

Neonbasu & Wilda, 2025

PENGARUH PUPUK N DENGAN MEDIA DAN BARIS TANAM PADA BUDIDAYA VERTIKULTUR SISTEM VERTIGASI TERHADAP TANAMAN PAKCOY DI LAHAN KERING

Noventus Be Neonbasu^{1)*}, Wilda Lumban Tobing¹⁾

¹⁾Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Sains, dan Kesehatan, Universitas Timor
Jln. El Tari – Km 09 Kelurahan Sasi, Telp. 0812-3956-4700.

*corresponding author : noventusnb2002@gmail.com

* Received for review April 10, 2025 Accepted for publication April 21, 2025

Abstract

Cultivation in dry land requires heavy management because it has a fairly low physical quality. The verticulture system with fertigation is an innovation in dryland cultivation that can increase pakchoi production. The purpose of this study was to examine the effect of the combination of N fertilizer with media formulation and planting rows in verticulture on pakchoi in dryland. This study used an experimental method with a Split Plot Design. The main plots of media and fertilizers consisted of: a combination of 50% soil planting media: biochar + 50% compost with 1 g/L urea + 40 mL/L POC + 10 mL/L BPN; a combination of 50% soil planting media: biochar + 50% compost with 0.75 g/L urea + 30 mL/L POC + 7.5 mL/L BPN; a combination of 25% soil planting media: biochar + 75% compost with 1 g/L urea fertilizer + 40 mL/L POC + 10 mL/L BPN; a combination of 25% soil planting media: biochar + 75% compost with 0.75 g/L urea + 30 mL/L POC + 7.5 mL/L BPN. The sub-plots consist of the first row; the second row; and the third row. The results showed that the combination of N fertilizer with the media formulation and rows was able to increase the growth and yield of pakchoi plants with the best results being a combination of 25% soil planting media: biochar + 75% compost with 0.75 g/L urea + 30 mL/L POC + 7.5 mL/L BPN and the second row in verticulture using the fertigation system.

Keywords: Biochar, Compost, Liquid Organic Fertilizer, Nitrogen Fixing Bacteria, Urea.

Abstrak

Budidaya di lahan kering membutuhkan pengelolaan yang berat karena memiliki kualitas fisik yang cukup rendah. Sistem vertikultur dengan fertigasi merupakan inovasi budidaya tanaman di lahan kering yang dapat meningkatkan produksi pakcoy. Tujuan penelitian adalah mengkaji pengaruh kombinasi pupuk N dengan formulasi media dan baris tanam pada vertikultur terhadap tanaman pakcoy di lahan kering. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan Rancangan Petak Terbagi. Petak utama media dan pupuk terdiri dari: kombinasi media tanam tanah 50% : biochar + kompos 50% dengan pupuk urea 1 g/L + POC 40 mL/L + BPN 10 mL/L; kombinasi media tanam tanah 50% : biochar + kompos 50% dengan pupuk urea 0,75 g/L + POC 30 mL/L + BPN 7,5 mL/L; kombinasi media tanam tanah 25% : biochar + kompos 75% dengan pupuk urea 1 g/L + POC 40 mL/L + BPN 10 mL/L; dan kombinasi media tanam tanah 25% : biochar + kompos 75% dengan pupuk urea 0,75 g/L + POC 30 mL/L + BPN 7,5 mL/L. Anak petak terdiri dari baris tanam pertama; baris tanam kedua; dan baris tanam ketiga. Analisis data menggunakan analisis sidik ragan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* dengan tingkat nyata 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk N dengan formulasi media dan baris tanam mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy dengan hasil terbaik adalah kombinasi media tanam tanah 25% : biochar + kompos 75% dengan pupuk urea 0,75 g/L + POC 30 mL/L + BPN 7,5 mL/L dan baris tanam kedua pada budidaya vertikultur sistem fertigasi.

Kata kunci: Biochar, Bakteri Penambat Nitrogen, Kompos, Pupuk Organik Cair, Urea.



