

Integrasi Antara Kompos Limbah Ampas Nilam, Mikrob Antagonis dan Minyak Atsiri untuk Mengendalikan Penyakit Budok (*Synchytrium pogostemonis*)

Integration of Patchouli Waste Compost, Antagonistic Microbes and Essential Oils to Control Budok Disease (*Synchytrium pogostemonis*)

Rina Sriwati^{1,2}, Vinny Pratiwi³, Hartati Oktarina^{1,2*}

¹Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh 23111

²Atsiri Research Center PUI-PT Nilam, Universitas Syiah Kuala. Banda Aceh 23111

³Universitas Islam Kebangsaan Indonesia. Bireun, Aceh 24252

ABSTRAK

Penyakit budok yang disebabkan oleh *Synchytrium pogostemonis* merupakan masalah utama pada budi daya nilam di Provinsi Aceh (*Pogostemon cablin*). Tujuan penelitian ini ialah untuk mendapatkan cara pengendalian *S. pogostemonis* dengan menggabungkan kompos limbah ampas nilam (LAN), mikrob antagonis, dan minyak atsiri sebagai anticendawan. Penelitian dibagi menjadi dua tahap. Tahap pertama ialah pengujian efek penambahan kompos LAN terhadap pertumbuhan tanaman nilam. Tiga spesies mikrob antagonis, yaitu *Trichoderma harzianum* (ThC6), *T. asperellum* (TaC1), dan *Pseudomonas aureginosa* (AJ₁₄) diinokulasikan pada LAN sebagai biodekomposer sekaligus agens antagonis baik secara tunggal maupun kombinasi. Kompos LAN diaplikasikan pada medium tanam sebelum penanaman setek nilam dengan dua taraf rasio tanah dan kompos LAN (1:1 dan 1:2). Parameter yang diamati ialah pertumbuhan tanaman nilam meliputi tinggi tanaman dan jumlah daun. Pada tahap kedua diamati pengaruh kombinasi kompos LAN dan minyak atsiri terhadap keparahan penyakit budok. Minyak atsiri yang digunakan adalah minyak atsiri serai wangi dan nilam dengan konsentrasi 0.5% dan 1%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan mikrob antagonis baik secara tunggal maupun kombinasi pada LAN dapat meningkatkan tinggi batang dan jumlah daun tanaman nilam masing-masing sebesar 22% dan 38%. Keparahan penyakit terendah ditunjukkan oleh perlakuan kombinasi kompos LAN dan 1% minyak atsiri serai wangi, yaitu sebesar 10%.

Kata kunci: *Pseudomonas aureginosa*, serai wangi, *Trichoderma asperellum*, *Trichoderma harzianum*

ABSTRACT

Budok disease, caused by *Synchytrium pogostemonis*, is the main problem in patchouli cultivation in Aceh Province. The aim of this project is to acquire a method to control *S. pogostemonis* by combining patchouli waste (LAN), antagonistic microbes, and essential oils as antifungal. The experiment was divided into two steps. First, the study on the effect of LAN compost application on patchouli growth. Three antagonistic species, namely *Trichoderma harziannum* (ThC6), *T. asperellum* (TaC1), and *Pseudomonas aureginosa* (AJ₁₄) were inoculated into LAN both singly and in combination. Two ratios of soil and LAN compost (1:1 and 1:2) were used as growth media. Patchouli growth was observed on

*Alamat penulis korespondensi: Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala. Jalan Krueng Kalee No. 7. Darussalam, Banda Aceh 23117.
Surel: oktarina.hartati@unsyiah.ac.id

the plant height and the number of leaves. On the second step of the experiment, two types of essential oils, lemongrass plant (*Cymbopogon nardus*) and patchouli (*P. cablin*), at two levels of concentration (0.5% and 1%) were applied to study the effect of combination between LAN compost and essential oils on disease intensity. The results showed that antagonistic microbes both singly and in combination increase the plant height and the number of leaves, 22% and 38%, respectively. The lowest disease intensity (10%) was found in combination of LAN compost and 1% lemongrass plant essential oil.

