

Testing The Potentiality of *Aspergillus flavus* and *Trichoderma asperellum* As Biofertilizer Agents On Marginal Saline Soil

Pengujian Potensi *Aspergillus flavus* dan *Trichoderma asperellum* Sebagai Agen Biofertilizer Pada Lahan Salin Marginal

Risalatul Hasanah¹, Sutarman²

^{1),2)} Program Studi Agroteknologi, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

*Email : 191040700032@umsida.ac.id , sutarman@umsida.ac.id

Abstract: *This study was conducted with the aim of obtaining *Aspergillus flavus* fungi and knowing the potential of *Aspergillus flavus* fungi isolated from rhizosphere soil of suboptimal wetland rice plants in Sidoarjo as a biofertiliser agent through comparing its performance in vitro against the biological agent *Trichoderma asperellum* (collection of UMSIDA Microbiology and Biotechnology Laboratory). This research was conducted at the Microbiology and Biotechnology Laboratory of Muhammadiyah University of Sidoarjo. This research was carried out starting from the isolation of *Aspergillus flavus* fungus and morphological characterisation of its species and testing its growth performance on PDA-c media mixed with saline soil in a ratio of 2:1 which was compared with the treatment with PDA-c control media. Observations of *Aspergillus flavus* fungi were carried out macroscopic and microscopic morphological tests. *Aspergillus flavus* fungus isolated from rhizosphere soil of suboptimal wetland rice plants has the potential as a biofertiliser agent indicated by its performance in vitro. The biological agent *Aspergillus flavus* has the ability to grow on saline soil PDA-c for vegetative growth in the form of hyphal branching and conidiospore production until the fourth day after inoculation. Growth on saline soil is better than growth on PDA-c media. Saline soil with a composition of 2:1 saline soil PDA-c has improved the growth response of *Aspergillus flavus* up to 50 and 70% at two days after inoculation*

Keywords-*biological agent, biofertilizer, saline soil*

Abstrak : *Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan fungi *aspergillus flavus* dan mengetahui potensi jamur *Aspergillus flavus* yang diisolasi dari tanah rizosfer tanaman padi tanah lahan basah suboptimal di Sidoarjo sebagai agen pupuk hayati (biofertilizer) melalui perbandingan keragaannya secara in vitro terhadap agen hayati *Trichoderma asperellum* (koleksi Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi UMSIDA). Kegiatan penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Penelitian ini dilakukan mulai dari isolasi fungi *aspergillus flavus* dan karakterisasi morfologi jenisnya serta menguji keragaan tumbuhnya pada media PDA-c yang dicampurkan dengan tanah salin dengan perbandingan 2:1 yang dibandingkan dengan perlakuan dengan media control PDA-c. Pengamatan terhadap fungi *Aspergillus flavus* dilakukan uji morfologi secara makroskopis dan mikroskopis. Fungi *aspergillus flavus* yang diisolasi dari tanah rizosfer tanaman padi tanah lahan basah suboptimal berpotensi sebagai agen pupuk hayati (biofertilizer) ditunjukkan oleh keragaannya secara in vitro. Agen hayati *aspergillus flavus* mempunyai kemampuan tumbuh pada PDA-c tanah salin bagi pertumbuhan vegetatifnya dalam bentuk percabangan hifa dan produksi konidiospora hingga hari keempat hari setelah inokulasi. Pertumbuhan pada tanah salin lebih baik dibandingkan dengan pertumbuhan pada media PDA-c. tanah salin dengan komposisi PDA-c tanah salin 2:1 telah meningkatkan respons pertumbuhan *Aspergillus flavus* hingga 50 dan 70% pada dua hari setelah inokulasi.*

Kata kunci-*agen hayati, biofertilizer, tanah salin*

I. PENDAHULUAN

Lahan kurang produktif dapat dimanfaatkan sebagai lahan budidaya tanaman seperti lahan pasang surut dan rawa, diperkirakan terdapat 6-7 juta ha lahan pasang surut dan rawa di Indonesia yang dapat dimanfaatkan sebagai lahan pertanian[1]. Lahan-lahan tersebut masih terpengaruh oleh salinitas. Ekstensifikasi areal pertanian dilakukan dengan perluasan lahan dengan pemanfaatan lahan marginal. Pada lahan salin mengandung garam yang larut dalam tanah menyebabkan menurunnya produktivitas pada tanaman yang dibudidayakan pada lahan salin[2].

Kurangnya pemanfaatan tanah salin sebagai media budidaya tanaman disebabkan adanya efek toksik dan peningkatan tekanan osmotik akar yang berdampak terhadap terganggunya penyerapan unsur hara oleh tanaman[3].

