KUANTIFIKASI BAKTERI TOTAL PADA MEDIA TANAM SISA ROTASI KEDELAI SAWI PADA PERTUMBUHAN PEMBIBITAN CABAI

QUANTIFICATION OF TOTAL BACTERIA IN SOYBEAN ROTATION REMAINS PLANTING MEDIA IN CHILI SEEDLING GROWTH

Nida Liya Rukoiyah[1*], Novi Arfarita[1], Djuhari[1]

[1]Departemen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang
Jalan MT. Haryono No. 193 Malang 65144, Jawa Timur, Indonesia
[*]Korespondensi: 22101031010@unisma.ac.id

Abstract

Sandy marginal land is land dominated by sand texture, making it less fertile for agriculture. One effort to improve it is by adding organic materials such as manure, compost, or green manure that can improve the soil's ability to retain water and increase the activity of soil microorganisms. This study aims to determine the use of soybean and mustard rotation residue planting media with the application of biofertilizer-VP3 on the growth of chili seedlings and to determine the effect of using soybean and mustard rotation residue planting media with the application of biofertilizer-VP3 on total bacteria and N-Free fixing bacteria. This study was conducted for 6 months. Starting from January 2025 to June 2022. The study was conducted by the Microbiology Laboratory, Integrated Laboratory and Halal Center, Islamic University of Malang and the Soil Chemistry Laboratory, Faculty of Agriculture, Brawijaya University. The method used in this study was a Completely Randomized Design (CRD). The Total Plate Count Analysis Test consisted of 6 treatments with 3 replications. The Chili Seedling Test consisted of 6 treatments with 4 replications. The results of the study showed that the presence of soybean and mustard rotation residues growing media with the application of biofertilizer-VP3 affected plant height, number of leaves, root length, and fresh weight. The application of biofertilizer-VP3 in soybean and mustard rotation residues growing media plays an important role in stimulating the root system through phytohormones and can encourage root elongation, root surface area, and nutrient uptake.

Keywords: *biofertilizer-VP3, sandy soil, planting media*

Abstrak

Lahan marginal berpasir adalah lahan yang didominasi oleh tekstur pasir, sehingga sifatnya kurang subur untuk pertanian. Salah satu upaya untuk meningkatkannya adalah dengan menambahkan bahan organik seperti pupuk kandang, kompos, atau pupuk hijau yang dapat memperbaiki kemampuan tanah dalam menahan air dan meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penggunaan media tanam sisa rotasi kedelai sawi dengan aplikasi biofertilizer-VP3 pada pertumbuhan bibit cabai dan mengetahui pengaruh penggunaan media tanam sisa rotasi tanam kedelai sawi dengan aplikasi biofertilizer-VP3 pada bakteri total. Penelitian ini dilaksanakan selama 6 bulan.

Dimulai pada bulan Januari 2025 hingga Juni 2022. Penelitian dilakukan Laboratorium Mikrobiologi, Laboratorium Terpadu dan Halal Center, Universitas Islam Malang dan Lab Kimia Tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL). Uji Analisis Angka Lempeng Total terdiri dari 6 perlakuan 3 kali ulangan. Uji Pembibitan cabai terdiri dari 6 perlakuan 4 kali ulangan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa adanya media tanam sisa rotasi kedelai sawi dengan aplikasi biofertilizer-VP3 berpengaruh terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, panjang akar dan berat segar. Aplikasi pupuk hayati biofertilizer-VP3 pada media tanam sisa rotasi kedelai sawi berperan penting dalam merangsang sistem perakaran melalui fitohormon serta dapat mendorong pemanjangan akar, luas permukaan akar, dan serapan hara.