Keywords: lemongrass plant, *Pseudomonas aureginosa*, *Trichoderma asperellum*, *Trichoderma harzianum*

PENDAHULUAN

Nilam (*Pogostemon cablin*) merupakan penghasil minyak atsiri (*patchouli oil*) yang mempunyai banyak manfaat dan digunakan sebagai bahan baku industri seperti industri kimia, parfum, dan kosmetik (Yulianti *et al.* 2017). Permintaan ekspor minyak nilam dunia mencapai 1600 ton per tahun yang mana hampir 90% berasal dari Indonesia (Ditjenbun 2017). Provinsi Aceh sebagai penghasil minyak nilam terbesar di Indonesia saat ini dihadapkan dengan masalah serangan cendawan *Synchytrium pogostemonis* yang menyebabkan penyakit budok dan mengakibatkan kehilangan hasil hingga mencapai 87.56% (Nurmansyah 2011). Gejala penyakit budok ialah kerdil, daun tampak menggulung, terdapat tonjolan pada daun dan batang, serta ranting mengalami perubahan berwarna menjadi cokelat kehitaman (Sumardiyono *et al.* 2008). Sampai saat ini, penyakit budok pada tanaman nilam di Aceh masih sulit untuk dikendalikan karena belum ditemukan teknik pengendalian yang tepat.

Pratiwi *et al.* (2021) telah membuat kompos yang berasal dari limbah ampas nilam (LAN) dengan penambahan biodekomposer *Trichoderma harzianum* (ThC6), *T. asperellum* (TaC1) dan *Pseudomonas aureginosa* (AJ₁₄) dengan mutu baik dan memenuhi standar kompos yang dikeluarkan oleh Badan Standardisasi Nasional. Selain sebagai biodekomposer, penambahan mikroba antagonis pada medium kompos juga telah terbukti dapat meningkatkan kesehatan tanaman sehingga lebih tahan terhadap serangan patogen (Hasari *et al.* 2018).

Bahan alami lainnya yang juga telah dilaporkan berperan sebagai anticendawan

ialah minyak atsiri serai wangi dan nilam (Yulianti *et al.* 2017; Sakerebau dan Soekarno 2013; Fauzil dan Lely 2017). Senyawa aktif pada minyak serai wangi yang berfungsi sebagai anticendawan ialah sitronelal dan linalool (Nakahara *et al.* 2003). Sedangkan minyak nilam mengandung senyawa penting yang dapat merusak struktur sel cendawan (Luchesi *et al.* 2020).

Pada penelitian ini kompos LAN dengan biodekomposer *T. harzianum* (ThC6), *T. asperellum* (TaC1) dan *P. aureginosa* (AJ₁₄) ditambahkan pada medium tanam untuk melihat pengaruhnya terhadap pertumbuhan tanaman nilam. Selanjutnya kompos LAN dikombinasikan dengan minyak atsiri serai wangi dan nilam dengan konsentrasi 0.5% dan 1% untuk mengetahui kemampuannya mengendalikan *S. pogostemonis* pada tanaman nilam.

BAHAN DAN METODE

Pembuatan kompos LAN dengan biodekomposer *T. harzianum*, *T. asperellum* dan *P. aureginosa* dilakukan di Laboratorium Ilmu Penyakit Tumbuhan, Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh. Biodekomposer yang digunakan merupakan koleksi Laboratorium Ilmu Penyakit Tumbuhan, Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala. *T. harzianum* (ThC6) diisolasi dari tanaman pala, *T. asperellum* (TaC1) diisolasi dari tanaman bambu, dan *P. aureginosa* (AJ₁₄) dari tanaman jambu biji. Penanaman nilam dan uji kompos dilakukan di Rumah Kasa Atsiri Research Centre (ARC), Nilam Inovation (NINO) Park, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh.

Percobaan disusun menggunakan rancangan acak lengkap non faktorial dengan 5 ulangan.

