



**PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN SAWI HIJAU (*Brassica juncea*  
L.) PADA MEDIA TANAM RESIDU PUPUK HAYATI DI TANAH  
BERPASIR SISA BUDIDAYA TANAMAN KEDELAI**

**SKRIPSI**

Oleh:

**AYU NUR SETIANINGSIH**

**22001031023**



**PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS ISLAM MALANG  
MALANG  
2024**

### ABSTRACT

*Marginal sandy land is land that has limited nutrient content and low water holding capacity. One effort that can be made to increase the productivity of sandy land is by adding organic materials, VP3 biofertilizer pellets and Trichoderma Viride. This research aims to determine the effect of using planting media as residual biofertilizer pellets VP3 and Trichoderma viride FRP3 in sandy soil left over from soybean cultivation on the yield and growth of green mustard plants (*Brassica juncea* L.) as well as the effect on the chlorophyll content of green mustard leaves in the greenhouse. This research used a Randomized Group Design (RAK) consisting of 6 treatments. The parameters observed included plant height, number of leaves, leaf area, consumption weight, and leaf chlorophyll content. The results of the research showed that the use of biofertilizer pellet residue VP3 and Trichoderma viride FRP3 in sandy soil left over from soybean cultivation had a significant effect on the yield and growth of mustard greens compared to the control. And the residue of biofertilizer pellets VP3 and Trichoderma viride FRP3 in sandy soil left over from soybean cultivation has a significant effect on the chlorophyll content of green mustard leaves aged 7-21 HST*

**Keywords: Sandy soil, VP3 Fertilizer, Trichoderma viride FRP3, Green Mustard, Growth**

### ABSTRAK

Lahan marginal berpasir merupakan lahan yang memiliki kandungan hara yang terbatas dan kemampuan mengikat air rendah. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas lahan berpasir ialah dengan penambahan bahan organik, pelet pupuk hayati VP3 dan *Trichoderma Viride*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan media tanam residu pelet pupuk hayati VP<sub>3</sub> dan *Trichoderma viride* FRP<sub>3</sub> di tanah berpasir sisa budidaya kedelai pada hasil dan pertumbuhan tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.) serta pengaruh pada kandungan klorofil daun sawi hijau di greenhouse. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari 6 perlakuan. Parameter yang diamati meliputi, tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot konsumsi, dan kadar klorofil daun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan media tanam residu pelet pupuk hayati VP<sub>3</sub> dan *Trichoderma viride* FRP<sub>3</sub> di tanah berpasir sisa budidaya kedelai berpengaruh nyata terhadap hasil dan pertumbuhan sawi hijau dibanding kontrol. Dan residu pelet pupuk hayati VP<sub>3</sub> dan *Trichoderma viride* FRP<sub>3</sub> di tanah berpasir sisa budidaya kedelai berpengaruh nyata terhadap kandungan klorofil daun sawi hijau umur 7-21 HST.

**Kata Kunci: Tanah berpasir, Pupuk Hayati VP3, Trichoderma viride FRP3, Sawi HIjau, Pertumbuhan**

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar Belakang

Lahan marginal merupakan lahan yang memiliki kandungan hara yang rendah. Suatu lahan dapat dikatakan sebagai lahan marginal jika tingkat kesuburan tanah rendah yang dapat dilihat dari sifat fisika, kimia, dan biologi tanah. Di Indonesia lahan marginal dapat dijumpai pada lahan basah dan lahan kering. Lahan basah meliputi lahan gambut serta lahan sulfat asam sementara lahan kering berupa lahan berpasir. Lahan berpasir memiliki kandungan hara yang terbatas dan memiliki banyak pori makro sehingga kemampuan untuk menahan air sangat sulit sehingga dapat dikatakan sebagai lahan marginal. Indonesia memiliki luas lahan berpasir sekitar 2,1 juta ha atau sekitar 1,14% dari luas tanah nasional (Sulaeman *et al*, 2019). Lahan berpasir yang sering dijumpai adalah lahan berpasir yang berasal dari sisa penambangan.

