

Minireview: Kepentingan *Trichoderma* dalam Sistem Pertanian Berkelanjutan

Agus Purwanto

Program Studi Biologi – Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya (Kampus Kota Madiun)

*Korespondensi aguspurwanto@ukwms.ac.id

Abstract – *The results of reference studies in journals related to the potential of Trichoderma spp fungi in the application of sustainable agroecosystems can be reported that the best solution to overcome food safety and environmental problems is the application of biological control using Trichoderma spp. Its antagonistic properties with plant pathogenic microorganisms make it more reliable for use in agriculture. Several research results reported that Trichoderma spp is known to have the ability to attack other fungi so that it has the potential as a potential biological control agent. Secondary metabolites secreted by Trichoderma spp. Has proven its role in suppressing the growth of pathogenic microorganisms and stimulating plant growth. Several research results reported that Trichoderma spp. As natural decomposition agent and bioremediation biological agent.*

Keyword: *Trichoderma spp, sustainable agroecosystem, application*

I. PENDAHULUAN

Masa depan produksi pangan dan keamanan lingkungan terancam karena masalah di bidang pertanian. Munculnya mikroorganisme patogen tanaman di suatu perkebunan menyebabkan fenomena penyakit tanaman pandemi. Selain itu, penggunaan pestisida dan pupuk sintesis yang berlebihan membuat organisme hidup terkena toksisitas senyawa kimia yang tinggi. Masalah lain seperti pengelolaan limbah pertanian yang tidak tepat juga mencemari lingkungan ketika telah dibakar atau dibuang ke badan air.

Solusi terbaik untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan penerapan pengendalian hayati dengan menggunakan *Trichoderma spp* dalam produk pertanian. *Trichoderma spp* secara signifikan menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen tanaman dan mengatur laju pertumbuhan tanaman. Hasil penelitian terbaru menunjukkan bahwa penyakit tanaman umum seperti penyakit busuk akar, redaman, layu, busuk buah dan penyakit tanaman lainnya dapat dikendalikan oleh *Trichoderma spp* (Begum *et al.*, 2010; El Komy *et al.*, 2015; Howell, 2002). Metabolit sekunder yang disekresikan oleh *Trichoderma spp.* telah terbukti perannya dalam menekan

pertumbuhan mikroorganisme patogen dan merangsang pertumbuhan tanaman (Contreras-Cornejo *et al.*, 2015a, 2015b). Selain itu, interaksi antara tanaman dan *Trichoderma spp* mampu meningkatkan panjang lateral dan akar primer yang menghasilkan efektivitas serapan hara oleh tanaman (Yedidia *et al.*, 2001).

Penemuan *Trichoderma spp.* sebagai agen dekomposisi alami dan agen biologis bioremediasi telah dilaporkan dalam beberapa penelitian. Laju proses dekomposisi meningkat dengan adanya inokulasi *Trichoderma spp* dalam substrat limbah pertanian seperti tandan kosong kelapa sawit (TKKS), limbah pabrik kelapa sawit dan sisa tanaman (Amira *et al.*, 2011; Sharma *et al.*, 2012). Karya terbaru menunjukkan bahwa kemampuan *Trichoderma spp.* untuk mendetoksifikasi pestisida dan herbisida telah terungkap dalam beberapa temuan (Zafra *et al.*, 2015). Kedua potensi ini memberikan keuntungan yang signifikan bagi industri pertanian untuk mengatasi masalah pencemaran.

Karena tantangan dalam mengatasi masalah di industri pertanian telah berkembang pesat, strategi berkelanjutan dengan menggunakan pendekatan pengendalian hayati diperlukan. Dengan

demikian, penggunaan *Trichoderma* spp sebagai agen biologis tampaknya menjadi pendekatan yang sangat baik. Kajian minireview artikel ilmiah ini menyajikan kumpulan hasil penelitian dan temuan yang mengungkapkan kepentingan *Trichoderma* spp sebagai agen pemacu pertumbuhan tanaman, agen biokontrol penyakit tanaman, agen bioremediator dan agen dekomposisi alami limbah pertanian.

