

Pengaruh Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Pakcoy Terhadap Perlakuan Pupuk dan Baris Tanam pada Lahan Kering Melalui Sistem Budidaya Vertikultur

The Effect of Pakcoy Plant Growth and Yield on Fertilizer and Planting Rows on Dry Land Using a Vertical Cultivation System

Maria Inosensia Mali^{1*}, Fulgensius Palbeno¹, Wilda Lumban Tobing¹, Deseriana Bria¹, Natalia Desi Djata Ndua¹, Azor Yulianus Tefa¹

¹Program Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Sains, dan Kesehatan, Universitas Timor
Email korespondensi: mariainosensiamali@gmail.com

ABSTRACT

This study was to determine the effect of N fertilizer and row planting intervals on the growth and yield of pak choi plants in vertical cultivation with fertigation in dry land. This research method used an experimental Split Plot Design (RPT) consisting of 2 factors, namely the main plot and sub-plot. The main plot consists of: Urea 0.75 g / L + POC 30 mL / L + BPN 7.5 mL / L, Urea 0.5 g / L + POC 20 mL / L + BPN 5 mL / L and Urea 0.25 g / L + POC 10 mL / L + BPN 2.5 mL / L. The sub-plot consists of: the first row, the second row and the third row. So that a combination of treatments of 9 treatments was obtained which was repeated 3 times so that a total of 27 treatment combinations were obtained. The results of the study showed that urea 0.75 g/L + POC 30 mL/L + BPN 7.5 mL/L in the second planting row was able to increase the growth and yield of pak choi plants in vertical cultivation systems with fertigation on dry land.

Keywords: row planting, liquid organic fertilizer, nitrogen fixing bacteria, pakcoy

ABSTRAK

Penelitian ini untuk mengetahui pengaruh pemupukan N dan jarak tanam baris terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy pada budidaya vertikal dengan fertigasi di lahan kering. Metode penelitian ini menggunakan Rancangan Petak Terbagi (RPT) percobaan yang terdiri dari 2 faktor yaitu petak utama dan anak petak. Petak utama terdiri dari: Urea 0,75 g/L + POC 30 mL/L + BPN 7,5 mL/L, Urea 0,5 g/L + POC 20 mL/L + BPN 5 mL/L dan Urea 0,25 g/L + POC 10 mL/L + BPN 2,5 mL/L. Anak petak terdiri dari: baris pertama, baris kedua dan baris ketiga. Sehingga diperoleh kombinasi perlakuan sebanyak 9 perlakuan yang diulang sebanyak 3 kali sehingga diperoleh total 27 kombinasi perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian urea 0,75 g/L + POC 30 mL/L + BPN 7,5 mL/L pada baris tanam kedua mampu meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy pada sistem budidaya vertikal dengan fertigasi di lahan kering.

Kata kunci: baris tanam, pupuk organik cair, bakteri pengikat nitrogen, pakcoy

PENDAHULUAN

Pakcoy mengandung serat, vitamin A, B, B2, B6, C, kalsium, fofor dan tembaga yang diminati oleh masyarakat Indonesia, karena memiliki

manfaat dapat mencegah kanker, hipertensi dan penyakit jantung. Produktivitas pakcoy di Indonesia tahun 2018 sampai 2019 mengalami penurunan hingga 5,72 ton/ha dari 6,59 ton/ha dan

produksi pakcoy yang juga menurun dari 652,723 ton menjadi 635,982 ton, sedangkan kebutuhan pakcoy di pasaran terus meningkat (BPS, 2019). Kurangnya adopsi teknologi dan lingkungan tumbuh yang kurang baik menyebabkan faktor-faktor di atas terjadi. Nusa Tenggara Timur (NTT) pada umumnya sangat miskin akan unsur hara, selain itu beberapa kendala yang terdapat di lahan kering seperti solum dangkal, berbatu, dan daya mengikat air yang sangat minim (Mulyani *et al.*, 2014)

Pemanfaatan lahan kering menjadi salah satu alternatif yang dapat dilakukan untuk meningkatkan produksi pakcoy. Penggunaan vertikultur yang dimodifikasi dengan fertigasi dapat dijadikan teknologi sebagai upaya meningkatkan produksi pakcoy di lahan kering, yang dimana sistem fertigasinya dijadikan untuk memberi air dan pupuk dalam bentuk cair untuk memenuhi nutrisi pada tanaman (Tobing *et al.*, 2024). Pupuk dan air yang diberikan lewat sistem fertigasi dapat optimal, sehingga dosis pupuk yang diberikan sesuai kebutuhan tanaman dan lebih efisien dalam penyerapan ke akar tanaman (Jabbar & Purnaningsih, 2022).