Copyright © 2025 The Author(s)

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license

Neonbasu & Wilda, 2025

1. PENDAHULUAN

Sistem vertikultur merupakan salah satu inovasi dalam pertanian yang terus berkembang dengan berbagai modifikasi guna meningkatkan efisiensi budidaya tanaman. Salah satu modifikasi yang dapat diterapkan adalah sistem fertigasi, yaitu teknologi yang memungkinkan pemberian air dan pupuk dalam bentuk cair melalui sistem irigasi. Teknik ini sangat mendukung adaptasi pertanian di lahan kering dengan meningkatkan efisiensi penggunaan air dan nutrisi tanaman (Tobing *et al.*, 2022). Pakcoy merupakan salah satu tanaman yang sering dibudidayakan dalam sistem vertikultur. Pakcoy juga menjadi salah satu komoditas sayuran yang memiliki nilai ekonomi tinggi di Indonesia. Namun, dengan produksi yang dihasilkan 9 ton/ha, ini jauh di bawah potensi hasil maksimalnya yang dapat mencapai 40 ton/ha (Sudarmaji *et al.*, 2020). Rendahnya produktivitas ini disebabkan oleh berbagai faktor, termasuk kualitas media tanam, keterbatasan unsur hara, serta persaingan antar tanaman dalam memperoleh nutrisi dan cahaya matahari.

Kondisi lahan yang berada di Nusa Tenggara Timur khususnya Timor Tengah Utara memiliki lahan kering yang memiliki karakteristik tanah yang berbatu, dengan kandungan karbon organik yang rendah, serta kandungan hara yang terbatas (Neonbeni *et al.*, 2022). Dengan menambahkan kompos dan biochar dapat meningkatkan kualitas media tanam. Peningkatan kapasitas retensi air dapat dipengaruhi oleh biochar dan biochar juga mampu mempertahankan kesuburan tanah dalam waktu yang lebih lama, di sisi lain kompos berperan dalam meningkatkan kualitas fisik, kimia, dan biologi tanah meskipun efeknya bersifat sementara (Safitri *et al.*, 2018; Tobing *et al.*, 2024). Penggunaan pupuk yang tepat juga berpengaruh dalam meningkatkan hasil panen pakcoy. Pupuk anorganik seperti urea yang kaya akan nitrogen (N), sangat penting untuk pertumbuhan tanaman. Namun, nitrogen dalam bentuk nitrat (NO_3^-) mudah tercuci sehingga penggunaannya perlu dikombinasikan dengan pupuk organik untuk meningkatkan efisiensi serapan (Darso *et al.*, 2023). Pupuk organik cair (POC) dapat menjadi solusi dengan memperbaiki struktur tanah serta meningkatkan serapan unsur hara, yang pada akhirnya mempercepat pertumbuhan dan meningkatkan hasil tanaman (Ati *et al.*, 2023). Selain itu, pemanfaatan bakteri pengikat nitrogen (BPN) juga dapat mengurangi ketergantungan terhadap pupuk anorganik dengan cara mengikat nitrogen dari udara ke dalam tanah (Tobing *et al.*, 2024a). Faktor lain yang turut memengaruhi pertumbuhan pakcoy dalam sistem vertikultur adalah pengaturan baris tanam. Jarak tanam yang optimal sangat penting untuk mengurangi persaingan dalam mendapatkan cahaya matahari, air, dan nutrisi. Kerapatan populasi yang terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan tanaman akibat berkurangnya intensitas cahaya yang diterima, sehingga berpotensi menurunkan hasil panen (Neonbeni *et al.*, 2022; Wardoyo *et al.*, 2019). Penelitian sebelumnya diketahui bahwa pupuk urea + POC + BPN dengan media tanam tanah : biochar + Kompos (1:1) mampu meningkatkan pertumbuhan pakcoy budidaya sistem vertikultur dengan fertigasi di lahan kering (Tobing *et al.*, 2024b). Namun, belum ada kajian konsentrasi dan persentase yang tepat pada ketigapupuk dan biochar dan kompos sebagai media tanam. Selain itu, jarak tanam 15 cm antar lubang tanam pada vertikultur menjadi perlakuan yang optimal untuk meningkatkan pertumbuhan pakcoy budidaya sistem vertikultur fertigasi (Neonbeni *et al.*, 2022; Tobing *et al.*, 2022). Perlu kajian baris tanam yang tepat sebagai pengembangannya. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengkaji pengaruh kombinasi pupuk, media tanam, dan baris tanam dalam sistem vertikultur fertigasi terhadap pertumbuhan serta hasil panen pakcoy di lahan kering.

