



EFEKTIVITAS “BIODERMA” SEBAGAI SOLUSI PENANGANAN LIMBAH DAN PENINGKATAN PRODUKSI TANAMAN JAGUNG

Gabrilliani Puspita Dewi¹, Brazilli Anastagia Silva¹, Jesxel Mulawanda Damanik¹, Yohanes Gaza Andri Orada¹, Miftah Lutfi Abdul Aziz¹, Rita Kurnia Apindiati^{1*}

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Kota Pontianak, Kalimantan Barat, Indonesia

* Corresponding Author: rita.kurnia@faperta.untan.ac.id

ABSTRACT

[THE EFFECTIVENESS OF "BIODERMA" AS A SOLUTION FOR WASTE HANDLING AND INCREASING CORN CROP PRODUCTION]. Each hectare of corn plantation can produce approximately 9 tons of corn and it is estimated that more than 2-3 tons of corn plant waste. This study aims to find innovations in the utilization of corn waste as fertilizer by using biochar enriched with *Trichoderma* sp. and *Pseudomonas fluorescens*. This research was conducted from June 2023 to September 2023 at the Plant Disease Laboratory, Faculty of Agriculture, Tanjungpura University. Corn planting distance was 50 cm x 20 cm with 5 treatments and 5 replications. Corn waste biochar enriched with *Trichoderma* sp. and *P. fluorescens* was named "Bioderma". Corn planting distance was 50 cm x 20 cm with 5 treatments and 5 replications. The treatments were 0 tons/ha, 5 tons/ha, 10 tons/ha, 15 tons/ha and 20 tons/ha. Data analysis used was analysis of variance (ANOVA) and continued with *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) at the $\alpha = 5\%$ level. The best response of corn plant growth with a Bioderma dose of 10 tons/ha. Bioderma application can increase plant height, stem diameter, number of leaves, fresh weight, and dry weight of corn plants.

Keyword: *Bioderma, corn waste, peat, Pseudomonas fluorescens, Trichoderma* sp.

ABSTRAK

Setiap satu hektar lahan tanaman jagung dapat menghasilkan kurang lebih 9 ton jagung dan diperkirakan lebih dari 2-3 ton nya berupa limbah tanaman jagung. Penelitian ini bertujuan untuk menemukan inovasi tentang pemanfaatan limbah jagung sebagai pupuk dengan menggunakan cara biochar yang diperkaya *Trichoderma* sp. dan *Pseudomonas fluorescens*. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2023 sampai September 2023 di Laboratorium Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura. Biochar limbah jagung yang diperkaya *Trichoderma* sp. dan *P. fluorescens* diberi nama “Bioderma”. Jarak tanam jagung di lahan gambut yaitu 50 cm x 20 cm dengan 5 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan tersebut yaitu 0 ton/ha, 5 ton/ha, 10 ton/ha, 15 ton/ha dan 20 ton/ha. Analisis data yang digunakan adalah analisis keragaman (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) pada taraf $\alpha = 5\%$. Respon pertumbuhan tanaman jagung terbaik dihasilkan oleh dosis Bioderma 10 ton/ha. Pemberian Bioderma mampu meningkatkan tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, bobot segar, dan bobot kering tanaman jagung.

Kata kunci: *Bioderma, gambut, limbah jagung, Pseudomonas fluorescens, Trichoderma* sp.

PENDAHULUAN

Lahan tanaman jagung seluas satu hektar dapat menghasilkan kurang lebih 9 ton jagung dan memiliki lebih dari 2 - 3 ton limbah tanaman jagung di Kalimantan Barat (Haris, 2018). Bagian-bagian dari tanaman jagung yang belum dimanfaatkan dengan optimal akan menjadi limbah. Keberadaan limbah jagung selama ini hanya digunakan sebagai sampah organik saja.

Hampir seluruh masyarakat di Kalimantan Barat menanam jagung di lahan gambut yang memiliki tingkat kesuburan yang rendah. Penambahan biochar pada lahan gambut dapat berfungsi sebagai amelioran (pembenah tanah). Penambahan agen hayati pada biochar dapat mengendalikan patogen penyebab penyakit pada tanaman. Agen hayati yang ditambahkan dapat berupa *Trichoderma* sp. dan *Pseudomonas fluorescens*.

