



PENGARUH PUPUK DAN AMELIORAN PADA TANAMAN PAKCOY BUDIDAYA SISTEM VERTIKULTUR DENGAN FERTIGASI SUMBU DI LAHAN KERING

¹Ana Anggelina Juliana Kolo, ²Wilda LumbanTobing*,

³Azor Yulianus Tefa, ⁴Natalia Desy Djata Ndua

^{1,2,3,4}Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Sains, dan Kesehatan,
Universitas Timor

E-mail: wildatob14@gmail.com

ABSTRACT

*The purpose of this study was to examine the effect of different nitrogen sources as fertilizers and planting media with different ameliorants on pak choi (*Brassica rapa* L.) plants through vericulture cultivation with fertigation. This research method was an experiment with a split plot design. BPN + Urea, BPN + POC, BPN + Urea + POC as the main plot. Soil (100%), soil:biochar (50%:50%), and soil:compost (50%:50%) as subplots. There were 9 experimental combinations repeated 3 times, for a total of 27 experimental units. The results of the study showed that the interaction of BPN + urea + POC with soil:biochar (50%:50%) planting media increased the growth of stem diameter and root length of pak choi. BPN + POC as N fertilizer was able to increase the dry weight of the crown and N absorption of pak choi plants. Soil:compost (50%:50%) planting media increased the growth of plant height and number of pak choi leaves.*

Keywords: biochar; compost; liquid organic fertilizer; nitrogen fixing bacteria

PENDAHULUAN

Pertanian di lahan kering membutuhkan adopsi teknologi untuk meningkatkan produktivitasnya. Solumnya yang dangkal, berbatu dan rentan terdegradasi menjadi ciri lahan yang kering namun lahan ini tetap diupayakan sebagai lahan pertanian ((Tobing et al., 2022, Tobing et al., 2024a, Tobing et al., 2024b). Vertikultur dengan sistem fertigasi dapat diadopsi sebagai inovasi dalam pengelolaan lahan kering sebagai lahan pertanian khususnya di Pulau Timor (Sipayung et al., 2024; Tobing et al., 2024b). Melalui vertikultur, tanah dari lahan vertikultur dapat direkayasa menggunakan bahan pembenah tanah (amelioran). Beberapa jenis limbah pertanian seperti sekam padi dan limbah rumah tangga berpotensi untuk diubah menjadi bahan amelioran seperti biochar sekam padi dan kompos padat. Biochar memiliki porositas yang tinggi yang berpotensi besar dalam mempertahankan ketersediaan air di dalam tanah. Biochar memiliki kemampuan menyimpan air dan nutrisi (Alotaibi & Schoenau, 2019). Penggunaannya mampu meningkatkan stabilitas tanah dan mengurangi erosi pada lahan-lahan yang mudah terdegradasi (M. Zhang et al., 2017). Kompos sebagai amelioran mampu memperbaiki struktur tanah menjadi lebih gembur yang berimplikasi pada kapasitas infiltrasi dan aerasi tanah (Adugna, 2016).

Tanaman sayuran hijau biasanya selalu dijadikan objek dalam budidaya menggunakan sistem vertikultur seperti pakcoy. Peningkatan produksi pakcoy pada penggunaan teknologi budidaya ini juga perlu mempertimbangkan pemupukan. Urea merupakan salah satu sumber pupuk nitrogen bagi tanaman yang banyak digunakan petani karena lebih praktis. Selain ekonomis, urea mudah larut dan mudah diaplikasikan serta meningkatkan hasil panen (Guo et al., 2020). Namun, pupuk ini mudah ter volatilisasi sehingga menyebabkan ketidakefisienan

