

TEKNOLOGI BIOREMEDIASI MENGGUNAKAN *Trichoderma sp.* DALAM RANGKA MENINGKATKAN PRODUKTIVITAS PERTANIAN PADA LAHAN BEKAS TAMBANG PASIR DI DESA MRAWAN-JEMBER

Ankardiansyah Pandu Pradana¹⁾, Deviana Fitria Astuti¹⁾, Ilham Kurniawan¹⁾, Ana Putri Lestari¹⁾, Damaita Afriana Hartanti Br Regar¹⁾, Tifana Fairus Nabillah Istiqomah¹⁾, Deril Indana Damayanti¹⁾, Agung Triyahya Putra¹⁾, Berlian Lanny Dellasyah¹⁾, Mukhammad Ibadhus Sholikhin¹⁾, Aliyatun Niswah¹⁾, Ali Wafa¹⁾, Sigit Prastowo¹⁾

¹⁾Program Studi Proteksi Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Jember, Jember, Jawa Timur, Indonesia

Corresponding author : Ankardiansyah Pandu Pradana
E-mail : Pandu@unej.ac.id

Diterima 14 Maret 2023, Direvisi 07 Mei 2023, Disetujui 08 Mei 2023

ABSTRAK

Desa Mrawan yang terletak di Kecamatan Mayang, Kabupaten Jember memiliki lahan pertanian mencapai ± 1.145 ha yang menjadi salah satu desa penopang ketahanan pangan. Potensi pertanian di Desa Mrawan cukup besar dengan komoditas tanaman yang dibudidayakan meliputi tanaman padi, jagung, dan kacang-kacangan. Hasil produktivitas tanaman budidaya di Kabupaten Jember mencapai 6-8 ton per ha, akan tetapi di Desa Mrawan rata-rata hanya mencapai 3,5 sampai dengan 4 ton per ha. Adapun permasalahan disebabkan oleh degradasi lahan yang mengakibatkan rusaknya struktur fisik, kimia dan biologi tanah. Selain itu permasalahan lainnya yaitu serangan hama dan penyakit pada tanaman budidaya. Berdasarkan permasalahan tersebut dilakukan penyuluhan mengenai bioremediasi lahan menggunakan bahan organik yang dikombinasikan dengan *Trichoderma sp* sebagai agens bioremediasi. Metode yang digunakan meliputi seminar, ceramah, dan praktik. Hasil kegiatan ini adalah petani memiliki keterampilan dalam produksi pupuk organik dan teknologi bioremediasi.

Kata kunci: bioremediasi; penyuluhan; *Trichoderma sp*

ABSTRACT

The village of Mrawan, situated in Mayang Sub-district, Jember Regency, boasts an agricultural expanse of roughly 1145 ha, thus serving as one of the key villages supporting food security. The agricultural potential of Mrawan Village is notably vast, encompassing a range of crops such as rice, corn, and legumes. While the productivity of cultivated crops in Jember Regency amounts to 6-8 tons per ha, Mrawan Village's yield is merely an average of 3.5 to 4 tons per ha, largely due to land degradation that has led to the physical, chemical, and biological degradation of the soil structure. Furthermore, pest attacks and crop diseases pose additional challenges. Consequently, to address these concerns, education on land bioremediation utilizing organic materials in conjunction with *Trichoderma sp* as a bioremediation agent was conducted through a range of methods including seminars, lectures, and practical exercises. As a result of this initiative, farmers have gained competencies in the production of organic fertilizers and bioremediation technology.

Keywords: bioremediation; extension; *Trichoderma sp*.

PENDAHULUAN

Desa Mrawan terletak di Kecamatan Mayang, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur. Desa ini merupakan salah satu sentra pertanian tanaman pangan di Kabupaten Jember. Desa Mrawan memiliki potensi yang baik dalam bidang pertanian. Fakta ini didukung dengan sebagian besar masyarakat di Desa Mrawan bermata pencaharian sebagai petani. Sebagian besar lahan pertanian di Desa Mrawan merupakan lahan bekas tambang pasir. Padahal, lahan bekas tambang pasir masuk ke dalam katagori lahan terdegradasi (Gibbs dan

Salmon 2015; Gomiero 2016). Degradasi lahan adalah rusaknya suatu kawasan lahan akibat dari aktivitas manusia yang cenderung merusak, menurunkan kandungan unsur hara tanah, kandungan air dan kondisi fisik tanah (Barbier dan Hochard 2018; Xie et al. 2020). Degradasi lahan menjadi salah satu masalah bukan hanya bagi masyarakat sekitar dan petani namun juga menjadi masalah nasional (Sittadewi 2016; Rachman 2017).