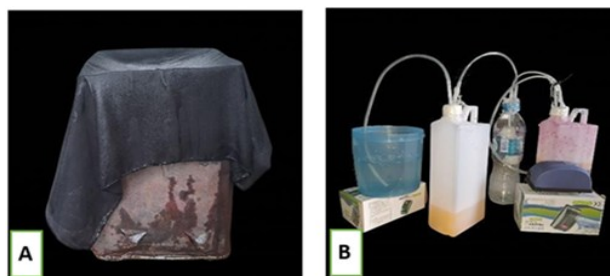
Pembuatan ‘Bioderma’ Biochar yang diperkaya *Trichoderma* sp. dan *P. fluorescens* dapat dijadikan sebagai solusi penanganan limbah dan peningkatan produksi tanaman jagung. Penelitian ini bertujuan untuk meminimalkan pencemaran lingkungan akibat dari limbah pertanian serta dapat dimanfaatkan secara optimal sebagai pembenah tanah dan pengendali penyakit tanaman. Praktek pembuatan pupuk kompos dari limbah jagung dapat bermanfaat untuk praktek agroekologi berkelanjutan oleh petani kecil dan kelompok petani marjinal guna mendukung pertanian berkelanjutan (*sustainability agriculture*).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai dengan September 2023 di Laboratorium Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura. Arang aktif biochar dibuat dari limbah jagung yang sudah dicacah terlebih dahulu. Pembakaran biochar dilakukan dengan teknik pirolisis melalui pirolisator sederhana. Perbanyak isolat *Trichoderma* sp. menggunakan media PDA dan *Pseudomonas fluorescens* menggunakan media King’s Broth. Isolat *Trichoderma* sp. berasal dari koleksi Laboratorium Penyakit Tanaman, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura dan isolat *P. flourecens* diperoleh dari akar bambu. Pembuatan isolat *P. flourecens* dilakukan dengan penambahan King’S B Broth, aquades, dan 10 g akar bambu. Hasil biakan ini selanjutnya dimasukkan ke dalam fermentor sederhana secara terpisah untuk dilakukan perbanyakan selama 7 hari. Tahap akhir dari penelitian ini adalah pembuatan media tanam dan penanaman benih jagung.

Media tanam dibuat dengan ukuran 5 m × 1 m di lahan gambut. Jarak tanam jagung yaitu 50 cm x 20 cm

dengan 5 perlakuan dan 5 ulangan. Perlakuan tersebut antara lain, yaitu P₁ (0 ton/ha), P₂ (5 ton/ha), P₃ (10 ton/ha), P₄ (15 ton/ha), dan P₅ (20 ton/ha). Sebelum ditanam, benih disemai selama 7 hari di media *rockwool*. Benih harus disiram setiap pagi agar berada dalam keadaan lembab dan siap tanam pada hari ke-9 setelah pembedihan. Benih yang telah disemai selanjutnya ditanam pada bedengan di lahan gambut. Kemudian setiap minggu dilakukan pengamatan dan perawatan pada tanaman jagung.

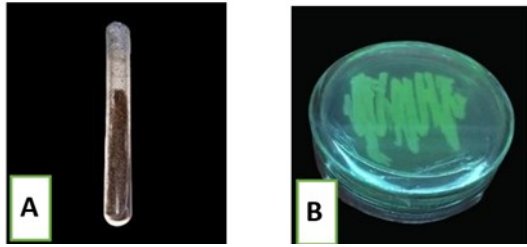


Gambar 1. Pirolisator sederhana (A) dan Fermentor sederhana (B)

Variabel pengamatan meliputi : jumlah daun (helai), tinggi tanaman (cm), diameter batang (mm), bobot segar (g), dan bobot kering (g). Data hasil pengamatan variabel utama dianalisis secara statistik menggunakan analisis varian (ANOVA). Apabila hasil analisis statistik menunjukkan pengaruh nyata maka dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf alfa 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolat *Trichoderma* sp. dan *P. fluorescens* yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 2. *Trichoderma* sp. merupakan pengendali agen hayati yang mempunyai sifat antagonistik terhadap patogen, terutama patogen tanah dan udara (Nguyen *et al.*, 2023). Aktivitas antagonisme meliputi persaingan, paratisme atau predasi dan membentuk toksin terhadap antibiotik. Selain itu, pemberian *Trichoderma* sp. pada pengolahan pupuk organik bertujuan agar jasad pengganggu pada proses produksi dan pengolahan hasil pertanian dapat dikendalikan secara maksimal (Cornejo *et al.*, 2015). Menurut Suanda (2019), dalam meningkatkan kemampuan agen antagonis dapat dilakukan dengan cara membiakkan *Trichoderma* sp. pada media-media tertentu yang tepat guna. Hal ini bertujuan agar pemanfaatan *Trichoderma* sp. sebagai agen hayati berfungsi dengan baik terhadap tanah dan menjaga kelestarian lingkungan berkelanjutan. Biakan jamur *Trichoderma* sp. banyak digunakan pada areal pertanian dan berfungsi sebagai dekomposer dengan cara mendekomposisi limbah organik cair sebagai media tumbuh menjadi kompos yang berkualitas (Made *et al.*, 2017).



