

Inovasi Bio-Kompos Berbasis *Tea Waste* dan Agens Hayati untuk Mendukung Produksi Pucuk Teh Berkelanjutan

Restu Wulansari^{1*}, Elia Laila Rizqiyah¹, Erdiansyah Rezamela², Fani Fauziah³,
Ahmad Ghozali A³

¹Tanah dan Nutrisi Tanaman, Pusat Penelitian Teh dan Kina, Gambung, Jawa Barat

²Agronomi, Pusat Penelitian Teh dan Kina, Gambung, Jawa Barat

³Proteksi Tanaman, Pusat Penelitian Teh dan Kina, Gambung, Jawa Barat

*Korespondensi email: restuwulan52@gmail.com

Abstrak

Produktivitas tanaman teh yang berkelanjutan memerlukan pengelolaan kesuburan tanah yang optimal dan ramah lingkungan. Pemanfaatan limbah teh (*tea waste*) sebagai bio-kompos diperkaya agens hayati menjadi salah satu alternatif untuk mengurangi ketergantungan terhadap pupuk anorganik serta meningkatkan produksi pucuk. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi efektivitas bio-kompos berbasis *tea waste* dan agens hayati terhadap produksi pucuk teh. Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor, yaitu dosis pupuk konvensional terdiri atas 0%, 50%, 75%, dan 100% dosis standar serta dosis bio-kompos *tea waste* terdiri atas 0, 1, 2, dan 3 ton/ha. Pengamatan dilakukan pada periode September hingga Desember. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi bio-kompos *tea waste* yang diperkaya agens hayati memberikan pengaruh nyata terhadap produksi pucuk teh pada bulan November. Kombinasi perlakuan 75% pupuk konvensional dan 1 ton ha⁻¹ bio-kompos menghasilkan peningkatan produksi pucuk sebesar 40-50% dibandingkan kontrol. Selain itu, aplikasi bio-kompos mampu mempertahankan produktivitas pucuk meskipun penggunaan pupuk anorganik dikurangi hingga 25–30%. Hal ini menunjukkan bahwa biokompos *tea waste* memiliki potensi sebagai inovasi pemupukan ramah lingkungan untuk mendukung efisiensi penggunaan pupuk anorganik serta meningkatkan produksi pucuk teh secara berkelanjutan.

Kata kunci: Agens hayati, Biokompos tea waste, Produksi pucuk, Perkebunan teh, Zero waste

Abstract

Sustainable tea plant productivity requires optimal and environmentally friendly soil fertility management. Utilizing tea waste as bio-compost enriched with biological agents is an alternative to reduce dependence on inorganic fertilizers and increase shoot production. This study aims to evaluate the effectiveness of tea waste-based bio-compost and biological agents on tea shoot production. The study used a factorial Randomized Complete Block Design (RCBD) with two factors: conventional fertilizer doses consisting of 0%, 50%, 75%, and 100% of the standard dose and tea waste bio-compost doses consisting of 0, 1, 2, and 3 tons/ha. Observations were conducted from September to December. The results showed that the application of tea waste bio-compost enriched with biological agents significantly affected tea shoot production in November. The combination of 75% conventional fertilizer and 1 ton ha⁻¹ of bio-compost resulted in a 40-50% increase in shoot production compared to the control. Furthermore, biocompost application maintained shoot productivity even when inorganic fertilizer use was reduced by 25–30%. This demonstrates that tea waste biocompost has the potential to be an environmentally friendly fertilizer innovation, supporting the efficient use of inorganic fertilizers and sustainably increasing tea shoot production.