Neonbasu & Wilda, 2025

2. BAHAN DAN METODE

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan adalah benih pakcoy, air, tanah, sekam padi, tanah, kotoran ternak, hijauan (daun kirinyu dan daun gamal), EM4, molase, kain planel, dan botol plastik.

2.2 Metode

Penelitian eksperimental ini menggunakan Rancangan Petak Terbagi (RPT) yang terdiri atas 2 faktor yaitu petak utama dan anak petak. Petak utama adalah media dan pupuk yang terdiri atas: kombinasi media tanam tanah 50% :biochar+kompos 50% dengan pupuk urea 1 g/L +POC 40 mL/L +BPN 10 mL/L (P1); kombinasi media tanam tanah 50% :biochar +kompos 50% dengan pupuk urea 0,75 g/L +POC 30 mL/L +BPN 7,5 mL/L (P2); kombinasi media tanam tanah 25% :biochar+kompos 75% dengan pupuk urea 1 g/L +POC 40 mL/L +BPN 10 mL/L (P3); dan kombinasi media tanam tanah 25% :biochar+kompos 75% dengan pupuk urea 0,75 g/L +POC 30 mL/L +BPN 7,5 mL/L (P4). Anak petak adalah baris tanam yang terdiri atas baris tanam pertama (B1); baris tanam kedua (B2); dan baris tanam ketiga (B3). Peneliti menerapkan 12 kombinasi perlakuan dan mengulangnya sebanyak 3 kali sehingga diperoleh total 36 kombinasi perlakuan. Peneliti melakukan uji lanjut dengan metode *Duncan Multiple Range Test (DMRT)* dengan tingkat nyata 5%, menggunakan aplikasi SAS (9.1). Peneliti mengamati beberapa parameter dalam penelitian ini, yaitu jumlah daun, bobot segar tajuk, bobot segar akar, volume akar, panjang akar, bobot kering tajuk, bobot kering akar, indeks panen.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengaruh Interaksi Media dengan Pupuk dan Baris Tanam Pada Tanaman Pakcoy

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam anova diketahui bahwa interaksi media tanam (tanah : biochar + kompos) dengan pupuk N (urea + POC + BPN) dan baris tanam Mempunyai dampak signifikan pada parameter jumlah daun 35 HST, bobot segar tajuk dan akar, volume akar, indeks panen dengan perlakuan terbaik kombinasi media tanam tanah 25% :biochar+kompos 75% dengan pupuk urea 0,75 g/L + POC 30 mL/L +BPN 7,5 mL/L dan baris tanam kedua (Tabel1). Hal ini diduga terjadi karena interaksi media tanam dengan pupuk, dan baris tanam kedua menciptakan kondisi optimal untuk pertumbuhan dan hasil panen yang lebih baik dengan meningkatkan efisiensi serapan nutrisi, memperbaiki struktur tanah, serta mengurangi persaingan antar tanaman. Penelitian Hamid *et al.* (2023) menjelaskan bahwa rendahnya kandungan unsur hara dalam tanah dapat menyebabkan tingkat kesuburan tanah menjadi rendah, yang kemudian menjadi penghalang dalam proses penyerapan unsur hara oleh tanaman.

Neonbasu & Wilda, 2025

Tabel 1. Pengaruh Interaksi Media dengan Pupuk dan Baris Tanam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)	Bobot Segar Tajuk (g)	Bobot Segar Akar (g)	Volume Akar (mL)	Indeks Panen (%)
P1B1	10.00de	47.00ab	1.24ab	1.30a	97.04ab
P1B2	9.67ef	35.14bc	1.27ab	0.90b	96.51ab
P1B3	9.33ef	20.85cd	0.42c	0.70bc	98.02a
P2B1	11.33bc	18.50d	0.57c	0.50c	96.58ab
P2B2	8.67f	17.54d	0.35c	0.50c	98.06a
P2B3	10.00de	14.95d	0.34c	0.50c	97.76a
P3B1	11.33bc	35.11bc	0.70c	0.85bc	98.01a
P3B2	11.33bc	60.43a	1.33ab	1.00ab	97.85a
P3B3	11.00cd	25.40cd	1.11b	1.00ab	95.79b
P4B1	12.33ab	27.00cd	0.52c	0.65bc	98.01a
P4B2	12.67a	49.65ab	1.52a	1.00ab	97.00ab
P4B3	12.67a	18.85d	0.45c	0.50c	97.71a

Keterangan: Angka yang diikuti huruf pada baris yang sama setiap parameter pengamatan menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf (α) 5 %.

