

The Effect of Liquid Organic Fertilizer and Urea Fertilizer on the Growth and Yield Swiss Chard

Victor Bintang Panunggul*

Agribisnis, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Perwira
Purbalingga Jawa Tengah

*corresponding email: victorbintang92@gmail.com

Dikirim: 2024-05-05; Diterima: 2024-06-18; Diterbitkan: 2024-06-30

ABSTRACT

Fertilizers play a role in increasing nutrients to be absorbed by plants to improve soil fertility and crop quality. The purpose of this study was to determine the effect of urea fertilizer and liquid organic fertilizer on the yield and growth of Swiss chard. This design consists of a factorial completely randomized design (CRB) with three replications. The first factor is the dose of liquid organic fertilizer. There are three levels: control (P_0), 30 ml (P_1), and 50 ml (P_2). Second, urea fertilizer (U): control (U_0), 15 g (U_1), and 30 g (U_2). Plant height, leaf area, and fresh plant weight are growth variables. Plant dry weight and root fresh weight are yield variables. If the analysis of variance reveals a real and significant effect, we can conduct further tests using Duncan's Multiple Range Test (DMRT) at the 5% level. Based on the results of the study, the application of liquid organic fertilizer had no significant effect on the growth and yield of Swiss chard, except for the fresh weight of plants, which had a significant effect. The application of urea had a significant effect on plant growth and yield variables but had no significant effect on plant fresh weight. There is no interaction between liquid organic fertilizer and urea, so it is necessary to test the addition of doses to each treatment.

Keywords: Liquid organic fertilizer, swiss chard, urea doses

PENDAHULUAN

Swiss chard (*Beta vulgaris* L.) merupakan sayuran daun yang cukup sensitif terhadap garam. Helaian daunnya besar, tangkai daunnya tebal, dan akarnya tidak besar (Redondo-Gómez *et al.*, 2022). Daunnya bergizi tinggi dan digunakan terutama untuk konsumsi (Abdulmalek, Ximba and Lewu, 2017). Tanaman ini mempunyai batang yang tebal, tangkai renyah yang berwarna putih atau berwarna-warni dan lebar seperti kipas daun hijau (Rana, 2015). Swiss chard dianggap sebagai sumber kalsium, zat besi, fosfor, dan magnesium terkaya dan merupakan sumber antioksidan alami yang baik, seperti karotenoid, flavonoid, dan fenol, serta antioksidan (Liu, El-Shemy and Saneoka, 2017).

Swiss chard jarang dibudidayakan di Indonesia. Tanaman Swiss chard umumnya dibudidayakan di iklim Mediterania, suhu udara dingin (Erwin and Gesick, 2017). Salah satu cara untuk meningkatkan produksi Swiss chard adalah dengan melakukan pemupukan yang tepat. Pemupukan dapat menambah kebutuhan unsur hara di dalam tanah untuk mencukupi pertumbuhan tanaman. Kondisi saat ini, petani lebih banyak mengaplikasikan pupuk anorganik pada lahan budidaya. Penggunaan pupuk anorganik berlebihan dapat merusak lingkungan, tanah dan menurunkan produktivitas lahan pertanian. Maka dari itu, untuk menjaga keseimbangan lahan dan hasil pertanian dapat menggunakan bahan alami ramah lingkungan berupa pemberian pupuk organik cair (POC) dan urea.

Penggunaan POC dihasilkan menggunakan komposter dari limbah dapur yaitu sisa sayuran yang tidak dipakai untuk konsumsi. Tanaman Swiss chard merupakan jenis tanaman sayuran yang menyerap unsur hara rendah dibandingkan dengan tanaman lainnya yang mempunyai sistem perakaran yang dangkal (Thompson *et al.*, 2020). Kebutuhan unsur hara yang diserap oleh tanaman sayuran berupa unsur Nitrogen seperti Urea (Tei *et al.*, 2020). Urea mempunyai rumus kimia NH_2CONH_2 dimana berperan sebagai pupuk tunggal dan atau pupuk buatan untuk memenuhi hara tanaman (Ritonga and Nasution, 2019). Manfaat dari pupuk urea sebagai metabolit sekunder, sintesis asam amino dan proses metabolisme tanaman (Zuo *et al.*, 2016; Kumar, Memo and Mastinu, 2020). Disisi lain, untuk menambah asupan hara sebagai cadangan makanan tanaman dapat memanfaatkan serasah limbah dapur dijadikan pupuk organik cair.