Kata kunci : biofertilizer-VP3, tanah berpasir, media tanam

PENDAHULUAN

Di Indonesia, lahan marginal terdapat di lahan kering yang berpotensi besar untuk pengembangan pertanian namun pengelolaannya kurang baik serta memiliki tingkat kesuburan yang rendah dan memerlukan inovasi teknologi untuk meningkatkan produktivitas. Lahan berpasir sangat berpotensi untuk dikembangkan menjadi lahan pertanian. Tanah pasir dicirikan bertekstur pasir, struktur berbutir, konsistensi lepas, sangat poros, sehingga daya sangga air dan hara sangat rendah (Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat, 1994), miskin hara dan kurang mendukung pertumbuhan tanaman. Tanah berpasir juga memiliki kandungan senyawa lain yaitu Seng (Zn) dan Tembaga (Cu). Kedua senyawa ini ikut berperan dalam pertumbuhan tanaman. Seng (Zn) salah satu unsur hara mikro esensial bagi tanaman, Seng memiliki manfaat dalam memaksimalkan penyerapan unsur hara makro N, P, dan K. Tanah pasir yang bertekstur kasar memiliki ruang pori yang besar diantara butir- butirnya. Sehingga menyebabkan tanah berpasir menjadi berstruktur lepas dan gembur (Buckman & Brody, 1982).

Pupuk hayati merupakan pupuk yang mengandung mikroorganisme hidup untuk menyuburkan tanah. Pupuk Pelet Hayati VP3 merupakan pupuk yang mengandung bahan pembawa vermiwash, molase, PEG 1% dan isolate bakteri tanah indigenous, yang terdiri dari bakteri penambat N free (Bacillus licheniformis), bakteri pelarut fosfat (Pantoeananatis) dan bakteri penghasil EPS (eksopolisakarida) (Pseudomonas plecoglossicida) (Arfarita *et al*., 2016, 2017, 2019). Penambahan Pupuk Pelet Hayati VP3 mampu meningkatkan aktivitas mikroorganisme yang dibutuhkan tanaman karena mampu menyediakan nutrisi tambahan bagi tanaman melalui aktivitas penambatan senyawa nitrogen dan pelarutan senyawa fosfat (Hidayat *et al*., 2020).

Rotasi tanaman merupakan salah satu praktek penting dalam sistem pertanian berkelanjutan yang dapat meningkatkan retensi air dan hara, menurunkan kebutuhan pupuk sintetis melalui penanaman tanaman kacang-kacangan (Christensen *et al.,* 2012). Rotasi tanaman terbukti memiliki kontribusi yang tinggi terhadap hasil tanaman, memelihara kualitas tanah, mengendalikan penyakit, hama, gulma, dan serangga, meningkatkan nutrisi biota tanah, meningkatkan level bahan organik, menurunkan erosi tanah, meningkatkan struktur hara tanah, kontribusi nitrogen dari tanaman kacang-kacangan, dan menginduksi bakteri endofit yang berperan sebagai penekan bakteri pathogen. Sistem rotasi tanaman kedelai-sawi, yang melibatkan tanaman legum kedelai mampu mengikat nitrogen atmosferik, diikuti oleh tanaman non-legum seperti sawi, dapat mempengaruhi komposisi mikroba tanah.

Penelitian ini menggunakan media tanam sisa rotasi kedelai-sawi pada media tanalı berpasir di tanah yang diberi bahan organik, biofertilizer VP3, *Tricoderma viride* FRP3 Rotasi tanaman merupakan salah satu praktek penting dalam sistem pertanian berkelanjutan yang dapat meningkatkan retensi air dan hara, menurunkan kebutuhan pupuk sintetis melalui penanaman tanaman kacang-kacangan (Christensen *et al.,* 2012). Rotasi tanaman terbukti memiliki kontribusi yang tinggi terhadap hasil tanaman, memelihara kualitas tanah, mengendalikan penyakit, hama, gulma, dan serangga, meningkatkan nutrisi biota tanah, meningkatkan level bahan organik, menurunkan erosi tanah, meningkatkan struktur hara tanah, kontribusi nitrogen dari tanaman kacang-kacangan, dan menginduksi bakteri endofit yang berperan sebagai penekan bakteri pathogen.