Disisi lain luas lahan pertanian di Indonesia tiap tahunnya mengalami penurunan, pada tahun 2013 luas lahan pertanian mencapai 7,75 juta ha namun pada tahun 2019 mengalami penurunan menjadi 7,24 ha. Hal ini dikarenakan banyaknya lahan pertanian yang kondisi tanahnya sudah rusak serta penggunaan lahan pertanian yang tidak sesuai akibat dari peningkatan jumlah penduduk setiap tahun. Untuk memenuhi kebutuhan pangan dengan lahan pertanian yang semakin berkurang, dibutuhkan penambahan lahan baru. Untuk mendapatkan lahan pertanian baru dapat diarahkan pada lahan terlantar seperti lahan berpasir (Sukarman & Gani, 2020). Lahan berpasir merupakan lahan yang sebenarnya tidak cocok untuk digunakan sebagai lahan pertanian karena memiliki berbagai batasan

yang akan menyebabkan pertumbuhan tanaman tidak optimal (Ikhsan, 2017). Batasan dan kendala yang dimiliki lahan berpasir meliputi kemampuan mengikat air rendah, tingginya infiltrasi dan evaporasi, rendahnya kandungan unsur hara. Namun, lahan berpasir memiliki kualitas drainase yang baik sehingga dapat digunakan sebagai pilihan untuk menjadi lahan pertanian baru. Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produktivitas lahan berpasir ialah dengan meningkatkan kemampuan dalam mengikat air dengan dilakukan penambahan bahan organik yang bersifat menahan air. Bahan organik merupakan bahan penting dalam menciptakan kesuburan tanah, baik secara fisika, kimia dan biologi tanah. Dengan ditamapkannya bahan organik ke dalam tanah berpasir dapat memperbaiki kandungan air tanah. Hal ini dikarenakan bahan organik memiliki kemampuan dalam menyimpan air empat kali lebih besar dibandingkan bobotnya. Selain pemberian bahan organik pada lahan berpasir, dapat dilakukan pengaplikasian pupuk hayati untuk meningkatkan produktivitas lahan berpasir.

Pupuk hayati merupakan formulasi yang mengandung organisme aktif atau laten (mikroba). Pupuk hayati mampu membantu ketersediaan dan penyerapan hara oleh mikroorganisme fungsional yang dimiliki pupuk hayati melalui proses biologis serta meningkatkan keanekaragaman mikroba tanah pada lahan berpasir (Santari *et al.*, 2021). Hayat *et al.*, (2010) menyatakan bahwa pupuk hayati membantu meningkatkan fiksasi N<sub>2</sub>, melarutkan mineral fosfat dan nutrisi lainnya. Salah satu bentuk pupuk hayati yang mampu membantu ketersediaan hara pada tanah ialah pupuk Pelet Hayati VP3. 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 (*Pantoea ananatis*) dan bakteri penghasil EPS (eksopolisakarida) (*Pseudomonas plecoglossicida*) (Arfarita *et al.*, 2016, 2017; Arfarita, Muhibuddin, *et al.*, 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). Selain itu, kandungan bakteri fungsional penghasil eksopolisakarida (*Pseudomonas plecoglossicida*) pada pupuk hayati VP3 secara aktif dapat mengkolonisasi rizosfir, dimana bakteri dari genus *Pseudomonas* memiliki Rhizobakteri pemacu tumbuh tanaman yang lebih dikenal dengan PGPR (Plant Growth Promoting Rhizobacteria) (Arfarita *et al.*, 2023). Pada penelitian ini juga menggunakan *Trichoderma* untuk mendukung performa pupuk Pelet Hayati VP3 dalam memperbaiki kandungan unsur hara pada tanah marginal.

*Trichoderma viride* FRP3 adalah strain jamur *Trichoderma sp.* yang sudah melalui tahapan isolasi, identifikasi, dan aplikasi pada lahan yang terkontaminasi. *Trichoderma viride* FRP3 dapat disebut sebagai agen bioremediasi karena telah terbukti mampu mendegradasi lahan yang terkontaminasi herbisida glifosat. Hal ini dapat dilihat bahwa *Trichoderma viride* strain FRP3 menunjukkan pertumbuhan yang cukup besar dalam media kultur yang mengandung glifosat sebagai satu-satunya sumber fosfor (Arfarita *et al.*, 2013; Arfarita *et al.*, 2014; Arfarita *et al.*, 2016). Keunggulan *Trichoderma viride* FRP3 diantaranya mampu mempercepat proses dekomposisi selain itu juga memiliki beberapa kelebihan seperti mudah diisolasi, daya adaptasi luas, dapat tumbuh dengan cepat pada berbagai substrat,

