9.1.3 Portable*. Hasil yang menunjukkan pengaruh nyata dilanjutkan dengan uji duncan. Model rancangan dibuat dengan model sebagai berikut (Mattjik dan Sumertajaya 2002):

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Keterangan:

Y_{ijk} = persentase penghambatan patogen terhadap kontrol pada jenis minyak ke-i, konsentrasi minyak ke-j, dan ulangan ke-k

μ = nilai rata-rata umum

α_i = pengaruh utama jenis minyak ke-i

β_j = pengaruh utama konsentrasi minyak ke-j

$(\alpha\beta)_{ik}$ = pengaruh interaksi antara jenis minyak ke-i dan konsentrasi minyak ke-j

ϵ_{ijk} = pengaruh acak pada jenis minyak ke-i, konsentrasi minyak ke-j, dan ulangan ke-k

HASIL DAN PEMBAHASAN

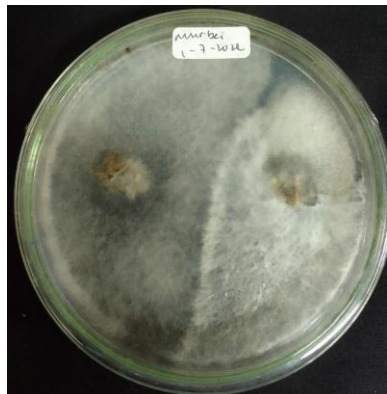
Penyakit tanaman murbei seperti pada Gambar 1 ditemukan menunjukkan gejala berupa bercak berwarna coklat pada sisi daun dan bagian daun yang terdapat bercak berubah menjadi mengerut pada bagian tepi daun. Bercak coklat tersebut tersebar sedikit luas dan tidak merata pada permukaan daun dan daun berubah menjadi kekuningan. Gejala yang ditemukan hanya pada beberapa daun dan tidak menyerang pada keseluruhan daun satu individu.

Daun murbei yang menunjukkan gejala penyakit diambil untuk kemudian diisolasi. Bagian yang diambil dari daun kemudian dipotong hingga menyisakan bagian yang sehat dan bagian yang sakit. Pengamatan dilakukan selama tujuh hari. Pertumbuhan patogen semakin terlihat dengan adanya pertumbuhan miselium berwarna putih seperti serabut tipis yang melingkar mengelilingi potongan isolat yang semakin melebar. Hasil isolasi gejala penyakit menunjukkan hanya ada satu koloni karena berdasarkan pengamatan pertumbuhan hanya ada satu warna koloni saja yang tumbuh. Hasil isolasi kemudian dimurnikan untuk pengamatan lebih lanjut. Pemurnian bertujuan untuk mendapatkan kultur murni.

Hasil pemurnian kemudian diamati dan diidentifikasi melalui mikroskop. Hasil pengamatan ditunjukkan pada Gambar 2. Hasil menampilkan hifa cendawan memiliki sekat, berinti sel satu hingga tiga, dan percabangannya membentuk siku. Pengamatan menunjukkan bahwa tidak ditemukan adanya spora



Gambar 1 Gejala yang ditemukan pada tanaman murbei

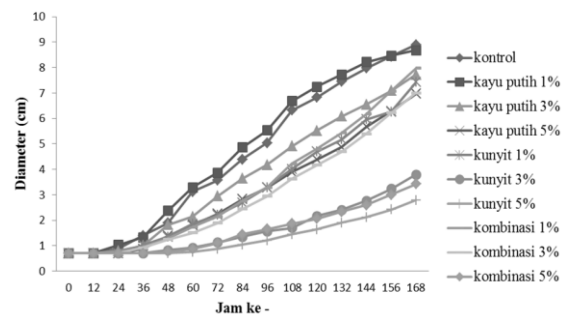


Gambar 2 Hasil pertumbuhan isolasi tanaman murbei

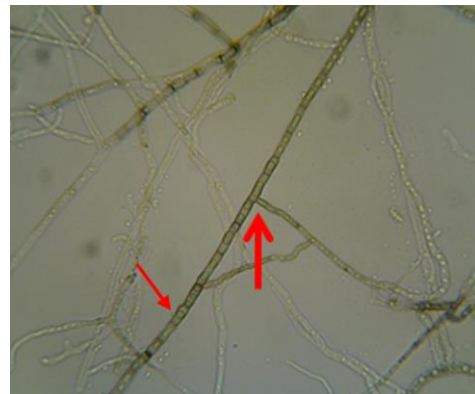
maupun konidia pada cendawan. Berdasarkan hasil identifikasi dengan ciri tersebut, dapat disimpulkan bahwa cendawan tersebut merupakan cendawan *Rhizoctonia sp.*. Hal ini sesuai dengan penelitian Istikorini dan Sari (2020) bahwa koloni cendawan yang ditemukan adalah *Rhizoctonia sp.* dengan ciri mikroskopiknya berupa serabut tipis, hifa bersekat dengan cabang tegak lurus dan tidak ditemukan konidia.

