

**EKSPLORASI DAN PENGARUH JAMUR ANTAGONIS ASAL LIMBAH MEDIA JAMUR MERANG TERHADAP PERTUMBUHAN TANAMAN KEDELAI (*Glycine max* L.Merill)**

***THE EXPLORATION AND EFFECT OF ANTAGONIST FUNGI FROM STRAW MUSHROOM WASTE MEDIA ON SOYBEAN PLANT GROWTH (*Glycine max* L.Merill)***

Envira Reksa Sukma Shandy<sup>1\*</sup>, Satriyo Restu Adhi<sup>1</sup>, Sugiarto<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Singaperbangsa Karawang, Jl. HS Ronggowaluyo, Karawang 41360, Indonesia

**ABSTRAK**

Limbah media jamur merang merupakan salah satu sumber bahan organik yang potensial untuk mendapatkan jamur antagonis. Beberapa jamur antagonis asal limbah media jamur merang memiliki kemampuan untuk dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman kedelai. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai jamur antagonis asal limbah media jamur merang terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merill). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah eksplorasi dan eksperimental. Uji patogenisitas menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktor Tunggal terdiri dari 10 perlakuan dan 3 ulangan. Hasil isolasi dan pendugaan identifikasi diperoleh 9 isolat jamur asal limbah media jamur merang yang terdiri dari genus *Aspergillus* sp., *Hyalodendron* sp., *Trichoderma* sp., dan dua isolat belum teridentifikasi. Hasil pengujian pada perkecambahan tanaman kedelai menunjukkan terdapat empat isolat yang tidak menghambat pertumbuhan tanaman kedelai yaitu isolat JMA2 (*Hyalodendron* sp.), JMA4 (*Trichoderma* sp.2), JMA8 (*Trichoderma* sp.4), dan JMA9 (*Trichoderma* sp.5). Adapun dua diantara empat isolat tersebut yaitu JMA8 dan JMA9 diduga dapat memicu pertumbuhan tanaman kedelai.

Kata kunci: jamur antagonis; kedelai; limbah media jamur merang; patogenisitas; perkecambahan

**ABSTRACT**

*Straw mushroom media waste is a potential source of organic material for obtaining antagonistic fungi. Several antagonistic fungi from straw mushroom media waste have the ability to increase the growth of soybean plants. This research aims to determine the effect of various antagonistic fungi from straw mushroom media waste on the growth of soybean plants (*Glycine max* L. Merill). The method used in this research is exploration and experimental. The pathogenicity test used a Single Factor Randomized Block Design consisting of 10 treatments and 3 replications. The results of isolation and identification estimates obtained 9 fungal isolates from straw mushroom media waste consisting of the genus *Aspergillus* sp., *Hyalodendron* sp., *Trichoderma* sp., and two isolates that have not been identified. Test results on the germination of soybean plants showed that there were four isolates that did not inhibit the growth of soybean plants, namely isolates JMA2 (*Hyalodendron* sp.), JMA4 (*Trichoderma* sp.2), JMA8 (*Trichoderma* sp.4), and JMA9 (*Trichoderma* sp.5). Two of the four isolates, namely JMA8 and JMA9, are thought to be able to trigger the growth of soybean plants.*

*Keywords: antagonistic fungus; soybean; straw mushroom media waste; pathogenicity; germination*

---

<sup>\*</sup>) Penulis Korespondensi.

E-mail: [satriyo.restu@faperta.unsika.ac.id](mailto:satriyo.restu@faperta.unsika.ac.id)

## Pendahuluan

Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) merupakan tanaman pangan penting yang mengandung protein tinggi. Hal tersebut didasarkan dari besarnya kebutuhan kedelai sehingga permintaan kedelai di pasar tinggi (Nuraini *et al.*, 2021). Tanaman kedelai memiliki prospek yang baik untuk dikembangkan.

Produksi kedelai di Indonesia selama periode tahun 2017-2021 mengalami penurunan (Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, 2021). Kendala yang sering terjadi pada produksi kedelai adalah serangan penyakit tanaman. Salah satu penyakit yang menyerang tanaman kedelai adalah penyakit busuk pangkal batang yang disebabkan oleh jamur *Sclerotium rolfsii* yang menyebabkan kehilangan hasil hingga 30% (Marwan *et al.*, 2017).