Gambar 2. Isolat *Trichoderma* sp. (A) dan *Pseudomona fluorescens* (B)

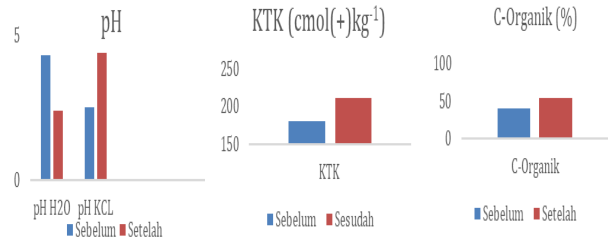
P. fluorescens merupakan kelompok besar penghasil antibiotik dan senyawa anti-mikroba asam sianida (HCN) dan siderofor. Senyawa yang dihasilkan dapat menghambat aktivitas dan mengendalikan patogen. Bakteri *Pseudomonas fluorescens* mempunyai sifat *Plant Growth Promoting Rhizobacteria* (PGPR), yang dapat membantu pertumbuhan tanaman (Ayesha *et al.*, 2023). Bakteri ini juga dapat menghasilkan antibiotik yang bisa menghambat pertumbuhan patogen, terutama patogen yang ada didalam tanah (Poudel *et al.*, 2023). Selain itu bakteri ini juga mempunyai kemampuan mengkoloniakar tanaman. Oleh karena itu, *P. fluorescens* sangat berpotensi sebagai agen biokontrol pengendali penyakit tanaman dan dapat meningkatkan pertumbuhan, memberikan unsur hara tanaman dan menghambat patogen penyebab penyakit tanaman (Muthiah *et al.*, 2023).



Gambar 3. Perlakuan 1 (A); Perlakuan 2 (B); Perlakuan 3 (C); Perlakuan 4 (D); dan Perlakuan 5 (E)

Gambar A adalah jagung yang telah diberikan perlakuan Bioderma sebanyak 0 ton/ha. Pemberian Bioderma pada jagung Gambar A menunjukkan rata-rata tinggi tanaman 27,5 cm, diameter batang 4,2 mm, dan jumlah daun 2 helai. Gambar B adalah jagung yang telah diberikan perlakuan Bioderma sebanyak 5 ton/ha. Pemberian Bioderma pada jagung Gambar B menunjukkan rata-rata tinggi tanaman 38,1 cm, diameter batang 6,4 mm, dan jumlah daun 3,8 helai. Gambar C adalah jagung yang telah diberikan perlakuan Bioderma sebanyak 10 ton/ha. Pemberian

Bioderma pada jagung Gambar C menunjukkan rata-rata tinggi tanaman 61,04 cm, diameter batang 10,58 mm, dan jumlah daun 4,4 helai.



Gambar 4. Perubahan pH, KTK, dan Corganik sebelum dan sesudah penggunaan “Bioderma”