Liquid organic fertilizer atau pupuk organik cair (POC) bermanfaat dalam perkembangan dan pertumbuhan tanaman (Jayanti and Kadir, 2020). Disamping itu, POC memberikan dampak positif dalam menyediakan hara (Moreno *et al.*, 2017). Selanjutnya pemanfaatan POC berfungsi untuk menjaga keseimbangan dan keberlanjutan ekosistem lahan pertanian (Martínez-Alcántara *et al.*, 2016). Kandungan mineral dalam POC terdiri dari unsur hara seperti nitrogen, fosfor, dan kalium yang meningkatkan pertumbuhan tanaman pada fase vegetatif dan generatif (Colla *et al.*, 2014). Pemberian POC limbah sayur difermentasikan menggunakan pupuk EM-4 (bakteri pengurai) mengandung Nitrogen, Fosfor, dan Kalium (Laruwe, Zulfita and Maulidi, 2020). Maka dari itu, penelitian terkait pengaruh pemberian pupuk organik cair dari bahan alami dan urea terhadap pertumbuhan serta hasil

tanaman swiss chard menjadi penting untuk dilakukan.

METODOLOGI

Riset dilaksanakan di Desa Pegalongan, Patikraja Kabupaten Banyumas. Riset ini menggunakan peralatan berupa alat tulis, oven, kamera, cangkul, gayung, ember dan milimeter blok, dan spet. Bahan yang telah digunakan pada riset ini berupa EM-4, benih Swiss chard, polibag (20 cm x 20 cm), tanah *topsoil*, pupuk urea, bekatul, terasi, air leri (air limbah cucian beras), serta plastik lebar 2 m.

Riset ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdapat 2 faktor dengan 3 ulangan. Faktor utama dalam penelitian ini dosis pupuk organik cair dengan taraf diantaranya kontrol (P_0), 30 mL (P_1), dan 50 mL air (P_2). Faktor kedua merupakan pupuk urea (U), terdapat 2 taraf yaitu tanpa perlakuan (U_0), 15 g urea/polibag (U_1) dan 30 g/polibag (U_2). Variabel yang diamati yaitu komponen pertumbuhan meliputi peubah tinggi tanaman, luas daun, bobot tanaman segar sedangkan komponen peubah hasil meliputi bobot tanaman kering, bobot akar segar. Apabila analisa data memberikan dampak nyata dan sangat nyata, maka dari itu untuk mengetahui dan melihat perbedaan hasil perlakuan dianalisa menggunakan uji *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

Prosedur Penelitian

1. Penyiapan media tanam

Media tanam yang digunakan dalam penelitian ini adalah campuran remahan tanah dan pupuk kandang kotoran kambing dicampurkan menggunakan perbandingan 1:1. Setelah itu, media tanam dicampurkan kedalam polibag ukuran 20 cm x 20 cm sampai

batas bibir polibag. Setelah terisi media tanam dilakukan penyiraman untuk menjaga kelembaban tanah.

2. Penyemaian benih

Benih yang digunakan Swiss chard rainbow mix. Penyemaian dilakukan dengan menebar benih di bedengan berukuran 50 cm x 50 cm.

3. Penanaman bibit

Benih Swiss chard yang telah berumur 10 hari dipindah tanam dari bedengan ke polibag ukuran 20 cm x 20 cm sebanyak 3 tanaman per polibag.