Proses pertumbuhan tanaman sangat bergantung pada tingkat kesuburan tanah, dan salah satu cara untuk meningkatkan kesuburan tanah adalah dengan pemupukan, sehingga tanaman dapat tumbuh dengan optimal dan menghasilkan panen yang melimpah. Penelitian Tobing *et al.* (2024) menunjukkan bahwa terjadi peningkatan total N di dalam tanah setelah penambahan bahan organik tanah: kompos: biochar dan pupuk urea + POC + BPN. Siburian *et al.* (2016) untuk mendukung pertumbuhan vegetatif akar tanaman membutuhkan unsur hara nitrogen yang bisa didapat dari urea dan pupuk organik cair. Penelitian Praseptiyani *et al.* (2023) menunjukkan bahwa berat tanaman segar pakcoy dapat ditingkatkan dengan menggabungkan media tanam tanah, arang sekam, dan pupuk. Dewi *et al.* (2021) Menyatakan bahwa kandungan air di dalam tanah dan kemampuan akar untuk menyerap air mempengaruhi bobot segar akar. Penelitian Wardoyo *et al.* (2019) menjelaskan bahwa pola baris tanam mempengaruhi efektivitas pemupukan dan pertumbuhan tanaman pakcoy.

3.2. Pengaruh Pupuk dengan Media Pada Tanaman Pakcoy

Berdasarkan hasil analisis sidik ragam anova. media tanam (tanah : biochar + kompos) dengan pupuk N (urea + POC + BPN) berpengaruh nyata pada parameter jumlah daun 35 HST, berat tajuk segar, berat akar segar, dan volume akar di mana kombinasi media tanam tanah 25% : biochar + kompos 75% dengan pupuk urea 1 g/L +POC 40 mL/L + BPN 10 mL/L menjadi perlakuan terbaik (Tabel 2). Hal ini diduga terjadi karena media dengan pupuk menciptakan kondisi optimal untuk pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan ketersediaan nutrisi, efisiensi serapan hara, serta memperbaiki lingkungan perakaran. Penelitian Siburian *et al.* (2016) menunjukkan bahwa pupuk organik akan lebih baik digunakan bersama dengan pupuk anorganik karena keduanya dapat bekerja sama untuk memberikan nutrisi kepada tanaman. Kombinasi pupuk organik cair dan urea dapat memenuhi kebutuhan unsur hara, terutama nitrogen, yang sangat penting untuk pertumbuhan vegetatif, terutama perkembangan daun. Dalam penelitian Handayani *et al.* (2021) menyatakan bahwa pemberian bahan organik kompos dan biochar yang dikombinasikan dengan pupuk hayati mampu memberikan hasil yang baik pada tanaman, sehingga pemberian pupuk hayati pada tanaman dapat mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Penelitian Kolo *et al.* (2024) Menyatakan

Neonbasu & Wilda, 2025

bahwa hasil tanaman pakcoy dapat dipengaruhi oleh kombinasi media (tanah dan kompos), karena kompos dapat meningkatkan kualitas fisik tanah, seperti meningkatkan struktur tanah dan meningkatkan kapasitas tampung air. Bahzar & Santosa (2018) menyatakan bahwa semakin tinggi porositas suatu media tanam, maka semakin baik sirkulasi udara (aerasi) yang dihasilkan, sehingga dapat mendukung pertumbuhan akar secara optimal.

Tabel 2. pengaruh media dan pupuk terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy.

Perlakuan	Jumlah daun (helai),	berat segar tajuk (g)	berat segar akar (g)	volume akar (mL)
P1	9.67c	34.33a	0.98ab	0.97a
P2	10.00c	17.00b	0.42c	0.50c
P3	11.22b	40.31a	1.05a	0.95a
P4	12.56a	31.83a	0.83b	0.72b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf pada baris yang sama setiap parameter pengamatan menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf (α) 5 %.