Masyarakat di Desa Mrawan memiliki motivasi yang kuat dalam budidaya tanaman pangan. Adapun tanaman yang sedang

dibudidayakan di Desa tersebut diantaranya adalah padi, jagung dan kacang-kacangan. Berdasarkan pengamatan tim dan wawancara dengan perangkat desa, diketahui saat ini lahan pertanian yang ada di Desa Mrawan tercatat ± 1145 ha dengan 70% lahannya terdegradasi bekas tambang pasir. Berbagai usaha telah dilakukan oleh masyarakat desa, tetapi belum dapat mengatasi permasalahan pertanian di Desa Mrawan. Fakta tersebut disebabkan sebagian besar lahan pertanian di Desa Mrawan tepatnya di RW 13 dan RW 17 adalah lahan bekas galian tambang pasir dengan kondisi tanah berpasir, kering, dan minim unsur hara. Tambang pasir yang ada di Desa Mrawan nyatanya masih berjalan sampai sekarang, dibuktikan dengan adanya aktivitas tambang pasir yang tim pengusul jumpai tidak jauh dari lahan pertanian warga. Aktivitas penambangan pasir ini tidak hanya berdampak bagi lahan pertanian saja akan tetapi juga akses jalan yang ada di Desa Mrawan khususnya Dusun Rowo menjadi berlubang dan rusak, sehingga pada saat hujan akses jalan menuju lahan digenangi oleh air.

Permasalahan utama bagi pertanian di Desa Mrawan adalah semakin menurunnya daya dukung lahan untuk budidaya tanaman pangan. Pada kondisi normal, rata-rata hasil panen padi di Kabupaten Jember mencapai 6-8 ton per ha. Namun demikian produksi padi di Desa Mrawan pada lahan bekas tambang pasir hanya 3,5 sampai dengan 4 ton per ha. Dampak dari fenomena tersebut secara langsung adalah rendahnya kesejahteraan petani akibat biaya produksi tanaman pangan yang sangat tinggi bila dibandingkan dengan hasil panen yang diperoleh. Rendahnya produktivitas tanaman pangan di Desa Mrawan juga dipengaruhi oleh adanya serangan organisme pengganggu tanaman (OPT). Dampak dari serangan OPT yang tim pengusul temui di lahan adalah tanaman padi terlihat kerdil, daun menguning, biji kopong, dan terserang jamur. Dengan adanya serangan OPT sebagian besar petani memilih untuk menggunakan pestisida sintetik untuk mengendalikan permasalahan tersebut (Abdollahzadeh et al. 2015; Damalas dan Koutroubas 2018; Bagheri et al. 2019). Oleh karena itu, Hal ini menyebabkan biaya produksi semakin tinggi dan degradasi lahan semakin meningkat.

Solusi yang tepat yaitu pengimplementasian teknologi bioremediasi yang dapat memperbaiki kesuburan tanah dan memperbaiki struktur kondisi lahan agar produktivitas tanaman padi di Desa Mrawan menjadi lebih maksimal. Bioremediasi merupakan strategi yang digunakan sebagai proses detoksifikasi untuk menurunkan tingkat

racun dalam tanah dengan menggunakan mikroorganisme, tanaman, enzim mikroba atau enzim tanaman (Adams et al. 2015; Abatenh et al. 2017; Sharma et al. 2018). Teknologi Bioremediasi yang digunakan merupakan pemanfaatan *Trichoderma* sp. *Trichoderma* sp. merupakan jamur yang dapat dijadikan sebagai agens hayati terhadap patogen tanaman sekaligus dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman dilahan yang terkena degradasi (Kashyap et al. 2017; Singh et al. 2018; Sood et al. 2020). Jamur ini juga memiliki potensi degradasi komposisi dengan berbagai macam substrat heterogen di tanah, memiliki respon positif dengan inang, dan dapat memproduksi enzim untuk memperbaiki nutrisi tanah dan tanaman (Rai et al. 2020; Vinale dan Sivasithamparam 2020).