Pengujian Pengaruh Kompos Ampas Nilam dengan Biodekomposer *T. harzianum* (ThC6), *T. asperellum* (TaC1) dan *P. aureginosa* (AJ₁₄) terhadap Pertumbuhan Setek Nilam

Tanaman uji yang digunakan ialah setek nilam varietas Tapaktuan berumur satu bulan diperoleh dari kebun petani nilam di Desa Panga, Kecamatan Sampoinit, Kabupaten Aceh Jaya, Provinsi Aceh. Batang yang sudah mengayu dipotong sepanjang 15–20 cm dan paling sedikit memiliki empat mata tunas. Setek nilam ditanam pada pot plastik yang telah berisi medium tanam dengan kedalaman 5 cm. Medium yang digunakan ialah campuran tanah dan kompos LAN biodekomposer dengan rasio tanah dan kompos ialah 1:1 dan 1:2 (Tabel 1). Terdapat 8 perlakuan dan 5 ulangan sehingga diperoleh 40 unit percobaan. Tanaman uji diletakkan di dalam rumah kaca dan diamati pertumbuhannya selama dua bulan. Parameter yang diamati meliputi tinggi tanaman dan jumlah daun. Pengamatan dilakukan pada 21, 35, dan 42 hari setelah tanam (HST).

Inokulasi *Synchytrium pogostemonis*

Inokulum *S. pogostemonis* diperoleh dari kebun nilam di NINO Park. Persiapan inokulum dan cara inokulasi mengikuti metode Yulianti *et al.* (2017) dengan beberapa modifikasi. Sebanyak 10 g cabang dan daun nilam yang menunjukkan gejala budok dipotong dan dicuci dengan akuades steril, kemudian dihancurkan menggunakan blender dengan

menambahkan 100 mL aquades dan disaring. Hasil penyaringan kemudian diencerkan dengan cara menambahkan 30 mL suspensi ke dalam 90 mL akuades. Suspensi patogen yang telah diencerkan kemudian disimpan pada suhu 28 °C selama 72 jam. Inokulasi patogen dilakukan dengan menyemprotkan suspensi *S. pogostemonis* pada daun tanaman uji yang bagian bawahnya telah dilukai terlebih dahulu menggunakan jarum steril.

Pengujian Kombinasi Kompos LAN dengan Biodekomposer *T. harzianum* (ThC6) dan Minyak Atsiri terhadap Keparahan Penyakit Budok

Pengujian ini menggunakan kompos LAN dengan biodekomposer *T. harzianum* (ThC6)—LANTh—dengan perbandingan kompos LANTh dan tanah ialah 1:2. Penanaman setek nilam seperti yang telah dijelaskan sebelumnya.

Minyak atsiri serai wangi diperoleh dari petani serai wangi di Kabupaten Gayo Lues, Provinsi Aceh. Sedangkan minyak atsiri nilam diperoleh dari Atsiri Research Centre (ARC). Konsentrasi minyak atsiri yang digunakan ialah 0.5% dan 1%. Sebanyak 5 mL minyak atsiri dicampurkan ke dalam 995 mL air untuk mendapatkan konsentrasi 0.5% dan 10 mL minyak atsiri ke dalam 990 mL air untuk mendapatkan konsentrasi 1%. Perlakuan terdiri atas 10 perlakuan dengan lima ulangan dan setiap ulangan terdiri atas tiga tanaman nilam (Tabel 2). Minyak atsiri disemprotkan secara merata pada daun tanaman nilam tiga hari setelah inokulasi *S. pogostemonis*. Selanjutnya, penyemprotan minyak atsiri dilakukan setiap minggu sampai minggu keempat.

Tabel 1 Susunan perlakuan pengujian pengaruh kompos ampas nilam dengan biodekomposer *Trichoderma harzianum* (ThC6), *T. asperellum* (TaC1), dan *Pseudomonas aureginosa* (AJ14) terhadap pertumbuhan setek nilam varietas Tapaktuan

Perlakuan	Perbandingan
Kontrol (Tanah dan Kompos LAN)	1:1
Kontrol (Tanah dan Kompos LAN)	1:2
Tanah dan Kompos LAN <i>T.harzianum</i>	1:1
Tanah dan Kompos LAN <i>T.harzianum</i>	1:2
Tanah dan Kompos LAN <i>T.asperellum</i>	1:1
Tanah dan Kompos LAN <i>T.asperellum</i>	1:2
Tanah dan Kompos LAN <i>T. harzianum</i> + <i>P. aureginosa</i>	1:1
Tanah dan Kompos LAN <i>T. harzianum</i> + <i>P. aureginosa</i>	1:2

Pengamatan terhadap keparahan penyakit (KP) budok dilakukan saat tanaman berumur dua bulan dan dihitung dengan rumus:

$$KP = \frac{\sum_{i=0}^t (n_i \times v_i)}{N \times V} \times 100\%, \text{ dengan}$$

n_i , jumlah tanaman dengan skor ke- i ; v_i , nilai skor penyakit dari $i = 0,1,2$ sampai i t-skor tertinggi; N , jumlah tanaman yang diamati; dan V , skor tertinggi. Kriteria penentuan skoring serangan mengikuti metode Sumardiyono *et al.* (2013) (Tabel 3).