penggunaannya (Swify et al., 2024). Pemakaian secara terus menerus juga berpotensi menurunkan kualitas tanah seperti penurunan pH tanah, aktivitas mikroba, dan pencemaran air karena larut di dalam air tanah dalam bentuk nitrat (Bijay-Singh & Craswell, 2021; Y. Zhang et al., 2023). Oleh sebab itu, diperlukan kajian penambahan pupuk lain untuk mengurangi dampak penggunaan urea dalam jangka panjang seperti penggunaan pupuk organik cair (POC) dan bakteri penambat nitrogen (BPN). POC merupakan pupuk organik cair yang dapat dijadikan nutrisi tambahan yang memiliki unsur-unsur hara lain selain nitrogen. POC berpotensi dalam menetralkan pH tanah yang terpengaruh oleh penggunaan pupuk kimia dan meningkatkan bobot tanaman pakcoy pada tanah Inceptisol (Yuniarti et al., 2018). Selain itu, BPN memiliki kemampuan mengikat N dari atmosfer dan mengubahnya menjadi bentuk tersedia bagi tanaman. Integrasi BPN dengan urea mampu mengurangi penggunaan pupuk kimia dan berpotensi meningkatkan hasil (Choudhury et al., 2014). Berdasarkan kajian ini, perlu diketahui sumber nitrogen yang tepat dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil serta serapannya. Tujuan penelitian ini adalah mengkaji pengaruh sumber nitrogen yang berbeda sebagai pupuk dan media tanam dengan amelioran yang berbeda terhadap tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) melalui budidaya sistem vertikultur dengan fertigasi.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan selama 4 bulan yang dimulai September sampai Desember 2023. Analisis laboratorium menggunakan Laboratorium Fakultas Pertanian, Sains, dan Kesehatan, Universitas Timor dan Laboratorium Kimia Tanah, Universitas Nusa Cendana. Penelitian ini berupa eksperimen dengan Rancangan Petak Terbagi (RPT). Petak utama adalah sumber pupuk N yang terdiri dari BPN + Urea (N1), BPN + POC (N2), dan BPN + Urea + POC (N3). Anak petak adalah media tanam dengan perbedaan amelioran yang terdiri dari tanah (100%) (M1), tanah: biochar (50%;50%) (M2), dan tanah: kompos (50%;50%) (M3). Diperoleh kombinasi perlakuan sebanyak 9 perlakuan yang terdiri dari: N1M1, N1M2, N1M3, N2M1, N2M2, N2M3, N3M1, N3M2, dan N3M3 yang diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh 27 total kombinasi percobaan. Pelaksanaan penelitian dimulai dari persiapan lahan, pembuatan biochar, pembuatan kompos, pembuatan pupuk organik cair (POC), pembuatan bakteri penambat nitrogen (BPN), persemaian, pembuatan pipa vertikultur sistem sumbu, persiapan media tanam, pengisian dan pemadatan media tanam pada pipa, penanaman, pengaplikasian pupuk, pemeliharaan, dan sampai pada pemanenan. Parameter penelitian adalah tinggi tanaman, jumlah daun, diameter batang, panjang akar, bobot kering tajuk, dan serapan N.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Interaksi Pupuk N dan Media Tanam

Perlakuan pupuk N dan media tanam dengan perbedaan amelioran berpengaruh nyata pada pengamatan diameter batang dan panjang akar tanaman pakcoy (Tabel 1). Pada pengamatan diameter batang diketahui N2M3 tidak berbeda nyata dengan N1M2, N1M3, dan N3M2. Pada N2M3 menunjukkan kombinasi BPN+POC dengan kompos memberikan sinergi dalam meningkatkan diameter batang tanaman. Namun, hal ini juga tidak berbeda dengan kombinasi BPN+urea dengan biochar dan kompos. Hal ini menunjukkan bahwa amelioran biochar dan kompos mampu meningkatkan efektivitas kinerja BPN+urea. Biochar juga menggambarkan kinerjanya pada penggunaan ketiga jenis pupuk N. Hasil ini menunjukkan bahwa beberapa jenis pupuk dapat memberi peningkatan secara signifikan pada pengamatan diameter batang namun bergantung pada komposisi media di dalam tanah seperti penambahan biochar dan kompos. Peningkatan diameter batang pada N1M2 dan N3M2 dipengaruhi oleh biochar. Diketahui biochar memiliki kemampuan dalam memperbaiki struktur tanah, memperbaiki retensi air, dan meningkatkan keefektifan penggunaan pupuk N (Lehmann & Joseph, 2024). Selain itu, penggunaan kompos pada N2M3 dan N1M3 menunjukkan kompos mempunyai kemampuan dalam meningkatkan diameter batang. Kompos diketahui mampu memperbaiki kimia tanah dan ketersediaan nutrisi baik makro maupun mikro yang dibutuhkan oleh tanaman (Agegnehu et al., 2016). Jika melihat perlakuan

N3M3 yang memiliki kombinasi pupuk ketiganya pada media kompos memberikan hasil terendah pada diameter batang yang diduga karena terbentuknya sifat antagonisme. Interaksi kedua perlakuan juga memberikan pengaruh yang nyata pada panjang akar. N3M2 berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya pada peningkatan panjang akar. Dalam hal ini penggunaan ketiga pupuk efektif pada amelioran biochar di dalam tanah dibanding media yang diebri kompos. Biochar mampu meningkatkan penyerapan nutrisi dan mendukung pertumbuhan pemanjangan akar (Ding et al., 2010).