Tanaman secara umum menyerap unsur hara dari larutan tanah dan aplikasi pupuk pada daun untuk perkembangan dan pertumbuhan serta proses lainnya pada tanaman. ketersediaan unsur hara tanah dikendalikan oleh banyak faktor diantaranya karakteristik tanah seperti pH tanah, salinitas, siklus biogeokimia dan biofisikimia tanah[4].

Pemupukan dengan biofertilizer berbahan aktif mikroba menguntungkan memberikan manfaat bagi tanah diantaranya dapat memfasilitasi ketersediaan hara makro menjadi solusi untuk meningkatkan kandungan hara tanah dan tidak berdampak buruk terhadap kesehatan tanah[5]. Lebih lanjut dengan pemanfaatan mikroba efektif dapat menjadi upaya mengatasi cekaman lingkungan, membantu pertumbuhan tanaman[6].

Agen hayati biofertilizer, di antaranya dari kelompok jamur, dalam aktivitasnya di dalam tanah di samping berperan dalam menyediakan lingkungan rhizosfer yang baik, juga akan berperan dalam mendekomposisi bahan organik yang proses mineralisasinya tersebut akan menghasilkan nutrisi bagi tanaman[7]. Jamur mempunyai kemampuan mudah beradaptasi dengan kendala lingkungan yang parah dan dapat dengan mudah untuk dimanipulasi dengan masalah yang berbeda[8] selain itu jamur juga mempunyai potensi dalam biodegradasi, jamur mempunyai kemampuan unggul untuk menghasilkan berbagai protein ekstraselular dan senyawa organik lainnya[9].

Dampak lebih lanjut atas berbagai peran penting agen hayati tersebut adalah membantu meningkatkan ketahanan tanaman dari gangguan dan cekaman patogen penyebab penyakit tanaman serta meningkatkan ketahanan tanaman dari cekaman lingkungan fisik seperti kemasaman tanah, kekeringan, dan kekahatan unsur tertentu dalam tanah; dengan demikian penggunaan mikroba sebagai pupuk hayati merupakan praktek agronomi yang ramah lingkungan[10]. Namun demikian kinerja dan konsistensi peran agen hayati dalam biofertilizer sangat ditentukan oleh karakteristik bahan baku carrier agent, proses formulasi dan pengemasan, serta karakteristik intrinsik mikroba agen hayati itu sendiri khususnya terkait kemampuan biofertilisasi dan produksi metabolit sekunder yang bermanfaat bagi tanaman[11].

Trichoderma sp. merupakan fungi menguntungkan yang banyak dijumpai hampir pada semua jenis tanah dan berbagai habitat. Fungi *Trichoderma* sp. berasosiasi dengan akar tanaman dan menyelimuti akar sehingga menimbulkan hubungan simbiosis mutualisme yang saling menguntungkan[12]. *Trichoderma* memproduksi antibiotik, toksin dan enzim yang dapat menghambat pertumbuhan patogen dan mendegradasi bahan organik[13] serta meningkatkan ketahanan tanaman pada cekaman abiotik lingkungan[14] melepaskan ion P sehingga meningkatkan ketersediaannya pada tanah[15]. Jamur *Trichoderma* berperan sebagai plant growth promoting fungi (PGPF) dalam menciptakan lingkungan yang menguntungkan dan memproduksi metabolit sekunder dengan jumlah besar[16].

Aspergillus sp. sebagai fungi cosmopolitan yang tersebar pada berbagai kondisi lahan dan lingkungan[17], memiliki kemampuan dalam mendekomposisi bahan organik, meremediasi polutan pada lahan, juga dapat dimanfaatkan sebagai agen biocontrol bagi patogen penyebab penyakit tertentu mengingat kemampuannya menghasilkan berbagai metabolit sekunder termasuk asam organik dan berbagai enzim[18]. *Aspergillus flavus* mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat dibawah tanah dengan kandungan logam berat cadmium (Cd) dan kromium (Cr) serta keracunan tanaman dengan menyesuaikan fisiologis tanaman [19]. Dalam penelitian[20] menunjukkan bahwa *Aspergillus flavus* mempunyai potensi yang tinggi sebagai biodegradasi air limbah tekstil.

Oleh karena itu perlu dilakukan pengujian terhadap jamur *Aspergillus flavus* dan *T. Asperillum* sebagai agen hayati biofertilizer pada tanaman budidaya di tanah dengan salinitas. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan jamur *Aspergillus flavus* yang memiliki kemampuan sebagai agen hayati serta kemampuan berkinerja seperti halnya *T. asperillum* (koleksi Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo (LMB UMSIDA) yang sudah teruji sebagai agen hayati biofertilizer yang dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman sekaligus menguji kemampuannya untuk hidup dan berkeragaman dalam media tumbuh standard (PDA klorampenikol) yang mengandung tanah salin.