Analisis Statistik

Data yang diperoleh dianalisa secara statistik untuk analisis varians (ANOVA). Apabila hasil uji F memberikan pengaruh yang nyata, maka analisis dilanjutkan dengan uji *duncan new multi range test* (DNMRT) pada taraf α 5%.

Tabel 2 Susunan perlakuan pengaruh kombinasi kompos LAN dengan biodekomposer dan minyak atsiri terhadap keparahan penyakit budok pada nilam varietas Tapaktuan

Perlakuan
1. Kontrol (tanpa kompos dan atsiri)
2. Kompos LAN tanpa mikroba antagonis
3. Atsiri Nilam 0.5%
4. Atsiri Nilam 1%
5. Atsiri Serai Wangi 0.5%
6. Atsiri Serai Wangi 1%
7. Kompos LANTh + atsiri nilam 0.5%
8. Kompos LANTh + atsiri nilam 1%
9. Kompos LANTh + atsiri serai wangi 0.5%
10. Kompos LANTh + atsiri serai wangi 1%

Tabel 3 Skoring penyakit budok pada setek nilam varietas Tapaktuan

Skor	Uraian
0	Tidak ada infeksi (0%)
1	Luas bagian tanaman terserang mencapai > 0–25,0%
2	Luas bagian tanaman terserang mencapai > 25–50,0%
3	Luas bagian tanaman terserang mencapai > 50–75,0%
4	Luas bagian tanaman terserang mencapai > 75%

Keterangan: Kriteria keparahan penyakit mengikuti metode Sumardiyono *et al.* (2013).

HASIL

Pengujian Pengaruh Kompos Ampas Nilam dengan Biodekomposer *T. harzianum* (ThC6), *T. asperellum* (TaC1), dan *P. aureginosa* (AJ₁₄) terhadap Pertumbuhan Setek Nilam

Tinggi tanaman nilam pada medium yang mengandung kompos LAN dan biodekomposer berbeda nyata dibandingkan dengan tanaman pada perlakuan kontrol. Jenis mikroba yang diinokulasikan pada LAN dan komposisi medium tanam tidak berpengaruh pada penambahan tinggi setek nilam (Tabel 4).

Hal yang serupa juga terlihat pada parameter jumlah daun setek nilam (Tabel 5). Pada pengamatan hari ke 21 tidak terlihat perbedaan jumlah daun pada setiap perlakuan. Akan tetapi pada 35 dan 42 HST jumlah daun pada perlakuan kompos LAN dengan biodekomposer meningkat secara signifikan dibandingkan dengan kontrol. Jenis mikroba dan komposisi medium tidak berpengaruh pada jumlah daun tanaman nilam.

Pengujian Kombinasi Kompos LANTh dan Minyak Atsiri terhadap Keparahan Penyakit Budok

Aplikasi kompos LAN dan minyak atsiri secara tunggal maupun secara kombinasi mampu menurunkan keparahan penyakit budok pada tanaman nilam (Tabel 6). Penekanan keparahan penyakit tertinggi terlihat pada perlakuan kombinasi antara kompos LANTh dan atsiri serai wangi 1%. Penekanan ini tidak berbeda nyata dengan perlakuan kompos LANTh dan minyak atsiri 0.5%, serai wangi 0.5%, dan kompos LANTh dan minyak atsiri nilam 1% .

PEMBAHASAN

Penambahan kompos LAN dengan biodekomposer mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman nilam yang nampak pada penambahan tinggi tanaman dan jumlah daun. Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa kompos dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman (Wasis dan Sandrasari 2011; Mariana 2017).

Tabel 4 Pengaruh aplikasi kompos LAN dengan biodekomposer *Trichoderma harzianum* (ThC6), *T. asperellum* (TaC1), dan *Pseudomonas aureginosa* (AJ14) terhadap tinggi setek nilam varietas Tapaktuan.