Pupuk yang sering digunakan untuk budidaya pakcoy adalah pupuk yang mengandung nitrogen (N) yaitu urea. Melalui sistem fertigasi, pupuk urea dilarutkan menggunakan air yang kemudian dialirkan ke seluruh bagian pipa vertikultur. Urea memiliki keunggulan yang mudah diserap oleh tanaman yang mengandung nitrogen (N) berkisar antara 45 – 46% (Siburian *et al.*, 2017). Pemberian nitrogen pada dosis yang tepat dapat meningkatkan laju pertumbuhan tanaman, meningkatkan pertumbuhan tanaman, meningkatkan metabolisme tanaman, pembentukan protein, karbohidrat akibatnya pemberian nitrogen pada dosis yang tepat mendorong laju pertumbuhan tanaman, mendukung metabolisme, serta meningkatkan pembentukan protein dan karbohidrat, sehingga berkontribusi pada peningkatan

pertumbuhan dan produksi tanaman secara keseluruhan (Dwiani *et al.*, 2023). Namun, penggunaan pupuk kimia secara terus menerus jika tidak sesuai dosis akan menyebabkan penurunan kesuburan tanah (Nisiyari Halawa *et al.*, 2025). Dampak penggunaan pupuk urea yang mudah hilang memerlukan kombinasi dari sumber pupuk N lain untuk mencukupi dan melengkapi kebutuhan N pada tanaman. Salah satu pupuk organik yang dapat menekan hilangnya N di dalam tanah yaitu pupuk organik cair (POC) yang merupakan pupuk organik berbasis limbah dan potensi lokal yang berpotensi menyediakan hara N pada tanaman. Kelebihan dari penggunaan POC yaitu mampu mengatasi defisiensi hara secara cepat, mempunyai bahan pengikat sehingga tidak mudah hilang dan memudahkan penyerapan sehingga ketersediaan hara secara cepat akan terpenuhi untuk tanaman (Kusumadewi *et al.*, 2020). Selain itu, untuk memperkaya unsur N di dalam tanah dapat dilakukan dengan pemanfaatan pupuk hayati yaitu bakteri penambat nitrogen (BPN). BPN sebagai bakteri penambat N bebas yang ada di udara (78%). Bakteri ini mampu mengubah N di udara menjadi bentuk tersedia bagi sehingga selalu digunakan untuk tanaman untuk meningkatkan produksi tanaman (Mendrofa *et al.*, 2024). Penggunaan BPN berpotensi mengurangi kebutuhan urea sebagai penyediaan N sintetik dan dapat meningkatkan produksi tanaman. BPN disebut sebagai bakteri diazotrof yang mampu mengikat N udara sebagai sumber N untuk pertumbuhan tanaman. Saida *et al.* (2022) menyatakan bahwa penggunaan biofertilizer dari BPN mampu menambat nitrogen N₂ sebanyak 30%.

Budidaya melalui vertikultur sistem fertigasi perlu mengkaji interval baris tanam. Penggunaan baris tanam akan mempengaruhi penyediaan cahaya dari energi matahari melalui permukaan daun sebagai dasar kebutuhan tanaman melangsungkan fotosintesis. Penentuan

melalui pengaturan jarak tanam mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Lase *et al.*, 2022). Tujuan pengaturan jarak tanam dalam budidaya sistem vertikultur untuk mendapatkan ruang tumbuh yang baik bagi pertumbuhan tanaman guna menghindari persaingan unsur hara dan penyinaran sinar matahari (Fay *et al.*, 2019). Sehingga demikian jarak tanam dapat memberikan penyebaran unsur hara secara merata pada tanaman dan memanfaatkan cahaya secara efektif (Sujarwadi, 2015). Penelitian ini sebagai kajian pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy pada budidaya vertikultur fertigasi di lahan kering melalui konsentrasi pupuk N dan interval baris tanam.