1. Karakteristik Morfologi Fungi *Trichoderma* spp

Genus *Trichoderma* berkontribusi pada sejumlah besar kemampuannya di antara strain yang berbeda sebagai jamur multifungsi yang ditemukan di berbagai ekosistem. Fungi *Trichoderma* biasanya ditemukan pada habitat hutan atau tanah pertanian. Strain *Trichoderma* dapat diidentifikasi dengan ciri morfologi yang umum yaitu pigmen konidia hijau cerah, memiliki pertumbuhan yang cepat dan bercabang berulang. *Trichoderma* adalah genus jamur dalam famili Hypocreaceae, umumnya salah satu penghuni rizosfer. Kesulitan yang dihadapi selama identifikasi isolat *Trichoderma* di tingkat spesies menjadi lebih signifikan karena perbedaan morfologi jarang dan sulit diamati. *Trichoderma* merupakan genus jamur ascomycete berfilamen yang merupakan salah satu mikroorganisme tanah yang paling sering diisolasi (Harman *et al.*, 2004; Druzhinina *et al.*, 2011). Keberhasilan *Trichoderma* di rizosfer disebabkan oleh kapasitas reproduksinya yang tinggi, kemampuannya untuk bertahan hidup dalam kondisi yang sangat tidak menguntungkan, efisiensi dalam pemanfaatan unsur hara, kapasitas untuk memodifikasi rizosfer dan agresivitas yang kuat terhadap jamur patogen tanaman (Benitez *et al.*, 2004; Harman, 2006).

Secara umum karakteristik morfologi digunakan untuk mengklasifikasikan spesies *Trichoderma*. Waghunde *et al.*, 2016 menyatakan bahwa spesies yang termasuk dalam genus *Trichoderma* memiliki sekitar 10.000

spesies. Pada awalnya, strain *Trichoderma* tampak putih dan seperti kapas, kemudian berkembang menjadi jumbai kompak hijau kekuningan sampai hijau tua terutama di tengah tempat tumbuh atau di zona seperti cincin konsentris pada permukaan media agar. Konidiofor berulang kali bercabang, tersusun tidak teratur dalam lingkaran, muncul sebagai kelompok divergen, biasanya bengkok asimetris, berbentuk labu/silindris hingga fialid hampir subglobosa. Konidia ellipsoidal hingga globosa umumnya berwarna hijau, terkadang hialin mengelompok secara agregat di terminal fialid (Zhu and Zhuang, 2015).

2. *Trichoderma* spp sebagai Agen Biokontrol Penyakit Tanaman

Biokontrol dapat didefinisikan sebagai penggunaan organisme hidup untuk menekan populasi hama. Ramah alam. Woo *et al.*, (2014) menyebutkan bahwa *Trichoderma* spp. adalah agen biokontrol yang paling umum digunakan terhadap spektrum yang luas dari akar, pucuk, dan patogen pascapanen. Siemering *et al.*, 2016 melaporkan dalam artikelnya bahwa akar menjadi habitat utama jamur, terutama di sepanjang permukaan akar dan di bawah lapisan terluar sel akar

Sampai saat ini, mekanisme utama pengendalian hayati oleh *Trichoderma* spp. yang bekerja pada patogen adalah (i) pengenalan dan invasi terhadap spesies mirip jamur patogen tanaman melalui gangguan dinding sel dan penyerapan nutrisi yang dilepaskan yang dikenal sebagai mikoparasitisme, (ii) menginduksi ketahanan tanaman terhadap penyakit melalui perubahan arsitektur akar selama interaksi dengan patogen dan (iii) menyerang nematoda simpul akar dan kista dengan menghancurkan telur nematoda dan juvenil fase kedua, serta beberapa segmen nematoda dewasa (Bhat, 2017).

Mekanisme tidak langsung dan langsung ini dapat merespon secara efektif selama peristiwa biokontrol tergantung pada strain *Trichoderma*, patogen yang

ditargetkan, tanaman yang ditanam, dan latar belakang lingkungan yang mencakup pH, suhu, salinitas dan ketersediaan nutrisi. Sebagian besar efeknya pada tanaman identik; namun, ada hubungan spesies-spesifik dan bahkan strain-spesifik. Produk yang dipasarkan secara komersial umumnya mengandung satu atau lebih spesies *Trichoderma* seperti *Trichoderma viride*, *Trichoderma virens* dan *Trichoderma harzianum*. Efisiensi produk yang mengandung berbagai spesies atau galur dapat bekerja secara berbeda dalam kondisi lapangan dan iklim yang sama.