Pengendalian yang aman untuk menekan penyakit salah satunya melalui pengendalian hayati dengan menggunakan jamur antagonis. Jamur antagonis adalah jamur yang memberikan pengaruh tidak menguntungkan terhadap makhluk hidup lainnya seperti jamur patogen (Sopialena, 2018). Keunggulan pengendalian menggunakan jamur antagonis yakni lebih aman dan ramah lingkungan dibandingkan dengan pengendalian menggunakan fungisida sintesis.

Jamur antagonis banyak ditemukan di berbagai habitat utamanya banyak ditemukan pada bahan organik. Menurut Muslim (2019), bahan organik dapat membuat lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan dan perkembangan jamur antagonis. Jamur antagonis dapat diisolasi dari limbah pertanian seperti limbah media jamur merang karena masih mengandung bahan organik yang tinggi. Limbah media tanam jamur konsumsi seperti jamur merang masih mengandung bahan organik yang tinggi mencapai 20% (Verma *et al.*, 2020).

Kabupaten Karawang merupakan salah satu daerah penghasil jamur konsumsi, menghasilkan limbah media yang belum dikelola dengan baik. Diperkirakan limbah yang dihasilkan dari produksi jamur konsumsi di Karawang pada tahun 2021 mencapai 59.015 – 70.818 kuintal (Ma *et al.*, 2014; Badan Pusat Statistika, 2022). Limbah yang dapat dimanfaatkan salah satunya yaitu limbah media tanam jamur merang. Limbah tersebut dapat digunakan sebagai pengendali hayati untuk menekan penyakit pada tanaman karena mengandung jamur antagonis.

Terdapat enam spesies kultur asal jamur konsumsi yang memiliki sifat anti mikrob dan

dapat menekan perkembangan penyakit layu bakteri yang disebabkan *Ralstonia solanacearum* (Kwak *et al.*, 2015). Ekstrak kompos limbah jamur merang mempunyai aktivitas anti fungi yang tinggi, dan mampu menekan pertumbuhan jamur *Fusarium* sp. pada tanaman cabai (Mudmainah dan Somala, 2019). *Spent Mushroom Substrate* (SMS) jamur merang mengandung jamur antagonis *Trichoderma*, *Aspergillus*, dan *Penicillium* yang mampu menekan *Fusarium oxysporum* f. sp. *cepae* pada bawang merah (Yusidah dan Istifadah, 2018).

Penggunaan mikroorganisme asal limbah media jamur konsumsi untuk menekan perkembangan mikroorganisme patogen telah banyak diteliti. Namun belum banyak informasi mengenai pengaruh jamur antagonis asal limbah media jamur merang terhadap pertumbuhan tanaman kedelai. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh berbagai jamur antagonis asal limbah media jamur merang terhadap pertumbuhan tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill).

## Metode Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Bioteknologi Fakultas Pertanian Universitas Singaperbangsa Karawang dan Rumah Sungkup. Metode penelitian yang digunakan metode eksplorasi dan eksperimental. Uji patogenisitas menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktor tunggal dengan perlakuan isolat limbah media jamur merang dengan kontrol tanpa isolat yang terdiri dari 10 perlakuan dan 3 ulangan. Penelitian dilakukan dengan beberapa tahapan, yaitu (1) Sterilisasi alat, (2) Pembuatan media PDA, (3) Pengambilan sampel limbah media jamur merang, (4) Isolasi, identifikasi, dan kultur isolat limbah jamur merang, (5) Pembuatan rumah sungkup, (6) Uji patogenisitas.

**Sterilisasi alat.** Alat-alat yang akan digunakan dicuci dengan sabun dan air mengalir kemudian dikeringanginkan. Selanjutnya alat-alat dibungkus menggunakan kertas dan disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121° C selama 15 menit.