METODE

Penelitian ini telah dilakukan di lahan pertanian di Kelurahan Sasi, Kecamatan Kota Kefamenanu. Analisis hasil tanaman pakcoy dilakukan di Laboratorium Fakultas Pertanian, Sains, dan Kesehatan, Universitas Timor. Penelitian ini telah dilakukan pada bulan November – Desember 2024. Alat yang digunakan adalah penggaris, alat tulis, gunting, camera, neraca analitik, oven, ayakan tanah, pipa paralon 4 dim, paralon 0,5 dim, solder, gelas ukur, sekop, parang, linggis, ember, karung, paranet, gerinda, heat gun, terpal, corong, palu, jangka sorong, botol kaca, dan meter.

Bahan yang digunakan adalah benih sayur pakcoy Nauli F1, air, tanah, sekam padi, kotoran sapi, gula, hijauan kerinyu, hijauan gamal, EM-4, kayu, bambu, paku, kawat, spidol, kain flanel, urea, bakteri penambat nitrogen (BPN) dan limbah rumah tangga. Penelitian ini menggunakan eksperimental dengan Rancangan Petak Terbagi (RPT). Petak utama adalah pupuk yang terdiri atas: T1 = Urea 0,75 g/L + POC 30 mL/L + BPN 7,5 mL/L; T2 = Urea 0,5 g/L + POC 20 mL/L + BPN 5 mL/L; dan T3 = Urea 0,25 g/L + POC 10 mL/L + BPN 2,5 mL/L. Anak petak adalah baris tanam yang

terdiri atas B1= baris pertama; B2= baris kedua; dan B3= baris ketiga. Kombinasi perlakuan sebanyak 9 yang diulang 3 kali sehingga diperoleh total 27 kombinasi perlakuan.

Prosedur penelitian meliputi: persiapan lahan dan pupuk, persemaian, perancangan pipa vertikultur dan fertigasi berbasis sumbu, pengisian dan pemadatan media tanam di dalam pipa vertikultur, penanaman bibit pakcoy, pengaplikasian pupuk (10 dan 24 HST), pemeliharaan tanaman, dan pemanenan (35 HST).

Parameter penelitian ini meliputi: tinggi tanaman, jumlah daun, bobot segar tanaman (tajuk dan akar), volume dan panjang akar, dan bobot kering tanaman (tajuk dan akar).

Analisis hasil pengamatan dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA). Rata – rata perlakuan selanjutnya diuji lanjut menggunakan metode *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan tingkat nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Interaksi Pupuk N dan Baris tanam

Berdasarkan hasil analisis data sidik ragam menunjukkan bahwa interaksi pupuk dan baris tanam berpengaruh nyata pada parameter pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy ($P < 0.05$). Pada pengamatan pertumbuhan tinggi tanaman 35 HST diketahui bahwa T1B3 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Tabel 1). Pada jumlah daun, T1B1 tidak berbeda nyata dengan T1B2 dan T1B3 namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pengamatan berat segar tajuk dan berat segar akar perlakuan T1B2 berbeda sangat nyata dengan perlakuan lainnya. Pada parameter ppanjang akar perlakuan T1B1, T1B2, T2B1, T2B2, T3B1, dan T1B2 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada perlakuan berat kering tajuk dan berat kering akar perlakuan T1B2 dan T2B2 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Tabel 1. Pengaruh interaksi pupuk N dan interval baris tanam terhadap tanaman pakcoy