Produk *Trichoderma* spp paling banyak diformulasikan dalam bubuk atau butiran meja basah. Sembilan puluh persen dari berbagai strain *Trichoderma* diaplikasikan pada tanaman, dengan tujuan untuk mengendalikan penyakit tanaman karena sifat antagonis yang diekspresikannya terhadap fitopatogen. Dampak penggunaannya sebagai agen biokontrol di lapangan dievaluasi terhadap biaya input dan dalam kaitannya dengan produktivitas tanaman. Hasilnya, ditemukan bahwa biaya input dan aplikasi produktivitas tanaman *Trichoderma* spp sebagai agen biokontrol (BCA) lebih ekonomis dan murah dibandingkan dengan input seperti pupuk kimia dan pestisida kimiasintetis. Tidak hanya untuk menekan kerugian panen, *Trichoderma* spp. juga meningkatkan hasil (produktivitas), menghasilkan peningkatan pendapatan. Menurut Imran *et al.*, 2020, penerapan *Trichoderma* spp sebagai agen biokontrol (BCA) ini dengan tepat dengan kompos ke lahan tanaman dapat menurunkan atau menjadi alternatif pupuk kimia yang mahal. Berdasarkan perspektif menjaga kesehatan tanah, penggunaan *Trichoderma* adalah pendekatan berkelanjutan yang bagus. Beberapa penelitian melaporkan bahwa *Trichoderma* spp. Mampu menekan pertumbuhan organisme patogen tanaman seperti *Pythium arrhenomanes*, *Rhizoctonia solani*, *Fusarium oxysporum*, *Alternaria tenuis* dan *Botrytis cinerea*.

3. *Trichoderma* spp sebagai Agen Pemacu Pertumbuhan Tanaman

Inayati *et al.*, (2013) menjelaskan plant *growth-promoting fungi* (PGPF) sebagai mikroorganisme yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman. Dampak utama dari PGPF ini biasanya ditunjukkan pada pertumbuhan tanaman, kualitas hasil akhir dan produktivitas. Baru-baru ini, penelitian mengungkapkan bahwa *Trichoderma* spp bisa menjadi PGPF yang sangat baik. Sebagian besar temuan melaporkan bahwa *Trichoderma* spp meningkatkan kesehatan tanaman secara keseluruhan, dengan menciptakan lingkungan yang menguntungkan dan produksi sejumlah besar metabolit sekunder.

Ada banyak faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman, misalnya suhu, intensitas cahaya, ketersediaan hara dan komunitas mikroba. Rhizosfer adalah zona khusus tanah di sekitar akar tanaman yang terkonsentrasi dengan nutrisi, karena sejumlah besar produk sampingan fotosintesis yang dilepaskan dari akar (Yuan *et al.*, 2016). Akibatnya, komunitas mikroba masal yang ditahan oleh rizosfer dapat memberikan manfaat, efek netral atau kerusakan terhadap pertumbuhan tanaman. Tanaman memberikan koneksi multipleks dengan penghuni rizosfer, yang diperlukan untuk pengembangan tanaman dan asimilasi nutrisi. Sampai saat ini, penelitian telah mengungkapkan bahwa *Trichoderma* spp secara langsung memberikan dampak terhadap perkembangan tanaman dan produktivitas tanaman. *Trichoderma* spp dapat menjadi jamur pemacu pertumbuhan tanaman yang sangat baik (PGPF) seperti yang dijelaskan oleh Inayati *et al* (2013). Menariknya, tanaman baik untuk mengenali dan bereaksi terhadap populasi rizosfer dan metabolit sekundernya seperti auksin, etilen dan senyawa organik volatil lainnya. *Trichoderma harzianum* strain SQR-T037 melepaskan metabolit sekunder bernama harzianolida. Temuan menunjukkan bahwa harzianolida secara

signifikan menginduksi pertumbuhan bibit tomat baik dalam sistem hidroponik atau tanah, pada konsentrasi 0,1 ppm dan 1 ppm. Hasil lebih lanjut menyatakan bahwa harzianolida berpengaruh pada tahap awal pertumbuhan tanaman melalui peningkatan panjang akar dan ujung akar. Hasil ini mendukung perkembangan akar yang lebih baik.