Keywords: Biological agent, Tea waste biocompost, Shoot production, Tea plantation, Zero waste

PENDAHULUAN

Tanah sebagai faktor yang cukup menentukan bagi pertumbuhan tanaman teh, sehingga perlu pemilihan tanah yang serasi untuk memenuhi kebutuhan pertumbuhan tanaman teh. Umumnya tanah yang baik untuk pertumbuhan teh terletak di lereng-lereng gunung berapi yang biasa dinamakan tanah Andisol (vulkanis muda). Tanaman teh menyerap unsur hara dari dalam tanah secara terus menerus, sehingga ketersediaan unsur hara di dalam tanah makin lama makin berkurang. Unsur hara dalam tanah dapat juga berkurang karena proses pencucian atau hanyut oleh air hujan, penguapan, dan erosi. Tanah yang rusak mengakibatkan pertumbuhan tanaman terganggu dan produksi akan menurun dengan tajam, bahkan tanaman akan mati, perlunya melakukan pengelolaan tanah sebaik-baiknya (Santoso *et al.*, 2006).

Untuk memperoleh tanaman teh yang sehat dan menghasilkan pucuk teh segar yang optimal atau mendekati potensi genetis produksi, maka diperlukan unsur hara makro dan mikro yang berimbang, sehingga suplai unsur hara tanaman optimal. Kebutuhan unsur hara tanaman dapat dipenuhi dengan pemupukan, baik melalui tanah maupun daun. Ketersediaan unsur hara makro (N, P, K, Ca, Mg, dan S) dan mikro (Mn, B, Mo, Fe, Cu, Zn, dan Ca) yang dapat diserap akar tanaman dipengaruhi oleh keadaan lahan yang meliputi sifat fisik, kimia, serta biologi tanah yang meliputi kandungan bahan organik tanah, kandungan mikroorganisme bermanfaat (seperti mikrobia decomposer, pelarut fosfat, mikrobia penambat nitrogen). Mikroba-mikroba tersebut dapat hidup apabila kandungan bahan organik di dalam tanah tercukupi. Pada perkebunan teh, sumber bahan organik menurut asalnya terbagi atas insitu dan eksitu. Eksitu yaitu bahan organik yang berasal dari luar areal perkebunan seperti kompos, bokashi, pupuk kandang, ataupun guano. Insitu yaitu bahan organik yang berasal dari areal perkebunan teh itu sendiri seperti seresah sisa pangkasan, seresah tanaman pelindung, seresah cover crop, dan seresah tanaman lainnya.

Limbah pabrik teh hijau (*tea waste*) merupakan sisa pengolahan pabrik teh yang jumlahnya mencapai 1-3% dari total produksi teh di pabrik teh hijau. Menurut Arifin dan Semangun (1999), salah satu cara untuk mengurangi biaya produksi pada penanaman teh adalah penggunaan pupuk organik agar tercapai perkebunan teh yang berkelanjutan. Pemanfaatan *tea waste* dapat memberikan nutrisi hara dalam jangka pendek dan mampu memperbaiki perakaran tanaman teh yang lebih baik untuk jangka panjang. Menurut Bhardjwaj *et al.*, (1998) telah memulai menerapkan manajemen limbah untuk memperbaiki sifat dan produktivitas tanah untuk berbagai produksi di perkebunan India. Pemberian mikroba tambahan (decomposer) diharapkan dapat mempercepat dan membantu proses pengomposan bahan organik tersebut.

Kompos dan mikroba dapat memberikan kontribusi dalam peningkatan ketersediaan N, P dan K serta senyawa-senyawa yang dibutuhkan oleh tanaman (Toago *et al.*, 2017). Menurut Rahardjo, *et al.*, (2001) mengatakan bahwa perlakuan dosis bahan organik akan menurunkan kerapatan partikel pada pemberian dosis sampai 10 % dan meningkatkan pori drainase pada pemberian dosis sampai 8 %. Pemberian kompos waste sampai dosis 10% akan meningkatkan kandungan C-organik dan

permeabilitas, sedangkan pemberian kompos kotoran sapi sampai dosis 10 % akan meningkatkan pori kapiler tanah.