Perlakuan	Tinggi setek nilam (cm)		
	21 HST	35 HST	42 HST
LAN 1:1 (Kontrol)	15.9 a	17.3 a	19 a
LAN 1:2 (Kontrol)	15.4 a	17.7 a	19.8 a
LAN <i>T. harzianum</i> 1:1	16.9 ab	20.7 b	23.2 b
LAN <i>T. harzianum</i> 1:2	17.3 b	20.5 b	22.8 b
LAN <i>T. asperellum</i> 1:1	16.4 b	19.9 b	22.2 b
LAN <i>T. asperellum</i> 1:2	16.3 b	19.9 b	22.4 b
LAN <i>T. harzianum</i> + <i>P. aureginosa</i> 1:1	16.3 b	19.6 b	21.3 b
LAN <i>T. harzianum</i> + <i>P. aureginosa</i> 1:2	16.2 b	24.0 b	23.0 b

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DNMR pada taraf α 5%.

Tabel 5 Pengaruh aplikasi kompos LAN dengan biodekomposer *Trichoderma harzianum* (ThC6), *T. asperellum* (TaC1), dan *Pseudomonas aureginosa* (AJ14) terhadap jumlah daun setek nilam varietas Tapaktuan.

Perlakuan	Jumlah daun		
	21 HST	35 HST	42 HST
LAN 1:1 (Kontrol)	2.8 a	4.4 a	7.6 a
LAN 1:2 (Kontrol)	2.6 a	4.8 a	7.2 a
LAN <i>T. harzianum</i> 1:1	3.8 a	6.0 b	9.0 b
LAN <i>T. harzianum</i> 1:2	3.6 a	6.6 b	10.4 b
LAN <i>T. asperellum</i> 1:1	3.8 a	5.8 b	9.2 b
LAN <i>T. asperellum</i> 1:2	3.2 a	6.0 b	9.4 b
LAN <i>T. harzianum</i> + <i>P. aureginosa</i> 1:1	3.4 a	5.8 b	9.6 b
LAN <i>T. harzianum</i> + <i>P. aureginosa</i> 1:2	3.4 a	6.4 b	10.4 b

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DNMR pada taraf α 5%.

Tabel 6 Pengaruh perlakuan kompos LANTh dan minyak atsiri serai wangi dan nilam terhadap keparahan penyakit budok pada tanaman nilam varietas Tapaktuan

Perlakuan	Keparahan penyakit (%)
Kontrol (tanpa kompos LAN mikrob dan atsiri)	38.7 e
Kompos LAN tanpa mikrob	21.6 c
Atsiri Nilam 0.5%	23.0 d
Atsiri Nilam 1%	20.8 c
Atsiri Serai Wangi 0.5%	17.5 bc
Atsiri Serai Wangi 1%	14.3 abc
Kompos LANTh + atsiri nilam 0.5%	15.5 bc
Kompos LANTh + atsiri nilam 1%	12.2 abc
Kompos LANTh + atsiri serai wangi 0.5%	10.5 ab
Kompos LANTh + atsiri serai wangi 1%	10.0 a

Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji DNMR pada tarafa 5%.

Trichoderma sp. dan *P. aureginosa* memiliki kemampuan meningkatkan pertumbuhan tanaman selain bertindak sebagai biodekomposer (Purwanti dan Hastuti 2009; Islam *et al.* 2014). Bakteri *Pseudomonas* merupakan bakteri yang mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman karena sifatnya sebagai *plant growth promoting rhizobacteria* (PGPR),

mampu memproduksi siderofor, hormon tanaman, serta melarutkan fosfat (Qessaoui *et al.* 2019). Mariana (2017) menyatakan bahwa penggunaan kompos organik memberikan pengaruh terhadap jumlah helai daun nilam. Kompos mampu memperbaiki sifat fisik dan kesuburan tanah (Wasis dan Sandrasari 2011) dan pada akhirnya dapat membantu tanaman untuk tumbuh dengan optimal.