Selanjutnya, *Trichoderma virens* dan *Trichoderma atroviride* ditemukan menghasilkan asam indol asetat (IAA) dan zat terkait auksin (Contreras-Cornejo *et al.*, 2014). IAA adalah hormon tumbuhan kelas auksin yang memiliki bagian penting dalam perkembangan akar. Contreras-Cornejo *et al.*, (2014) melaporkan bahwa ujung akar tanaman *Arabidopsis* meningkat ketika diinokulasi dengan *Trichoderma* sp. dalam kondisi normal.

Yedidia *et al.*, (2001), dalam penelitiannya mengungkapkan bahwa tanaman yang diinokulasi *Trichoderma* spp mengandung zat besi tingkat tinggi di pucuk dan akar. Temuan ini menunjukkan bahwa mekanisme transportasi elemen ini dari akar ke tunas juga ditingkatkan. Hal ini konsisten dengan studi oleh Vinale *et al.*, (2013) yang menemukan asam harzianic yang disintesis oleh *Trichoderma* sp. mengatur pertumbuhan tanaman karena aktivitas pengikatan Fe(III).

4. *Trichoderma* spp sebagai Agen Dekomposisi Alami

Dekomposisi didefinisikan sebagai proses biologis untuk mendegradasi dan memecah bahan organik menjadi partikel yang lebih kecil yang dapat digunakan oleh organisme lain. Pengurai/agen pengurai alami seperti jamur memainkan peran penting selama proses ini. Siklus hara dapat dicapai dengan peran yang dimainkan oleh dekomposer dalam mengembalikan nutrisi dari bahan organik mati kembali ke tanah. *Trichoderma* sp. adalah agen dekomposisi alami yang baik yang meningkatkan laju proses dekomposisi bahan organik. Amira *et al.*, (2011), mengungkapkan bahwa *Trichoderma* spp secara signifikan

meningkatkan laju dekomposisi tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan limbah pabrik kelapa sawit dari 4-6 bulan menjadi 21-45 hari. Ochoa-Villarreal *et al.*, (2012) menyatakan bahwa dinding sel tumbuhan terdiri dari selulosa dan hemiselulosa yang bertanggung jawab atas kekakuannya. Kedua komponen ini dapat dipecah oleh *Trichoderma virens* karena menghasilkan enzim pendegradasi dinding sel. Amira *dkk.* (2011) juga menemukan bahwa kompos yang diinokulasi dengan *Trichoderma virens* memiliki aktivitas xilanase dan selulase yang lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Aktivitas tersebut pada akhirnya mempercepat degradasi selulosa dan hemiselulosa yang membantu mempersingkat waktu proses dekomposisi.

Haddadin *et al.*, (2009) menemukan bahwa kombinasi mikroorganisme seperti *Trichoderma harzianum* dan *Phanerochaete chrysosporium* yang diinokulasi dalam kompos zaitun pomace efektif memecah selulosa dan ligninnya hanya dalam 50 hari. Hasil penelitian ini juga mengungkapkan bahwa kombinasi dua jamur ini secara signifikan mempercepat laju dekomposisi dengan mendegradasi 71,9% lignin dan 59,25% selulosa setelah 30 hari. Temuan ini konsisten dengan Ahmed *et al.*, (2009) yang melaporkan *Trichoderma harzianum* menghasilkan tiga selulase, eksoglukanase (EXG), endoglukanase (EG) dan -glukosidase (BGL). Produksi enzim pendegradasi sel adalah kunci untuk mempercepat laju dekomposisi.

II. SIMPULAN

Trichoderma merupakan salah satu mikroorganisme yang menguntungkan dalam agroekosistem yang mempengaruhi kesehatan tanah dan kinerja tanaman. Sifat antagonisnya dengan mikroorganisme patogen tanaman membuatnya lebih dapat diandalkan untuk digunakan di bidang pertanian. Namun pemanfaatannya tidak terbatas pada aktivitas antipatogen tetapi juga sebagai pupuk hayati, pemacu pertumbuhan tanaman, bioremediasi, dan