**Pembuatan media PDA (*Potato Dextrose Agar*).** Kentang sebanyak 250 g dibersihkan, dikupas, dan dipotong dadu. Selanjutnya kentang direbus dengan 1000 ml akuades selama 30 menit hingga melunak, setelah itu disaring dengan kain kasa dan ditambahkan akuades hingga mencapai 1000 ml. Larutan ekstrak kentang dicampurkan

dengan 15 g agar, 20 g dextrosa, 0,25 g kloramfenikol yang dipanaskan dan diaduk hingga larut, kemudian media dimasukkan ke dalam *schott* dan ditutup. Media disterilkan dengan autoklaf pada suhu 121° C selama 15 menit (Azzahra *et al.*, 2020; Jayaram dan Nagao, 2018).

**Pengambilan sampel limbah media jamur merang.** Pengambilan sampel limbah media jamur merang dilakukan di Desa Pasirmulya, Kecamatan Majalaya, Kabupaten Karawang, Provinsi Jawa Barat. Limbah media jamur merang yang dijadikan sebagai sumber isolat jamur antagonis didapatkan dengan cara mengambil limbah media dari baglog yang sudah dipanen dan dibiarkan selama 3 bulan. Masing-masing titik sampel diambil sekitar 10 g, kemudian dikompositkan dan dimasukkan ke dalam kantong plastik (Ristiari *et al.*, 2018).

**Isolasi, identifikasi, dan kultur isolat limbah jamur merang.** Isolasi jamur dilakukan dengan metode Sutari (2020) yaitu dengan cara pengenceran bertingkat. Hasil komposit limbah media sebanyak 10 g disuspensikan ke dalam 90 ml akuades steril dalam *Erlenmeyer* kemudian dikocok menggunakan *vortex* selama 15 menit. Kemudian 1 ml suspensi dipindahkan ke dalam 9 ml akuades steril di dalam tabung reaksi dan dikocok sampai homogen sehingga terbentuk suspensi dengan pengenceran 10<sup>-1</sup>. Dilakukan pengenceran yang sama hingga mencapai pengenceran 10<sup>-5</sup>. Masing-masing dari setiap hasil pengenceran 10<sup>-1</sup> sampai 10<sup>-5</sup> diambil menggunakan pipet steril sebanyak 1 ml kemudian dimasukkan ke dalam cawan Petri dan ditambahkan media PDA. Selanjutnya cawan Petri digoyangkan hingga suspensi dan media homogen secara merata, setelah itu diinkubasi pada suhu kamar selama 7 hari. Pemurnian setiap koloni jamur dilakukan berdasarkan morfologi, warna, dan bentuk koloni yang terbentuk di dalam cawan Petri (Ristiari *et al.*, 2018). Masing-masing koloni ditumbuhkan kembali pada cawan Petri lain berisi media PDA dengan cara mengambil setiap koloni menggunakan jarum ose secara aseptik. Identifikasi jamur dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis, kemudian dicocokkan dengan buku identifikasi *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* karangan Barnett dan Hunter (1987) dan buku *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi* karangan Watanabe (2002).

**Pembuatan rumah sungkup.** Rumah sungkup dibuat dengan membuat rangka bambu yang dibentuk seperti rak berukuran panjang 3 m, lebar 1,25 m, serta tinggi puncak 1,0 m. Bagian

atas rumah sungkup ditutup dengan menggunakan paranet sebagai atap.

**Uji patogenisitas.** Media tanam yang digunakan untuk melakukan uji patogenisitas merupakan kombinasi tanah *top soil* dan kompos. Media tanam dimasukkan ke dalam plastik tahan panas dan disterilkan dengan cara dikukus selama 30 menit setelah mendidih (Wahyudi dan Topan, 2011). Setelah steril kemudian media tanam dimasukkan ke dalam *tray*. Pengujian patogenisitas dilakukan menggunakan metode yang dimodifikasi dari Astiko *et al.* (2017) yaitu dengan meletakkan setiap potongan inokulum jamur asal limbah media berdiameter ±8 mm ke dalam setiap lubang *tray* dengan kedalaman berkisar 1 cm, kemudian diinkubasi selama 3 hari. Setelah itu pada masing-masing lubang *tray* ditanam 5 benih kedelai. Hasil penanaman ditempatkan pada rumah sungkup dan diamati selama 14 hari setelah tanam.