II. METODE

Isolasi jamur *Aspergillus flavus* dilakukan di laboratorium Mikrobiologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Jamur *Aspergillus flavus* diambil dari tanah rizosfer tanaman padi tanah lahan basah suboptimal di Sidoarjo. Jamur *Aspergillus flavus* diisolasi dan subkultur pada media PDA-c (Potato Dextrose Agar-chloramphenicol). Dari sampel tanah yang diambil pada kedalaman 0-15 cm disekitar akar tanaman padi, dicuplik sebanyak 2 gram dan diencerkan secara seri (serial dilution method) hingga pengenceran 10⁻⁴ dengan

menggunakan beaker glass 100 ml yang pada tiap pengenceran dilakukan homogenisasi campuran tanah dan air destilat tersebut dengan menggunakan *magnetic stirrer* secukupnya hingga campuran merata dan homogen. Dari suspensi tersebut diambil sebanyak 1 ml dengan menggunakan *syringe* dan disemprotkan secara merata ke media PDA-c di permukaan cawan petri. Berikutnya cawan petri di-*seal* hingga rapat dan diinkubasi selama tiga hari. Koloni kecil yang diduga sebagai fungi *Aspergillus* dicuplik dengan ujung jarum ose dan diinokulasikan ke permukaan media PDA-c baru, kemudian diinkubasi selama 7 hari. Isolate *Aspergillus flavus* diidentifikasi dengan karakteristik morfologi warna koloni kuning kehijauan, dikenal dengan cetakan beludru, koloni berbentuk butiran, seringkali dengan alur radial, berwarna kuning pada awalnya namun cepat menjadi kuning kehijauan seiring bertambahnya usia jamur. Semua kegiatan isolasi dan inokulasi tersebut dilakukan secara aseptik. Perkembangan koloni dapat diamati selama masa inkubasi tersebut, dan dari koloni yang tumbuh tersebut dapat dicuplik dengan menggunakan jarum ose untuk dioleskan ke obyek gelas untuk pengamatan mikroskopis. Hasil pengamatan bentuk dan percabangan hifa, diameter hifa, dan diameter konidiospora diperbandingkan dengan berbagai jurnal bereputasi untuk menentukan dan memastikan bahwa isolate yang diperoleh adalah *Aspergillus spp.*

Dalam percobaan ini, isolate *Aspergillus flavus* yang ditemukan dari isolasi sampel tanah perakaran tanaman padi diamati pertumbuhan koloninya secara *in vitro* dan diperbandingkan dengan pertumbuhan koloni *Trichoderma asperellum*. *Trichoderma asperellum* merupakan isolate agen hayati koleksi Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, yang sudah teruji kemampuannya sebagai agen biofertilizer sekaligus agen biocontrol. Kegiatan percobaan dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Universitas Muhammadiyah Sidoarjo Oktober 2022. Kedua isolate jamur *Aspergillus flavus* dan *T. asperellum* ditumbuhkan pada media PDA-c dengan masa inkubasi hingga empat hari. Tiap hari dilakukan pengamatan pertumbuhan koloni dengan mengukur diameter pertambahan jangkauan koloni, panjang koloni kemudian diperbandingkan pertumbuhan koloninya.

Jamur *Aspergillus flavus* hasil identifikasi selanjutnya diuji kemampuan untuk dapat hidup dan berkegayaan pada tanah salin dan diperbandingkan kemampuannya dengan isoat *T. asperellum* yang sudah lolos pengujian daya biofertilisasinya di Laboratorium LMB-UMSIDA[13]. Masing-masing isolate ditumbuhkan pada media PDA-c yang dicampur dengan tanah salin dengan perbandingan 2:1 dengan model dual culture seperti yang diaplikasikan pada pengujian daya hambat. Sementara itu masing-masing isolate juga ditumbuhkan pada media PDA-c saja sebagai mono culture. Dari masing-masing biakan isolate dicuplik dengan menggunakan cork borer ukuran 5 mm; kemudian hasil cuplikannya diletakkan dalam cawan berisi media PDA-c dengan jarak 3 cm dari masing-masing tepi cawan petri, kemudian diinkubasi dalam inkubator pada suhu 25°C selama 4x24 jam. Persentase daya hambat dihitung hingga hari ke 4 dengan menggunakan rumus (1) ‘