Hasil laju pertumbuhan dan laju penghambatan ditunjukkan pada Gambar 4 dan 5. Grafik laju pertumbuhan, terlihat bahwa isolat setiap perlakuan mengalami pertumbuhan. Perlakuan minyak atsiri masing-masing jenis pada konsentrasi 1%, 3%, dan 5% memiliki perbandingan grafik yang cukup terlihat. Pertumbuhan patogen pada perlakuan minyak atsiri kayu putih 1% tidak berbeda jauh dengan perlakuan kontrol. Perlakuan minyak atsiri kayu putih 1% memiliki laju pertumbuhan lebih tinggi dibanding perlakuan minyak atsiri kayu putih 3% dan 5%, sedangkan konsentrasi 3% dan 5% memiliki pertumbuhan saling berdekatan pada grafik yakni 6.9 cm dan 7.4 cm. Perlakuan minyak atsiri kunyit 1% memiliki perbedaan pertumbuhan cukup jauh dengan selisih konsentrasi 3% dan 5%. Bentuk grafik perlakuan minyak atsiri kunyit 3% dan 5% memiliki kesamaan dengan selisih akhir 1 cm. Perlakuan minyak atsiri kunyit 5% menunjukkan pertumbuhan isolat paling rendah dengan pertumbuhan akhir 2.8 cm dan diikuti perlakuan kombinasi minyak atsiri 5% dengan pertumbuhan akhir 3,4 cm.

Pada grafik laju penghambatan, masing-masing perlakuan memiliki bentuk grafik yang sama pada setiap konsentrasinya. Perlakuan kayu putih 1% berada di



Gambar 4 Laju pertumbuhan pathogen

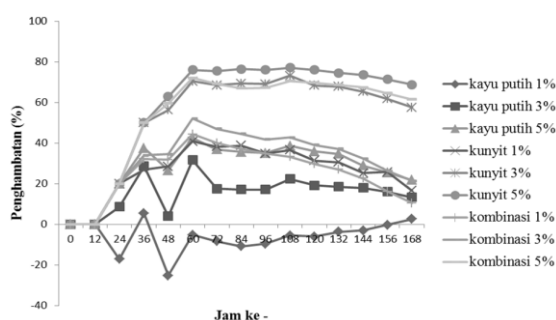


Gambar 3 Hasil pengamatan di bawah mikroskop perbesaran 40 x 10

bawah garis nol atau memiliki nilai negatif. Grafik menunjukkan perlakuan minyak atsiri kunyit 5% memiliki laju penghambatan paling tinggi dengan kenaikan signifikan dari jam ke 12 hingga jam ke 60.

Berdasarkan hasil penelitian pada minyak kayu putih memiliki intensitas laju penghambatan lebih rendah dari yang minyak atsiri kunyit maupun kombinasi. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan Chaudari *et al.* (2022) bahwa minyak atsiri kayu putih dapat menghambat pertumbuhan cendawan *Aspergillus flavus* pada tanaman jagung. Kayu putih memiliki kandungan *p-cymene* yang merupakan senyawa antimikroba utama. Hasil data juga menunjukkan bahwa minyak atsiri kunyit 5% memiliki intensitas laju penghambatan tinggi. Kunyit memiliki kandungan kurkumin, demetoksikurkumin, dan volatile oil yang bersifat insektisida dan fungisida (Setiawati *et al.* 2008). Penelitian Uma *et al.* (2016) menunjukkan bahwa minyak atsiri kunyit dengan konsentrasi 6% dan 10% dapat menjadi anti jamur. Kombinasi kedua jenis minyak juga menunjukkan dapat menghambat pertumbuhan cendawan.

Hasil inokulasi menunjukkan adanya gejala yang muncul pada daun mahoni yang telah dilukai seperti pada Gambar 6. Gejala yang muncul berupa bercak berwarna coklat pada tepian daun. Senjaya *et al.* (2018) menyatakan bahwa cendawan *Rhizoctonia sp.* dapat menyerang tanaman kehutanan, sehingga hal ini membuktikan bahwa cendawan tersebut dapat menyebar



Gambar 5 Laju penghambatan pathogen



Gambar 6 Bagian daun yang menunjukkan gejala

pada tanaman lainnya selain murbei. Menurut Mulyati (2009) dalam penelitiannya menyatakan cendawan *Rhizoctonia sp.* biasanya menyerang daun dan dapat mengurangi produktivitas tanaman.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Minyak atsiri dapat menjadi solusi sebagai pestisida nabati. Hasil pengamatan pada gejala yang ditemukan pada tanaman murbei merupakan cendawan *Rhizoctonia sp.* dan dapat menyerang tanaman kehutanan seperti mahoni. Hasil penelitian menunjukkan bahwa minyak atsiri kunyit dengan konsentrasi 5% dan minyak atsiri kombinasi dengan konsentrasi 5% dapat menghambat pertumbuhan cendawan.