Tabel 1. Diameter Batang dan Panjang Akar

Perlakuan	Diameter Batang (mm)	Panjang Akar (cm)
N1M1	1.33c	8.95bc
N1M2	3.73ab	8.73bc
N1M3	3.42ab	11.23ab
N2M1	3.12b	10.73bc
N2M2	2.98b	10.70bc
N2M3	4.47a	8.65c
N3M1	2.90b	10.37bc
N3M2	3.95ab	13.45a
N3M3	1.37c	8.85bc

Keterangan: Angka pada baris dan kolom diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata (α) 5% menurut uji DMRT.

Bobot Kering Tajuk dan Serapan N

Pupuk N berpengaruh nyata terhadap bobot kering tajuk dan serapan N (Tabel 2). Perlakuan N2 dan N3 berbeda nyata dengan perlakuan N1 pada pengamatan bobot kering tajuk dan serapan N. Kedua perlakuan baik N2 maupun N3 menunjukkan adanya penambahan BPN dan POC menunjukkan penyediaan nutrisi yang lebih stabil sehingga mampu meningkatkan serapan N pada tanaman.

Tabel 3. Bobot Kering Tajuk dan Serapan N

Perlakuan	Bobot Kering Tajuk (g)	Serapan N (%)
N1 (BPN+Urea)	1.50b	1.98b
N2 (BPN+POC)	5.60a	7.44a
N3 (BPN+Urea+POC)	5.09a	6.82a

Keterangan: Angka pada baris dan kolom diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata (α) 5% menurut uji DMRT.

Penggunaan BPN+urea+POC juga mampu meningkatkan bobot kering tajuk dan serapan N. Diketahui POC mampu memperlambat pelepasan urea, berpotensi mengurangi volatilitas sehingga mampu meningkatkan ketersediaan N bagi tanaman. Adanya kombinasi ketiganya membantu memperlambat pelepasan N sehingga mengurangi risiko kehilangan N dan meningkatkan serapannya oleh tanaman. Dibandingkan dengan BPN+urea, kedua pupuk lainnya memberikan kinerja yang lebih tinggi. Hal ini menggambarkan pentingnya peran BPN dalam meningkatkan ketersediaan N dari urea dan POC. Penggunaan BPN mampu meningkatkan serapan N dibandingkan tanaman tanpa BPN (Bashan et al., 2014). Kombinasinya dengan POC mampu mempercepat mineralisasi dan pelepasan nitrogen yang berimplikasi pada pertumbuhan tajuk awal krisan (Ji et al., 2017). Senyawa di dalam POC seperti kitin dapat menjadi biostimulan bagi tanaman (Canellas et al., 2015; Sharp, 2013). POC mengandung sisa-sisa tanaman mampu meningkatkan pertumbuhan dan meningkatkan keragaman komunitas mikroba tanah, serta aktivitas enzim dan siklus nutrisi (Canfora et al., 2015; Zhu et al., 2013).

Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun

Perlakuan media tanam dengan penambahan amelioran menunjukkan pengaruh yang nyata pada pengamatan tinggi tanaman dan jumlah daun (Tabel 3). Perlakuan media tanah: kompos (50%:50%) berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Kompos di dalam tanah mampu memberikan meningkatkan kualitas fisik tanah seperti memperbaiki struktur tanah dan meningkatkan kapasitas penahan air (Kowaljow et al., 2017). Selain itu, kompos sebagai amandemen organik mampu meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman melalui peningkatan fisik dan ketersediaan nutrisi tanah (Singh et al., 2022). Dibandingkan dengan tanah biochar, meskipun mampu memperbaiki fisika tanah namun juga dapat mempengaruhi keseimbangan aerasi tanah (Tang et al., 2023). Penyerapannya terhadap air dan nutrisi cenderung singkat yang berimplikasi pada penurunan ketersediaan langsung untuk tanaman (Agegnehu et al., 2016). Di dalam tanah kompos bisa berfungsi sebagai bank nutrisi yang mampu melepaskan nutrisi secara perlahan (*slow release*) seiring dengan proses dekomposisi (Lal, 2020).