Berdasarkan permasalahan lahan yang ada di Desa Mrawan, maka perlu dilakukan pengimplementasian teknologi untuk mengatasi degradasi lahan.

METODE

Tempat dan Waktu Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian masyarakat dilaksanakan di Desa Mrawan, Kecamatan Mayang, Kabupaten Jember. Waktu kegiatan dilaksanakan pada bulan Agustus hingga Desember 2022.

Masyarakat yang Terlibat

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dengan sasaran utama yaitu perwakilan 8 Kelompok Tani di Desa Mrawan, Kecamatan Mayang, Kabupaten Jember dengan jumlah 30 orang yang terdiri dari ketua kelompok dan 2 anggota. Diikuti dengan kehadiran perangkat desa mrawan dan 10 mahasiswa tim pengabdian kepada masyarakat.

Pendekatan Pelaksanaan

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat dilaksanakan melalui metode pendekatan langsung dengan membuat infrastruktur proses produksi teknologi bioremediasi, pengaplikasiannya di lapangan, serta melalui pelatihan dan edukasi tentang praktik pertanian yang baik dan produksi *Trichoderma*. Pembinaan dilakukan dengan edukasi secara langsung melalui penyuluhan, pelatihan, dan pembentukan pusat produksi teknologi bioremediasi bersama dengan masyarakat. Penyuluhan dilakukan di lokasi terbuka dengan memberikan materi dan contoh pengaplikasiannya secara langsung.

Evaluasi Keberhasilan Program

Tingkat keberhasilan mengacu pada indikator pelaksanaan kegiatan yang dilakukan

di Desa Mrawan pada Bulan Agustus sampai dengan Desember 2022, kemudian dilaksanakan monitoring setiap 1 minggu sekali untuk mengevaluasi dan mengetahui keberhasilan program yang telah diimplementasikan. Hasil evaluasi program dipresentasikan kepada masyarakat setempat bersama dengan pemerintah desa, pihak kecamatan, dan dinas pertanian untuk memaparkan hasil capaian kegiatan pada bulan Desember 2022. Kemudian dilakukan juga pendampingan pasca kegiatan secara langsung dengan mendatangi lokasi setiap 1 bulan sekali dan melakukan refreshment dan update pengetahuan kepada masyarakat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Program pengabdian kepada masyarakat di Desa Mrawan, Kecamatan Mayang, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan dan keterampilan para petani dalam bercocok tanam, khususnya dalam mengatasi degradasi lahan. Desa Mrawan merupakan salah satu sentra pertanian tanaman pangan di Kabupaten Jember, namun sebagian besar lahan pertaniannya merupakan lahan bekas tambang pasir yang masuk ke dalam kategori lahan terdegradasi. Oleh karena itu, kegiatan ini dilaksanakan untuk memberikan edukasi dan pelatihan tentang teknologi bioremediasi menggunakan *Trichoderma* sebagai *bioremediation agent*.

Kegiatan pengabdian ini dihadiri oleh sejumlah petani aktif di Desa Mrawan yang memiliki komitmen untuk belajar dan meningkatkan pengetahuan serta keterampilan dalam bercocok tanam (Gambar 1). Selain pelatihan tentang bioremediasi, para petani juga diberikan edukasi tentang pembuatan pestisida nabati dan perbanyakan *Trichoderma* sebagai teknologi baru. Kegiatan-kegiatan ini diselenggarakan dengan metode pendekatan langsung, seperti penyuluhan, pelatihan, dan praktik di lapangan. Dengan demikian, para petani dapat langsung mempraktikkan dan mengaplikasikan teknologi yang diberikan untuk meningkatkan hasil panen dan mengatasi degradasi lahan di lahan pertanian pribadi mereka.

Dalam kegiatan ini, terlihat antusiasme dan semangat para petani dalam mengikuti program pengabdian ini. Hal ini berdampak positif dalam penyerapan pengetahuan baru yang dapat diterapkan di lahan pertanian pribadi mereka. Sebanyak 30 petani telah mengikuti kegiatan-kegiatan dalam program pengabdian ini dan diharapkan dapat menjadi *multiplier effect* bagi masyarakat sekitar dalam meningkatkan produktivitas

pertanian. Ketersediaan teknologi dan metode pertanian yang baru menjadi daya tarik tersendiri bagi petani dalam mengembangkan dan memaksimalkan teknologi yang diberikan agar hasil panen semakin meningkat dan berkelanjutan (Suvedi et al. 2017; Adnan et al. 2019).



