

Dinamika Populasi Mikroba Tanah dan Respon Pertumbuhan Vegetatif Tanaman Jagung (*Zea mays* L.) Terhadap Aplikasi Amelioran Pupuk Organik

(Soil Microbial Population Dynamic and Vegetative Growth Response of Maize (Zea mays L.) in Application of Organic Fertilizer Ameliorant)

Putri Kaharu*, Agustina Monalisa Tangapo, Susan Mambu
Program Studi Biologi, Jurusan Biologi FMIPA UNSRAT Manado, 95115
Email korespondensi: khruputri99@gmail.com

(Article History: Received March 4, 2021; Revised March 31, 2021; Accepted April 7, 2021)

ABSTRAK

Pemanfaatan kembali limbah pertanian sebagai pupuk organik memiliki prospek yang baik dalam meningkatkan produktivitas lahan melalui perbaikan sifat biologi tanah. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis efek pemberian amelioran pupuk organik dari limbah jagung (*Zea mays* L.) terhadap peningkatan jumlah populasi mikroba tanah dan pertumbuhan tanaman jagung. Metode penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 4 perlakuan dengan tiga kali ulangan: AA (Amelioran pupuk organik jagung 40 kg/ha), AB (Amelioran pupuk organik jagung 80 kg/ha), UR (Urea 40 kg/ha), dan K (tanpa amelioran atau urea). Perhitungan jumlah koloni mikroba tanah menggunakan metode hitungan cawan. Hasil penelitian menunjukkan perlakuan amelioran pupuk organik berpengaruh signifikan terhadap populasi mikroba tanah dan pertumbuhan tanaman jagung pada parameter tinggi tanaman dan jumlah daun. Perlakuan amelioran pupuk organik jagung tidak menunjukkan pengaruh terhadap diameter batang.
Kata kunci: Amelioran; mikroba tanah; pupuk organik; *Zea mays* L.

ABSTRACT

The reuse of agricultural waste as organic fertilizer has good prospects in increasing land productivity by improving soil biological properties. The aims of this study was to analyze the effect of using ameliorant organic fertilizer application from corn waste to increase the number of soil microbial populations and the growth of maize plants (*Zea mays* L.). The method was using CRD (Complete Random Design), which consist of 4 treatments with three repetitions: AA (Ameliorant corn organic fertilizer 40 kg/ha), AB (Ameliorant corn organic fertilizer 80 kg/ha), UR (Urea 40 kg/ha), and K (without ameliorant or urea). Calculation of the number of soil microbials colonies was using the plate count method. The results showed that the treatment of ameliorant organic fertilizer had a significant effect on soil microbials population and growth of maize on the parameters of plant height and number of leaves. The treatment of organic fertilizer ameliorant showed no effect on stem diameter.

Keywords: Ameliorant; Soil microbes; Organic fertilizer; *Zea mays* L.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu wilayah tropis dengan tanah yang berkembang dari bahan induk batuan sedimen dan bahan induk aluvial yang memiliki tingkat kesuburan alami yang rendah. Kesuburan tanah yang rendah di daerah tropis sering diakibatkan oleh faktor alam seperti erosi tanah dan pencucian hara akibat curah hujan yang cukup tinggi. Kesuburan tanah yang rendah juga sering ditandai dengan rendahnya kandungan bahan organik dalam tanah.

Tanah merupakan komponen penting bagi daya dukung lahan terhadap pemanfaatannya oleh manusia. Dalam bidang pertanian tanah merupakan faktor yang menentukan pertumbuhan dan hasil tanaman. Menurut Prabowo (2008), sistem pengelolaan tanah di Indonesia masih menerapkan sistem budidaya pertanian yang mengutamakan penggunaan pupuk anorganik, padahal penggunaan pupuk anorganik yang dilakukan secara terus-menerus dapat menyebabkan kerusakan pada sifat fisik, kimia, dan biologi tanah

yang kemudian dapat mempengaruhi kualitas dan kesuburan tanah. Tanah yang diolah secara berlebihan dengan pupuk anorganik akan menjadikan tekstur tanah kering, dan kandungan bahan organiknya rendah (Simarmata *et al.* 2016). Salah satu upaya yang dapat mengatasi permasalahan menurunnya kualitas tanah akibat penggunaan pupuk anorganik adalah dengan menerapkan penggunaan bahan pembenah tanah seperti amelioran.