Pengamatan uji patogenisitas dilakukan pada 14 HST dengan parameter yang diamati berupa persentase benih kedelai berkecambah. Menurut Nurlela *et al.*, (2016) persentase benih berkecambah dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Perkecambahan}(\%) = \frac{a}{b} \times 100\%$$

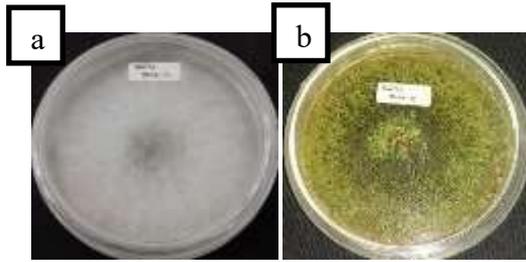
Keterangan:

- P = Persentase perkecambahan
- a = Benih yang tumbuh
- b = Jumlah benih yang ditanam

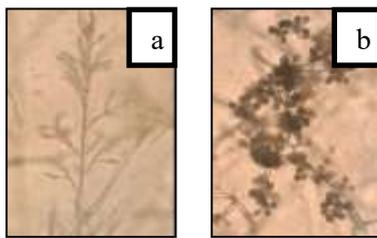
Hasil pengamatan nilai persentase benih berkecambah dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (*Analysis of Variance*) pada taraf 5% dan dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

## Hasil dan Pembahasan

**Identifikasi Isolat Limbah Media Jamur Merang.** Hasil isolasi dan pendugaan identifikasi jamur asal limbah media jamur merang didapatkan sebanyak sembilan isolat jamur antagonis yaitu *Aspergillus*, *Hyalodendron*, *Trichoderma*, dan dua isolat belum teridentifikasi (Tabel 1). Sembilan isolat jamur tersebut menunjukkan karakteristik morfologi secara makroskopis dan mikroskopis yang berbeda satu sama lain (Gambar 1 dan Gambar 2).



**Gambar 1.** Karakteristik morfologi makroskopis jamur asal limbah jamur merang (a) JMA2, (b) JMA9



**Gambar 2.** Karakteristik morfologi mikroskopis jamur asal limbah jamur merang (a) JMA2, (b) JMA9

**Tabel 1.** Hasil isolasi dan identifikasi jamur asal limbah media jamur merang

Kode Isolat	Genus
JMA1	<i>Aspergillus</i> sp.
JMA2	<i>Hyalodendron</i> sp.
JMA3	<i>Trichoderma</i> sp.1
JMA4	<i>Trichoderma</i> sp.2
JMA5	<i>Trichoderma</i> sp.3
JMA6	Belum teridentifikasi
JMA7	Belum teridentifikasi
JMA8	<i>Trichoderma</i> sp.4
JMA9	<i>Trichoderma</i> sp.5

Keanekaragaman jamur pada suatu habitat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Menurut Susilawati *et al.* (2013) keberagaman dan kelimpahan mikroorganisme dipengaruhi oleh suhu, kelembapan, pH, aerasi, air, jumlah dan komposisi bahan organik. Limbah media yang dijadikan sampel diproduksi dari campuran berbagai bahan organik, di mana bahan organik yang tinggi mampu meningkatkan aktivitas mikroorganisme (Sopialena, 2018).

Media jamur merang yang berasal dari Desa Pasirmulya, Kecamatan Majalaya dibuat dengan komposisi jerami, kapas, dedak, dan kapur dengan perbandingan 10 : 2,5 : 1 : 0,4. Limbah media yang diambil merupakan limbah yang berasal dari media yang sudah dipanen dan dibiarkan selama tiga bulan. Limbah media telah mengalami perubahan pada tekstur dan warnanya, yaitu bertekstur remah serta berwarna cokelat tua

yan menandakan telah terjadi dekomposisi atau pembusukan. Terjadinya proses dekomposisi banyak dilakukan oleh mikroorganisme, sehingga sejalan dengan masa dekomposisi limbah media, pertumbuhan populasi mikroorganisme akan meningkat. Peningkatan pertumbuhan mikroorganisme dinyatakan dalam ukuran, pertambahan jumlah, dan ukuran koloni (Sukaryorini *et al.*, 2016).