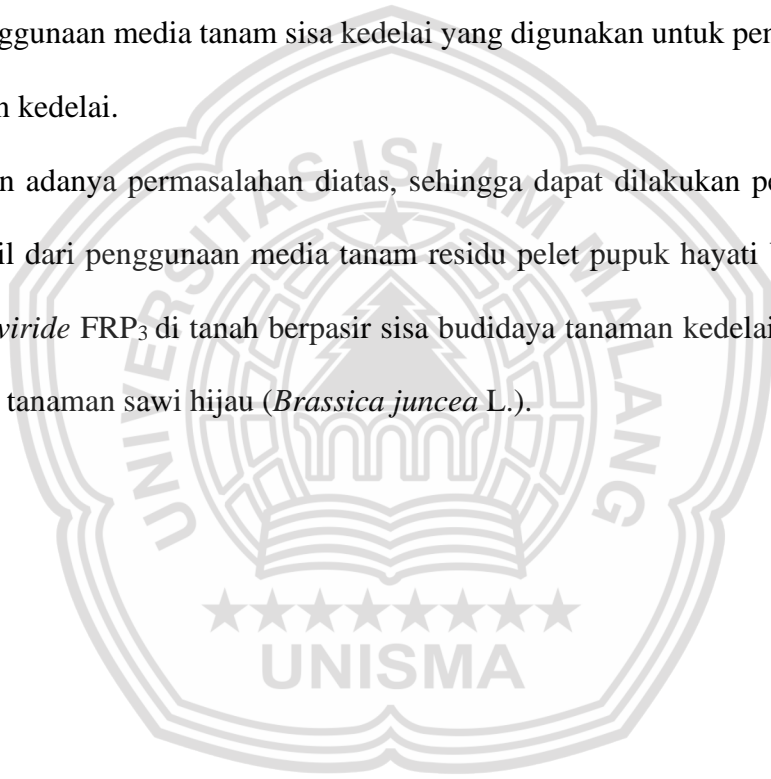
memiliki kisaran mikroparasitisme yang luas dan tidak bersifat patogen pada tanaman (Arwiyanto, 2003; Mondejar *et al.*, 2011).

Penggunaan pupuk Pelet Hayati VP3 dan *Trichoderma viride* FRP3 yang dilakukan untuk mengatasi permasalahan pada lahan berpasir meninggalkan residu yang dapat berdampak positif bagi peningkatan unsur hara tanah dan peningkatan hasil produksi tanaman. Hasil penelitian Syafarotin *et al.* (2018), menunjukkan bahwa viabilitas bakteri tanah terbaik pada aplikasi pupuk hayati VP3, hal ini dikarenakan bahan pembawa vermiwash memaksimalkan viabilitas bakteri untuk tetap hidup selama masa penyimpanan. Hal ini didukung oleh penelitian Wandu (2022), aplikasi pupuk hayati VP3 yang diperkaya dengan *Trichoderma viride* FRP3 pada kandungan Klorofil daun kedelai mampu mengimbangi aplikasi pupuk NPK anorganik. Pada penelitian ini juga menggunakan media tanam berupa sisa dari budidaya tanaman kedelai. Budidaya tanaman kedelai menyisakan bakteri Rhizobium pada media tanam. Bakteri Rhizobium adalah salah satu contoh kelompok bakteri yang mampu menyediakan unsur hara bagi tanaman khususnya berkaitan dengan ketersediaan nitrogen bagi tanaman inangnya (Sari, 2015). Bakteri Rhizobium sebagai penyedia unsur hara khususnya nitrogen sangat baik jika digunakan kembali sebagai pupuk biologis yang akan dicampurkan dengan media tanam.