Kompos LAN yang digunakan memiliki kandungan C/N rasio yang sesuai dengan standar kompos yaitu 10%–20% (BSN 2004). Keseimbangan hara total (C/N) dalam kompos membuat mikroorganisme yang mengurai bahan organik dapat bekerja dengan optimal (Widarti *et al.* 2015). Dengan demikian unsur-unsur hara baik makro maupun mikro dalam kompos menjadi tersedia bagi tanaman (Yurmiati dan Hidayanti 2008).

Aplikasi minyak atsiri serai wangi dan nilam sebagai anticendawan terbukti dapat menekan keparahan penyakit budok. Temuan ini sejalan dengan penelitian Burhanuddin dan Nurmansyah (2012), menyakan bahwa pemupukan kompos nilam, pupuk kandang, dan NPK dapat menurunkan keparahan penyakit budok pada tanaman nilam sebesar 18.63%. Abdel-Kader *et al.* (2013) juga melaporkan bahwa aplikasi kompos dan atsiri serai wangi dapat menurunkan keparahan penyakit busuk buah kacang tanah yang disebabkan oleh *Aspergillus niger* dibandingkan dengan perlakuan tunggal kompos atau atsiri saja.

Mekanisme penekanan keparahan penyakit oleh minyak atsiri nilam ialah dengan merusak struktur sel cendawan (Luchesi *et al.* 2020). Demikian juga halnya dengan minyak atsiri serai wangi yang mengandung senyawa bioaktif yang dapat menghambat pertumbuhan cendawan karena terhambatnya metabolisme (Febriyono dan Djatmiko 2019). Akan tetapi dari hasil yang diperoleh diduga senyawa tersebut tidak memengaruhi *T. harzianum* yang terdapat pada kompos. *T. harzianum* dilaporkan sebagai pengendali hayati yang paling tahan terhadap minyak atsiri nilam dibandingkan dengan *Verticillium* spp., *Beauveria bassiana*, dan *Cordyceps* sp. (Febriyono dan Djatmiko 2019).

Penelitian ini membuktikan penambahan biodekomposer *Trichoderma* spp. dan *P. aureginosa* pada kompos LAN mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman nilam. Kombinasi pemberian kompos LAN dan minyak atsiri dapat dijadikan metode pengendalian penyakit budok pada tanaman nilam. Namun demikian, harus dipertimbangkan juga efisiensi aplikasi minyak nilam sebagai pengendali patogen.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada ARC PUI PT Nilam Aceh Universitas Syiah Kuala yang telah memfasilitasi penelitian ini dan juga anggota Laboratorium Penyakit Tumbuhan, Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala yang telah banyak membantu selama penulis melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdel-Kader MM, Abdel-Kareem F, El-Mougy NS, El-Mohamady RS. 2013. Integration between compost, *Trichoderma harzianum* and essential oils for controlling peanut crown rot under field conditions. *Journal of Mycology*. 2013:1–7. DOI: <https://doi.org/10.1155/2013/262130>.
- [BSN] Badan Standardisasi Nasional. 2004. Spesifikasi kompos dari sampah organik domestik. Badan Standardisasi Nasional.
- Burhanuddin, Nurmansyah. 2012. Pengaruh pemupukan terhadap intensitas serangan penyakit budok dan pertumbuhan tanaman nilam. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*. 1(23):83–92.
- [Ditjenbun] Direktorat Jenderal Perkebunan. 2017. Nilam, statistik perkebunan. Jakarta (ID): Direktorat Jendral Perkebunan.
- Fauzil M, Lely N. 2017. Karakterisasi dan uji aktivitas antimikrob minyak atsiri daun dan batang nilam (*Pogostemon cablin* Benth). *Jurnal Ilmiah Bakti Farmasi*. 2(1):41–48.
- Febriyono W, Djatmiko HA. 2019. Pengaruh empat minyak atsiri terhadap jamur agens pengendali hayati. *Biofarm: Jurnal Ilmiah*