4. Pembuatan pupuk organik cair

Menyediakan bahan pembuatan pupuk organik cair berupa limbah air beras 6 liter, bekatul 2 kg, terasi, kemudian dituangkan ke dalam ember 50 l berisi air kurang lebih 40 l air. Setelah itu, dicampurkan dengan EM-4 sebanyak 50 mL dan dicampurkan 1 kg gula pasir. Kemudian bahan-bahan tersebut diaduk secara merata. Setelah diaduk secara merata ditutup menggunakan plastik dengan ukuran 2 m dan difermentasi selama 14 hari. Setelah difermentasi dibuka dan dapat diaplikasikan sesuai dengan perlakuan.

5. Pemupukan

Pemberian pupuk cair (P_0), 30 mL/liter air (P_1), dan 50 mL/liter air (P_2). Faktor kedua merupakan Tanpa perlakuan (U_0), 15 g urea/polibag (U_1) dan 30 g/polibag (U_2). Aplikasi dilakukan setiap 2 minggu sekali selama masa tumbuh tanaman.

6. Pemeliharaan

Pemeliharaan dilakukan dengan melakukan penyiraman tiga kali dalam 1 minggu selama pengamatan. Penyiangan gulma dilakukan selama tiga kali dalam seminggu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil rekapitulasi kuantitatif data penelitian pupuk organik cair (POC) dan urea pada pertumbuhan dan hasil tanaman swiss chard (Tabel 1).

Rekapitulasi akhir sidik ragam pada penelitian POC berbeda nyata terhadap komponen segar tanaman namun tidak berpengaruh terhadap variabel berat tanaman kering dan bobot segar tanaman swiss chard. Sedangkan perlakuan urea berpengaruh nyata terhadap berat segar tanaman. Perlakuan urea berbeda sangat nyata pada komponen peubah tinggi tanaman dan luas daun serta bobot tanaman kering dan bobot akar segar. Namun, pemberian urea tidak berbeda nyata terhadap bobot segar tanaman (Tabel 1).

a. Tinggi tanaman

Hasil analisa data pemberian pupuk cair pada komponen tinggi tanaman memperlihatkan tidak berbeda nyata. Pengaruh dosis perlakuan 50 mL terhadap tinggi tanaman memberikan nilai sebesar 19,37 cm dibandingkan dengan pemberian 30 mL (19,16 cm) dan perlakuan kontrol 18,87 cm. Berdasarkan hasil pengamatan tanaman swiss chard dengan kurun waktu 50 hari, aplikasi pupuk organik cair (POC) belum mampu memberikan pengaruh terhadap tinggi tanaman swiss chard. Hal ini diduga kandungan mineral dalam POC belum mampu mempengaruhi pertumbuhan vegetatif tanaman. Hasil analisis data pada tinggi tanaman nilai rerata tertinggi pada perlakuan POC terdapat dosis P1 (50 mL) sebesar 19,37 cm. Hal ini diduga kandungan unsur N pada POC belum berperan optimal dalam fase vegetatif tanaman. Unsur N dapat

Panunggul, V. B. (2024) "The Effect of Liquid Organic Fertilizer and Urea Fertilizer on the Growth and Yield Swiss Chard", Jurnal Agriment, 9(1).

mensintesis menjadi karbohidrat yang berperan membentuk protoplasma dalam mempengaruhi titik

pertumbuhan tanaman (Shahid *et al.*, 2020; Bhattacharya, 2022).