Perlakuan	Tinggi Tanaman 35 HST	Jumlah Daun 35 HST	Berat Segar Tajuk	Berat Segar Akar	Volume Akar	Panjang Akar	Berat Kering Tajuk	Berat Kering Akar
T1B1	3.28de	10.78a	18.52def	0.44cde	0.58de	9.12abc	1.39bc	0.10b
T1B2	3.31cd	10.33a	35.97a	1.12a	0.83ab	9.18abc	2.06a	0.17a
T1B3	3.94a	10.78a	15.20ef	0.33de	0.45e	8.45bc	0.90cd	0.06cd
T2B1	3.42bc	10.00b	25.30cd	0.59c	0.65cd	9.30ab	1.41bc	0.10cb
T2B2	3.50b	8.56dc	32.66ab	0.86b	0.97a	9.97a	1.71ab	0.14a
T2B3	3.18de	8.78c	21.33cde	0.49dc	0.67bcd	6.41d	1.07cd	0.08bcd
T3B1	3.27de	8.44cd	22.59cd	0.55c	0.82abc	9.03abc	1.32bc	0.10cb
T3B2	2.99f	8.33dc	26.18bc	0.58c	0.63de	10.33a	1.18bcd	0.09b
T3B3	3.14e	7.89d	14.17f	0.31e	0.52de	7.90c	0.68d	0.06cd

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

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi Urea, POC, BPN dengan baris tanam tersebut mampu bekerjasama secara sinergis dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil terbaik untuk pertumbuhan tanaman pakcoy. Sejalan dengan penelitian Kolo *et al.* 2024 mengemukakan bahwa kombinasi penggunaan pupuk N seperti urea, bersama dengan bakteri penambat nitrogen dan pupuk organik cair dalam sistem vertikultur, terbukti mendukung pertumbuhan tanaman yang lebih baik serta mendapatkan hasil panen yang sangat tinggi.

Berdasarkan hasil penelitian Melinda *et al.* 2024 menyatakan bahwa pertumbuhan tanaman lebih baik akibat pemberian urea, dimana urea mengandung unsur N yang tinggi sehingga mampu mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Penelitian Huda *et al.* 2023 menyatakan bahwa pupuk yang diinteraksikan dengan baris tanaman maka dapat meningkatkan penyerapan nitrogen dan nutrisi yang cukup, sehingga dapat meningkatkan hasil tanaman secara signifikan.

Penelitian Nurwasila *et al.* 2024 menyatakan bahwa kombinasi urea dengan POC mampu meningkatkan volume akar dimana mengandung unsur hara yang cukup untuk tanaman. Penelitian Febriati & Rahayu 2019 menyatakan bahwa penambahan bakteri penambat nitrogen pada tanaman berpengaruh baik bagi pertumbuhan

tanaman. Penelitian Lestari & Martuti (2024) menunjukkan bahwa arah penyinaran pola baris yang tepat, seperti dari arah timur, mendukung fotosintesis dan alokasi biomassa yang maksimal pada tanaman di baris pertama dan kedua, sehingga meningkatkan pertumbuhan secara keseluruhan. Penelitian Fay *et al.* (2019) menunjukkan bahwa tanaman pakcoy bertumbuh dengan baik melalui arah penyinaran dan pola baris tanam.

Pengaruh Pupuk N

Berdasarkan hasil analisis data sidik ragam anova menunjukkan bahwa perlakuan pupuk N berpengaruh nyata pada parameter pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy ($P < 0.05$). Pada pengamatan pertumbuhan tinggi tanaman dan jumlah daun 35 diketahui bahwa T1 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Pengamatan bobot segar tajuk diketahui bahwa T2 tidak berbeda nyata dengan T1 namun berbeda nyata dengan T3. Pengamatan bobot segar akar, bobot kering tajuk, dan bobot kering akar diketahui bahwa T1 dan T2 berbeda nyata dengan T3. Hal ini diduga perlakuan pupuk urea, POC, dan BPN mampu menyediakan unsur hara di dalam tanah tetap terjaga. Penelitian Purnomo *et al.* (2017), penambahan bakteri penambat nitrogen dengan kombinasi urea dan pupuk organik cair mampu menyediakan unsur hara makro dan mikro yang dapat meningkatkan tinggi tanaman karena

menyediakan unsur nitrogen yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh.

Opat *et al.* (2024) menyatakan bahwa penambahan pupuk N jenis urea dan POC menunjukkan pertumbuhan vegetatif tanaman yang baik. Penelitian Sapalina *et al.* (2022) menyatakan bahwa produktivitas tanaman meningkat akibat penambahan bakteri penambat nitrogen yang membantu penyerapan unsur hara. Penelitian Fauzi *et al.* (2021) menyatakan bahwa pemberian pupuk N mampu

meningkatkan pertumbuhan dan hasil bobot segar tanaman sawi sebanyak 18,1 ton/ha.