Saran

Penelitian yang dilakukan masih membuktikan bahwa konsentrasi minyak atsiri yang dipilih terlalu kecil nilainya. Penelitian selanjutnya bisa melihat bagaimana pengaruh pertumbuhan cendawan pada konsentrasi minyak atsiri dengan konsentrasi yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd-Alla, MA Nadia, G El-Gamal, ER Hamed. 2013. Effect of some natural plant extracts and plant essential oils on suppressive of *Penecillium digitattium* (Pers.:Fr.) Sacc. and its enzyme activity which caused Citrus Green Mold for Navel Oranges in Egypt. *Journal of Applied Sciences Research* 9(6):4073-4080.
- Achmad dan Mulyaningsih I. 2015. Pengaruh pH, penggoyangan media, dan ekstrak daun sirih merah (*Piper crocatum* Linn.) terhadap pertumbuhan cenawan *Rhizoctonia sp.* *Jurnal Hortikultura* 25(2): 150-159.
- Asmaliyah, Wati EE, Utami S, Mulyadi K, Yudhistira, Sari FW. 2010. *Pengenalan tumbuhan penghasil pestisida nabati dan pemanfaatannya secara tradisional*. Anggraeni I. Editor. Palembang(ID): Kementerian Kehutanan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Pusat Penelitian dan Pengembangan Produktivitas Hutan.
- Chaudhari AK, Singh VK, Das S, Kujur A, Deepika, Dubey NK. 2022. Unveiling the celluler and molecular mode of action of *Melaleuca cajuputi* Powell. essential oil against aflatoxigenic strains of *Aspergillus flavus* isolated from stored maize samples. *Food Control* 138: 1-13.
- Irawan A, Anggraeni I, Christita M. 2015. Identifikasi penyebab penyakit bercak daun pada bibit cempaka (*Magnolia elegans* (Blume.) H. Keng) dan teknik pengendaliannya. *Jurnal WASIAN* 2(2): 87-94.

- Isnan W dan Muin N. 2015. Tanaman murbei sumber daya hutan multi-manfaat. *Jurnal Info Teknis Eboni* 12(2): 111-119.
- Istikorini Y dan Sari Y. 2020. Survey dan identifikasi penyebab penyakit *damping-off* pada sengon (*Paraserianthes falcataria*) di persemaian permanen IPB. *Jurnal Sylva Lestari* 8(1): 32-41.
- Istikorini Y, Wulandari AS, Krisna W. 2020. Uji kesehatan benih kenanga ylang-ylang (*Cananga odorata* Lam. Hook.f. & Thomson) forma *genuine*. *Jurnal Hutan Tropika* 15(2): 51-61.
- Lely N, Pratiwi RI, Imanda YL. 2017. Efektivitas antijamur kombinasi ketokonazol dengan minyak atsiri sereh wangi. *IJAS* 7(2): 10-15.
- Mattjik AA, Sumertajaya M. 2002. *Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab*. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor Press.
- Mulyaningsih I, Achmad. 2015. Pengaruh pH, penggoyangan media, dan ekstrak daun sirih merah (*Piper crocatum* Linn.) terhadap pertumbuhan cendawan *Rhizoctonia sp.* *Jurnal Hortikultura* 25(2):150-159.
- Mulyaningsih I. 2013. Pengaruh pH, penggoyangan media dan ekstrak daun sirih merah (*Piper crocatum* Linn.) terhadap *Rhizoctonia sp.* [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Mulyati S. 2009. Pengendalian penyakit hawar pelepah daun (*Rhizoctonia solani*) menggunakan beberapa agensia hayati golongan cendawan pada tanaman jagung (*Zea mays*). *Jurnal Agronomi*. 12(2):37-43.
- Senjaya N, Wijayanto N, Wirnas D, Achmad. 2018. Evaluasi sistem agroforestry sengon dengan padi gogo terhadap serangan cendawan *Rhizoctonia sp.* *Jurnal Silvikultru Tropika* 9(2): 120-126.
- Setiawati W, Murtiningsih R, Gunaeni N, Rubiati T. 2008. *Tumbuhan Bahan Pestisida Nabati dan Cara Pembuatannya untuk Pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan*. Bandung (ID): Balai Penelitian Tanaman Sayuran.
- Uma K, Xin H, Kumar BA. 2016. Antifungal effect of plant extract and essential oil. *Chinese Journal of Integrative Medicine* 23(3): 233-239.