Pupuk organik merupakan salah satu jenis amelioran yang mengandung bahan organik dengan jumlah kandungannya yang bervariasi (Purwani dan Hartatik 2014). Penggunaan amelioran pupuk organik mempunyai prospek yang baik dalam meningkatkan produktivitas lahan melalui perbaikan sifat biologi tanah (Musnamar 2005). Tanaman jagung (*Zea mays* L.) merupakan komoditi hortikultura yang banyak diminati masyarakat saat ini. Di Sulawesi Utara jagung merupakan komoditi hortikultura yang banyak diusahakan oleh para petani (Hidayat 2009). Dalam budidayanya tanaman jagung memerlukan perawatan yang intensif untuk dapat tumbuh dengan baik. Salah satu hal yang perlu diperhatikan dalam pembudidayaan tanaman jagung adalah ketersediaan hara ditanah. Kurangnya ketersediaan hara di tanah dapat menjadi faktor penghambat pertumbuhan tanaman jagung. Badan Pusat Statistik Kabupaten Minahasa menunjukkan angka tingkat produksi tanaman jagung pada tahun 2012 hingga tahun 2017 mengalami fluktuatif cenderung menurun (BPS 2012; BPS 2013; BPS 2014; BPS 2015; BPS 2016; BPS 2017). Produktivitas yang cenderung menurun ini disebabkan karena banyaknya para petani yang masih menggunakan pupuk anorganik secara berlebihan. Penggunaan pupuk anorganik yang berlebihan ini dapat mengurangi tingkat kesuburan tanah (Magdalena *et al.* 2013).

Potensi pengembangan tanaman jagung di Sulawesi Utara yang cukup memadai tidak menutup kemungkinan adanya sisa hasil produksi yang tidak dimanfaatkan seperti limbah pertanian tanaman jagung.

Limbah tanaman jagung berupa batang dan daun cukup berpotensi digunakan kembali untuk lahan sebagai pupuk organik. Penggunaan kembali tanaman sebagai pupuk organik dianggap sebagai pendekatan yang praktis dan fungsional dalam memulihkan kesuburan tanah dari dapat meningkatkan populasi dan aktivitas mikroba tanah.

Penerapan Keberadaan mikroba tanah merupakan salah satu indikator kesuburan tanah. Secara umum dapat dikatakan bahwa tanah yang memiliki sifat fisik dan kimia yang baik dapat disebabkan oleh tingginya populasi mikroba dalam tanah. Selain itu, mikroba tanah juga memegang peranan penting dalam hal pertumbuhan dan kesehatan tanaman (Tangapo *et al.* 2017). Penelitian Tamtomo dan Setiawan (2016), mengamati bahwa penerapan penggunaan pupuk organik dari tanaman jagung memiliki kandungan N, P, K, Ca, dan Mg yang cukup tinggi. Penelitian lain Mambu *et al.* (2018), mengamati bahwa penggunaan kembali tanaman sebagai pupuk organik dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman tebu dan aktivitas mikroba tanah seperti enzim tanah. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis efek aplikasi amelioran pupuk organik dari limbah jagung terhadap populasi mikroba dan pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays* L.) pada fase vegetatif.

METODE

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2020 sampai Mei 2020 di lahan pertanian jagung desa kalasey dua, Kecamatan Mandolang, Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. Isolasi mikroba tanah dan perhitungan jumlah koloni dilakukan di Laboratorium Lanjut Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sam Ratulangi, Manado.

Cara Kerja

Penelitian ini diawali dengan persiapan lahan selanjutnya pengukuran luas lahan, total luas lahan yang akan digunakan adalah 169 m². Kemudian dilanjutkan dengan

penggemburan tanah dengan kedalaman 15 - 20 cm.