Penelitian Tobing *et al.* (2024) menyatakan bahwa kombinasi urea, POC, dan BPN memberikan hasil terbaik pada peningkatan volume akar sebesar 2,07 mL. Penambahan bakteri penambat nitrogen dalam tanah mampu menambat N₂ dan meningkatkan ketersediaan unsur hara (Indah Cahyani Zega & Natalia Kristiani Lase, 2025)

Tabel 2. Pengaruh pupuk N terhadap tanaman pakcoy

Perlakuan	Tinggi Tanaman 35 HST	Jumlah Daun 35 HST	Bobot Segar Tajuk	Bobot Segar Akar	Bobot Kering Tajuk	Bobot Kering Akar
T1	3.51a	10.62a	23.23ab	0.63a	1.45a	0.11a
T2	3.37b	9.11b	26.43a	0.65a	1.40a	0.11a
T3	3.13c	8.22c	20.98b	0.48b	1.06b	0.08b

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

Pengaruh Baris Tanam

Berdasarkan hasil analisis data sidik ragam anova menunjukkan bahwa perlakuan baris tanam berpengaruh nyata pada pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy ($P < 0.05$). Berdasarkan Tabel 3, pengamatan tinggi tanaman 35 HST diketahui bahwa B3 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pengamatan jumlah daun 35 HST diketahui B1 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pengamatan bobot segar tajuk, bobot segar akar, volume akar, dan bobot kering akar diketahui B2 berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pengamatan Panjang akar dan bobot kering tajuk diketahui B1 dan B2 berbeda nyata dengan B3.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan tunggal baris tanam berpengaruh nyata pada semua parameter pengamatan. Hal ini diduga karena baris pertama memiliki akses yang baik terhadap penerimaan cahaya matahari, pada posisi baris tanam kedua diduga bahwa tanaman berada di posisi optimal dimana cahaya dan pupuk yang diberikan seimbang sehingga

tanaman tidak kekurangan maupun kelebihan unsur hara dan cahaya matahari. Pada posisi baris tanam ketiga diduga tanaman berada di posisi paling bawah menyebabkan tanaman kekurangan cahaya matahari karena tertutup baris pertama dan baris kedua sehingga pada baris tanam ketiga tanaman tumbuh mengikuti cahaya matahari.

Penelitian Widyawati *et al.* (2023) menyatakan bahwa posisi rak paling atas dalam rak vertikal memberikan akses paling optimal terhadap pertumbuhan tanaman padi. Penelitian Nur *et al.* (2024) menyatakan bahwa ketinggian talang 80 cm (baris tengah) memberikan pengaruh yang baik terhadap bobot segar tanaman, pada posisi ini tanaman memperoleh intensitas cahaya yang cukup tidak berlebihan ataupun kurang. Munthe *et al.* (2018) menyatakan bahwa proses fotosintesis lebih optimal sehingga menghasilkan lebih banyak energi untuk pertumbuhan sedangkan pada baris ke tiga terhalang oleh tanaman baris pertama dan kedua sehingga menerima cahaya lebih sedikit dan fotosintesis terhambat.

Penelitian Daud et al. (2023) menyatakan bahwa pertumbuhan dan hasil tanaman

selada meningkat pada posisi baris tanam ketiga pada media *wall planter bag*.

Tabel 3. Pengaruh baris tanam terhadap tanaman pakcoy

Perlakuan	Tinggi Tanaman 35 HST	Jumlah Daun 35 HST	Bobot Segar Tajuk	Bobot Segar Akar	Volume Akar	Panjang Akar	Bobot Kering Tajuk	Bobot Kering Akar
B1	3.32b	9.74a	22.13b	0.53b	0.68b	9.15a	1.38a	0.10b
B2	3.27b	9.07b	31.60a	0.85a	0.81a	9.83a	1.65a	0.13a
B3	3.42a	9.15b	16.90c	0.38c	0.54c	7.59b	0.88b	0.06c