Gambar 1. Peserta Pelatihan dan Aktivitas Penyuluhan

Dalam proses pembuatan pupuk organik, petani juga perlu memperhatikan faktor kebersihan dan kesehatan. Hal ini sangat penting karena jika proses pembuatan pupuk organik tidak higienis, maka dapat menghasilkan pupuk organik yang terkontaminasi oleh patogen dan bakteri berbahaya yang dapat merusak tanaman dan kesehatan manusia (Sharma dan Reynnells 2018). Oleh karena itu, petani perlu menjaga kebersihan dan kesehatan saat membuat pupuk organik, seperti mencuci tangan dan alat dengan bersih sebelum dan setelah membuat pupuk organik.

Selain membuat pupuk organik, petani juga dilatih untuk melakukan perbanyakan *Trichoderma*. *Trichoderma* adalah jamur yang dapat membantu meningkatkan produktivitas tanaman dengan cara meningkatkan ketersediaan nutrisi dan membantu melawan penyakit tanaman (Abdel-Lateif 2017; Olowe et al. 2022). Petani di Desa Mrawan dilatih untuk melakukan perbanyakan *Trichoderma* dengan menggunakan bahan organik seperti jagung. Setelah *Trichoderma* berhasil dibudidayakan, petani dapat mengaplikasikannya di lahan pertanian mereka untuk meningkatkan produktivitas tanaman dan mencegah penyakit.

Dalam program pengabdian kepada masyarakat di Desa Mrawan, juga dilakukan kegiatan pelatihan dan edukasi tentang *good agricultural practices*. Pelatihan ini bertujuan untuk meningkatkan pengetahuan petani tentang praktik pertanian yang baik dan berkelanjutan, seperti pemupukan yang tepat,

pengendalian hama dan penyakit, serta penggunaan air dan energi secara efisien. Petani juga dilatih untuk memahami pentingnya menjaga kesuburan tanah dengan cara mengurangi penggunaan bahan kimia berbahaya yang dapat merusak kualitas tanah.

Melalui program pengabdian kepada masyarakat di Desa Mrawan, para petani di Desa Mrawan dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mereka dalam bercocok tanam secara berkelanjutan. Dengan meningkatkan kualitas lahan pertanian dan menggunakan teknologi pertanian yang baru, diharapkan produktivitas tanaman dapat meningkat sehingga petani dapat meningkatkan kesejahteraan mereka dan masyarakat Desa Mrawan secara keseluruhan.



Gambar 2. Aktivitas praktik pembuatan *Trichoderma* menggunakan media padat dan cair, serta pembuatan pestisida nabati

Dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat, petani juga diberikan pelatihan mengenai cara membuat pestisida nabati yang ramah lingkungan dan mudah untuk dibuat. Langkah-langkah dalam pembuatan pestisida nabati yang diberikan kepada petani diantaranya adalah menimbang daun paitan dan daun serai sebanyak 1 kg, lalu menumbuk kedua jenis daun tersebut hingga hancur dan memasukkannya ke dalam ember yang sudah diisi dengan air sebanyak 10 liter. Setelah itu, ember tersebut ditutup rapat dan dibiarkan dalam proses fermentasi selama satu malam. Setelah satu malam, larutan pestisida nabati yang sudah jadi dapat langsung diaplikasikan pada tanaman di lapangan.

Dengan memberikan pelatihan tentang cara membuat pestisida nabati kepada petani, diharapkan dapat mengurangi penggunaan pestisida kimia yang dapat berdampak buruk pada lingkungan dan kesehatan manusia. Pestisida nabati yang dibuat dari bahan-bahan alami seperti daun paitan dan daun serai juga lebih murah dan mudah didapatkan oleh petani. Selain itu, pestisida nabati juga terbukti efektif dalam mengatasi serangan hama pada tanaman.

Dalam pelatihan ini, petani juga diajarkan cara pengaplikasian pestisida nabati secara benar dan efektif. Petani diajarkan untuk menyemprotkan pestisida nabati pada tanaman dengan merata dan tepat sasaran, serta pada waktu yang tepat agar dapat mengoptimalkan penggunaannya. Dengan demikian, diharapkan pestisida nabati yang dibuat oleh petani dapat membantu mengatasi masalah serangan hama pada tanaman secara efektif, serta dapat membantu meningkatkan produksi pertanian secara alami.