Di sisi lain, tanaman teh juga memiliki faktor penghambat produksi yang disebabkan oleh penyakit jamur akar teh yang penularannya terjadi di tanah. Penyakit akar pada tanaman teh menimbulkan kerugian yang sangat berarti, yaitu berupa kematian perdu-perdu teh. Beberapa jenis penyakit akar pada tanaman teh: (1) Penyakit akar merah anggur (*Ganoderma pseudoferreum*), (2) Penyakit akar merah bata (*Poria hypolateritia*), (3) Penyakit akar hitam (*Rosellinia arcuata* dan *R. bunodes*), (4) Penyakit leher akar (*Ustilina maxima*), dan (5) Penyakit kanker belah (*Armillaria mellea*). Kehilangan hasil akibat penyakit ini belum diketahui, namun di Kenya penyakit tersebut dapat menyebabkan kematian perdu teh hingga 50% (Onsando *et al.*, 1997).

Tanaman yang terserang jamur akar akan menunjukkan gejala, mula-mula daun menguning, kemudian layu dan rontok, akhirnya tanaman mati. Gejala tersebut timbul akibat bagian tanaman yang diserang jamur menjadi mati dan busuk. Penularan penyakit melalui kontak akar tanaman yang berada di dekatnya sehingga tanaman yang sehat akan terinfeksi jamur akar. Mikroba antagonis sebagai agensia pengendali hayati dapat menekan pertumbuhan jamur patogen penyakit akar pada tanaman teh yang terdapat di daerah perakaran (rizosfer) tanaman teh. Brimer dan Boland, (2003) menyatakan bahwa mikroba yang didapat pada daerah perakaran (rizosfer) tanaman sehat di sekitar tanaman bergejala sakit dapat digunakan sebagai agensia hayati pengendali patogen tanaman, yang aman bagi lingkungan dan organisme non target.

Jamur *Trichoderma* sp. merupakan salah satu jenis jamur yang memiliki peran sebagai agensia pengendali patogen penyebab penyakit pada tanaman (Hutagaol dan Melin, 2005). Amin *et al.* (2010) juga melaporkan bahwa *Trichoderma* sp. mempunyai sifat sebagai saprofit dan antagonistik terhadap beberapa patogen tular tanah dan patogen pada benih tanaman. Selain itu, beberapa jenis mikroba yang memiliki peran sebagai mikroba antagonis *Penicillium* sp. dan *Aspergillus* sp.

Berdasarkan informasi tersebut, perlu melakukan penelitian pemanfaatan *tea waste* dalam memproduksi biokompos dan media perbanyakan agens hayati serta aplikasinya di tanaman teh menghasilkan. Diharapkan dengan pemberian bio-kompos *tea waste* dan agens hayati dapat memperbaiki pertumbuhan, kesehatan tanah dan mengatasi masalah penyakit jamur akar pada tanaman teh menghasilkan.

METODE

Penelitian ini dilakukan di Kebun Percobaan Gambung, Pusat Penelitian Teh dan Kina yang berlokasi di Desa Mekarsari, Kecamatan Pasirjambu, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat. Secara astronomis, Pusat Penelitian Teh dan Kina terletak di antara 07°07'18" 07°09'11"LS dan 107°29'32"-107°31'11"LS. Klon tanaman menggunakan GMB 7 dan TP 3. Bio-Kompos yang telah diformulasi diaplikasikan dengan cara ditugal dengan dosis sesuai perlakuan. Rancangan penelitian menggunakan rancangan acak kelompok faktorial dengan 2 faktor perlakuan diulang 3 kali ulangan. Total plot

sebanyak 36 plot dengan luasan plot 200 m²/plot. Rincian perlakuan sebagai berikut:

Faktor 1 (dosis standar):

- A. 0% (tanpa dosis konvensional)
- B. 100% dosis pupuk konvensional
- C. 75% dosis pupuk konvensional
- D. 50% dosis pupuk konvensional

Faktor 2 (dosis biokompos *tea waste*):