Tabel 3. Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun

Perlakuan	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Daun (helai)
M1	16.41b	9.44b
M2	15.34b	9.11b
M3	17.91a	10.50a

Keterangan: Angka pada baris dan kolom diikuti huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda pada tingkat nyata (α) 5% menurut uji DMRT.

KESIMPULAN DAN SARAN

1. Interaksi sumber pupuk N dan media tanam dengan perbedaan jenis amelioran mampu meningkatkan pertumbuhan diameter batang dan panjang akar pakcoy secara signifikan pada perlakuan terbaik adalah BPN+urea+POC dengan media tanam tanah:biochar (50%:50%).
2. Pupuk N mampu meningkatkan bobot kering tajuk dan serapan N tanaman pakcoy secara signifikan pada perlakuan terbaik adalah BPN+POC.
3. Media tanam dengan amelioran mampu meningkatkan pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun pakcoy secara signifikan dengan perlakuan terbaik tanah:kompos (50%:50%).

DAFTAR PUSTAKA

- Adugna, G. (2016). A review on impact of compost on soil properties, water use and crop productivity. *Academic Research Journal of Agricultural Science Research*.
- Agegnehu, G., Bass, A. M., Nelson, P. N., & Bird, M. I. (2016). Benefits of biochar, compost and biochar-compost for soil quality, maize yield and greenhouse gas emissions in a tropical agricultural soil. *Science of the Total Environment*, 543. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.11.054>
- Alotaibi, K. D., & Schoenau, J. J. (2019). Addition of biochar to a sandy desert soil: Effect on crop growth, water retention and selected properties. *Agronomy*, 9(6). <https://doi.org/10.3390/agronomy9060327>
- Bashan, Y., de-Bashan, L. E., Prabhu, S. R., & Hernandez, J. P. (2014). Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: Formulations and practical perspectives (1998-2013). In *Plant and Soil* (Vol. 378, Issues 1–2). <https://doi.org/10.1007/s11104-013-1956-x>

- Bijay-Singh, & Craswell, E. (2021). Fertilizers and nitrate pollution of surface and ground water: an increasingly pervasive global problem. In *SN Applied Sciences* (Vol. 3, Issue 4). <https://doi.org/10.1007/s42452-021-04521-8>
- Canellas, L. P., Olivares, F. L., Aguiar, N. O., Jones, D. L., Nebbioso, A., Mazzei, P., & Piccolo, A. (2015). Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. In *Scientia Horticulturae* (Vol. 196). <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013>
- Canfora, L., Malusà, E., Salvati, L., Renzi, G., Petrarulo, M., & Benedetti, A. (2015). Short-term impact of two liquid organic fertilizers on *Solanum lycopersicum* L. rhizosphere Eubacteria and Archaea diversity. *Applied Soil Ecology*, 88. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2014.11.017>
- Choudhury, A. T. M. A., Kecskés, M. L., & Kennedy, I. R. (2014). Utilization of BNF Technology Supplementing Urea N for Sustainable Rice Production. *Journal of Plant Nutrition*, 37(10). <https://doi.org/10.1080/01904167.2014.888746>
- Ding, Y., Liu, Y. X., Wu, W. X., Shi, D. Z., Yang, M., & Zhong, Z. K. (2010). Evaluation of biochar effects on nitrogen retention and leaching in multi-layered soil columns. *Water, Air, and Soil Pollution*, 213(1–4). <https://doi.org/10.1007/s11270-010-0366-4>
- Guo, Y., Zhang, M., Liu, Z., Zhao, C., Lu, H., Zheng, L., & Li, Y. C. (2020). Applying and Optimizing Water-Soluble, Slow-Release Nitrogen Fertilizers for Water-Saving Agriculture. *ACS Omega*, 5(20). <https://doi.org/10.1021/acsomega.0c00303>
- Ji, R., Dong, G., Shi, W., & Min, J. (2017). Effects of liquid organic fertilizers on plant growth and rhizosphere soil characteristics of chrysanthemum. *Sustainability (Switzerland)*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/su9050841>
- Kowaljow, E., Gonzalez-Polo, M., & Mazzarino, M. J. (2017). Understanding compost effects on water availability in a degraded sandy soil of Patagonia. *Environmental Earth Sciences*, 76(6). <https://doi.org/10.1007/s12665-017-6573-1>
- Lal, R. (2020). Soil organic matter content and crop yield. *Journal of Soil and Water Conservation*, 75(2). <https://doi.org/10.2489/JSWC.75.2.27A>
- Lehmann, J., & Joseph, S. (2024). Biochar for environmental management: Science, technology and implementation. In *Biochar for Environmental Management: Science, Technology and Implementation*. <https://doi.org/10.4324/9781003297673>
- Sharp, R. G. (2013). A review of the applications of chitin and its derivatives in agriculture to modify plant-microbial interactions and improve crop yields. In *Agronomy* (Vol. 3, Issue 4). <https://doi.org/10.3390/agronomy3040757>
- Singh, V. K., Malhi, G. S., Kaur, M., Singh, G., & Jatav, H. S. (2022). Use of Organic Soil Amendments for Improving Soil Ecosystem Health and Crop Productivity. In *Ecosystem Services: Types, Management and Benefits*.
- Sipayung, B. P., Tobing, W. L., Tefa, A. Y., epriliati, I., Widyawati, P. S., Laurentinus, H. S., Buan, F. C. H., & Silla, M. E. (2024). Inovasi Teknologi Budidaya Sayuran pada Lahan Kering Melalui Pupuk Organik dan Vertikultur dengan Sistem Fertigasi Sumbu di Desa Napan Kabupaten Timor Tengah Utara NTT. *Jurnal Pengabdian Undikma*, 5(1). <https://doi.org/10.33394/jpu.v5i1.10305>