Dalam jangka panjang, dengan mengajarkan petani tentang cara membuat pestisida nabati, diharapkan dapat membantu meningkatkan kemandirian petani dalam mengelola pertanian mereka. Selain itu, hal ini juga dapat membantu meningkatkan kualitas hasil panen yang dihasilkan, serta dapat membantu mengurangi dampak buruk dari penggunaan pestisida kimia terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.

Kegiatan sosialisasi merupakan salah satu kegiatan yang penting dalam program pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan di Desa Mrawan. Kegiatan ini memungkinkan para petani untuk mempelajari pengetahuan dan pengalaman dari petani lainnya maupun dari pemateri. Selain itu, kegiatan ini juga memungkinkan para petani untuk bertukar pengalaman dan diskusi tentang berbagai permasalahan dalam pertanian yang dihadapi di lingkungan mereka.

Para petani di Desa Mrawan yang aktif dalam kegiatan ini menunjukkan keseriusan mereka dalam mengembangkan pertanian mereka sebagai sumber penghidupan dan mengatasi permasalahan lahan. Mereka menyadari bahwa penting untuk memanfaatkan setiap kesempatan untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen mereka sehingga dapat meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan keluarga mereka.

Dalam kegiatan penyuluhan pertanian ini, petani di Desa Mrawan memperlihatkan keinginan mereka untuk mengembangkan dan memaksimalkan teknologi dan metode baru yang telah mereka

pelajari. Mereka mencoba mengadaptasi teknologi dan metode yang terbukti berhasil di tempat lain ke dalam kondisi dan lingkungan pertanian mereka sendiri. Hal ini menunjukkan keseriusan dan komitmen petani untuk meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen mereka.

Dalam diskusi dan pertukaran pengalaman, petani juga belajar untuk mengaplikasikan pengetahuan dan pengalaman yang telah mereka dapatkan untuk memecahkan permasalahan yang dihadapi. Para petani juga saling berbagi pengalaman dan memberikan saran yang berguna satu sama lain. Hal ini dapat membantu petani di Desa Mrawan untuk mengatasi berbagai permasalahan dalam pertanian yang dihadapi dan mengembangkan potensi yang ada di lahan mereka.

Dengan demikian, kegiatan sosialisasi merupakan salah satu kegiatan yang penting dalam program pengabdian kepada masyarakat di Desa Mrawan. Kegiatan ini memungkinkan para petani untuk memperoleh pengetahuan dan pengalaman baru yang dapat membantu mereka meningkatkan kualitas dan kuantitas hasil panen mereka. Selain itu, kegiatan ini juga memungkinkan para petani untuk bertukar pengalaman dan diskusi tentang berbagai permasalahan dalam pertanian yang dihadapi di lingkungan mereka, sehingga mereka dapat mengatasi permasalahan yang dihadapi dan mengembangkan potensi yang ada di lahan mereka.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil kegiatan program pengabdian, petani memiliki antusias dalam mengikuti penyuluhan pembuatan pestisida nabati dan perbanyak *Trichoderma* sp. Hasil produksi pestisida nabati dan *Trichoderma* sp diaplikasikan langsung oleh petani di lahan dan mendapatkan hasil sesuai dengan permasalahan lahan yang sedang dihadapi. Petani mendapatkan pengetahuan dan keterampilan yang dapat dikembangkan secara mandiri dikemudian hari.

Saran dari program pengabdian des aini yaitu perlu adanya kontinuitas dan komitmen petani mengatasi permasalahan lahan dan penurunan produktivitas pertanian dengan memanfaatkan tanamn yang ada disekitar dan mengolah limbah limbah pertanian untuk menghasilkan olahan yang memiliki manfaat dan dapat digunakan secara berkelanjutan. Selain itu, perlu adanya penyusunan kegiatan terstruktur dengan melibatkan gabungan kelompok tani, perangkat desa, maupun PPL guna untuk

mengoptimalkan inovasi teknologi yang telah diberikan agar dapat mengatasi permasalahan yang telah terjadi.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Universitas Jember dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat atas bantuan dan dukungan dana melalui skema hibah PROMAHADESA Tahun 2022.