3.3. Pengaruh Baris Tanam Pada Tanaman Pakcoy

Perlakuan baris tanam berpengaruh nyata pada parameter bobot segar tajuk, bobot segar akar, panjang akar, bobot kering tajuk, bobot kering akar dimana perlakuan terbaik yaitu baris tanam kedua (Tabel 3). Hal ini diduga terjadi karena karena jarak tanam pada perlakuan Baris tanam kedua memberikan keseimbangan yang optimal antara ketersediaan cahaya, serta efisiensi penyerapan air dan nutrisi. Penelitian Nur *et al.* (2024) menyatakan bahwa pada ketinggian talang 80 cm (baris tengah) tanaman berada dalam kondisi optimal dimana memperoleh intensitas cahaya yang cukup tidak berlebihan maupun kekurangan dibandingkan dengan ketinggian 120 cm dan 60 cm. Wardoyo *et al.* (2019) menyatakan bahwa cahaya matahari dan arah penyinarannya memiliki peran penting dalam pertumbuhan tanaman. Sementara itu, Cahaya yang rendah dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman dan menyebabkan hasil produksi menjadi lebih rendah. Panataria *et al.* (2020) menyatakan bahwa berbagai faktor memengaruhi pertumbuhan tanaman, baik faktor internal seperti hormon dan nutrisi maupun faktor lingkungan. Faktor lingkungan yang berperan meliputi ketersediaan air dalam jaringan tanaman, suhu di area pertanaman, serta intensitas cahaya matahari

Tabel 3. Pengaruh Baris Tanam terhadap Rataan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy

Perlakuan	Bobot Segar Tajuk (g)	Bobot Segar Akar (g)	Panjang Akar (cm)	Bobot Kering Tajuk (g)	Bobot Kering Akar (g)
B1	31.90b	0.76b	9.98b	1.58b	0.15a
B2	40.69a	1.12a	10.75a	2.21a	0.19a
B3	20.01c	0.58c	8.71c	1.32b	0.08b

Keterangan: Angka yang diikuti huruf pada baris yang sama setiap parameter pengamatan menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf (α) 5 %.

3. SIMPULAN

Kombinasi pupuk N dengan media dan baris tanam pada vertikultur sistem fertigasi mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy melalui budidaya sistem vertikultur dengan fertigasi di lahan kering dengan perlakuan terbaik adalah kombinasi media tanam tanah 25%

Neonbasu & Wilda, 2025

:biochar+kompos 75% dengan pupuk urea 0,75 g/L + POC 30 mL/L + BPN 7,5 mL/L dan baris tanam kedua.