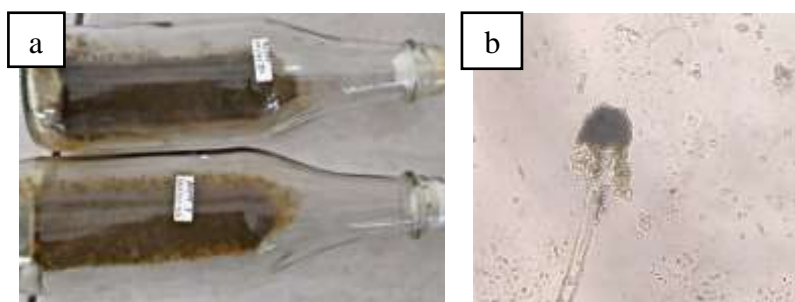
$$\text{Persentase Daya hambat} = \frac{R_1 - R_2}{R_1} \times 100 \% \dots\dots\dots (1)$$

dengan ketentuan: R1 merupakan jari-jari koloni jamur pada media PDA-c, sedangkan R2 adalah jari-jari koloni jamur pada media PDA-c dan tanah salin dengan perbandingan 2:1.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Isolasi dan Identifikasi Morfologi Agen Hayati

Hasil pengamatan morfologi terhadap isolate *Aspergillus flavus* yang diperoleh dari tanah rizosfer tanaman padi ditunjukkan pada Gambar 1a. Koloni berwarna coklat kekuningan, bertekstur seperti kapas dan bertepung. Hasil pengamatan secara mikroskopis *A. flavus* hasil inkubasi 72 jam dengan perbesaran 400x (Gambar 1b) didapatkan penampilan konidial yang bulat dengan ukuran diameter rata-rata 2,39 μm , konidia panjang dan hifa bersekat dengan diametere rata-rata 3,25 μm

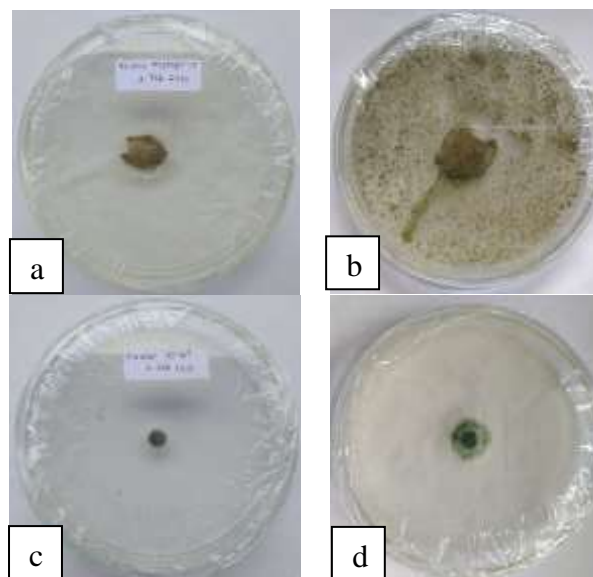


Gambar 1. Karakteristik makroskopis (a) dan mikroskopis (b) jamur *Aspergillus flavus*

Berdasarkan gambar 1b jamur *Aspergillus flavus* mempunyai konidia yang berbentuk bulat. Konidia sangat penting bagi kelangsungan jenis fungi, karena merupakan salah satu organ reproduksi aseksual yang dapat menjamin eksistensi *Aspergillus sp.* Penyebaran konidiospora *Aspergillus sp.* yang halus diawali dengan perpindahan spora secara massif yang difasilitasi oleh pergerakan angin atau terbawa melalui tubuh binatang dan dapat tersebar ke mana-mana dengan tingkat penyebaran yang tinggi, sehingga fungi ini bersifat kosmopolitan [21].

B. Pengamatan In Vitro Agen Hayati

Pertumbuhan koloni masing-masing isolate *Aspergillus flavus* dan *T. asperellum* ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Perbandingan penampilan pertumbuhan antara *Aspergillus flavus* (atas) dan *T. asperellum* (bawah) pada 1 HSI dan 4 HIS. (a) *Aspergillus flavus* umur 1 HIS (b) *Aspergillus flavus* umur 4 HIS, (c) *T. asperellum* umur 1 HIS, (d) *T. asperellum* umur 4 HIS

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pertumbuhan diameter koloni isolate *Aspergillus flavus* pada media PDA-c lebih cepat daripada isolate *T. asperellum*. Pertumbuhan jamur *Aspergillus flavus* sangat cepat, sehingga dalam 4x24 jam setelah inokulasi (HSI) sudah berkembang memenuhi cawan petri berdiameter 9 cm, sedangkan isolate *T. asperellum* belum tumbuh memenuhi cawan petri. [22] menyatakan Jamur *Aspergillus sp.* mempunyai proses pertumbuhan yang sedang hingga cepat.