- A. 0% Tanpa Bio-Kompos
- B. 1 ton/ha Bio-Kompos
- C. 2 ton/ha Bio-Kompos
- D. 3 ton/ha Bio-Kompos

Parameter pengamatan yang dilakukan yaitu Produksi pucuk (kg/plot). Produksi pucuk diambil setiap 1 bulan sekali pada saat pemetikan teh dan ditimbang produksinya sesuai dengan masing-masing plot. Berdasarkan penelitian Wulansari *et al.* (2020) diperoleh bahwa seluruh parameter kimia kompos telah memenuhi standar kualitas menurut kriteria SNI 19-7030-2004 (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil Analisa Biokompos Tea Waste

N (%)	P2O5 (%)	K2O (%)	C-organic (%)	pH
3,03	0,66	1,64	49,45	7,43

Sumber: Laboratorium Jaringan Tanaman PPTK, 2026



Gambar 1. (A) Bahan Baku Tea Waste (B). Biokompos tea waste yang siap diaplikasikan

Data pengamatan selanjutnya dilakukan analisis data dengan melihat pengaruh nyata berdasarkan uji Anova serta signifikansi antar perlakuannya berdasarkan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf kepercayaan 95% menggunakan perangkat lunak SPSS versi 20.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi bio-kompos *tea waste* pada berbagai dosis yang dikombinasikan dengan tingkat penggunaan pupuk kimia memberikan respons yang berbeda terhadap produksi pucuk teh selama periode pengamatan September–Desember. Secara umum, pengaruh aplikasi bio-kompos terhadap produksi belum terlihat pada bulan September, Oktober, dan Desember, ditunjukkan oleh tidak adanya perbedaan nyata antar perlakuan. Hal ini mengindikasikan bahwa proses dekomposisi bahan organik dan pelepasan unsur hara dari bio-kompos berlangsung secara bertahap sehingga manfaatnya belum sepenuhnya dirasakan tanaman pada fase awal aplikasi.

Tabel 2. Produksi Pucuk Setelah Aplikasi Biokompos *Tea Waste*

Perlakuan	Produksi Plot (kg)			
	September	Oktober	November	Desember
100% Kimia + 0 ton/ha Tea Waste	4,6 a	3,47 a	4,33 bc	8,4 a
100% Kimia + 1 ton/ha Tea Waste	4,47 a	3,0 a	2,9 abc	8,43 a
100 % Kimia + 2 ton/ha Tea Waste	2,6 a	2,67 a	2,3 ab	7,2 a
100% Kimia + 3 ton/ha Tea Waste	2,67 a	2,43 a	3,53 abc	7,0 a
75% Kimia + 0 ton/ha Tea Waste	3,73 a	3,5 a	4,97 c	9,6 a
75% Kimia + 1 ton/ha Tea Waste	3,3 a	3,57 a	4,87 c	7,53 a
75% kimia + 2 ton/ha Tea Waste	2,77 a	3,67 a	3,07 abc	8,27 a
75% kimia + 3 ton/ha Tea Waste	2,87 a	4,13 a	3,4 abc	9,1 a
50% Kimia + 0 ton/ha Tea Waste	2,7 a	2,57 a	4,5 bc	4,47 a
50% Kimia + 1 ton/ha Tea Waste	4,77 a	1,87 a	3,23 abc	5,9 a
50 % kimia + 2 ton/ha Tea Waste	2,33 a	2,37 a	3,3 abc	6,87 a
50% kimia + 3 ton/ha Tea Waste	3,47 a	2,67 a	3,03 abc	5,5 a
0% Kimia + 0 ton/ha Tea Waste	2,43 a	1,97 a	1,63 a	6,57 a
0% Kimia + 1 ton/ha Tea Waste	3,4 a	2,93 a	3,43 abc	6,9 a
0% Kimia + 2 ton/ha Tea Waste	2,87 a	2,77 a	2,13 ab	4,97 a
0% Kimia + 3 ton/ha Tea Waste	5,0 a	3,2 a	2,87 abc	8,3 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata berdasarkan uji jarak berganda Duncan pada taraf nyata 5%