4. DAFTAR PUSTAKA

- Ati, D., Lelang, M. A., & Tobing, W. L. 2023. Pengaruh Media Tanam dan Pupuk Organik Cair terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca sativa L.*). *Agroprimatech*, 6(2), 70–77. <https://doi.org/https://doi.org/10.34012/agroprimatech.v6i2.3519>
- Bahzar, M. H., & Santosa, M. 2018. Pengaruh Nutrisi dan Media Tanam terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy (*Brassica rapaL. var. chinensis*) dengan Sistem Hidroponik Sumbu. *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(7), 1273–1281. <https://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/775>
- Darso, W. A. S. P., Elizabeth, K., & Habi, M. La. 2023. Pengaruh Pupuk Organik Cair dan Urea terhadap Kemasaman, N-total, Serapan N, Serta Produksi Tanaman Selada (*Lactuca sativa L.*) Pada Regosol. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 19(2), 142–148. <https://doi.org/10.30598/jbdp.2023.19.2.142>
- Dewi, R. S., Sumarsono, & Fuskhah, E. 2021. Pengaruh Pembenah Tanah terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tiga Varietas Padi pada Tanah Asal Karanganyar Berbasis Pupuk Organik Bio-Slurry. *Jurnal Buana Sains*, 21(1), 2527–5720. <https://jurnal.unitri.ac.id/index.php/buanasains>
- Hamid, A. S., Zafrullah, D., Sihite, I. D., Syahid, A., Adji, F. F., & Asie, K. V. 2023. Pertumbuhan dan Hasil Pakcoy (*Brassica rapaL.*) terhadap Pemberian Biochar Tempurung Kelapa pada Tanah Gambut Pedalaman. *Jurnal AGRI PEAT*, 24(2), 14–18. <https://doi.org/https://doi.org/10.36873/agp.v24i2.10480>
- Handayani, C. O., Dewi, T., & Hidayah, A. 2021. Pengaruh Biochar, Kompos dan Pupuk Hayati Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Bawang Merah Varietas Bima Brebes. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 12(3), 198–203. <https://doi.org/10.29244/jhi.12.3.198-203>
- Kolo, A. A. J., Tobing, W. L., Tefa, A. Y., & Ndua, N. D. D. 2024. Pengaruh Pupuk dan Amelioran pada Tanaman Pakcoy Budidaya Sistem Vertikultur dengan Fertigasi Sumbu di Lahan Kering. *Agroprimatech*, 8(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.34012/agroprimatech.v8i2.5718>
- Neonbeni, E. Y., Tobing, W. L., Gumelar, A. I., Tuas, M. A., & Sabuna, R. 2022. Pertumbuhan Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa subsp. chinensis*) Sistem Vertikultur dengan Fertigasi di Lahan Kering. *Agromix*, 13(2), 159–167. <https://doi.org/10.35891/agx.v13i2.2961>
- Nur, M., Ernita, Maizar, & Agara, O. 2024. Pengaruh Ketinggian Talang dan Media Tanam Secara Hidroponik Vertikultur terhadap Pertumbuhan Selada Chris Green (*Lactuca sativa L.*). *Jurnal Dinamika Pertanian*, 3(3), 209–218. [https://doi.org/10.25299/dp.2024.vol40\(3\).21352](https://doi.org/10.25299/dp.2024.vol40(3).21352)
- Panataria, L. R., Sihombing, P., & Sianturi, B. 2020. Pengaruh Pemberian Biochar dan POC terhadap Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Pakcoy (*Brassica rapaL.*) Pada Tanah Ultisol. *Jurnal Ilmiah Rhizobia*, 2(1), 1–14. <https://doi.org/10.36985/rhizobia.v9i1.217>
- Praseptiyani, N., Sugiono, D., & Subradja, V. O. 2023. Pengaruh Kombinasi Beberapa Media Tanam Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy Pada Sistem Vertikultur. *AGRICA: Journal of Sustainable Dryland Agriculture*, 16(2), 240–255. <https://doi.org/10.37478/agr.v16i2.3342>
- Safitri, I. N., Setiawati, T., & Bowo, C. 2018. Biochar dan Kompos untuk Peningkatan Sifat Fisika Tanah dan Efisiensi Penggunaan Air. *Techno: Jurnal Penelitian*, 07(01), 116–127. <http://ejournal.unkhair.ac.id/index.php/Techno>
- Siburian, I. S., Suntari, R., & Prijono, S. 2016. Pengaruh Aplikasi Urea dan Pupuk Organik Cair (Urin

Neonbasu & Wilda, 2025

Sapi Dan Teh Kompos Sampah) terhadap Serapan N serta Produksi Sawi pada Entisol. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, 3(1), 303–310. <http://jtsl.ub.ac.id>

Sudarmaji, D., Muchtar, R., Vandira, A., & Kusumah, C. 2020. Respon Tanaman Pakcoy (*Brassica rapa L.*) terhadap Pupuk Pelengkap Cair pada Sistem Vertikultur. *Jurnal Ilmiah Respati*, 11(2), 171–180. <http://ejournal.urindo.ac.id/index.php/pertanian>

Tobing, W. L., Ndua, N. D. D., & Hanas, D. F. 2024a. Utilization of organic ameliorants and fertilizers to increase Entisol total N through axis system fertigation in vertical cultivation. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1302(1), .1088/1755-1315/1302. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1302/1/012023>

Tobing, W. L., Ndua, N. D. D., & 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. Ssp. Chinensis*) Sistem Vertikultur di Lahan Kering. *Agrosains: Jurnal Penelitian Agronomi*, 24(1), 50–57. <https://doi.org/DOL: http://dx.doi.org/10.20961/agsjpa.v24i1.59912>

Wardoyo, E. F. P., Baskara, M., & Sudiarmo. 2019. Pengaruh Pola Baris dan Arah Penyinaran terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Hias dan Tanaman Pakcoy pada Vertikultur. *Jurnal Produksi Tanaman*, 7(7), 1206–1212.