Amelioran pupuk organik jagung diaplikasikan 2 minggu sebelum tanam. Sedangkan urea diberikan pada saat penanaman tanaman jagung, dengan cara ditugal pada petak masing-masing; AA (Amelioran pupuk organik jagung 40 kg/ha), 3 petak = 2,4 kg/petak = 7,2 kg/m², AB (Amelioran pupuk organik jagung 80 kg/ha), 3 petak = 4,7 kg/petak = 14,1 kg/m², UR (Urea 40 kg/ha), 3 petak = 2,4 kg/petak = 7,2 kg/m². Penanaman jagung dilakukan dengan pembuatan lubang tanam dengan cara ditugal dengan kedalaman 3-5 cm dengan jarak tanam 80 x 30 cm². Pengambilan sampel tanah dilakukan dengan cara komposit yaitu menggabungkan sampel tanah yang diperoleh dari beberapa titik berbeda dengan kedalaman yang sama.

Perhitungan jumlah koloni menggunakan metode cawan hitung. Cawan yang dipilih dan dihitung adalah cawan petri yang mengandung koloni antara 30-300.

Analisis Data

Data yang di peroleh dianalisis menggunakan uji ANAVA meliputi populasi mikroba tanah, tinggi tanaman jagung, jumlah daun, dan diameter batang tanaman jagung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Populasi Mikroba Tanah

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa adanya perbedaan jumlah populasi mikroba tanah pada tanah sebelum perlakuan dengan tanah sesudah perlakuan pada tanaman jagung umur 15 HST dan 30 HST.

Tabel 1. Jumlah Populasi Mikroba Tanah (CFU/g tanah) dan Hasil Uji BNT 5% Populasi Mikroba Tanah pada 15 HST dan 30 HST

Perlakuan	Jumlah Populasi Mikroba Tanah (CFU/g Tanah) ± SD		
	Waktu		
	0	15 HST	30 HST
AA (Amelioran pupuk organik 40 kg/ha)	2,4x10 ⁶ ± 45,63	8,1x10 ⁵ ± 41,88 a	1,1x10 ⁶ ± 5,13 b
AB (Amelioran pupuk organik 80 kg/ha)	2,4x10 ⁶ ± 45,63	2,9x10 ⁸ ± 21,78 b	1,4x10 ⁶ ± 12,29 b
UR (Urea 25%)	2,4x10 ⁶ ± 45,63	8,7x10 ⁵ ± 36,37 a	1,3x10 ⁶ ± 26,46 b
K (Kontrol)	2,4x10 ⁶ ± 45,63	5,6x10 ⁵ ± 13,05 a	3,6x10 ⁵ ± 3,06 a

Keterangan : SD = Standar Deviasi; angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda signifikan berdasarkan uji BNT 0, 05.

Pada 15 HST dan 30 HST jumlah mikroba tanah tertinggi diperoleh dari perlakuan AB. Perlakuan AB meningkatkan jumlah populasi mikroba tanah pada 15 HST yaitu sebesar 2, 9 x 10⁸ CFU/g tanah, namun kemudian populasinya menurun pada 30 HST yaitu 1, 4 x 10⁶ CFU/g tanah. Berbeda dengan populasi pada perlakuan AA dan UR yang meningkat pada 30 HST walaupun populasinya masih lebih rendah dari perlakuan AB. Hasil jumlah populasi mikroba tanah terendah diperoleh perlakuan K pada 15 HST dan 30 HST.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan perlakuan berpengaruh signifikan pada populasi mikroba tanah setelah perlakuan 15

HST (Tabel 1). Pemberian amelioran pupuk organik pada tanah menyebabkan populasi mikroba tanah meningkat mulai dari 15 HST sampai 30 HST. Data hasil perhitungan populasi mikroba tanah sebelum perlakuan memperoleh nilai 2, 4 x 10⁶ CFU/g tanah, setelah perlakuan 15 HST populasi mikroba mengalami peningkatan cukup besar pada perlakuan AB (Amelioran pupuk organik 80 kg/ha). Namun kemudian, populasinya menurun pada 30 HST. Peningkatan populasi mikroba pada awal masa tanam juga dilaporkan Hindersah *et al.* (2016), bahwa populasi bakteri tanah pada tanaman teh setelah perlakuan pupuk organik meningkat hingga 10⁷ pada 8 MST (Minggu

Setelah Tanam). Penelitian lain Tangapo *et al.* (2018), melaporkan kelimpahan bakteri sekitar perakaran tanaman ubi jalar memuncak pada dua bulan pertama (R2) yaitu $1,31 \times 10^7$ CFU/g kemudian populasinya menurun pada bulan ketiga (R3) $6,6 \times 10^6$ CFU/g dan bulan keempat (R4) menjadi $5,08 \times 10^6$ CFU/g.