Perbedaan produksi mulai terlihat pada bulan November. Perlakuan kombinasi 75% pupuk kimia + 0 ton ha⁻¹ bio-kompos menghasilkan produksi pucuk tertinggi sebesar 4,97 kg plot⁻¹, diikuti oleh 75% pupuk kimia + 1 ton ha⁻¹ bio-kompos sebesar 4,87 kg plot⁻¹, serta 50% pupuk kimia tanpa bio-kompos sebesar 4,50 kg plot⁻¹. Sebaliknya, produksi terendah diperoleh pada perlakuan 0% pupuk kimia tanpa bio-kompos yaitu 1,63 kg plot⁻¹. Hasil ini menunjukkan bahwa ketersediaan unsur hara

yang cukup, terutama nitrogen, tetap menjadi faktor utama dalam pembentukan pucuk produktif, sedangkan bio-kompos mulai memberikan kontribusi melalui peningkatan efisiensi pemanfaatan unsur hara di dalam tanah.

Aplikasi bio-kompos 1 ton ha⁻¹ yang dikombinasikan dengan 75% dosis pupuk kimia mampu menghasilkan produksi pucuk yang hampir setara dengan penggunaan 100% pupuk kimia, meskipun dosis pupuk anorganik dikurangi sebesar 25%. Hal tersebut menunjukkan bahwa bio-kompos *tea waste* berpotensi menggantikan sebagian kebutuhan pupuk anorganik tanpa menurunkan produktivitas tanaman. Berdasarkan hasil penelitian Wulansari dan Rezamela (2019) menyatakan bahwa perlakuan campuran 70% topsoil + 30% kompos *tea waste* memberikan tinggi tanaman dan jumlah daun terbaik. Oleh karena itu, kompos *tea waste* memiliki potensi untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman teh menghasilkan.

Kandungan bahan organik pada bio-kompos mampu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan kapasitas tukar kation, mempertahankan kelembapan tanah, serta meningkatkan aktivitas mikroorganisme yang berperan dalam mineralisasi unsur hara sehingga efisiensi serapan hara oleh tanaman menjadi lebih tinggi (Wulansari *et al.*, 2021; Toago *et al.*, 2017; Zhang *et al.*, 2019).

Selain berfungsi sebagai sumber bahan organik, bio-kompos *tea waste* yang diperkaya mikroba juga diperkirakan meningkatkan aktivitas mikroorganisme rizosfer. Mikroorganisme tersebut berperan dalam mempercepat dekomposisi bahan organik, melarutkan fosfat, memfiksasi nitrogen, serta menghasilkan zat pengatur tumbuh yang mendukung pembentukan pucuk baru. Kondisi tersebut menyebabkan tanaman mampu mempertahankan pertumbuhan vegetatif meskipun dosis pupuk kimia dikurangi. Xu *et al.* (2017) melaporkan bahwa aplikasi biofertilizer berbasis *Trichoderma* pada perkebunan teh mampu meningkatkan efisiensi penggunaan nitrogen sekaligus mengurangi kehilangan unsur hara akibat pencucian.

Pada bulan Desember, seluruh perlakuan kembali menunjukkan produksi yang relatif seragam sehingga tidak terdapat perbedaan nyata. Kondisi ini diduga dipengaruhi oleh faktor lingkungan, terutama meningkatnya curah hujan yang menyebabkan seluruh perlakuan memperoleh kondisi kelembapan tanah yang relatif sama sehingga respon tanaman terhadap perlakuan menjadi lebih homogen. Selain itu, tanaman teh merupakan tanaman tahunan yang memiliki kemampuan buffering terhadap perubahan ketersediaan unsur hara dalam jangka pendek sehingga pengaruh aplikasi bahan organik umumnya lebih nyata setelah aplikasi berlangsung dalam periode yang lebih lama (Yang *et al.*, 2018).