Menurut Sari (2015) media tanam bekas tanaman kedelai berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah cabang, jumlah daun, dan luas daun pada penanaman tanaman kedelai berikutnya. Hal ini dikarenakan pada media tanam sudah terdapat bakteri Rhizobium sehingga kandungan nitrogen tersedia dalam tanah, Nitrogen merupakan unsur paling penting bagi pertumbuhan tanaman

kedelai. Pada beberapa penelitian mengenai sisa budidaya kedelai menyatakan bahwa kandungan bakteri Rhizobium pada media tanam lebih banyak digunakan untuk penanaman tanaman kedelai kembali. Hal ini disebabkan oleh Rhizobium hanya bersimbiosis dengan akar tanaman legum. Sehingga tanah yang belum terdapat bakteri Rhizobium perlu dilakukan inokulasi tambahan. Kandungan nitrogen yang dimiliki oleh bakteri Rhizobium dapat menyuplai ketersediaan nitrogen dalam tanah yang dibutuhkan oleh tanaman, namun belum ada data mengenai penggunaan media tanam sisa kedelai yang digunakan untuk penanaman tanaman selain kedelai.

Dengan adanya permasalahan diatas, sehingga dapat dilakukan penelitian mengenai hasil dari penggunaan media tanam residu pelet pupuk hayati VP<sub>3</sub> dan *Trichoderma viride* FRP<sub>3</sub> di tanah berpasir sisa budidaya tanaman kedelai dengan menggunakan tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.).



## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian yaitu:

1. Bagaimana pengaruh penggunaan media tanam residu pelet pupuk hayati VP<sub>3</sub> dan *Trichoderma viride* FRP<sub>3</sub> di tanah berpasir sisa budidaya kedelai pada pertumbuhan tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)?
2. Bagaimana pengaruh penggunaan media tanam residu pelet pupuk hayati VP<sub>3</sub> dan *Trichoderma viride* FRP<sub>3</sub> di tanah berpasir sisa budidaya kedelai pada hasil tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)?
3. Bagaimana pengaruh penggunaan media tanam residu pelet pupuk hayati VP<sub>3</sub> dan *Trichoderma viride* FRP<sub>3</sub> di tanah berpasir sisa budidaya kedelai pada kandungan klorofil pada daun tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)?

## 1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan media tanam residu pelet pupuk hayati VP<sub>3</sub> dan *Trichoderma viride* FRP<sub>3</sub> di tanah berpasir sisa budidaya kedelai pada pertumbuhan tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)
2. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan media tanam residu pelet pupuk hayati VP<sub>3</sub> dan *Trichoderma viride* FRP<sub>3</sub> di tanah berpasir sisa budidaya kedelai pada hasil tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)?
3. Untuk mengetahui pengaruh penggunaan media tanam residu pelet pupuk hayati VP<sub>3</sub> dan *Trichoderma viride* FRP<sub>3</sub> di tanah berpasir sisa budidaya kedelai pada kandungan klorofil pada daun tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)



#### 1.4 Hipotesis

1. Diduga penggunaan media tanam residu pelet pupuk hayati VP<sub>3</sub> dan *Trichoderma viride* FRP<sub>3</sub> di tanah berpasir sisa budidaya kedelai mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)
2. Diduga penggunaan media tanam residu pelet pupuk hayati VP<sub>3</sub> dan *Trichoderma viride* FRP<sub>3</sub> di tanah berpasir sisa budidaya kedelai mampu meningkatkan hasil tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)
3. Diduga penggunaan media tanam residu pelet pupuk hayati VP<sub>3</sub> dan *Trichoderma viride* FRP<sub>3</sub> di tanah berpasir sisa budidaya kedelai mampu meningkatkan kandungan klorofil pada daun tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.)

#### 1.5 Manfaat

1. Memanfaatkan media tanam residu pemupukan dan aplikasi mikroorganisme di tanah berpasir sisa budidaya kedelai untuk budidaya tanaman sawi hijau.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai penggunaan media tanam residu pupuk hayati di tanah berpasir sisa budidaya kedelai yang dapat digunakan untuk budidaya tanaman selain kedelai.
3. Memanfaatkan bakteri Rhizobium yang sudah terdapat pada media tanam sisa budidaya kedelai.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