- Pertanian. 15(2):71–79. DOI: <https://doi.org/10.31941/biofarm.v15i2.1195>.
- Hasari SA, Temaja IGRM, Sudiarta IP, Wirya GNAS. 2018. Efektivitas *Trichoderma* sp. yang ditambahkan pada kompos daun untuk pengendalian penyakit layu fusarium pada tanaman stroberi (*Fragaria* sp.) di Desa Pancasari Kabupaten Buleleng. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika*. 7(3):437–446.
- Islam F, Yasmeen T, Ali Q, Ali S, Arif MS, Hussain S, Rizvi H. 2014. Influence of *Pseudomonas aureginosa* as PGPR on oxidative stress tolerance in wheat under Zn stress. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 104:285–293. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2014.03.008>.
- Luchesi LA, Paullus D, Busso C, Frata MT, Oliveira JB. 2020. Chemical composition, antifungal and antioxidant activity of essential oils from *Baccharis dracunculifolia* and *Pogostemon cablin* against *Fusarium graminearum*. *Natural Product Research*. 6:1–4. DOI: <https://doi.org/10.1080/14786419.2020.1802267>.
- Mariana M. 2017. Pengaruh media tanam terhadap batang stek nilam (*Pogostemon cablin* Bent). *Agrica Ekstensia*. 11(1):1–8.
- Nakahara K, Alzoreky NS, Yoshihashi T, Nguyen HTT, Trakoontivakorn G. 2003. Chemical composition and antifungal activity of essential oil from *Cymbopogon nardus* (citronella grass). *Japan Agricultural Research Quarterly*. 37(4):249–252. DOI: <https://doi.org/10.6090/jarq.37.249>.
- Nurmansyah. 2011. Pengaruh penyakit budok terhadap produksi tanaman nilam. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*. 22(1):65–73.
- Pratiwi V, Hifnalisa, Oktarina H, Sriwati R. 2021. The potential of *Trichoderma* spp. and *Pseudomonas auregenosa* as patchouli waste decomposer. *IOP Conf Ser: Earth Environ Sci*. 667:1–5. DOI: <https://doi.org/10.1088/1755-1315/667/1/012019>.
- Purwanti S, Hastuti RB. 2009. Uji antagonisme jamur patogen *Phytophthora infestans* penyebab penyakit busuk daun dan umbi tanaman kentang dengan menggunakan *Trichoderma* spp. isolate lokal. *Bioma*. 11(1):24–32.
- Qessaoui R, Bouharroud R, Furze JN, El Aalaoui M, Akroud H, Amarraque A, Van Vaerenberg V, Tahzima R, Mayad EH, Chebli B. 2019. Application of new rhizobacteria *Pseudomonas* isolates in agroecology via fundamental processes complementing plant growth. *Scientific Reports*. 9(1):1–10. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-49216-8>.
- Sakerebau DRM, Soekarno BPW. 2013. Minyak nilam sebagai biofungisida untuk pengendalian penyakit antraknosa cabai. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 9(3):84–88. DOI: <https://doi.org/10.14692/jfi.9.3.84>.
- Sumardiyono C. 2008. Ketahanan jamur terhadap fungisida di Indonesia. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*. 14(1):1–5.
- Sumardiyono C, Hartono S, Nasrun, Sukamto. 2013. Pengendalian penyakit budok dengan fungisida dan deteksi residu pada daun nilam. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. 9(3):89–94. DOI: <https://doi.org/10.14692/jfi.9.3.89>.
- Wasis B, Sandrasari A. 2011. Pengaruh pemberian pupuk kompos terhadap pertumbuhan semai mahoni (*Swetenia macrophylla* King.) pada media tanah bekas tambang emas (Tailing). *Jurnal Silvikultur Tropika*. 3(1):109–112.
- Widarti BN, Wardhini WK, Sarwono E. 2015. Pengaruh rasio C/N bahan baku pada pembuatan kompos dari kubis dan kulit pisang. *Jurnal Integrasi Proses*. 5(2):75–80.
- Yulianti T, Hartati SY, Indrayanti R. 2017. Uji ketahanan nilam terhadap *Synchytrium pogostemonis* penyebab penyakit budok dan potensi pengendaliannya dengan pestisida nabati. *Bioma*. 13(2):90–99. DOI: [https://doi.org/10.21009/Bioma13\(2\).5](https://doi.org/10.21009/Bioma13(2).5).
- Yurmiati H, Hidayati YA. 2008. Evaluasi produksi dan penyusutan kompos dari feses kelinci pada peternakan rakyat. Di dalam: *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner*, 2008 11-12 November. Bandung (ID): Universitas Padjadjaran.