Meningkatnya populasi mikroba tanah pada perlakuan AB diduga karena dosis amelioran pupuk organik 80 kg/ha mengandung bahan organik yang cukup banyak. Penelitian Wahyuni *et al.* (2016), melaporkan pemberian pupuk organik sebanyak 200 kg/ha meningkatkan populasi bakteri tanah dari 10^{-3} CFU/mL menjadi 10^{-7} CFU/mL. Pemberian bahan organik dari limbah pertanian efektif perannya dalam meningkatkan populasi mikroba tanah (Ekamaida 2017).

Menurut Hindersah *et al.* (2016), tahap pertumbuhan dan perkembangan tanaman dapat mempengaruhi jumlah populasi mikroba dalam tanah. Pertumbuhan akar yang sudah intensif dapat menyebabkan populasi mikroba tanah berkurang. Hal ini dapat disebabkan mikroba tanah sudah

benar-benar menempel di perakaran dimana terdapat eksudat akar. Eksudat akar tumbuhan tingkat tinggi sangat disukai oleh bakteri penambat nitrogen yang heterotropik (Bais *et al.* 2006). Menurut Bunneman *et al.* (2005), jumlah populasi mikroba tanah yang beragam bisa disebabkan oleh faktor lingkungan yang tidak sama serta pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang berbeda. Populasi mikroba yang tinggi mengindikasikan adanya bahan organik yang cukup, suhu yang sesuai, ketersediaan air yang cukup, dan kondisi ekologi tanah yang mendukung (Saraswati *et al.* 2006).

Tinggi Tanaman Jagung

Hasil penelitian menunjukkan tinggi tanaman perlakuan AB lebih tinggi dibandingkan perlakuan AA dan K (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan AB sudah mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman jagung pada 15 HST sampai 45 HST namun, pengaruh perlakuan UR masih lebih tinggi dan mendominasi dibandingkan dengan AB mulai dari 15 HST sampai 45 HST.

Tabel 2. Hasil Uji BNT (Bukti Nyata Terkecil) 5% Tinggi Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)

Perlakuan	Rata-rata Tinggi Tanaman (cm) \pm SD		
	Umur (HST)		
	15	30	45
AA (Amelioran Pupuk Organik 40 kg/ha)	16,17 \pm 0,32 a	30,41 \pm 1,25 a	41,49 \pm 2,05 a
AB (Amelioran Pupuk Organik 80 kg/ha)	18,03 \pm 0,36 b	35,25 \pm 1,12 a	54,70 \pm 4,44 b
Urea 25%	18,74 \pm 0,66 b	37,64 \pm 1,58 b	98,66 \pm 5,50 c
K (Kontrol)	16,63 \pm 0,83 a	31,15 \pm 4,81 a	46,22 \pm 8,58 a

Keterangan : SD = Standar Deviasi; angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda signifikan berdasarkan uji BNT 0,05.

Pada masa awal pertumbuhan terlihat bahwa perlakuan amelioran pupuk organik sudah berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman jagung, namun pengaruh perlakuan pupuk urea masih mendominasi dan lebih tinggi dari pada perlakuan amelioran dan kontrol. Hal ini sejalan dengan yang dilaporkan Adamy *et al.* (2012), bahwa pengaruh pemberian pupuk organik sudah terlihat sejak 2 MST (Minggu Setelah

Tanam) namun pemberian pupuk NPK cenderung memberikan hasil yang lebih tinggi dibanding pupuk organik. Suryana (2014), juga melaporkan bahwa penggunaan pupuk organik terhadap pertumbuhan tebu memberikan hasil yang tidak berbeda dengan penggunaan pupuk anorganik dosis rekomendasi.