Dari uraian panjang latar belakang di atas penelitian ini dilakukan bertujuan untuk memanfaatkan media tanam sisa rotasi kedelai-sawi pada pembibitan cabai. Sebagai penunjang juga dianalisis angka lempeng total (ALT) bakteri total tanah.

METODELOGI

Penelitian dilakukan selama enam bulan, dimulai dari bulan Januari sampai bulan Juni 2025. Sampel tanah adalah media tanam rotasi kedelai-sawi yang sebelumnya diambil dari lahan bekas tambang pasir yang ditambahkan pengaplikasian bahan organik, Pupuk Hayati VP3, *Trichoderma vride* FRP3. Sebagai data pendukung dilakukan analisis kimia tanah (N, P, K, pH) di Laboratorium kimia tanah Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya Malang.

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari 6 perlakuan yaitu K (Kontrol), N (NPK), V1,

(Tanah berpasir + Kompos + Pupuk Kandang), V2 (Tanah berpasir + Kompos + Pupuk Kandang + Pelet VP3 3 aplikasi), V3 (Tanah berpasir + Pupuk kandang + Kompos + Pelet VP3 3 kali aplikasi + Trichoderma viride FRP3 1 kali aplikasi), V4 (Tanah berpasir + Pupuk kandang + Kompos + Pelet Pupuk Hayati VP3 3 kali aplikasi + Trichoderma viride FRP3 1 kali aplikasi + 25% NPK dari perlakuan V1). Setiap perlakuan di ulang sebanyak 4 kali.

Pertumbuhan perkecambahan tanaman cabai diamati dengan berat basah bibit, tinggi tanaman, jumah daun, panjang akar dalam waktu 22 hari (ada perlakuan tinggi bibit yang sudah mencapai tinggi toples).

Adapun rumus penentuan ulangan :

$$t (n – 1) \geq 15$$

$$6 (n – 1) \geq 15$$

$$6n – 6 \geq 15$$

$$6n \geq 21 = 21/6 = 3,5$$

$$n = 4$$

Data hasil pengamatan pada setiap parameter tanaman dianalisis menggunakan analisis ragam uji F dengan taraf nyata 5%, apabila terdapat pengaruh nyata diantara perlakuan dilanjutkan dengan uji BNT taraf 5%.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Hasil Perhitungan TPC Bakteri Total (CFU/ gram)

Perlakuan	Rata-Rata
K	6,23a
N	7,57d
V1	6,23a
V2	7,73d
V3	7,09b
V4	7,37c
BNT 5 %	0,192

Keterangan : Angka-angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%.

Pada penelitian ini, perlakuan N (NPK dengan dosis 4,8 g/tanaman) menunjukkan populasi bakteri total yang relatif sama dengan perlakuan V2 (tanah berpasir + kompos + pupuk kandang + pelet VP3 3 kali aplikasi). Hal ini dapat dijelaskan karena pupuk NPK merupakan pupuk kimia anorganik, dapat secara tidak langsung memengaruhi populasi bakteri tanah serta mampu menyediakan nutrisi esensial (Nitrogen, Fosfor, Kalium) yang dibutuhkan oleh tanaman. Peningkatan pertumbuhan tanaman akibat ketersediaan nutrisi ini akan menghasilkan lebih banyak residu organik dari akar dan bagian tanaman lainnya. Residu organik ini menjadi sumber karbon dan energi bagi mikroorganisme tanah, termasuk bakteri total, sehingga mendukung pertumbuhan. Selain itu, beberapa komponen dalam pupuk NPK, seperti fosfat, dapat berinteraksi dengan mikroorganisme pelarut fosfat di tanah, meskipun tidak secara langsung menambahkan bakteri. Sementara itu, NPK lebih berperan sebagai penyedia nutrisi yang secara tidak langsung menciptakan kondisi yang lebih baik bagi pertumbuhan mikroorganisme yang sudah ada di dalam tanah. Oleh karena itu, meskipun hasilnya serupa dalam hal jumlah bakteri total, cara kerjanya berbeda. Hal ini sesuai dengan hasil Sarwar *et al*. (2003) mendukung bahwa kombinasi pupuk organik dan

anorganik dapat menciptakan sinergi yang baik untuk mendukung kehidupan mikroba tanah, yang mungkin menjelaskan mengapa NPK dapat menghasilkan populasi bakteri total yang sebanding dengan perlakuan biofertilizer.