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

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, disimpulkan pertumbuhan pakcoy lahan kering dapat ditingkatkan melalui penggunaan pupuk urea 0,75 g/L + POC 30 mL/L + BPN 7,5 mL/L pada baris tanam kedua (T1B2) melalui sistem vertikultur dengan fertigasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Daud, L. M., Lestari, M. W., & Basit, A. (2023). Efek Penempatan Tanaman dalam Wall Planter Bag dan Jenis Pupuk terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Selada (*Lactuca sativa* L.). *Jurnal Agronisma*, 2(2), 203–216.
- Dwiani, Y. R., Jurusan, A., Fakultas, A., Jambi, U., Jurusan, D., Fakultas, A., Jambi, U., Masak, K. P., & Darat, M. (2023). *Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy (Brassica Rapa L.) Pada Berbagai Kombinasi*. 1–16.
- Fay, E., Wardoyo, P., & Baskara, M. (2019). *Pengaruh Pola Baris dan Arah Penyinaran terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai Hias dan Tanaman Pakcoy pada Vertikultur The Influence of Row Patterns and Direction of Irradiation on the Growth of Ornamental Chili Plants and Pakcoy Plants in Verticulture*. 7(7), 1206–1212.
- Febriati, N., & Rahayu, Y. (2019). The Effect of Biochar and Nitrogen Stimulating Bacteria (*Rhizobium* & *Azotobacter* sp.) on the Growth of Soybean (*Glycine max*) in Calcarouse Soil. *Lentera Bio*, 8(1), 62–66.
- Huda, M. S., Suheri, H., & Nufus, N. H. (2023). Pengaruh Perbedaan Ph Larutan Hara Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Pakcoy Dalam Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT): *Agroteksos*, 33(1), 108. <https://doi.org/10.29303/agroteksos.v33i1.802>
- Indah Cahyani Zega, & Natalia Kristiani Lase. (2025). Potensi *Rhizobium* dalam Meningkatkan Efisiensi Fiksasi Nitrogen untuk Kesuburan Tanah : Kajian Literatur. *Hidroponik : Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, 2(1), 86–94. <https://doi.org/10.62951/hidroponik.v2i1.228>
- Jabbar, F. A., & Purnaningsih, N. (2022). Diseminasi Instalasi Fertigasi (Irigasi Tetes) Guna Menghemat Penggunaan Air untuk Pertanian di Kelurahan Beji. *Jurnal Pusat Inovasi Masyarakat (PIM)*, 4(2), 90–97. <https://doi.org/10.29244/jpim.4.2.90-97>
- Kusumadewi, M. A., Suyanto, A., & Suwerda, B. (2020). Kandungan Nitrogen, Phosphor, Kalium, dan pH Pupuk Organik Cair dari Sampah Buah Pasar Berdasarkan Variasi Waktu. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 11(2), 92–99. <https://doi.org/10.29238/sanitasi.v11i2.945>
- Lase, J. A., Sanjaya, R., Lestari, D.,