DAFTAR RUJUKAN

- Abatenh E., Gizaw B., Tsegaye Z., Wassie M. 2017. The role of microorganisms in bioremediation-A review. *Open Journal of Environmental Biology*. 2(1):038-046.
- Abdel-lateif K. S. 2017. *Trichoderma* as biological control weapon against soil borne plant pathogens. *African Journal of Biotechnology*. 16(50):2299-2306.
- Abdollahzadeh G., Sharifzadeh M. S., Damalas C. A. 2015. Perceptions of the beneficial and harmful effects of pesticides among Iranian rice farmers influence the adoption of biological control. *Crop Protection*. 75:124-131.
- Adams G. O., Fufeyin P. T., Okoro S. E., Ehinomen I. 2015. Bioremediation, biostimulation and bioaugmentation: a review. *International Journal of Environmental Bioremediation & Biodegradation*. 3(1):28-39.
- Adnan N., Nordin S. M., Bahruddin M. A., Tareq A. H. 2019. A state-of-the-art review on facilitating sustainable agriculture through green fertilizer technology adoption: Assessing farmers behavior. *Trends in Food Science & Technology*. 86:439-452.
- Bagheri A., Emami N., Damalas C. A., Allahyari M. S. 2019. Farmers' knowledge, attitudes, and perceptions of pesticide use in apple farms of northern Iran: impact on safety behavior. *Environmental Science and Pollution Research*. 26:9343-9351.
- Barbier E. B., Hochard J. P. 2018. Land degradation and poverty. *Nature Sustainability*. 1(11):623-631.
- Damalas C. A., Koutroubas S. D. 2018. Farmers' behaviour in pesticide use: A key concept for improving environmental safety. *Current Opinion in Environmental Science & Health*. 4:27-30.
- Gibbs H., Salmon J. M. 2015. Mapping the world's degraded lands. *Applied geography*. 57:12-21.

- Gomiero T. 2016. Soil degradation, land scarcity and food security: Reviewing a complex challenge. *Sustainability*. 8(3):281.
- Kashyap P. L., Rai P., Srivastava A. K., Kumar S. 2017. Trichoderma for climate resilient agriculture. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*. 33:1-18.
- Olowe O. M., Nicola L., Asemoloye M. D., Akanmu A. O., Babalola O. O. 2022. Trichoderma: Potential bio-resource for the management of tomato root rot diseases in Africa. *Microbiological Research*. 126978.
- Rachman A. 2017. Peluang dan tantangan implementasi model pertanian konservasi di lahan kering. *Sumber Daya Lahan*. 11(2):77-90.
- Rai N., Limbu A. K., Joshi A. 2020. Impact of Trichoderma sp. in agriculture: A mini-review. *Journal of Biology and Today's World*. 9(7):1-5.
- Sharma B., Dangi A. K., Shukla P. 2018. Contemporary enzyme based technologies for bioremediation: a review. *Journal of environmental management*. 210:10-22.
- Sharma M., Reynnells R. 2018. Importance of soil amendments: survival of bacterial pathogens in manure and compost used as organic fertilizers. *Preharvest food safety*. 159-175.
- Singh A., Shukla N., Kabadwal B., Tewari A., Kumar J. 2018. Review on plant-Trichoderma-pathogen interaction. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 7(2):2382-2397.
- Sittadewi E. H. 2016. Mitigasi lahan terdegradasi akibat penambangan melalui revegetasi. *Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana*. 11(2):50-60.
- Sood M., Kapoor D., Kumar V., Sheteiw M. S., Ramakrishnan M., Landi M., Araniti F., Sharma A. 2020. Trichoderma: The "secrets" of a multitalented biocontrol agent. *Plants*. 9(6):762.
- Suvedi M., Ghimire R., Kaplowitz M. 2017. Farmers' participation in extension programs and technology adoption in rural Nepal: a logistic regression analysis. *The Journal of Agricultural Education and Extension*. 23(4):351-371.
- Vinale F., Sivasithamparam K. 2020. Beneficial effects of Trichoderma secondary metabolites on crops. *Phytotherapy Research*. 34(11):2835-2842.
- Xie H., Zhang Y., Wu Z., Lv T. 2020. A bibliometric analysis on land degradation: Current status, development, and future directions. *Land*. 9(1):28.