Jumlah Daun Tanaman Jagung

Hasil penelitian menunjukkan pada pengamatan 15 HST pengaruh perlakuan belum menunjukkan hasil yang berbeda nyata, namun pada pengamatan 30 HST sampai 45 HST perlakuan sudah menunjukkan adanya perbedaan yang nyata. Hasil jumlah daun dengan nilai rata-rata tertinggi diperoleh perlakuan UR pada 15

HST sampai 45 HST diikuti perlakuan AB yang mengalami peningkatan jumlah daun pada 30 HST sampai 45 HST dan nilai rata-rata pada perlakuan AA tidak jauh berbeda dengan perlakuan AB, sedangkan perlakuan K memperoleh nilai terendah pada pengamatan 15 HST sampai 45 HST (Tabel 3).

Tabel 3. Hasil Uji BNT (Bukti Nyata Terkecil) 5% Jumlah Daun Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)

Perlakuan	Rata-rata Jumlah Daun (helai) \pm SD		
	Umur (HST)		
	15	30	45
AA (Amelioran Pupuk Organik 40 kg)	6,67 \pm 0,12 a	9,13 \pm 0,31 a	10,13 \pm 0,23 a
AB (Amelioran Pupuk Organik 80 kg)	6,67 \pm 0,12 a	9,33 \pm 0,23 a	11,07 \pm 0,76 a
UR (Urea 25%)	7,07 \pm 0,12 b	10,2 \pm 0,20 b	13,67 \pm 0,61 b
K (Kontrol)	6,47 \pm 0,31 a	8,67 \pm 0,58 a	10 \pm 0,80 a

Keterangan : SD = Standar Deviasi; angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda signifikan berdasarkan uji BNT 0, 05.

Pada 15 HST sampai 45 HST menunjukkan bahwa perlakuan AA, AB, dan K tidak berbeda signifikan satu sama lain namun ketiga perlakuan tersebut berbeda signifikan dengan perlakuan UR. Hasil penelitian Adamy *et al.* (2012), menyatakan pengaruh pemberian pupuk organik granul tidak berbeda nyata dengan kontrol terhadap jumlah daun tanaman jagung. Ramadhani *et al.* (2019), juga melaporkan pemberian amelioran kedalam tanah tidak menunjukkan interaksi yang nyata terhadap pertumbuhan tanaman okra. Menurut Minardi *et al.* (2007), pupuk organik cenderung bersifat lambat dalam menyediakan hara bagi tanaman, maka dari itu penggunaan organik

harus diberikan pada dosis yang tepat dan sesuai.

Diameter Batang Tanaman Jagung

Hasil penelitian menunjukkan pada pengamatan 15 HST sampai 45 HST perlakuan sudah menunjukkan adanya perbedaan yang nyata. Hasil diameter batang dengan nilai rata-rata tertinggi diperoleh perlakuan UR pada 15 HST sampai 45 HST diikuti perlakuan AB sedangkan pada perlakuan AA memperoleh nilai terendah pada pengamatan 30 HST dan 45 HST dan perlakuan K memperoleh nilai terendah pada 15 HST dan mulai mengalami peningkatan pada 30 HST dan 45 HST (Tabel 4).

Tabel 4. Hasil Uji BNT (Bukti Nyata Terkecil) 5% Diameter Batang Tanaman Jagung (*Zea mays* L.)

Perlakuan	Rata-rata Diameter Batang (mm) \pm SD		
	Umur (HST)		
	15	30	45
AA (Amelioran Pupuk Organik 40 kg)	5,76 \pm 0,28	10,55 \pm 0,51 a	14,07 \pm 1,32 a
AB (Amelioran Pupuk Organik 80 kg)	5,94 \pm 0,32	12,26 \pm 1,15 a	16,52 \pm 1,22 a
UR (Urea 25%)	6,67 \pm 0,59	16,43 \pm 2,87 b	22,25 \pm 2,31 b
K (Kontrol)	5,7 \pm 0,70	11,07 \pm 2,07 a	14,17 \pm 1,71 a

Keterangan : SD = Standar Deviasi; angka yang diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan uji BNT 0, 05.