1. Penggunaan media tanam residu pelet pupuk hayati VP<sub>3</sub> dan *Trichoderma viride* FRP<sub>3</sub> di tanah berpasir sisa budidaya kedelai pada perlakuan V4 (Tanah berpasir + Pupuk kandang + Kompos + Pelet Pupuk Hayati VP<sub>3</sub> + *Trichoderma viride* FRP<sub>3</sub>) memiliki hasil terbaik pada parameter pengamatan tinggi tanaman dan luas daun yaitu 37.21 cm dan 382.31 cm<sup>2</sup>. Serta pada perlakuan V2 (Tanah berpasir + Kompos + Pupuk Kandang) memiliki hasil terbaik terhadap jumlah daun sawi hijau yaitu 9 helai.
2. Penggunaan media tanam residu pelet pupuk hayati VP<sub>3</sub> dan *Trichoderma viride* FRP<sub>3</sub> di tanah berpasir sisa budidaya kedelai pada perlakuan V2 (Tanah berpasir + Kompos + Pupuk Kandang) dan perlakuan V4 (Tanah berpasir + Pupuk kandang + Kompos + Pelet Pupuk Hayati VP<sub>3</sub> + *Trichoderma viride* FRP<sub>3</sub>) memiliki hasil terbaik terhadap bobot segar total tanaman yaitu 91.08g dan 91.83g serta bobot konsumsi tanaman sawi hijau (*Brassica juncea* L.) yaitu 84.53g dan 85.44g.
3. Penggunaan media tanam residu pelet pupuk hayati VP<sub>3</sub> dan *Trichoderma viride* FRP<sub>3</sub> di tanah berpasir sisa budidaya kedelai pada perlakuan V2 (Tanah berpasir + Kompos + Pupuk Kandang), V3 (Tanah berpasir + Pupuk kandang + Kompos + Pelet Pupuk Hayati VP<sub>3</sub>) dan V4 (Tanah berpasir + Pupuk kandang + Kompos + Pelet Pupuk Hayati VP<sub>3</sub> + *Trichoderma viride* FRP<sub>3</sub>) memiliki hasil terbaik terhadap kandungan klorofil daun sawi hijau pada umur 21 HST yaitu 43.68 µg/cm<sup>2</sup>, 44.09 µg/cm<sup>2</sup>, dan 43.65 µg/cm<sup>2</sup>.

## 5.2 Saran

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemanfaatan lahan bekas tambang pasir dengan penambahan pelet pupuk hayati VP<sub>3</sub> dan *Trichoderma viride* FRP<sub>3</sub> serta sisa budidaya tanaman kedelai dapat digunakan kembali untuk budidaya sayuran tanpa dilakukan pemupukan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Aghamohammadi, Z., Etesami, H., & Alikhani, H. A. (2016). Vermiwash allows reduced application rates of acaricide azocyclotin for the control of two spotted spider mite, *Tetranychus urticae* Koch, on bean plant ( *Phaseolus vulgaris* L.). *Ecological Engineering*, 93, 234–241. <https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2016.05.041>
- Ali Nusaibah, S., & Musa, H. (2019). A Review Report on the Mechanism of *Trichoderma* spp. As Biological Control Agent of the Basal Stem Rot (BSR) Disease of *Elaeis guineensis*. In M. Manjur Shah, U. Sharif, & T. Rufai Buhari (Eds.), *Trichoderma—The Most Widely Used Fungicide*. IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.84469>
- Arfarita, N. (2021). The effect of VP3 Biofertilizer and its carrying materials on the germination of six plants. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 905(1), 012004. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/905/1/012004>
- Arfarita, N., Hidayati, N., Rosyidah, A., Machfudz, M., & Higuchi, T. (2016). Exploration of indigenous soil bacteria producing-exopolysaccharides for stabilizing of aggregates land potential as biofertilizer. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 4(1), 697–702. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2016.041.697>
- 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. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2019.064.1889>
- Arfarita, N., Imai, T., & Prayogo, C. (2023). Effect of Inorganic Fertilizer and VP3 Biofertilizer Applications in Legume on the Population of Indigenous Bacteria. *AGRIVITA Journal of Agricultural Science*, 45(3). <https://doi.org/10.17503/agrivita.v41i0.3981>
- Arfarita, N., Lestari, M. W., & Prayogo, C. (2022). Utilization of Various Organic Wastes as Liquid Biofertilizer Carrier Agents towards Viability of Bacteria and Green Bean Growth. *Journal of Tropical Life Science*, 12(1), 1–10. <https://doi.org/10.11594/jtls.12.01.01>
- Arfarita, N., Muhibuddin, A., Faculty of Agriculture, University of Brawijaya, Indonesia, Imai, T., & Graduate School of Science and Engineering, Faculty of Engineering, Yamaguchi University, Japan. (2019). Exploration of indigenous free nitrogen-fixing bacteria from rhizosphere of *Vigna radiata* for agricultural land treatment. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 06(02), 1617–1623. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2019.062.1617>