- Fakultas Pertanian, D., & Peternakan, D. (2022). The Effect Of Planting Distance On Plant Productivity Caisim (Brassica chinensis vrachinensi). *Journal of Agriculture and Animal Science (Agrimals)*, 2(2), 43–50.
- Lestari, N. P., & Martuti, N. K. T. (2024). Potensi Cadangan Karbon Tersimpan dan Serapan Karbon pada Ekosistem Hutan Kota Tinjomoyo Semarang. *Life Science*, 13(2), 119–133.
- Melinda, P., Syamsiar, & Basri, Z. (2024). Pengaruh Berbagai Dosis Pupuk Urea terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Jahe Merah (Zhingiber officinal L.). *Agrotekbis: Jurnal Ilmu Pertanian*, 12(4), 904–913.
- Mendrofa, P. K. T., Waruwu, A. B. S., & Lase, N. K. (2024). Kajian Literatur: Potensi Rhizobium Dalam Fiksasi Nitrogen Sebagai SolusiRamah Lingkungan Untuk Peningkatan Kesuburan Tanah. *PENARIK: Jurnal Ilmu Pertanian Dan Perikanan*, 1(2), 156–161.
- Mulyani, A., Nursyamsi, D., & Las, I. (2014). Acceleration of Agricultural Development in Dryland with Dry Climate in Nusa Tenggara. *Pegembangan Inovasi Pertanian*, 7(4), 187–198.
- Munthe, K., Pane, E., & Panggabean, E. L. (2018). Budidaya Tanaman Sawi (Brassica juncea L.) Pada Media Tanam Yang Berbeda Secara Vertikultur. *Agrotekma: Jurnal Agroteknologi Dan Ilmu Pertanian*, 2(2), 138. <https://doi.org/10.31289/agr.v2i2.1632>
- Nisiyari Halawa, Florentina Agusmawati Duha, Awal Sepkurniawan Waruwu, Lentri Priskila Waruwu, Arianto Laoli, Benediktus Buala'aro Giawa, Asdian Juliyanti Lawolo, & Helmin Parida Zebua. (2025). Analisis Perbandingan Efektifitas Pupuk Kimia dan Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan dan Produktivitas Tanaman Cabai. *Hidroponik : Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, 2(1), 246–256. <https://doi.org/10.62951/hidroponik.v2i1.278>
- Nur, M., & Agara, O. (2024). Pengaruh Ketinggian Talang Dan Media Tanam Secara Hidroponik Vertikultur Terhadap Pertumbuhan Selada Chris Green (Lactuca sativa L .). *Jurnal Dinamika Pertanian*, 2024, 209–218.
- Nurwasila, N., Syam, N., & Hidrawati, H. (2024). Pengaruh Pemberian Pupuk NPK Dan POC Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Kailan (Brassica oleracea L.). *AGrotekMAS Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Peranian*, 4(3), 403–413. <https://doi.org/10.33096/agrotekmas.v4i3.410>
- Opat, Y. N., Tobing, W. L., Tefa, A. Y., Desy, N., & Ndua, D. (2024). Pengaruh Perbedaan Sumber Pupuk Nitrogen Dan Jenis Amelioran Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Serta Serapan Nitrogen Tanaman Pakcoy (Brassica Rapa L.) Melalui Fertigasi Sistem Sumbu Dalam Vertikultur DI. *Jurnal Agroqua*, 22(1), 132–139. <https://doi.org/10.32663/ja.v21i2.4396>
- Purnomo, A. J., Anggraeni, A., Astuti, R. K., Lestari, A. B., & Antasari, G. A. (2017). Potensi Bakteri Penambat Nitrogen dan Penghasil Hormon IAA Dari Sampel Rhizosfer Paku Epifit Di Mulut Gua Anjani, Kawasan Karst Menoreh. *Biotropic : The Journal of Tropical Biology*, 1(2), 9–15. <https://doi.org/10.29080/biotropic.2017.1.2.9-15>
- Saida, Puspitasari, dan A. (2022). *Saida et al_2022_uji aktivitas bakteri penambat nitrogen dan penghasil*

- IAA dari rhizosfer tanaman kedelai.* 6(1), 68–73.
- Sapalina, F., Noviandi Ginting, E., & Hidayat, F. (2022). Bakteri Penambat Nitrogen Sebagai Agen Biofertilizer. *WARTA Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 27(1), 41–50. <https://doi.org/10.22302/iopri.war.warta.v27i1.80>
- Siburian, I. S., Suntari, R., & Prijono, S. (2017). Pengaruh Aplikasi Urea dan Pupuk Organik Cair (Urin Sapi dan Teh Kompos Sampah) terhadap Serapan N Serta Produksi Sawi pada Entisol. (*JTSL*) *Jurnal Tanah Dan ...*, 3(1), 303–310.
- Sujarwadi. (2015). Effect Of Different Planting Distance On Growth Andproduction Of Cabbage (*Brassica oleracea l .*) In The Middle Plain BoboVillage Palolo District Sigi dan Produksi Kubis (*Brassica oleracea L .*) di Dataran. *E-J. Agrotekbis* 3(4), 491–497(Agustus).
- Tobing, W. L., Desy Djata Ndua, N., & Hanas, D. F. (2024). 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>
- Widyawati, N., Herawati, M. M., Kurnia, T. D., Murdono, D., Simanjuntak, B. H., & Setiawan, A. W. (2023). Kandungan Klorofil, Pertumbuhan dan Hasil Vertikultur Padi (*Oryza sativa L.*) Varietas Situ Bagendit. *Vegetalika*, 12(3), 256. <https://doi.org/10.22146/veg.83196>