Tinggi Bibit Tanaman Cabai

Berdasarkan hasil analisis ragam pada bibit tanaman cabai menunjukkan pengaruh nyata pada parameter tinggi bibit tanaman cabai pada umur 2,4 dan 8 HST. Rata-rata tinggi tanaman cabai dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Pengaruh Pupuk Hayati VP3 Pada Lahan Pasir Bekas Tambang Terhadap Rata-Rata Tinggi Bibit Tanaman Cabai

Kode	Rata-Rata Tinggi Tanaman Cabai (cm/Tanaman)										
	2 HST	4 HST	6 HST	8 HST	10 HST	12 HST	14 HST	16 HST	18 HST	20 HST	22 HST
K	1,82a	2,58a	3,88	3,98	4,25	4,44	4,46	4,57	4,62	4,73	4,85 a
N	2,15b	2,68a	3,69	4,31	4,42	4,49	4,56	4,68	4,75	4,77	4,88 b
V1	1,74a	2,97b	3,94	4,16	4,41	4,48	4,57	4,60	4,68	4,70	4,84 a
V2	2,04b	2,89b	4,09	4,43	4,43	4,54	4,57	4,63	4,69	4,77	4,86 b
V3	2,16c	2,60a	3,69	4,13	4,31	4,41	4,45	4,56	4,61	4,68	4,80 a
V4	1,43a	2,63a	3,62	3,98	4,35	4,46	4,52	4,62	4,64	4,74	4,84 a
BNT 5 %	**0,317**	**0,217**	**TN**	**TN**	**TN**	**TN**	**TN**	**TN**	**TN**	**TN**	**0,063**

Keterangan : Angka-angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%; HST = hari setelah tanam; TN = tidak nyata.

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati VP3 memberikan pengaruh nyata terhadap tinggi bibit tanaman cabai pada umur 2 HST, 4 HST, dan 22 HST. Namun, pada umur 6–20 HST, perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh aplikasi pupuk hayati lebih nyata di fase awal pertumbuhan dan menjelang akhir fase pembibitan. Pada

umur 2 HST, perlakuan V3 memberikan hasil tinggi tanaman yang tertinggi secara nyata (2,32 cm) dibandingkan dengan perlakuan lainnya, perlakuan K sebesar 3,04 cm menunjukkan bahwa kombinasi antara pelet pupuk hayati VP3 dan *Trichoderma viride* FRP3 dapat merangsang pertumbuhan fase awal. *Trichoderma* diketahui menghasilkan zat pemacu tumbuh (seperti IAA, gibberellin) dan membantu meningkatkan serapan nutrisi (Harman *et al*., 2004). Pada fase ini, seluruh perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Ketidaksignifikanan ini dapat disebabkan oleh homogenisasi media tumbuh, adaptasi fisiologis tanaman, dan stabilitas pasokan nutrisi dari semua perlakuan. Selain itu, sifat lahan pasir bekas tambang yang miskin hara dan kurang mampu menahan air turut mempengaruhi efisiensi penyerapan unsur hara meskipun telah diberikan perlakuan berbeda. Pada umur 22 HST, perlakuan V3 kembali menunjukkan tinggi tanaman tertinggi secara nyata (5,13 cm). Hal ini menunjukkan adanya efek residual antara komponen pupuk hayati VP3, bahan organik, dan *Trichoderma viride* dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman dalam jangka waktu lebih panjang.