peningkatan hasil panen baik hasil biologis maupun ekonomis. Oleh karena itu, penggunaan *Trichoderma* harus dipromosikan karena menjanjikan pertanian berkelanjutan dengan mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya di bidang pertanian.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, S., Bashir., A., Saleem, H., Saadin, M., Jamil, A.2009. Production and Purification of Cellulose-Degrading Enzymes From A Filamentous Fungus *Trichoderma harzianum*. *Pak. J. Bot.*, 41 (3): 1411-1419.
- Benitez T, Rincón AM, Limón MC. 2004. Biocontrol Mechanisms of *Trichoderma* Strains. *Int Microbiol* 7:249–60.
- Contreras-Cornejo, H.A., Macías-Rodríguez, L., Vergara, A.G., López-Bucio, J., 2015b. *Trichoderma* Modulates Stomatal Aperture and Leaf Transpiration Through an Abscisic Acid-Dependent Mechanism in *Arabidopsis*. *J. Plant Growth Regul.* 34, 425–432.
- Contreras-Cornejo, H.A., Macías-Rodríguez, L., Cortés-Penagos, C., López-Bucio. J. 2009. *Trichoderma virens*, A Plant Beneficial Fungus, Enhances Biomass Production and Promotes Lateral Root Growth Through An Auxin-Dependent Mechanism in *Arabidopsis*. *Plant Physiol.* 149, 1579–1592.
- Druzhinina IS, Seidl-Seiboth V, Herrera-Estrella. 2011. *Trichoderma*: The Genomics of Opportunistic Success. *Nat Rev Microbiol*:9:749–59.
- El Komy, M.H., Saleh, A.A., Eranthodi, A., Molan, Y.Y.2015. Characterization of Novel *Trichoderma asperellum* Isolates to Select Effective Biocontrol Agents against Tomato Fusarium Wilt. *Plant Pathol. J.* 31, 50–60.
- Harman, G.E., Howell, C.R., Viterbo, A., Chet, I., Lorito, M. 2004. *Trichoderma* species—Opportunistic, Avirulent Plant Symbionts. *Nat. Rev. Microbiol.* 2, 43–56.
- Hasan S. 2016. Bioremediation: A review. 2016; 3(9):776- 779.
- Inayati, L., Setyowati., LQ Aini and E Yusnawan. 2013. Plant Growth Promoter Produced by *Trichoderma virens* And Its Effect on Mungbean (*Vigna radiata* (L.) Wilczek) Seedling. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 803_012013.
- Howell, C.R. 2002. *Cotton Seedling Preemergence Damping-off Incited by Rhizopus oryzae and Pythium spp. and Its Biological Control with Trichoderma spp.* *Phytopathol.* 92, 177–180.
- Imran, A., Arif, M., Shah, Z., Bari, A.2020. Soil Application of *Trichoderma* and Peach (*Prunus persica* L.) Residues Possesses Biocontrol Potential for Weeds and Enhances Growth and Profitability of Soybean (*Glycine max*). *Sarhad J. Agric.* 36, 10–20.
- Ochoa-Villarreal, M., Aispuro-Hernández, E., Vargas-Arispuro, I., Martínez-Téllez, M.Á. 2012. Plant Cell Wall Polymers: Function, Structure and Biological Activity of Their Derivatives. In: Souza Gomes, A. (Ed.), *Polymerization*. Intech Open.
- Vinale, F., Nigro, M., Sivasithamparam, K., Flematti, G., Ghisalberti, E., Ruocco, M., Varlese, R., Marra, R., Lanzuise, S., Eid, A., Woo, S.L., Lorito, M. 2013. Harzianic acid: a novel
- Waghunde, R.R., Shelake, R.M., Sabalpara, A.N.2016. *Trichoderma*: A Significant Fungus

- for Agriculture And Environment. *Afr. J. Agric. Res.* 11, 1952–1965.
- Yedidia, I., Srivastva, A.K., Kapulnik, Y., Chet, I. 2001. Effect of *Trichoderma harzianum* on Microelement Concentrations and Increased Growth of Cucumber Plants. *Plant Soil* 235, 235–242.
- Zafra, G., Moreno-Montaña, A., Absalón, Á.E., Cortés-Espinosa, D.V. 2015. Degradation Of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons In Soil By A Tolerant Strain of *Trichoderma asperellum*. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 22, 1034–1042.
- Zhu, Z.X., Zhuang, W.Y. 2015. *Trichoderma* (Hypocrea) Species with Green Ascospores from China. *Persoonia* 34, 113–129.
- Yuan, H., Zhu, Z., Liu, S., Ge, T., Jing, H., Li, B., Liu, Q., Lynn, T.M., Wu, J., Kuzyakov, Y. 2016. Microbial Utilization of Rice Root Exudates: ¹³C Labeling and PLFA Composition. *Biol. Fert. Soils.* 52, 615–627.