**Uji patogenisitas.** Uji patogenisitas dilakukan terhadap sembilan isoat asal limbah media jamur merang menunjukkan hasil uji analisis sidik ragam (Tabel 2) bahwa inokulasi isolat limbah media jamur merang tidak memberikan pengaruh nyata terhadap perkecambahan tanaman kedelai. Nilai persentase perkecambahan tertinggi yaitu pada perlakuan isolat JMA9 (*Trichoderma* sp.5) sebesar 80%, dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perkecambahan benih kedelai dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik (Harnowo, 2017). Faktor biotik berupa serangan hama penyakit dan faktor abiotik berupa masa simpan, kadar air, ukuran benih, cahaya, suhu, kelembapan, serta waktu panen (Ramadhani *et al.*, 2018; Ghani *et al.*, 2016).

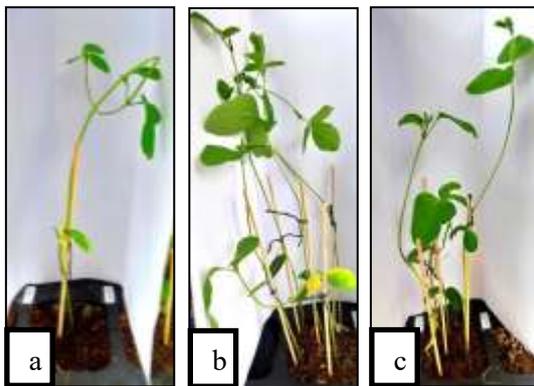
**Tabel 2.** Rata-rata persentase perkecambahan benih kedelai pada media biakan isolat limbah media jamur merang

Jamur antagonis	Perkecambahan (%)
Kontrol	60,00 a
<i>Aspergillus</i> sp.	46,67 a
<i>Hyalodendron</i> sp.	60,00 a
<i>Trichoderma</i> sp.1	46,67 a
<i>Trichoderma</i> sp.2	60,00 a
<i>Trichoderma</i> sp.3	53,33 a
Isolat JMA6	46,67 a
Isolat JMA7	46,67 a
<i>Trichoderma</i> sp.4	73,33 a
<i>Trichoderma</i> sp.5	80,00 a
KK (%)	20,94

Keterangan: Nilai rata-rata pada satu kolom perkecambahan diikuti huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata pada setiap perlakuannya berdasarkan uji DMRT taraf 5%

Rendahnya nilai persentase perkecambahan pada sebagian besar perlakuan diduga dipengaruhi oleh faktor abiotik yaitu lama masa simpan benih. Benih yang digunakan pada saat

penelitian disimpan selama dua bulan, sehingga saat uji patogenesis didapatkan nilai persentase perkecambahan yang rendah. Benih kedelai memiliki kandungan lemak dan protein yang cukup tinggi sehingga mudah rusak mutu benih dan daya tumbuh benih kedelai mudah mengalami penurunan selama penyimpanan (Harnowo, 2017). Benih kedelai pada penyimpanan bulan pertama mempunyai daya kecambah diatas 80%, dan terus mengalami penurunan pada bulan berikutnya hingga mencapai rata-rata daya kecambah sebesar 45% pada penyimpanan bulan keenam (Ramadhani *et al.*, 2018).



**Gambar 3.** Hasil uji patogenesis (a) Perlakuan JMA7 (belum teridentifikasi) dengan persentase perkecambahan terendah, (b) Perlakuan JMA9 dengan persentase perkecambahan tertinggi, (c) Perlakuan JMA0 (Kontrol)

Perbedaan nilai persentase perkecambahan juga diduga dipengaruhi oleh faktor biotik yaitu inokulasi jamur asal limbah media jamur merang. Terdapat empat isolat limbah media jamur merang yang memiliki nilai persentase perkecambahan sama atau lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol, yang berarti tidak menghambat perkecambahan benih kedelai atau cenderung bersifat non-patogenik. Isolat-isolat tersebut yaitu, JMA2 (*Hyalodendron* sp.), JMA4 (*Trichoderma* sp.2), JMA8 (*Trichoderma* sp.4), dan JMA9 (*Trichoderma* sp.5).