Tabel 1. Rekapitulasi sidik ragam pada pemberian pupuk cair dan urea terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman swiss chard

No	Komponen Pengamatan	Perlakuan		
		P	U	P x U
1	Tinggi tanaman (cm)	tn	Sn	tn
2	Luas daun (cm ²)	tn	Sn	tn
3	Bobot segar tanaman (g)	sn	tn	tn
4	Bobot tanaman kering (g)	tn	Sn	tn
5	Bobot akar segar (g)	tn	Sn	tn

Keterangan: tn: tidak berpengaruh nyata; n: nyata; sn: berpengaruh sangat nyata

Hasil rata – rata data pengamatan pengaruh pupuk urea terhadap tinggi tanaman swiss chard dapat disajikan pada Tabel 2. Perlakuan dosis pupuk urea memberikan tinggi tanaman optimal pada pemberian 30 g/polibag, sedangkan perlakuan kontrol memberikan tinggi tanaman terendah. Berdasarkan hasil analisis data (Tabel 2), pupuk urea dapat berperan sebagai

sumber unsur N yang berperan dalam pertumbuhan tanaman. Pupuk urea akan diserap oleh tanaman untuk proses pertumbuhan sel tanaman dan serta meningkatkan kandungan N-total dalam tanah yang diserap tanaman (Zhang *et al.*, 2021; Barłóg, Grzebisz and Łukowiak, 2022). Pemberian pupuk urea dengan dosis 150-600 kg/ha memberikan tinggi tanaman 7,94 cm (Susanti *et al.*, 2021).

Tabel 2. Analisis ragam pengaruh perlakuan pupuk organik cair dan urea pada komponen pertumbuhan dan hasil tanaman swiss chard

Perlakuan	Komponen pengamatan				
	Tinggi tanaman (cm)	Lda (cm ²)	Bst	Btk (g)	Bas (g)
Pupuk cair (mL)					
P ₀ (Kontrol)	18,87 a	120,94 a	22,66 a	3,82 a	4,06 a
P ₁ (30 mL)	19,16 a	120,97 a	23,80 b	3,88 a	4,33 a
P ₂ (50 mL)	19,37 a	121,14 a	24,73 c	4,39 a	4,11 a
KK (%)	5,79	0,87	2,25	15,34	17,91
Urea (g)					
U ₀ (Kontrol)	18,09 a	120,10 a	23,60 a	2,90 a	3,68 a
U ₁ (15 g)	19,03 b	120,76 b	23,71 a	4,03 b	4,00 a
U ₂ (30 g)	20,28 c	122,20 c	23,88 a	5,16 c	4,82 b
KK (%)	5,79	0,87	2,25	15,34	17,91

Keterangan : KK (%) merupakan Koefisien Keragaman. Lda: Luas daun (cm²); Bst: bobot segar tanaman (g); bkt: bobot tanaman kering; bas: bobot akar segar (g). Angka yang diikuti huruf yang berbeda pada kolom yang sama berbeda nyata pada uji Duncan 5%.

b. Luas daun

Hasil analisa keragaman pada perlakuan POC tidak memberikan

pengaruh pada variabel peubah luas daun swiss chard. Rata – rata perlakuan pupuk organik cair pada pemberian

berbagai dosis dan kontrol tersaji dalam Tabel 2. Pemberian dosis POC 50 mL dapat memberikan luas daun sebesar 121,14 cm². Hal ini diduga meskipun hasil analisis ragam tidak berpengaruh nyata terhadap luas daun POC berperan dalam menyuplai unsur hara untuk proses fisiologi tanaman terutama pada organ daun tanaman, serta serta pembelahan sel tanaman (Gao *et al.*, 2020; Weimers *et al.*, 2022).

Hasil analisa sidik ragam menunjukkan aplikasi urea berbeda sangat nyata terhadap luas daun tanaman swiss chard. Pemberian pupuk urea dengan dosis 30 g/polibag memberikan rerata luas daun tanaman yang optimal, sedangkan pemberian dosis urea tanpa perlakuan memberikan rerata luas daun yang terendah. Organ daun pada tanaman membutuhkan unsur nitrogen sebagai perangsang pembesaran sel. Semakin lebar dan panjang daun tanaman maka sel tanaman akan menangkap cahaya untuk fotosintesis (Hariodamar, Santoso and Nawawi, 2018). Pengaruh urea dengan 10 g menghasilkan luas daun kailan 122,03 cm² (Panunggul, 2023).