Pada isolate *Aspergillus flavus* pada hari ke 2 inkubasi pada pengamatan makroskopis jamur sudah menyebar ke seluruh cawan petri berukuran 9 cm ditemukan *Aspergillus flavus* warna koloni sudah terlihat kuning kehijauan dan permukaan seperti kapas, hal tersebut sesuai dengan pernyataan [23] yang mengemukakan bahwa jamur *Aspergillus flavus* mempunyai karakteristik warna hijau kekuningan dan permukaan seperti kapas.

Kecepatan pertumbuhan jamur *Aspergillus flavus* dibandingkan dengan *T. asperellum* dipengaruhi oleh konidia yang merupakan salah satu organ reproduksi aseksual jamur *Aspergillus sp.* konidia atau spora bersifat kosmopolitan, dimana konidia atau sporanya sangat ringan dan berukuran kecil sehingga mudah terbawa angin [21].

Sementara itu pada koloni fungi *T. asperellum* pada media PDA-c berjaln hifa berwarna putih yang menjadi yang khas dengan ciri makroskopis dari *T. asperellum*. diameter koloni pada *T. asperellum* dengan rata-rata 6 cm. pertumbuhan fungi stagnan pada hari ke 2 setelah pengamatan secara in vitro.

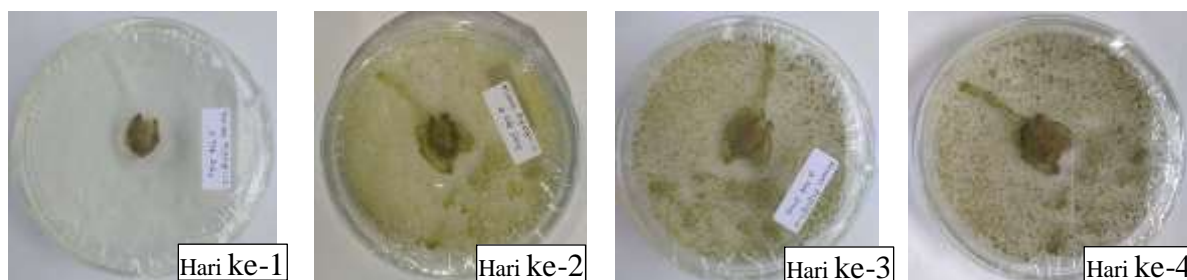
C. Uji Keragaan Hayati Pada Tanah Salin

Hasil pengujian keragaan kedua isolate fungi agen hayati menunjukkan penampilan pertumbuhan koloni hingga pengamatan 72 jam. Gambar 3 menunjukkan pertumbuhan koloni *Aspergillus flavus* pada media PDA-c tanah salin 2:1 (a) dan pada media PDA-c (b) sedangkan pertumbuhan *T. asperellum* pada media PDA-C tanah salin 2:1 (a) dan pada media PDA-c (b) tertera pada gambar 4. Kedua isolate fungi *aspergillus flavus* dan

Trichoderma asperellum yang sudah disubkulturkan pada media PDA-c tanah salin dibiakkan hingga umur 4 HSI dan dilakukan pengamatan setiap 24 jam.



a. Pertumbuhan koloni *Aspergillus flavus* pada media PDA-c tanah salin 2:1

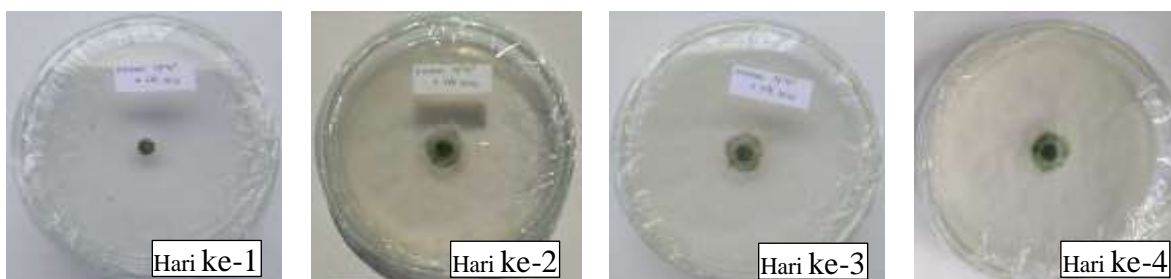


b. Pertumbuhan koloni *Aspergillus flavus* pada PDA-c sebagai kontrol

Gambar 3. Pertumbuhan *Aspergillus flavus* 1 sampai 4 HSI pada media tanah salin 2:1 (atas) dan kontrol (bawah)



a. Pertumbuhan *T.asperellum* pada media PDA-c tanah salin 2:1



b. Pertumbuhan *T.asperellum* pada media PDA-c sebagai kontrol

Gambar 4. Pertumbuhan *T. esperellum* 1 sampai 4 HSI pada media tanah salin 2:1 (atas) dan kontrol (bawah).