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan bio-kompos *tea waste* memberikan prospek yang baik sebagai alternatif pengelolaan hara pada perkebunan teh. Kombinasi 1 ton ha⁻¹ bio-kompos dengan 75% dosis pupuk kimia merupakan perlakuan yang paling efisien karena mampu mempertahankan produksi pucuk pada tingkat yang setara dengan pemupukan konvensional sekaligus mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Temuan ini mendukung konsep budidaya teh

berkelanjutan melalui pemanfaatan limbah pabrik teh sebagai sumber bahan organik yang mampu meningkatkan kesehatan tanah, efisiensi pemupukan, serta mendukung ekonomi sirkular di perkebunan teh.

Hasil produksi menunjukkan bahwa pengurangan pupuk kimia yang dikombinasikan dengan *tea waste* masih mampu mempertahankan produksi plot yang sebanding dengan perlakuan pupuk kimia penuh. Hal ini mengindikasikan adanya efek sinergis, di mana pupuk kimia menyediakan hara cepat tersedia, sementara *tea waste* memperbaiki kesuburan tanah jangka menengah hingga panjang. Pendekatan ini sejalan dengan konsep pemupukan berimbang dan berkelanjutan pada tanaman teh (Zhang *et al.*, 2020).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan bio-kompos berbahan dasar *tea waste* yang diperkaya agens hayati berpotensi meningkatkan produktivitas tanaman teh sekaligus mendukung sistem budidaya yang lebih berkelanjutan. Aplikasi bio-kompos yang dikombinasikan dengan 75% dosis pupuk konvensional mampu menghasilkan produksi pucuk yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan tanpa bio-kompos, dengan peningkatan mencapai sekitar 40–50% pada periode pengamatan. Selain meningkatkan produksi, bio-kompos juga mampu mempertahankan produktivitas tanaman meskipun penggunaan pupuk anorganik dikurangi hingga 25–30%. Hasil tersebut menunjukkan bahwa bio-kompos *tea waste* tidak hanya berfungsi sebagai sumber bahan organik dan penyedia unsur hara, tetapi juga berkontribusi dalam meningkatkan kesehatan tanah melalui aktivitas mikroorganisme bermanfaat, sehingga mampu mendukung efisiensi pemupukan dan produktivitas tanaman teh secara berkelanjutan. Dengan demikian, pemanfaatan limbah teh menjadi bio-kompos yang diperkaya agens hayati merupakan inovasi yang mendukung konsep ekonomi sirkular (*circular economy*) dan pengelolaan perkebunan teh yang ramah lingkungan.

Saran

Bio-kompos *tea waste* yang diperkaya agens hayati layak dipertimbangkan sebagai bagian dari strategi pemupukan terpadu di perkebunan teh untuk mengurangi ketergantungan terhadap pupuk anorganik sekaligus meningkatkan kesehatan tanah dan produktivitas tanaman. Penerapan teknologi ini perlu diuji lebih luas pada berbagai kondisi agroekosistem, umur tanaman, dan jenis tanah guna memperoleh rekomendasi dosis yang lebih spesifik. Penelitian lanjutan juga diperlukan untuk mengevaluasi dampak penggunaan bio-kompos dalam jangka panjang terhadap dinamika sifat fisik, kimia, dan biologi tanah, efisiensi serapan hara, serta analisis kelayakan ekonomi sehingga teknologi ini dapat diimplementasikan secara lebih luas sebagai bagian dari sistem budidaya teh berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, F., Razdan, V. K., Mohiddin, F. A., Bhat, K. A., & Sheikh, P. A. (2010). Effect of *Trichoderma* species on soil-borne fungal pathogens of tomato. *Journal of Plant Protection Research*, 50(2), 215–220.