Jamur *Hyalodendron* sp. (JMA2) bersifat tidak menghambat terhadap pertumbuhan tanaman kedelai. Sebagian besar jamur ini banyak ditemukan sebagai jamur saprofit yang membantu proses dekomposisi pada bahan organik. Jamur *Hyalodendron* sp. ditemukan sebagai saprofit pada serasah daun (Polishook *et al.*, 1996; Sumithra *et al.*, 2016). Persentase perkecambahan pada JMA4 (*Trichoderma* sp.2) menghasilkan nilai yang sama dengan kontrol, sedangkan JMA8 (*Trichoderma* sp.4) dan JMA9 (*Trichoderma* sp.5)

menghasilkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol, diduga kedua isolat tersebut dapat membantu merangsang pertumbuhan tanaman kedelai. Jamur *Trichoderma* sp. dapat meningkatkan serapan fosfat dan membantu merangsang pertumbuhan serta meningkatkan hasil tanaman kedelai (Sutrisno *et al.*, 2022; Bononi *et al.*, 2020)

Lima isolat jamur asal limbah media jamur merang menyebabkan terganggunya pertumbuhan tanaman kedelai atau cenderung bersifat patogenik. Hal tersebut ditunjukkan dari nilai persentase perkecambahan yang berada di bawah kontrol. Isolat-isolat tersebut yaitu, JMA1 (*Aspergillus* sp.), JMA3 (*Trichoderma* sp.1), JMA5 (*Trichoderma* sp.3), JMA6 (belum teridentifikasi), dan JMA7 (belum teridentifikasi).

Penghambatan pada perkecambahan benih kedelai pada media biakan *Aspergillus* sp., *Trichoderma* sp.1, dan *Trichoderma* sp.3 diduga karena isolat tersebut cenderung bersifat patogenik terhadap tanaman kedelai. *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus niger* dilaporkan sebagai patogen tular tanah pada tanaman kedelai (Rahayu, 2016; Kapli *et al.*, 2022). Pfordt *et al.* (2020) melaporkan jamur *Trichoderma afroharzianum* menyebabkan penyakit pada tanaman jagung.

Jamur yang diduga bersifat patogenik saat uji patogenesis pada kenyataannya belum tentu dapat menyebabkan tanaman kedelai sakit. Hal ini bisa saja disebabkan tidak adanya kesesuaian patogen dan inang, selain itu setiap tanaman mempunyai ketahanan yang berbeda-beda, serta dapat juga secara alami terjadi interaksi antara jamur patogenik dengan jamur antagonis (Irawati *et al.*, 2017). Perbedaan hasil pengamatan persentase perkecambahan pada tanaman kedelai yang diinokulasikan isolat limbah media jamur merang dengan genus yang sama diduga karena jamur tersebut berasal dari spesies yang berbeda serta memiliki mekanisme hidup yang berbeda juga.

## Kesimpulan

1. Diperoleh sembilan isolat jamur antagonis asal limbah media jamur merang yang diisolasi dari Desa Pasirmulya, Kecamatan Majalaya, Kabupaten Karawang. Isolat-isolat tersebut berasal dari genus *Aspergillus*, *Hyalodendron*, *Trichoderma*, dan dua isolat belum teridentifikasi.

2. Terdapat empat isolat yang tidak menghambat pertumbuhan tanaman kedelai yaitu isolat JMA2, JMA4, JMA8, dan JMA9. Dua diantara empat isolat tersebut yaitu JMA8 dan JMA9 diduga dapat memicu pertumbuhan tanaman kedelai. Sedangkan lima isolat lainnya yaitu JMA1, JMA3, JMA5, JMA6, dan JMA7 memiliki kecenderungan menghambat pertumbuhan tanaman kedelai.