Berdasarkan gambar 3 dan 4 tampak pertumbuhan misellium pada kedua isolate sejak hari pertama pengamatan setelah inokulasi. Perkembangan isolate kedua fungi memperlihatkan ciri makroskopis yang khas sesuai dengan karakteristik masing-masing fungi. Pada media PDA-c tanah salin *A.flavus* pengamatan hari pertama tampak permukaan koloni beerwarna hijau kekuningan dengan diameter koloni 1,7 cm. pada hari kedua

pengamatan terlihat pertumbuhan koloni hingga diameter koloni 3.5 cm. pada hari ketiga pengamatan pertumbuhan koloni sudah memenuhi cawan petri 9 cm, pengamatan hari keempat stagnan hanya terdapat penebalan misellium. adapun pada media PDA-c sebagai control diameter koloni 1.5 cm. pada hari kedua diameter koloni tidak terdapat pertumbuhan hanya terdapat penebalan misellium. Pada hari ketiga koloni *A.flavus* sudah tumbuh memenuhi cawan petri 9 cm.

Pada fungi *T.asperellum* pertumbuhan pada media PDA-c tanah salin (2:1) tampak rona hijau khas fungi *Trichoderma*. Pada hari pertama pengamatan diameter koloni 1.7 cm dan pada PDA-c diameter koloni tumbuh 1.5 cm. pada hari kedua didapati diameter koloni pada PDA-c tanah salin bertambah menjadi 7.5 cm dan pada PDA-c menjadi 8 cm. Hal ini menunjukkan *T.asperellum* pada PDAc tanah salin memberikan respon yang lambat dibandingkan dengan *T.asperellum* pada PDA-c.

Adapun secara kuantitatif respons isolate fungi terhadap media yang diberi tanah salin (PDA-c tanah salin 2:1) selama 4 hari masa inkubasi disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Daya hambat tanah salin pada media PDA-c tanah salin 2:1 terhadap *Aspergillus flavus* dan *T. esperellum* selama empat hari masa inkubasi

Perlakuan	Waktu pengamatan hari ke-			
	1	2	3	4
<i>Aspergillus flavus</i> media salin 2:1	-13,3%	-75	0	0
<i>T. asperellum</i> media salin 2:1	-13,3%	25	0	0

Seperti diperlihatkan pada Tabel 1 tampak kedua jenis fungi merespons secara cepat media tumbuh yang mengandung tanah salin. Namun demikian respon pertumbuhan fungi *A.flavus* lebih baik dibandingkan dengan *T.asperellum* hingga hari kedua setelah inokulasi. Substrat lumpur pada media PDA-c tanah salin mampu mendukung pertumbuhan koloni *A.flavus* selama masa inkubasi 24 – 48 jam yaitu masing – masing 13.3 % dan 75%. *T. esperellum* sempat terhambat pada hari ke-2 yaitu sebesar -25%, namun pada hari ke-3 dan akhir masa inkubasi tidak terdapat penghambatan tanah salin terhadap pertumbuhan koloni *T. esprellum*. Ini menunjukkan karakteristik yang menonjol kedua fungi sebagai agen hayati. Fakta ini sekaligus menjukkan bahwa kedua isolate sebagai fungi cosmopolitan yang mampu hidup dalam berbagai kondisi subtrat. Namun demikian *A. flavus* memiliki lebih baik dalam hal kemampuan menyesuaikan dengan lingkungan salin.

Secara alami mikroba dapat beradaptasi pada lingkungan yang paling sesuai untuk kebutuhan fungi tersebut tumbuh, untuk mendukung reproduksi dan pertumbuhan fungi membutuhkan nutrisi sebagai sumber energi dan kondisi lingkungan yang optimum yang harus dipenuhi untuk membangun komponen-komponen seluler dan menghasilkan energi untuk proses kehidupan sel[24]. Respon pertumbuhan fungi dipengaruhi oleh faktor lingkungan yaitu substrat, pH (derajat keasaman) dan senyawa kimia yang terkandung[23]. Perbedaan pertumbuhan fungi pada setiap media dapat disebabkan karena kontaminasi udara pada saat penuangan media pada cawan petri, kelembaban dan suhu media.