- Arfarita, N., W Lestari, M., Murwani, I., & Higuchi, T. (2017). Isolation of Indigenous Bacteria of Phosphate Solubilizing from Green Bean Rhizospheres. *Journal of Degraded and Mining Lands Management*, 04(03), 845–851. <https://doi.org/10.15243/jdmlm.2017.043.845>
- Arum Sari, M. A., Antriandarti, E., & Khairiyakh, R. (2022). Preferensi Konsumen Terhadap Pembelian Sayuran Organik Di Kota Surakarta Pada Masa Pandemi Covid-19. *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 10(2), 249. <https://doi.org/10.35138/paspalum.v10i2.463>
- Bhardwaj, D., Ansari, M. W., Sahoo, R. K., & Tuteja, N. (2014). Biofertilizers function as key player in sustainable agriculture by improving soil fertility, plant tolerance and crop productivity. *Microbial Cell Factories*, 13(1), 66. <https://doi.org/10.1186/1475-2859-13-66>
- Bruand, E., Storey, C., & Fowler, M. (2014). Accessory Mineral Chemistry of High Ba–Sr Granites from Northern Scotland: Constraints on Petrogenesis and Records of Whole-rock Signature. *Journal of Petrology*, 55(8), 1619–1651. <https://doi.org/10.1093/petrology/egu037>
- Chaudhary, P., Godara, S., N. Cheeran, A., & K. Chaudhari, A. (2012). Fast and Accurate Method for Leaf Area Measurement. *International Journal of Computer Applications*, 49(9), 22–25. <https://doi.org/10.5120/7655-0757>
- Daniel, A. I., Fadaka, A. O., Gokul, A., Bakare, O. O., Aina, O., Fisher, S., Burt, A. F., Mavumengwana, V., Keyster, M., & Klein, A. (2022). Biofertilizer: The Future of Food Security and Food Safety. *Microorganisms*, 10(6), 1220. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10061220>
- Dharmadewi, A. A. I. M. (2020). *Analisis Kandungan Klorofil Pada Beberapa Jenis Sayuran Hijau Sebagai Alternatif Bahan Dasar Food Suplement*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.4299383>
- Dinesh, R., Srinivasan, V., Hamza, S., & Manjusha, A. (2010). Short-term incorporation of organic manures and biofertilizers influences biochemical and microbial characteristics of soils under an annual crop [Turmeric (*Curcuma longa* L.)]. *Bioresource Technology*, 101(12), 4697–4702. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2010.01.108>
- Djajadi, Hidayah, N., & Heliyanto, B. (2011). Changes of Physical Properties of Sandy Soil and Growth of Physical Nut (*Jatropha curcas* L.) Due to Addition of Clay and Organic Matter.
- Dokoohaki, H., Miguez, F. E., Laird, D., Horton, R., & Basso, A. S. (2017). Assessing the Biochar Effects on Selected Physical Properties of a Sandy Soil: An Analytical Approach. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 48(12), 1387–1398. <https://doi.org/10.1080/00103624.2017.1358742>