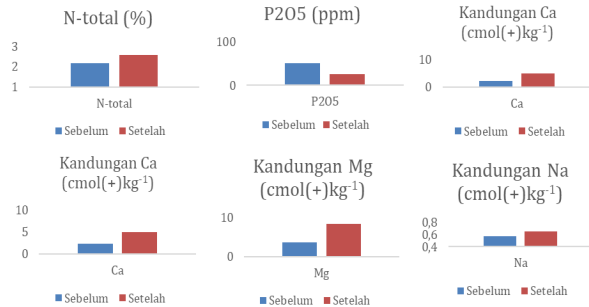
Gambar D merupakan jagung yang telah diberikan perlakuan Bioderma sebanyak 15 ton/ha. Pemberian Bioderma pada jagung Gambar D menunjukkan rata-rata tinggi tanaman 60,44 cm, diameter batang 11,9 mm, dan jumlah daun 4,6 helai. Gambar E adalah jagung yang telah diberikan perlakuan Bioderma sebanyak 20 ton/ha. Pemberian Bioderma pada jagung Gambar E menunjukkan rata-rata tinggi tanaman 42 cm, diameter batang 9,04 mm, dan jumlah daun 3,4 helai. Penggunaan Bioderma yang merupakan biochar limbah jagung yang telah diperkaya *Trichoderma* sp. dan *P. fluorescens* dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung pada lahan gambut. Hasil analisis laboratorium menunjukkan bahwa Bioderma memiliki pH 9,75, serta memiliki kandungan C-organik 27,29%, N 2,93%, C/N rasio 9,31, P 3,45%, dan K 5,79%. Hal ini sesuai dengan standar mutu persyaratan teknis minimal mutu pupuk organik padat dan pembenah tanah organik padat (MentanRI, 2019).

Tabel 1. Data hasil penelitian tinggi Tanaman, diameter batang, dan jumlah daun tanaman jagung

Perlakuan Bioderma	Tinggi Tanaman (cm)	Diameter Batang (mm)	Jumlah Daun (helai)
P ₁ =0 ton/ha	27,50a	4,20a	2,0a
P ₂ =5 ton/ha	38,10ab	6,40ab	3,8b
P ₃ =10 ton/ha	61,04b	10,58bc	4,4b
P ₄ =15 ton/ha	60,44b	11,90c	4,6b
P ₅ =20 ton/ha	42,00ab	9,04abc	3,4ab

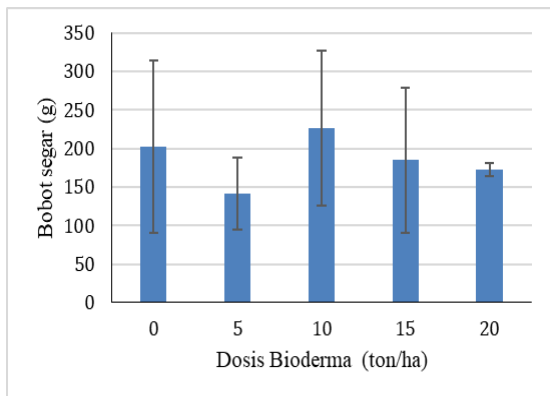
Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf kecil yang sama pada kolom yang sama berbeda tidak nyata pada DMRT taraf $\alpha = 5\%$

Hasil analisis laboratorium menunjukkan pada tanah yang diberikan Bioderma mengalami kenaikan pH yaitu H₂O dari 3,83 menjadi 4,51 dan KCl dari 2,89 menjadi 3,64, pada C-organik mengalami kenaikan dari 40,19% menjadi 53,32%,



Gambar 5. Perubahan N, P, K, Ca, Mg, dan Na sebelum dan sesudah aplikasi “Bioderma”

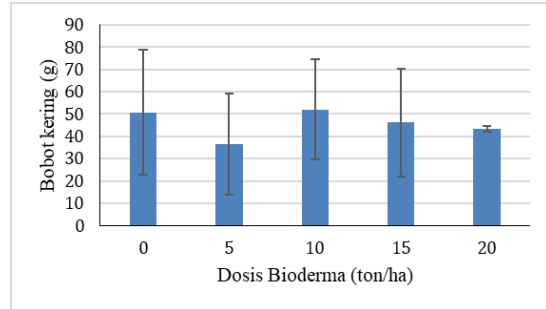
N-total mengalami kenaikan dari 2,17% menjadi 2,58%, P₂O₅ mengalami penurunan dari 50,93 ppm menjadi 25,55 ppm, Ca mengalami kenaikan dari 2,27 cmol(+)/kg menjadi 5,01 cmol(+)/kg, Mg mengalami kenaikan dari 3,61 cmol(+)/kg menjadi 8,48 cmol(+)/kg, K mengalami kenaikan dari 0,44 cmol(+)/kg menjadi 0,57 cmol(+)/kg, Na mengalami kenaikan dari 0,57 cmol(+)/kg menjadi 0,65 cmol(+)/kg, kapasitas tukar kation mengalami kenaikan dari 180,33 cmol(+)/kg menjadi 211,71 cmol(+)/kg, kejenuhan basa mengalami kenaikan dari 3,82% menjadi 6,95%, Al-dd mengalami penurunan dari 1,01 cmol(+)/kg menjadi 0,69 cmol(+)/kg (Gambar 8), dan H-dd mengalami penurunan dari 1,12 cmol(+)/kg menjadi 0,58 cmol(+)/kg (Gambar 8). Pemberian Bioderma pada lahan gambut dapat memperbaiki sifat kimia lahan gambut yang ditunjukkan oleh tingkat kesesuaian pH dan unsur hara yang sesuai untuk budidaya tanaman jagung.