IV. SIMPULAN

Jamur *Aspergillus flavus* yang merupakan hasil isolasi dari tanah rizosfer tanaman padi tanah lahan basah suboptimal di Sidoarjo digunakan sebagai agen pupuk hayati (biofertilizer) mempunyai morfologi makroskopis warna koloni kuning kehijauan, permukaan seperti kapas dan terdapat powder. Pengujian terhadap daya hambat agen hayati *Aspergillus flavus* dibandingkan dengan *T. asperellum* pada tanah salin secara makroskopis lebih cepat pertumbuhan pada tanah salin dibandingkan dengan pertumbuhan pada media PDA-c. Tanah salin dengan komposisi PDA-c tanah salin 2:1 telah meningkatkan respons pertumbuhan *Aspergillus flavus* hingga 50 dan 70% pada dua hari setelah inokulasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini merupakan bagian dari Penelitian Matching Fund 2022 Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Kementerian Pendidikan Kebudayaan dan Riset Teknologi Tahun 2022. Untuk itu disampaikan ucapan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Kementerian Pendidikan dan Riset Teknologi tahun 2022.

REFERENSI

- [1] B. S. A. Syahputra, "Potensi Tanah Salin Sebagai Pengembangan Lahan Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.)," *J. Ilmu Pertan. Agril.*, vol. 9, no. 3, pp. 129–134, 2021.

- [2] M. F. Seleiman and A. M. S. Kheir, "Chemosphere Saline soil properties , quality and productivity of wheat grown with bagasse ash and thiourea in different climatic zones," *Chemosphere*, vol. 193, pp. 538–546, 2018, doi: 10.1016/j.chemosphere.2017.11.053.
- [3] R. Atika, E. S. Bayu, and E. H. Kardhinata, "Respons Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Varietas Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Dengan Pemberian Giberelin di Lahan salin," *J. Pertan. Trop.*, vol. 5, no. 3, pp. 384–390, 2018, [Online]. Available: <https://jurnal.usu.ac.id/index.php/Tropik>
- [4] H. El-ramady *et al.*, "Plant Nutrients and Their Roles Under Saline Soil Conditions," *Plant Nutr. Abiotic Stress Toler.*, pp. 297–324, 2018, doi: 10.1007/978-981-10-9044-8.
- [5] D. Y. dan R. N. Betty Natalie Fitriatin, Tien Turmuktini, Muhamad Iqbal Kusma Sudana2, "Efisiensi Pupuk dan Peningkatan Hasil Padi Gogo dengan Aplikasi Pupuk Hayati dan Arang Tempurung Kelapa," vol. 18, no. 1, 2020.
- [6] A. Miftakhurrohmat, "The Vegetative Growth Response of Detam Soybean Varieties towards *Bacillus subtilis* and *Trichoderma* sp . Applications as Bio-fertilizer," vol. 03024, 2021, doi: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202123203024>.
- [7] H. Jamil, Zainal, M. Yunus, Baharuddin, and M. Tuwo, "Aplikasi Pupuk Hayati Mikrobat Untuk Meningkatkan Produktivitas Pertanaman Padi Desa Bulu Allaporenge Kabupaten Bone," *J. Ilmu Alam dan Lingkungan.*, vol. 11, no. 1, pp. 10–15, 2020.
- [8] S. S. Salem, A. A. Mohamed, M. S. El-Gamal, M. Talat, and A. Fouda, "Biological decolorization and degradation of azo dyes from textile wastewater effluent by *Aspergillus niger*," *Egypt. J. Chem.*, vol. 62, no. 10, pp. 1799–1813, 2019, doi: 10.21608/EJCHEM.2019.11720.1747.
- [9] S. S. Salem and A. Fouda, "Green Synthesis of Metallic Nanoparticles and Their Prospective Biotechnological Applications: an Overview," *Biol. Trace Elem. Res.*, vol. 199, no. 1, pp. 344–370, 2021, doi: 10.1007/s12011-020-02138-3.
- [10] M. Rahmansyah, A. Sugiharto, and T. Juhaeti, "Pengaruh inokulan *Aspergillus niger* terhadap pertumbuhan kecambah sorgum tercekam kekeringan dan petumbuhannya di lapangan," *Pros. Semin. Nas. Masy. Biodiversitas Indones.*, vol. 3, no. 3, pp. 426–432, 2017, doi: 10.13057/psnmbi/m030322.
- [11] Y. Astutui and A. Rahim, "Pengamatan Pertumbuhan Tanaman Bayam (*Amaranthus tricolor* L.) Pasca Aplikasi Biofertilizer (Bahan Aktif *Aspergillus* sp.) Sediaan Cair," *Biocelebes*, vol. 14, no. 2, pp. 199–209, 2020, doi: 10.22487/bioceb.v14i2.15272.
- [12] N. Elita *et al.*, "Pengaruh Aplikasi *Trichoderma* spp . Indigenous terhadap Hasil Padi Varietas Junjuang Menggunakan System of Rice Intensification Effects of Indigenous *Trichoderma* spp . Application on the Yield of Junjuang Variety Rice under the System of Rice Intensificat," vol. 45, no. 1, pp. 79–89, 2021.
- [13] S. Sutarman, A. K. Jalaluddin, A. S. Li'aini, and A. E. Prihatiningrum, "Characterizations of *Trichoderma* sp. and Its Effect On *Ralstonia solanacearum* of Tobacco Seedlings," *J. Hama Dan Penyakit Tumbuh. Trop.*, vol. 21, no. 1, pp. 8–19, 2021, doi: 10.23960/jhptt.1218-19.
- [14] J. Shang, B. Liu, and Z. Xu, "Efficacy of *Trichoderma asperellum* TC01 against anthracnose and growth promotion of *Camellia sinensis* seedlings," *Biol. Control*, vol. 143, no. September 2019, 2020, doi: 10.1016/j.biocontrol.2020.104205.
- [15] N. Elita, H. Harmailis, R. Erlinda, and E. Susila, "Pengaruh Aplikasi *Trichoderma* spp. Indigenous terhadap Hasil Padi Varietas Junjuang Menggunakan System of Rice Intensification," *J. Tanah dan Iklim*, vol. 45, no. 1, p. 79, 2021, doi: 10.21082/jti.v45n1.2021.79-89.
- [16] N. A. Zin and N. A. Badaluddin, "Biological functions of *Trichoderma* spp. for agriculture applications," *Ann. Agric. Sci.*, vol. 65, no. 2, pp. 168–178, 2020, doi: 10.1016/j.aoas.2020.09.003.