Jumlah Daun Bibit Tanaman Cabai

Berdasarkan analisis ragam menunjukkan pengaruh yang tidak nyata pada parameter jumlah daun bibit tanaman cabai. Rata-rata jumlah daun bibit tanaman cabai tersaji pada tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh Pupuk Hayati VP3 Pada Lahan Pasir Bekas Tambang Terhadap Rata-Rata Jumlah Daun (helai) Bibit Tanaman Cabai

Kode	Rata-Rata Jumlah Daun Tanaman Cabai (helai/Tanaman)										
	2 HST	4 HST	6 HST	8 HST	10 HST	12 HST	14 HST	16 HST	18 HST	20 HST	22 HST
K	2,94	3,33	4,33	3,91	4,11	4,13	4,36	4,86	4,91	4,88	4,61
N	2,69	3,13	4,72	3,88	4,16	4,19	4,55	4,91	4,86	5	4,94
V1	2,75	3,33	4,44	3,72	4,08	4,30	4,52	4,86	4,83	4,83	4,80
V2	2,55	3,08	4,30	3,91	4,16	4,13	4,47	4,94	5	5,11	4,94
V3	2,58	3,27	3,58	3,94	4,19	4,30	4,27	4,66	4,83	4,97	4,77
V4	2,5	3,52	3,86	4,27	4,33	4,47	4,33	4,86	4,97	5	4,83
BNT 5 %	**TN**	**TN**	**TN**	**TN**	**TN**	**TN**	**TN**	**TN**	**TN**	**TN**	**TN**

Keterangan : Angka-angka yang didampingi huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukan tidak berbeda nyata pada uji BNT 5%; HST = hari setelah tanam; TN = tidak nyata.

Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA), diketahui bahwa perlakuan yang diberikan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap jumlah daun bibit tanaman cabai pada semua umur pengamatan, yaitu dari 2 hingga 22 Hari Setelah Tanam (HST). Walaupun tidak berbeda nyata, grafik pertumbuhan jumlah daun menunjukkan adanya peningkatan jumlah daun secara bertahap seiring waktu. Semua perlakuan menunjukkan tren meningkat dari 2 HST hingga 22 HST, yang mencerminkan fase vegetatif tanaman cabai berlangsung normal. Perlakuan V2, V4, dan N menunjukkan rerata jumlah daun yang relatif lebih tinggi pada akhir pengamatan dibanding kontrol, meskipun secara statistik tidak berbeda nyata. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian oleh Wahyudi *et al*. (2011) yang menyebutkan bahwa penggunaan pupuk hayati tidak selalu memberikan efek langsung terhadap pertumbuhan jumlah daun pada tahap awal, tetapi dapat menunjukkan efek

akumulatif dalam jangka panjang seiring dengan peningkatan aktivitas mikroba tanah.

Panjang Akar Bibit Tanaman Cabai

Berdasarkan analisis ragam menunjukkan pengaruh yang tidak nyata pada parameter panjang tanaman bibit tanaman cabai. Rata-rata panjang akar bibit tanaman cabai dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Pengaruh Pupuk Hayati VP3 Pada Lahan Pasir Bekas Tambang Terhadap Rata-Rata Panjang Akar (cm) Bibit Tanaman Cabai

Perlakuan	**Rata-Rata**
K	3,69
N	4,06
V1	4,56
V2	4,14
V3	3,03
V4	3,77
TN	Tidak Nyata

Keterangan : TN = tidak nyata

Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA), diketahui bahwa pemberian perlakuan berbeda memberikan pengaruh yang tidak nyata `terhadap panjang akar bibit tanaman cabai. Hasil ini menunjukan bahwa jenis dan kombinasi pupuk, baik kimia maupun hayati, berpengaruh terhadap pertumbuhan sistem perakaran**.** Nilai rata-rata berat segar tertinggi terdapat pada perlakuan V1. Menurut penelitian Lynch (2010), dalam kondisi defisiensi hara (terutama nitrogen dan fosfor), tanaman akan mengalokasikan lebih banyak sumber daya untuk memperluas sistem perakaran dibandingkan pertumbuhan tajuk. Pada perlakuan V3 menghasilkan panjang akar terendah, tetapi berbeda nyata V1. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian pupuk hayati dan sebagian pupuk kimia memberikan pasokan nutrisi yang lebih mencukupi**,** sehingga tanaman tidak perlu memperpanjang akar secara

ekstrem**.** Penelitian ini sesuai dengan pernyataan Calvo *et al*. (2014) bahwa efektivitas biofertilizer sangat bergantung pada dosis, interaksi mikroba, serta kondisi lingkungan**,** dan tidak selalu memberikan efek positif linier terhadap semua parameter pertumbuhan.