- Fathima, M., & Sekar, M. (2014). *Studies on Growth Promoting effects of Vermiwash on the Germination of Vegetable Crops.*
- Fauziek, M., & Suhendra, A. (2018). Efek dari Dynami Compaction (DC) terhadap Peningkatan Kuat Geser Tanah. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 1(2), 205. <https://doi.org/10.24912/jmts.v1i2.2681>
- Gopalakrishnan, G., Cristina Negri, M., & Snyder, S. W. (2011). A Novel Framework to Classify Marginal Land for Sustainable Biomass Feedstock Production. *Journal of Environmental Quality*, 40(5), 1593–1600. <https://doi.org/10.2134/jeq2010.0539>
- Hayat, R., Ali, S., Amara, U., Khalid, R., & Ahmed, I. (2010). Soil beneficial bacteria and their role in plant growth promotion: A review. *Annals of Microbiology*, 60(4), 579–598. <https://doi.org/10.1007/s13213-010-0117-1>
- Hengl, T., de Jesus, J. M., MacMillan, R. A., Batjes, N. H., Heuvelink, G. B. M., Ribeiro, E., Samuel-Rosa, A., Kempen, B., Leenaars, J. G. B., Walsh, M. G., & Gonzalez, M. R. (2014). SoilGrids1km—Global Soil Information Based on Automated Mapping. *PLoS ONE*, 9(8), e105992. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0105992>
- James, L. (2010). *Theory and Identification of Marginal Land and Factors Determining Land Use Change.* <https://doi.org/10.22004/AG.ECON.98203>
- Khakim, M. M., Sunawan, S., & Arfarita, N. (2023). Efek Pemberian Pelet Pupuk Hayati VP3 dan Trichoderma Viride FRP3 terhadap Pertumbuhan Vegetatif dan Kandungan Klorofil Tanaman Kedelai (*Glycine max.* L) pada Tanah Marginal Berpasir. *Produksi Tanaman*, 011(09), 730–737. <https://doi.org/10.21776/ub.protan.2023.011.09.08>
- Khan, R. A. A., Najeeb, S., Hussain, S., Xie, B., & Li, Y. (2020). Bioactive Secondary Metabolites from Trichoderma spp. Against Phytopathogenic Fungi. *Microorganisms*, 8(6), 817. <https://doi.org/10.3390/microorganisms8060817>
- Kurniaty, R. (2013). Penggunaan *Rhizobium* dan Mikoriza dalam Pertumbuhan Bibit. *Jurnal Perbenihan Tanaman Hutan.*
- Kurniawati, A., Melati, M., Aziz, S. A., & Purwono, D. (2017). Pengurangan Dosis Pupuk pada Produksi Sawi Hijau Organik dengan Pergiliran Tanaman Jagung dan Kedelai. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 45(2), 188. <https://doi.org/10.24831/jai.v45i2.12961>
- Levent, A. (2011). *Chlorophyll: Structural Properties, Health Benefits and Its Occurrence in Virgin Olive Oils.*
- Malusá, E., & Vassilev, N. (2014). A contribution to set a legal framework for biofertilisers. *Applied Microbiology and Biotechnology*, 98(15), 6599–6607. <https://doi.org/10.1007/s00253-014-5828-y>