Gambar 6. Bobot segar tanaman jagung

Hasil analisis pada peubah tinggi tanaman dapat dilihat bahwa pada perlakuan P₃ memiliki per-

bedaan yang nyata jika dibandingkan pada perlakuan P₁ tetapi berbeda tidak nyata jika dibandingkan perlakuan P₂, P₄, dan P₅. Hasil analisis pada peubah diameter batang menunjukkan bahwa perlakuan P₄ berbeda nyata jika dibandingkan dengan perlakuan P₁ dan P₂ tetapi berbeda tidak nyata jika dibandingkan dengan perlakuan P₃ dan P₅. Hasil analisis pada peubah jumlah daun menunjukkan bahwa pada perlakuan P₄ berbeda nyata dengan perlakuan P₁ tetapi berbeda tidak nyata dengan perlakuan P₂, P₃, dan P₅.



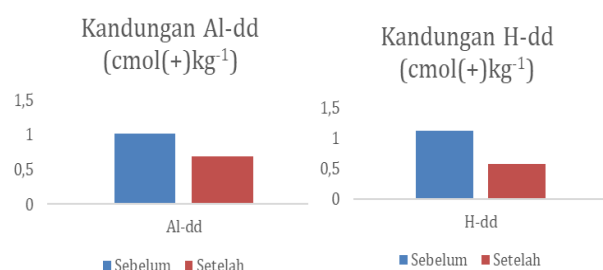
Gambar 7. Bobot kering tanaman jagung

Pemberian “Bioderma” menunjukkan respon pertumbuhan terbaik pada tanaman jagung dengan dosis Bioderma 10 ton/ha (P₃) yang memiliki pengaruh terbaik pada pertumbuhan tinggi tanaman jika dibandingkan dengan perlakuan dosis 0 ton/ha (P₁). Hasil penelitian yang dilakukan oleh Apzani *et al.*, (2015), bahwa pemberian biokompos terbaik yakni pada perlakuan 15 ton/ha dengan peningkatan tinggi tanaman terbesar mencapai 30,22 cm pada setiap minggunya. Pemberian perlakuan dengan “Bioderma” lebih efisien jika dibandingkan dengan perlakuan Biokompos. Selain itu, penggunaan “Bioderma” juga dapat meningkatkan pH pada tanah serta meningkatkan ketersediaan unsur Ca, Mg, K, Na (Gambar 4-5). Peningkatan pH tanah dengan aplikasi “Bioderma” dapat terjadi karena proses dekomposisi bahan organik. Ketika proses dekomposisi bahan organik terjadi, asam-asam organik yang bersifat amfoter mampu menetralkan pH tanah (Andriany, 2018). Selain itu, pemberian biochar juga dapat meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara yang tersedia, baik itu unsur hara Ca, Mg, K dan Na (Gani, 2009). Kondisi ini dapat terjadi karena biochar dapat berperan sebagai habitat bagi mikroorganisme (Xiang, 2022)..

Kemampuan tanah dalam menahan hara akibat pemberian biochar dapat mempengaruhi penambahan nutrisi terhadap tanaman, dan juga mempengaruhi porositas tanah, kapasitas menahan air, C-organik, dan aktivitas mikroba di dalam tanah. Biochar limbah organik dengan ukuran <1.00-2.00 mm mampu meningkatkan kadar air (Liescahyani *et al.*, 2014).

Biochar sebagai pembenah tanah organik memiliki sifat meningkatkan KTK tanah, semakin tinggi KTK tanah maka semakin tinggi juga serapan hara di dalam tanah (Tambunan *et al.*, 2014). Hasil penelitian Nastiti & Prayogo (2020) menunjukkan bahwa komposisi biochar 1% yang diperkaya dengan *Trichoderma* mampu meningkatkan kandungan N tersedia di dalam tanah.