Berat Segar Bibit Tanaman Cabai

Berdasarkan analisis ragam menunjukkan pengaruh yang tidak nyata nyata pada parameter berat segat bibit tanaman cabai. Rata-rata berat segar bibit tanaman cabai tersaji pada tabel 5.

Tabel 5. Pengaruh Pupuk Hayati VP3 Pada Lahan Pasir Bekas Tambang Terhadap Rata-Rata Berat Segar (gram) Bibit Tanaman Cabai

Perlakuan	**Rata-Rata**
K	0,03
N	0,04
V1	0,08
V2	0,06
V3	0,07
V4	0,05
TN	Tidak Nyata

Keterangan : TN = tidak nyata

Berdasarkan hasil analisis ragam (ANOVA), parameter berat segar bibit tanaman cabai menunjukkan pengaruh yang tidak nyata akibat perlakuan pupuk berbeda. Uji lanjut BNT 5% menunjukkan bahwa perlakuan V1 memiliki berat segar tertinggi sebesar 0,08 g. Menurut Lambers *et al*. (2018)**,** dalam kondisi stres nutrisi, tanaman seringkali memfokuskan pertumbuhan pada jaringan vegetatif awal (akar dan batang muda) yang mendukung absorpsi air dan nutrisi, yang dalam jangka pendek bisa meningkatkan akumulasi bobot segar. Hasil yang menunjukkan bahwa perlakuan dengan pupuk hayati VP3 menghasilkan berat segar lebih rendah, yang dapat disebabkan oleh beberapa kemungkinan diantaranya pupuk hayati

mengandung mikroorganisme seperti bakteri pelarut fosfat dan penambat nitrogen yang membutuhkan waktu untuk berkembang dan berkolonisasi di rhizosfer. Hal ini dapat mengurangi kemampuan akar dalam menyerap air dan unsur hara, yang berdampak langsung pada berat segar tanaman.

KESIMPULAN DAN SARAN

Aplikasi biofertilizer-VP3 secara signifikan meningkatkan populasi bakteri total. Perlakuan V2 (tanah berpasir + kompos + pupuk kandang + pelet VP3 3 kali aplikasi) menunjukkan populasi bakteri total tinggi sebesar 7.73 log CFU/g tanah, dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan N (NPK dengan dosis 4,8 g/tanaman). Aplikasi biofertilizer-VP3 dan bahan organik juga secara nyata meningkatkan populasi bakteri penambat N-Free. Populasi tinggi ditemukan pada perlakuan V1 (tanah berpasir + kompos + pupuk kandang) sebesar 7.57 log CFU/g, dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan N (NPK dengan dosis 4,8 g/tanaman). Biofertilizer-VP3 memberikan pengaruh nyata pada variabel pengamatan tinggi bibit cabai usia 22 HST. Pada usia 22 HST memiliki rata-rata tinggi bibit tanaman cabai yang paling tinggi yaitu pada perlakuan N sebesar 4,88 cm namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan V2 (tanah berpasir + kompos + pupuk kandang + pelet VP3 3 kali aplikasi).

Disarankan untuk dilakukan dalam jangka waktu yang lebih panjang hingga fase generatif tanaman (berbuah), guna mengetahui pengaruh residu aplikasi pupuk hayati terhadap hasil panen dan kualitas buah cabai. Selain pertumbuhan vegetatif, penelitian ke depan disarankan untuk mengevaluasi kualitas fisiologis tanaman seperti kadar klorofil, kadar air jaringan, dan ketahanan terhadap cekaman lingkungan atau penyakit.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Ibu Prof. Novi Arfarita, S.P, M.P, M.Sc, Ph.D dan Bapak Dr. Ir. Djuhari, M.Si yang telah memberikan nasihat, arahan dan bimbingan selama pelaksanaan penelitian ini. Kepada kedua orang tua, keluarga dan teman seperjuangan yang banyak memberikan dorongan yang tulus dan doa terbaik, penulis mengucapkan terima kasih sedalam-dalamnya.