- Meli, V., Sagiman, S., & Gafur, S. (2018). Identifikasi Sifat Fisika Tanah Ultisols pada Dua Tipe Penggunaan Lahan di Desa Betenung Kecamatan Nanga Tayap Kabupaten Ketapang. *Perkebunan Dan Lahan Tropika*, 8(2), 80. <https://doi.org/10.26418/plt.v8i2.29801>
- Montolalu, I. (2011). *Respon Pertumbuhan dan Produksi Sawi Hijau (Brassica Juncea L) Terhadap Pemberian Em-4*.
- Ndalewoa, B. L., & Daud, A. (2012). Identifikasi Klorpirifos dalam Sawi Hijau di Pasar Terong dan Swalayan MTOS Makassar.
- Nio Song, A., & Banyo, Y. (2011). Konsentrasi Klorofil Daun sebagai Indikator Kekurangan Air pada Tanaman. *Jurnal Ilmiah Sains*, 15(1), 166. <https://doi.org/10.35799/jis.11.2.2011.202>
- Octriana, L. (2016). Potensi Agen Hayati dalam Menghambat Pertumbuhan Phytium sp. Secara In Vitro. *Buletin Plasma Nutfah*, 17(2), 138. <https://doi.org/10.21082/blpn.v17n2.2011.p138-142>
- Ontiveros-Capurata, R. E., Juarez-Lopez, P., Morelos, Mendoza-Tafolla, R. O., Alia-Tejacal, I., Villegas-Torres, O. G., Guillén-Sánchez, D., & Cartmill, A. D. (2022). Relationship between chlorophyll and nitrogen content, and fresh matter production in basil ‘Nufar’ (*Ocimum basilicum*) with three handheld chlorophyll meter readings: SPAD, atLEAF and MC-100. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 28(3). <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2021.09.018>
- Rahimi, A., Amirnia, R., Siavash Moghaddam, S., El Enshasy, H. A., Hanapi, S. Z., & Sayyed, R. Z. (2021). Effect of Different Biological and Organic Fertilizer Sources on the Quantitative and Qualitative Traits of *Cephalaria syriaca*. *Horticulturae*, 7(10), 397. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7100397>
- Rahman, Md., Lee, S.-H., Ji, H., Kabir, A., Jones, C., & Lee, K.-W. (2018). Importance of Mineral Nutrition for Mitigating Aluminum Toxicity in Plants on Acidic Soils: Current Status and Opportunities. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(10), 3073. <https://doi.org/10.3390/ijms19103073>
- Rofi'ah, V. H., Djuhari, D., & Arfarita, N. (2023). Pengaruh Pupuk Hayati VP3 Dengan Persentase Limbah Cangkang Telur Berbeda Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Terong (*Solanum melongena* L.) (Hasil Optimalisasi Suhu Pembuatan Pelet Pupuk Hayati VP3 Berbahan Dasar Limbah Cangkang Telur). *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 10(2), 79–87. <https://doi.org/10.21776/ub.jsal.2023.010.02.4>
- Salamah, Z. (2017). Pertumbuhan Tanaman Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) dengan Pemberian Kompos Berbahan Dasar Daun Paitan (*Thitonia diversifolia*).

- Santari, P. T., Amin, M., & Mulyawan, R. (2021). *Perbaikan Sifat Tanah pada Lahan Berpasir Dengan Pemberian Pupuk Kandang dan Pupuk Hayati*.
- Sukarman, N., & Gani, R. A. (2020). Lahan Bekas Tambang Timah di Pulau Bangka dan Belitung, Indonesia dan Kesesuaiannya untuk Komoditas Pertanian (Ex-mining land in Bangka and Belitung Islands, Indonesia and their suitability for agricultural commodities). *Jurnal Tanah dan Iklim*, 41(2), 101. <https://doi.org/10.21082/jti.v41n2.2017.101-114>
- Sumenda, L. (2011). Analisis Kandungan Klorofil Daun Mangga (*Mangifera indica* L.) pada Tingkat Perkembangan Daun yang Berbeda. *Jurnal Bios Logos*, 1(1). <https://doi.org/10.35799/jbl.1.1.2011.372>
- Tania, N. (2012). Pengaruh Pemberian Pupuk Hayati terhadap Pertumbuhan dan hasil Jagung Semi pada Tanah Podsolik Merah Kuning.
- Thakur, S., & Sood, A. K. (2019). Lethal and inhibitory activities of natural products and biopesticide formulations against *Tetranychus urticae* Koch (Acarina: Tetranychidae). *International Journal of Acarology*, 45(6–7), 381–390. <https://doi.org/10.1080/01647954.2019.1666920>
- Vessey, J. K. (2003). Plant growth promoting rhizobacteria as biofertilizers. *Plant and Soil*, 255(2), 571–586. <https://doi.org/10.1023/A:1026037216893>
- Wong, W. S., Tan, S. N., Ge, L., Chen, X., & Yong, J. W. H. (2015). The Importance of Phytohormones and Microbes in Biofertilizers. In D. K. Maheshwari (Ed.), *Bacterial Metabolites in Sustainable Agroecosystem* (Vol. 12, pp. 105–158). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-24654-3\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-24654-3_6)
- Yuningsih, H. D., Anggoro, S., & Soedarsono, P. (2014). Hubungan Bahan Organik dengan Produktivitas Perairan pada Kawasan Tutupan Eceng Gondok, Perairan Terbuka dan Keramba Jaring Apung di Rawa Pening Kabupaten Semarang Jawa Tengah. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 3(1), 37–43. <https://doi.org/10.14710/marj.v3i1.4284>