- [17] G. W. K. Putra, Y. Ramona, and M. W. Proborini, "Eksplorasi Dan Identifikasi Mikroba Yang Diisolasi dari Rhizosfer Tanaman Stroberi (*Fragaria x ananassa* Dutch.) Di Kawasan Pancasari Bedugul," *J. Biol. Sci.*, vol. 7, no. September, pp. 205–213, 2020, doi: 10.24843/metamorfosa.2020.v07.i02.p09.
- [18] V. Kagot, S. Okoth, and M. De Boevre, "Biocontrol of *Aspergillus* and *Fusarium* Mycotoxins in Africa : Benefits and Limitations," pp. 1–9, 2019, doi: 10.3390/toxins11020109.
- [19] L. Aziz *et al.*, "Aspergillus *Flavus* reprogrammed morphological and chemical attributes of *Solanum lycopersicum* through SIGSH1 and S1PCS1 genes modulation under heavy metal stress," *J. plant Interact.*, vol. 16, pp. 104–115, 2021, doi: 10.1080/17429145.2021.1903105.
- [20] M. T. Selim, S. S. Salem, A. A. Mohamed, M. S. El-gamal, and M. F. Awad, "Biological Treatment of Real Textile Effluent Using *Aspergillus flavus* and *Fusarium oxysporium* and Their Consortium along with the Evaluation of Their Phytotoxicity," *J. fungi*, p. 20, 2021, doi: <https://doi.org/10.3390/jof7030193>.
- [21] N. I. I. Mawarni, I. Erdiansyah, and R. Wardana, "Isolasi Cendawan *Aspergillus* sp. pada Tanaman Padi Organik," *Agriprima J. Appl. Agric. Sci.*, vol. 5, no. 1, pp. 68–74, 2021, doi: 10.25047/agriprima.v5i1.363.
- [22] Noerfitryani and Hamzah, "Inventarisasi Jenis-Jenis Cendawan Pada Rhizosfer Pertanaman Padi," *J. Galung Trop.*, vol. 7, no. April, pp. 11–21, 2018.
- [23] K. Saputri, "Perbedaan Pertumbuhan Jamus *Aspergillus flavus* Dengan Menggunakan Media Ubi Jalar Sebagai Pengganti PDA (Potato Dextrose Agar)," *J. Sekol. Tinggi Ilmu Kesehat. Insa. Cendikia Med. Jombang*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2018, [Online]. Available: <http://repo.stikesicme-jbg.ac.id/1004/>
- [24] G. Fallo, "Pertumbuhan *Fusarium Verticillioides* , *Aspergillus flavus* , dan *Eurotium chevalieri* pada Berbagai Media," *J. Penelit. Konserv. Lahan Kering*, vol. 2, no. 2477, pp. 39–41, 2017.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.