#### Daftar Pustaka

- Astiko, W., Soemeinaboedhy, I. N., dan Ekayanti, N. (2017). Pengendalian Hayati Penyakit Busuk Batang *Sclerotium* pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill) dengan Menggunakan Mikoriza Indigenus. *Agroteksos*, 25(1), 1–11.
- Azzahra, N., Jamilatun, M., dan Aminah, A. (2020). Perbandingan Pertumbuhan *Aspergillus fumigatus* pada Media Instan Modifikasi *Carrot Sucrose Agar* dan *Potato Dextrose Agar*. *Jurnal Mikologi Indonesia*, 4(1), 168–174.
- Badan Pusat Statistika. (2022). Kabupaten Karawang Dalam Angka 2022. In *Badan Pusat Statistik Kabupaten Karawang*.
- Barnett, H. L., dan Hunter., B. B. (1987). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* (4th ed). New York: Macmillan Publishing Company.
- Bononi, L., Chiaramonte, J. B., Pansa, C. C., Moitinho, M. A., dan Melo, I. S. (2020). Phosphorus-solubilizing *Trichoderma* spp. from Amazon soils improve soybean plant growth. *Scientific Reports*, 10(1), 1–13.
- Direktorat Jenderal Tanaman Pangan. (2021). *Laporan Tahunan 2021*.
- Ghani, M., Kulkarni, K. P., Song, J. T., Shannon, J. G., dan Lee, J.-D. (2016). Soybean Sprouts: A Review of Nutrient Composition, Health Benefits and Genetic Variation. *Plant Breeding and Biotechnology*, 4(4), 398–412.
- Harnowo, D. (2017). Prinsip-Prinsip Pengelolaan Pascapanen Untuk Mempertahankan Daya Simpan Benih Kedelai. In *Bunga Rampai Teknik Produksi Benih Kedelai* (hal. 175–194). Jakarta: IAARD Press.
- Irawati, A. F. C., Mutaqin, K. H., Suhartono, M. T., Sastro, Y., Sulastri, N., dan Widodo, N. (2017). Eksplorasi dan Pengaruh Cendawan Endofit yang Berasal dari Akar Tanaman Cabai Terhadap Pertumbuhan Benih Cabai Merah. *Jurnal Hortikultura*, 27(1), 105–112.
- Jayaram, M., dan Nagao, H. (2018). Potato Dextrose Agar With Rose-Bengal and Chloramphenicol: A New Culture Medium to Isolate Pathogenic *Exophiala dermatitidis* From the Environment. *Klimik Dergisi/Klimik Journal*, 31(1), 11–15.
- Kapli, H., Athifahullaila, D., Furqoni, A. T., dan Yoshe, D. (2022). Identifikasi Cendawan Potensial Sebagai Organisme Pengganggu Tanaman Dan Penyebab Penyakit Pada Tanaman Budidaya di Pekanbaru). *Jurnal Ilmiah Biologi Eksperimen dan Keanekaragaman Hayati*, 9(2), 70–83.
- Kwak, A. M., Min, K. J., Lee, S. Y., dan Kang, H. W. (2015). Water extract from spent mushroom substrate of *Hericium erinaceus* suppresses bacterial wilt disease of tomato. *Mycobiology*, 43(3), 311–318.
- Ma, Y., Wang, Q., Sun, X., Wang, X., Su, W., dan Song, N. (2014). A Study on recycling of spent mushroom substrate to prepare chars and activated carbon. *BioResources*, 9(3), 3939–3954.
- Marwan, H., Mulyati, S., dan Wilia, W. (2017). Kemampuan Bakteri Endofit dalam Mengendalikan Penyakit Rebah Kecambah dan Layu *Sclerotium* (*Sclerotium rolfsii*) pada Kedelai. *JPT: Jurnal Proteksi Tanaman*, 1(2), 52–61.
- Mudmainah, S., dan Somala, M. U. A. (2019). Aktivitas Antifungi *Compost Tea* Dalam Mengendalikan *Fusarium oxysporum* f.sp.capsici. *Jurnal Ilmiah Media Agrosains*, 5(1), 95–101.
- Muslim, A. (2019). *Pengendalian Hayati Patogen Tanaman Dengan Mikroorganisme Antagonis*. Palembang: Unsri Press.
- Nuraini, Y., P., C. E., dan S., D. (2021). Pengaruh salinitas tanah terhadap efektivitas bakteri *Rhizobium* sp. toleran salinitas pada tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill). *Jurnal*

- Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 8(1), 281–292.
- Nurlela, Hakim, L., dan Ulim, A. (2016). Efektivitas Beberapa Agen Antagonis dan Cara Aplikasinya Untuk Menekan Pertumbuhan *Sclerotium rolfsii* pada Tanaman Kedelai (*Glycine max* L. Merrill). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian Unsyiah*, 1(1), 155–167.
- Pfordt, A., Schiwiek, S., Karlovsky, P., dan Tiedemann, A. von. (2020). *Trichoderma Afroharzianum* Ear Rot—A New Disease on Maize in Europe. *Frontiers in Agronomy*, 2, 1–7.
- Polishook, J. D., Bills, G. F., dan Lodge, D. J. (1996). Microfungi from decaying leaves of two rain forest trees in Puerto Rico. *Journal of Industrial Microbiology*, 17, 284–294.
- Rahayu, M. (2016). Patologi Dan Teknis Pengujian Kesehatan Benih Tanaman Aneka Kacang. *Buletin Palawija*, 14(2), 78–88.
- Ramadhani, F., Surahman, M., dan Ernawati, A. (2018). Pengaruh Jenis Kemasan terhadap Daya Simpan Benih Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) Varietas Anjasmoro. *Buletin Agrohorti*, 6(1), 21–31.
- Ristiari, N. P. N., Julyasih, K. S. M., dan Suryanti, I. A. P. (2018). Isolasi dan identifikasi jamur mikroskopis pada rizosfer tanaman jeruk siam (*Citrus nobilis* Lour.) di Kecamatan Kintamani, Bali. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*, 6(1), 10–19.
- Sopialena. (2018). *Pengendalian hayati dengan Memberdayakan Potensi Mikroba*. Samarinda: Mulawarman University Press.
- Sukaryorini, P., Fuad, A. M., dan Santoso, S. (2016). Pengaruh Macam Bahan Organik Terhadap Ketersediaan Amonium (NH<sup>+</sup>), C-ORGANIK Dan Populasi Mikroorganisme Pada Tanah Entisol. *Plumula*, 5(2), 99–106.
- Sumithra, N., Dorai, M., dan Rajeshkumar, S. (2016). Fungal Diversity on the Leaf Litter of *Syzygium calophyllifolium* Walp. *Environmental Science: An Indian Journal*, 12(12), 1–11.
- Susilawati, Budhisurya, E., Anggono, R. C. W., dan Simanjuntak, B. H. (2013). Analisis Kesuburan Tanah Dengan Indikator Mikroorganisme Tanah Pada Berbagai Sistem Penggunaan Lahan Di Plateau Dieng. *Agric*, 25(1), 64–72.
- Sutari, N. W. S. (2020). Isolasi dan Identifikasi Morfologi Jamur Selulolitik dari Limbah Rumah Tangga di Desa Sanur Kauh, Bali. *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*, 13(2), 100–105.
- Sutrisno, D. K., Hartatik, S., dan Dewanti, P. (2022). Peranan *Trichoderma* terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kedelai (*Glycine Max*) pada Kondisi Cekaman Kekeringan. *Jurnal Agrinika: Jurnal Agroteknologi dan Agribisnis*, 6(1), 76–86.
- Verma, D., Didwana, V., dan Maurya, B. (2020). Spent mushroom substrate: a potential sustainable substrate for agriculture. *International Journal of Grid and Distributed Computing*, 13(2), 104–109.
- Wahyudi, dan Topan, M. (2011). *Panen Cabai di Pekarangan Rumah*. Jakarta: PT Agromedia Pustaka.
- Watanabe, T. (2002). *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi, Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species*. Boca Raton: CRC Press.
- Yusidah, I., dan Istifadah, N. (2018). The abilities of spent mushroom substrate to suppress basal rot disease (*Fusarium oxysporum* f. sp. cepae) in shallot. *International Journal of Biosciences*, 13(1), 440–448.