- Swify, S., Mažeika, R., Baltrusaitis, J., Drapanauskaitė, D., & Barčauskaitė, K. (2024). Review: Modified Urea Fertilizers and Their Effects on Improving Nitrogen Use Efficiency (NUE). In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 16, Issue 1). <https://doi.org/10.3390/su16010188>
- Tang, H., Chen, M., Wu, P., Faheem, M., Feng, Q., Lee, X., Wang, S., & Wang, B. (2023). Engineered biochar effects on soil physicochemical properties and biota communities: A critical review. In *Chemosphere* (Vol. 311). <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.137025>
- Tobing, W. L., Ndua, D. D., & Hanas, D. F. (2024a). Utilization of organic ameliorants and fertilizers to increase Entisol total N through axis system fertigation in vertical cultivation. In *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1302). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1302/1/012023>
- Tobing, W. L., Ndua, N. D. D. N., & Hanas, D. F. (2024b). Verticulture Cultivation Fertigation System through Wick: Study of Growth and Yield of Pakchoi in Dry Land. *Universal Journal of Agricultural Research*, 12(1), 133–147. <https://doi.org/10.13189/ujar.2024.120113>
- Tobing, W. L., Neonbeni, E. Y., Gumelar, A. I., Tuas, M. A., & Sabuna, R. (2022). Serapan dan Efisiensi Penyerapan Hara N dan P Pada Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Sistem Vertikultur di Lahan Kering. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, 24(1), 50. <https://doi.org/10.20961/agsjpa.v24i1.59912>
- Yuniarti, A., Suriadikusumah, A., & Gultom, J. U. (2018). Pengaruh pupuk anorganik dan pupuk organik cair terhadap ph, n-total, c-organik, dan hasil pakcoy pada inceptisols. *Prosiding Semnastan*.
- Zhang, M., Cheng, G., Feng, H., Sun, B., Zhao, Y., Chen, H., Chen, J., Dyck, M., Wang, X., Zhang, J., & Zhang, A. (2017). Effects of straw and biochar amendments on aggregate stability, soil organic carbon, and enzyme activities in the Loess Plateau, China. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(11). <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8505-8>
- Zhang, Y., Li, D., Zhang, K., Xiao, F., Li, Y., Du, Y., Xue, Y., Zhang, L., Gong, P., Song, Y., & Wu, K. (2023). The Effects of Long-Term Application of Stabilized and Coated Urea on Soil Chemical Properties, Microbial Community Structure, and Functional Genes in Paddy Fields. *Agronomy*, 13(9). <https://doi.org/10.3390/agronomy13092190>
- Zhu, Z., Zhang, F., Wang, C., Ran, W., & Shen, Q. (2013). Treating fermentative residues as liquid fertilizer and its efficacy on the tomato growth. *Scientia Horticulturae*, 164. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2013.10.008>