Gambar 8. Perubahan Al-dd dan H-dd sebelum dan



sesudah aplikasi "Bioderma"

Histogram bobot segar (Gambar 6) menunjukkan bahwa perlakuan P₃ (10 ton/ha) memberikan hasil bobot segar tanaman yang tertinggi sebesar 226,68 g dan perlakuan dengan bobot segar terendah terdapat pada perlakuan P₂ (5 ton/ha), sebesar 141,51 g. Perbedaan bobot basah tanaman disebabkan oleh ketersediaan unsur hara. Bobot segar tanaman adalah hasil berat kering serta jumlah kandungan air pada tanaman. Biochar mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dikarenakan biochar memiliki kemampuan dalam meningkatkan ketersediaan hara tanaman dan memperbaiki kapasitas tukar kation sehingga meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman (Mukherjee & Lal, 2013).

Histogram bobot kering (Gambar 7) menunjukkan bahwa perlakuan P₃ (10 ton/ha) memberikan hasil bobot basah tertinggi sebesar 51,96 g dan bobot kering terendah terdapat pada P₂ (5 ton/ha) yaitu sebesar 36,45 g. Bobot kering tanaman jagung dipengaruhi oleh tingginya penyerapan unsur hara terutama K oleh akar tanaman. Proses pembelahan sel pada batang tanaman menyebabkan tanaman memiliki bobot kering yang tinggi.

Hasil penelitian menunjukkan pemberian biochar dari limbah jagung yang diperkaya *Trichoderma* sp. dan *P. fluorescens* dengan nama produk "Bioderma" menunjukkan tidak adanya serangan patogen pada tanaman jagung yang diamati. Hal ini karena *Trichoderma* sp. dan *P. fluorescens* sebagai agens hayati yang bersifat antagonis bagi patogen. Sementara itu menurut penelitian yang dilakukan oleh Araujo *et al.* (2019), pemberian biochar *T. harzianum* efektif mengendalikan patogen tanaman melalui tindakan antagonisnya.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan pemberian biochar dari limbah jagung yang diperkaya *Trichoderma* sp. dan *P. fluorescens* dapat memperbaiki sifat kimia tanah serta dapat mencegah tanaman terserang patogen. Pemberian Bioderma mampu meningkatkan tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, bobot segar, dan bobot kering tanaman jagung. Perlakuan terbaik terdapat pada pemberian Bioderma dengan dosis 10 ton/ha.

SANWACANA

Peneliti menyampaikan ucapan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Riset, dan Teknologi (Ditjen Dikti), Direktorat Pembelajaran dan Kemahasiswaan (Belmawa), dan Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia (Kemendikbudristek RI) atas bantuan dana penelitian serta Universitas Tanjungpura yang sudah memberikan bantuan secara *In Kind*. Serta seluruh pihak yang telah mendukung dan ikut berkontribusi membantu peneliti dalam menyelesaikan penelitian ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriany, Fahrudin & Abdullah, A. (2018). Pengaruh jenis bioaktivator terhadap laju dekomposisi seresah daun jati *Tectona grandis* L.f di wilayah Kampus UNHAS Tamalanrea. *BIOMA : Jurnal Biologi Makassar*, 3 (2), 31-42.
- Apzani, W., Sudantha, I. M. & Fauzi, M. T. (2015). Aplikasi biokompos stimulator *Trichoderma spp.* dan biochar tempurung Kelapa untuk pertumbuhan dan hasil jagung (*Zea mays* L.) di lahan kering. *Jurnal Agroteknologi*, 9(1).
- Araujo, A. S. D., Blum, L. E. B. & Figueiredo, C. C. D. (2019). Biochar and *Trichoderma harzianum* for the Control of *Macrophomina phaseolina*. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 62. DOI : [10.1590/1678-4324-2019180259](https://doi.org/10.1590/1678-4324-2019180259).
- Ayesha, C., Advinda, L., Violita, Handayani, D., Putri, D.H. (2023). Potential of *Pseudomonas fluorescens* as plant growth promoting acteria. *SERAMBI Biologi*, 8(1), 98-103.
- Cornejo, H. A. C., Iiguez, L. M. ias, Val, E. del & Larsen, J. (2015). Fungsi ekologis *Trichoderma sp.*. *Ekologi Mikrobiologi*, 92(1), 1-17.
- Gani, A. (2009). Potensi arang hayati "Biochar" sebagai komponen teknologi perbaikan produktivitas lahan pertanian. *Iptek Tanaman Pangan*, 4(1), 33-48.
- Haris, A. (2018). Tinjauan Pustaka: Limbah Tanaman Jagung. Diakses pada 28 Agustus 2023 melalui