DAFTAR PUSTAKA

Arfarita, N., Djuhari, D., Prasetya, B., & Imai, T. 2016. The application of trichoderma viride strain frp for biodegradation of glyphosate herbicide in contaminated land. AGRIVITA, *Journal of Agricultural Science*, 38(3), 275- 281.

Arfarita, N., Lestari, M. W8., Murwani, I., & Higuchi, T. 2017. Isolation of indigenous bacteria of phosphate solubilizing from green bean rhizospheres. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 4(3), 845.

Arfarita, N., Higuchi, T., & Prayogo, C. 2019. Effects of seaweed waste on the viability of three bacterial isolates in biological fertilizer liquid formulations to enhance soil aggregation and fertility. *Journal Of Degraded And Mining Lands Management.* 6(4), 1889-1895.

Buckman, H.O. & N.C. Brady. 1982. Ilmu Tanah. Bhratara Karya Aksara. Jakarta. 788 hal.

Christensen H, Becheva S, Meredith S., & Ulmer K. 2012. Crop Rotation: Benefiting Farmers, The Environment and The Economy. aprodev. eu/files/Trade/crop rotation briefing_pan_ifoam_aprodev_foee_fina.pdf diunduh tanggal 1 September 2017.

Calvo, Pamela, Louise Nelson, dan Joseph W. Kloepper, 2014. "Penggunaan pertanian biostimulan tanaman." *Tanaman dan tanah*. (1): 3-41.

Harman, GE, Howell, C. R., Viterbo, A., Chet, 1., & Lorito, M. (2004) Spesies Trichoderma simbion tanaman yang sportif dan bersemangat Alam mengulas. *Jurnal Mikrobiologi*, 2(1), 43-56.

Hidayat, N. A. A., S. Salsabila, N. D. Rahayuningtyyas, A. N. P Soelistyo, dan T Nurhariyati, 2020. "Efektivitas biofertilizer BiomeFert-1 pada pertumbuhan dan produktivitas *Capsicum fruescens* L. *Jurnal Biologi Brasil*

Lambers, H., Albornoz, F, Kotula, L, Laliberté, E Ranathunge, K. Teste, F.P. dan Zemunik, G, 2018. Bagaimana interaksi di bawah tanah berkontribusi pada koeksistensi spesies mikorit dan non-mikoriz dalam ekosistem hyperdiverse yang sangat fosfor. *Tanaman dan Tanah.* 424(1) : 11-33.

Lynch, J. P. (2010). Roots of the Second Green Revolution. *Australian Journal of Botany*, 58(5), 281-297. https://doi.org/10.1071/BT09163.

Pusat Penelitian Tanah & Agroklimat, 1994. Survei Tanah Detail di Sebagian Wilayah D.I. Yogyakarta (skala 1 : 50.000). Proyek LREP II Part C. Puslittanak. Bogor.

Rashid, M. I., Mujtaba Shahzad, S., Imran, M., & Riaz, M. (2014). Microbial ecology of nitrogen fixation: Diversity, physiology, and applications. Soil Biology and Biochemistry, 70, 224–236. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2013.12.013.

Sharma, S. B., Sayyed, R. Z., Trivedi, M. H., & Gobi, V. A. (2013). Phosphate solubilizing microbes: Sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils. SpringerPlus, 2, 587. https://doi.org/10.1186/2193-1801-2-587.

Sarwar, M., Arif, M. S., & Shahbaz, M. (2003). Integrated use of mineral and organic fertilizers to enhance fertility and productivity of maize. Pakistan *Journal of Agricultural Sciences*, 40 (3-4), 150–153.