Berdasarkan hasil uji lanjut BNT (Bukti Nyata Terkecil) 5% (Tabel 4) pada 30 HST dan 45 HST menunjukkan bahwa perlakuan AA, AB, dan K tidak berbeda signifikan satu sama lain namun ketiga perlakuan tersebut berbeda signifikan dengan perlakuan UR. Hal ini sejalan dengan yang dilaporkan Adnan *et al.* (2015), bahwa pupuk organik, pupuk NPK dan kontrol tidak menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap pertumbuhan bibit kelapa, kecuali pada umur 8 bulan pupuk NPK memberikan hasil yang nyata terhadap diameter batang bibit kelapa sawit. penelitian lain Mambu *et al.* (2018), aplikasi pupuk organik dari limbah tebu tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada diameter batang tanaman tebu, kecuali pada jumlah daun yang meningkat sebesar 11% – 20%.

Menurut Dewanti (2018), pelapukan bahan organik memerlukan waktu yang relatif lebih lama dalam melepas unsur hara tersedia bagi tanaman. Kompos yang diberikan sebagai pupuk organik kedalam tanah memerlukan waktu terdekomposisi sempurna setelah berumur 6-7 minggu (Tamtomo dan Setiawan 2016).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa aplikasi amelioran pupuk organik memberikan pengaruh yang nyata terhadap populasi mikroba tanah, pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman jagung namun tidak berpengaruh pada diameter batang tanaman jagung umur 15 HST. Aplikasi amelioran pupuk organik limbah jagung dosis 80 kg/ha memberikan hasil tertinggi pada populasi mikroba tanah dan hasil yang baik pada tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman jagung.

DAFTAR PUSTAKA

Nurhayati, Jamil L, Rizqi SA (2011) Potensi Limbah Pertanian Sebagai Pupuk Organik Lokal Di Lahan Kering Dataran Rendah Iklim Basah. *Jurnal Iptek Tanaman Pangan*. 6 (2): 193 – 202.

- Hindersah R, Bagu A, Pujawati S (2016) Populasi Bakteri dan Jamur Serta Pertumbuhan Tanaman Teh (*Camellia Sinensis L.*) Pada Dua Jenis Media Tanam. *Agrologia*. 5 (1): 1 – 9.
- Adamy I, Husnain, Rosminik (2012) Pengaruh Pupuk Organik Dari Berbagai Sumber Bahan Baku Terhadap Pertumbuhan Jagung (*Zea mays L.*). *Tropical Soils*. 23 (2): 583 – 590.
- Adnan SI, Utoyo B, Kusumatuti A (2015) Pengaruh Pupuk NPK dan Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan Bibit Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*). *Agro Industri Perkebunan*. 3 (20): 69 – 81.
- Badan Pusat Statistik (2005) *Provinsi Sulawesi Utara Angka Tahun 2005*. Manado.
- Badan Pusat Statistik (2012) *Minahasa dalam angka 2012*. Kabupaten Minahasa.
- Badan Pusat Statistik (2013) *Minahasa dalam angka 2013*. Kabupaten Minahasa.
- Badan Pusat Statistik (2014) *Minahasa dalam angka 2014*. Kabupaten Minahasa.
- Badan Pusat Statistik (2015) *Minahasa dalam angka 2015*. Kabupaten Minahasa.
- Badan Pusat Statistik (2016) *Minahasa dalam angka 2016*. Kabupaten Minahasa.
- Badan Pusat Statistik (2017) *Minahasa dalam angka 2017*. Kabupaten Minahasa.
- Bais HT, Weir TL, Pery G, Gilroy S, Vinanco JM (2006) The Role Of Exudats In Rhizosphere Interaction With Plants And Other Organisms. *Plant Biol*. 57: 233 – 266.
- Bunneman EK, Schwenke GD, Zwieten V (2005) Impact of Agricultural Inputs on Soil Organism. *Soil Biology*. 44 (4): 379 – 400.
- Ekamaida (2017) Menghitung Total Bakteri pada Tanah Organik Limbah Rumah Tangga dan Tanah Anorganik dengan