- Arifin, M., & Semangun, H. (1999). Penggunaan pupuk organik pada budidaya tanaman teh. *Warta Pusat Penelitian Teh dan Kina*, Gambung.
- Bhardjwaj, KKR., Kalyanasundaram, NK., Khan, HH., Biswas, TD (ed)., and Narayanasamy, G. 1998. Soil organic matter and organic residue management for sustainability productivity. Proceeding of a symposium: 'Management of organic material from field plantation crops' Anand, India, 29 October 1996. Bulletin Indian Society of Soil Science No. 19 (122-134).
- Brimer, T. A., & Boland, G. J. (2003). A review of the non-target effects of fungi used to biologically control plant diseases. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 25, 246–256.
- Hutagaol, W., & Melin, A. (2005). Pemanfaatan *Trichoderma* spp. sebagai agens hayati untuk pengendalian penyakit tanaman. *Jurnal Perlindungan Tanaman Indonesia*, 11(2), 81–88.
- Onsando, J. M., Waudu, S. W., & Othieno, C. O. (1997). Root diseases of tea in Kenya and their economic importance. *Tea*, 18(1), 15–23.
- Rahardjo, P., Soedarsono, J., & Ermadani. (2001). Pengaruh pemberian bahan organik terhadap sifat fisik tanah pada perkebunan teh. *Jurnal Penelitian Teh dan Kina*, 4(2), 45–53.
- Santoso, J., R. Suprihatini, W. Widayat, E. Johan, D. J. R. dan A. D. (2006). Petunjuk kultur teknis tanaman teh. Edisi Ketiga. Bandung: Pusat Penelitian Teh dan Kina, Gambung.
- Toago, S.P., I.M.Lapanjang dan H,N, Barus. 2017. Aplikasi Kompos Dan Azotobacter Sp. Terhadap Pertumbuhan Dan Produksi Tanaman Cabai Merah (*Capsicum Annuum* L.). e-J. Agrotekbis 5 (3) : 291 - 299, Juni 2017.
- Wibowo, Z.S., Y. Rachmiati, A. Agus Salim. 2001. Kebutuhan Bahan Organik pada Budidaya Teh Organik. *Seminar budidaya teh organik*, Pusat Penelitian Teh dan Kina (PPTK). Gambung.
- Wulansari, R dan E, Rezamela. 2019. Pengaruh Kompos Limbah Teh Hitam (*Tea waste*) Terhadap Pertumbuhan Benih Teh (*Camellia Sinensis* (L.) Kuntze). *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan* Vol 7 No 2, 2020 Hal 341-350. e-ISSN:2549-9793, doi: 10.21776/ub.jtsl.2020.
- Wulansari, Restu., Anni Yuniarti., dan E. Rezamela. 2020. Efektifitas Pembuatan Kompos Limbah Pabrik The Hijau (*Tea waste*) Menggunakan EM4 dan Pupuk Kandang Sapi, *Soilrens*, Vol 18 No 1 pp: 16-24
- Wulansari, Restu., A. Yuniarti and M. R. Setiawati. 2021. Evaluation Growth of *Tea* Seedling and Population of *Azotobacter* sp. From Applivcation Compost of Green *Tea* Factory Waste (*Tea waste*) and *Azotobacter* sp. On Andisols. *International Journal of Natural Resource Ecology and Management* 6 (3): 156-162
- Yang X, Ni K, Shi Y, Yi X, Zhang Q, Fang L, Ma L, Ruan J. Effects of long-term nitrogen application on soil acidification and solution chemistry of a *tea* plantation in China. *Agric Ecosyst Environ*. 2018;252:74–82.
- Xu, S., Zhou, S., Ma, S., Jiang, C., Wu, S., Bai, Z., Zhuang, G., & Zhuang, X. (2017). Manipulation of nitrogen leaching from tea field soil using a *Trichoderma viride* biofertilizer. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 27833–27842
- Zhang, X., et al. (2020). Organic amendments and their role in sustainable crop production. *Soil Biology & Biochemistry*, 144, 107756.