- agent against common bean rust caused by *Uromyces appendiculatus*. *Journal of Fungi*, 7 (9), 745. DOI : [10.3390/jof7090745](https://doi.org/10.3390/jof7090745).
- I Made, D. S., I Nengah, A., & Gusti Ngurah, S. W. (2017). Efektifitas pemberian kompos *Trichoderma sp.* terhadap pertumbuhan tanaman cabai (*Capsicum annum L.*). *E-Jurnal Agroteknologi Tropika (Journal of Tropical Agroecotechnology)*, 6(1), 21-30.
- Liescahyani, I., Djatmiko, H. & Sulistyarningsih, N. (2014). Pengaruh kombinasi bahan baku dan ukuran partikel biochar terhadap perubahan sifat fisik pada tanah pasir. *Berkala Ilmiah Pertanian*, 1(1).
- Menteri Pertanian Republik Indonesia. (2019). *Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261/KPTS/SR.310//M/4/2019 tentang Persyaratan Teknis Minimal Pupuk Organik, Pupuk Hayati, dan Pembenh Tanah. Menteri Pertanian Republik Indonesia, Jakarta.*
- Mukherjee, A. & Lal, R. (2013). Biochar berdampak pada sifat fisik tanah dan emisi gas rumah kaca. *Agronomi*, 3(2), 313-339.
- Muthiah, A., Advinda, L., Anhar, A., Putri, I.L.E., Farma, S.A. (2023). *Pseudomonas fluorescens* sebagai Plant Growth Promoting Rhizobacteria (PGPR). *SERAMBI Biologi*, 8 (1), 67-73.
- Nastiti, W. & Prayogo, C. (2020). Pemberian biochar diperkaya *Trichoderma* dengan penambahan amonium nitrat untuk meningkatkan pertumbuhan bibit kopi Arabika. *J. Tanah dan Sumberdaya Lahan*. 7(2), 351-357. DOI: <https://doi.org/10.21776/ub.jtsl.2020.007.2.20>.
- Nguyen, K. Q., Cao, T. T. T., Do, X. T., Le, Q. T., Tran, H. N., Ly, T. X. N. ... Le, T. V. (2023). Evaluation of the antagonistic potential of *Trichoderma* spp. against *Fusarium oxysporum* F.28.1A. *Journal of Plant Protection Research*, 63(1), 13-26. DOI: <https://doi.org/10.24425/jppr.2023.144502>
- Poudel, S., Khanal, P., Bigyan, K.C., Pokharel, S. & Gauli, S. (2023). Biological control of fungal phytopathogens with *Trichoderma harzianum* and its fungicidal compatibility. *International Journal of Applied Biology*, 7(1), 47-58. DOI: <https://doi.org/10.20956/ijab.v7i1.26502>
- Suanda, I. W. (2019). Pengaruh pupuk *Trichoderma sp.* dengan media tumbuh berbeda terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman cabai merah besar (*Capsicum frutescens L.*). *Jurnal Widya Biologi*, 10(01), 1-12.
- Tambunan, S., Handayanto, E. & Siswanto, B. (2014). Pengaruh penerapan bahan organik segar dan biochar terhadap ketersediaan P di tanah kering Malang Selatan. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 1(1), 85-92.
- Xiang L, Harindintwali JD, Wang F, Redmile-Gordon M, Chang SX, Fu Y, He C, Muhoza B, Brahushi F, Bolan N, Jiang X, Ok YS, Rinklebe J, Schaeffer A, Zhu YG, Tiedje JM, Xing B. Integrating biochar, bacteria, and plants for sustainable remediation of soils contaminated with Organic Pollutants. *Environ Sci Technol*. 2022 Dec 6;56(23):16546-16566. DOI: [10.1021/acs.est.2c02976](https://doi.org/10.1021/acs.est.2c02976). Epub 2022 Oct 27. PMID: 36301703; PMCID: PMC9730858.