- Metode Total Plate Count (TPC). *Jurnal Penelitian Agrisamudra*. 4 (2): 87 – 91.
- Hidayat A (2009) Sumberdaya Lahan Indonesia: Potensi, Permasalahan, dan Pemanfaatan. *J. Sumberdaya Lahan*. 3 (2): 107 – 117.
- Hindersah R, Bagu A, Pujawati S (2016) Populasi Bakteri dan Jamur Serta Pertumbuhan Tanaman Teh (*Camellia Sinensis* L.) Pada Dua Jenis Media Tanam. *Agrologia*. 5 (1): 1 – 9.
- Mambu S, Sugihara S, Kawame T, Nishigaki T, Toyota K, Miyamaru N, Tanaka H, Kanekatsu M (2018) Effect of Green Manure Application on Soil Enzyme Activity and Nutrient Dynamics in a Sugarcane Field of Kitadaito, Okinawa, Japan. *JARQ*. 52 (4): 315 – 324.
- Magdalena F, Sudiarso, Titin S (2013) Penggunaan Pupuk Kandang dan Pupuk Hijau *Crotalaria Juncea* L. untuk Mengurangi Penggunaan Pupuk Anorganik pada Tanaman Jagung (*Zea mays* L.). *J. Produksi Tanaman*. 1 (2): 1 – 11.
- Minardi S, Suntoro, Syakhfendi, Handayanto (2007) Peran Asam Humat Dan Fulfat Dari Bahan Organik Dalam Pelepasan P pada Lahan Andisol. *Agrivita*. 29 (1): 30 – 41.
- Prabowo R (2008) Kajian Biopeptisida dan Pupuk Hayati dalam Mendukung Pengelolaan Tanaman Tomat Secara Terpadu. *Jurnal Mediagro*. 4 (1): 81 – 88.
- Purwani J, Hartatik W (2014) Pengaruh Pemberian Bahan Ameliorasi Dan Pupuk Organik Pada Tanaman Kedelai Terhadap Populasi Mikroorganisme Dan Serapan Hara Nitrogen Dan Fosfor Di Lahan Kering Masam. Prosiding Seminar Hasil Penelitian Aneka Kacang dan Umbi: Bogor, 2014. Balai Penelitian Tanah. 273 – 281.
- Ramadhani C, Sumardi, Murcito BG (2019) Pemberian Amelioran terhadap Pertumbuhan Tanaman Okra (*Abelmoschus esculentus* L.) pada Ultisol. *JUPI*. 21 (2): 121 – 128.
- Saraswati D, Rasti N, Yuniarti E, Elsanti (2006) Bioakumulasi Kadmium di Tanah Sawah Tercemar. Prossiding Perhimpunan Mikrobiologi Indonesia: Bogor, 2006. Balai Penelitian Tanah. 1 – 9.
- Simarmata T, Herdiyantoro D, Setiawan A, Suryatmana P (2016) Rekayasa Media Tanam Berbasis Bioamelioran untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Pot dan Pekarangan. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*. 1 (3): 196 – 201.
- Suryana (2014) Pengaruh Pengelolaan Tanah dan Penambahan Abu Ketel terhadap Sifat Fisik Tanah, Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Tebu (*Saccharum officinarum* L.). [Skripsi]. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Tamtomo F, Setiawan (2016) Penggunaan Pupuk Organik Kompos Limbah Jagung dan Pupuk Hijau (*Salvinia molesta*) pada Budidaya Jagung Lahan Pasang surut. *J. Agrosains*. 13 (2): 61 – 68.
- Tangapo MA (2018) Dinamika Populasi Bakteri Rhizosphere dan Endofit pada Budidaya Ubi Jalar Cilembu (*Ipomoes batatas* Var. *Cilembu*) dan Peranannya Selama proses Pascapanen. [Disertasi]. Program Studi Doktor Biologi. Institut Teknologi Bandung.
- Tangapo MA, Astuti DI, Aditiawati P (2018) Dynamics and Diversity of Cultivable Rhizospheric and Endophytic Bacteria During The Growth Stages of Cilembu Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L. var. *cilembu*). *Agriculture and Natural Resources*. 52: 309 – 316.
- Wahyuni S, Rianto S, Munisah U, Prihasto S (2016) Pemanfaatan Pupuk Organik Untuk Meningkatkan Populasi Bakteri dan Produksi Tanaman Padi (*Oryza sativa* L.). *Biology*. 13 (1): 752 – 756.