c. Bobot segar tanaman

Hasil analisa data pada perlakuan POC berbeda sangat nyata pada komponen berat segar tanaman. Rerata bobot segar tanaman memberikan pengaruh disajikan pada Tabel 2. Aplikasi POC dosis 30 mL 23,80 g memiliki berat terendah dan tertinggi dosis 50 mL dengan berat 24,73 g dibandingkan kontrol. Tanaman Swiss chard merupakan sayuran yang dikonsumsi dalam keadaan segar. Variabel bobot segar merupakan bagian dari hasil pertumbuhan vegetatif mempunyai tiga bagian yang penting yaitu daun, batang dan akar tanaman

(Cervantes-Vázquez *et al.*, 2021) serta cahaya matahari yang digunakan dalam proses metabolisme tanaman (Amanullah, 2015). Hal ini menerangkan bahwa dengan adanya berat segar tanaman mengindikasikan yang berperan nyata dalam vegetatif dan generatif tanaman.

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan tidak berbeda nyata pada berat segar tanaman. Pengaruh dosis pupuk urea 30 g/polibag memiliki berat rerata sebesar 23,88 g sedangkan perlakuan kontrol memiliki berat terendah sebesar 23,60 g. Nitrogen berperan dalam pembelahan, sel tanaman. Pupuk urea berperan dalam menghasilkan sel-sel meristem baru di ujung akar dan bagian tunas serta mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Ding *et al.*, 2014). Urea bermanfaat untuk perkembangan daun atau berat segar tajuk terdiri dari batang dan daun serta dipengaruhi ketersediaan unsur hara (Zaman *et al.*, 2015).

d. Berat kering tanaman

Hasil analisa sidik ragam pada perlakuan POC tidak berbeda nyata terhadap berat kering tanaman swiss chard. Pemberian POC 30 mL dapat memberikan berat kering tanaman sebesar 3,88 g dibandingkan pemberian 50 mL sebesar 4,39 g. Hal ini diduga berkaitan dengan hasil analisis ragam dari variabel vegetatif saat pertumbuhan dimana POC tidak memberikan pengaruh terhadap tanaman. Maka dari itu, bobot kering tidak berpengaruh dari POC, dan suplai unsur hara dari tanah berkurang (Tong *et al.*, 2014; Mi *et al.*, 2016) Bobot kering dihasilkan oleh ikatan karbon. Proses fotosintesis dapat meningkatkan berat kering tanaman melalui proses respirasi CO₂ pada tanaman (Xu, Jiang and Zhou, 2015; Dusenge, Duarte and

Way, 2019).

Analisa data dari hasil rekapitulasi urea berbeda sangat nyata terhadap bobot tanaman kering swiss chard. Pemberian pupuk urea dengan dosis 30 g/polibag memberikan rerata bobot tanaman kering tanaman yang optimal, sedangkan pemberian dosis urea tanpa perlakuan memberikan berat yang terendah. Hal ini diduga tanaman mampu menyerap hara dalam tanah dan dapat mentranslokasikan ke bagian organ tanaman. Analisis pertumbuhan tanaman masih merupakan metode dasar dan pasti untuk mengevaluasi kontribusi tahapan fisiologis yang berbeda selama masa vegetatif dan generatif (Sharifi and Zadeh, 2012). Bobot kering merupakan parameter pertumbuhan dan produksi sehingga tanaman mempunyai berat kering yang optimal (Koca and Erekul, 2016).

e. Bobot akar segar

Hasil analisa sidik ragam pada perlakuan POC tidak mempengaruhi bobot akar segar swiss chard. Rata – rata perlakuan pupuk organik cair pada pemberian berbagai dosis. Tabel 2 menunjukkan pemberian dosis pupuk organik 30 mL dapat memberikan berat kering tanaman sebesar 4,33 g dibandingkan 50 mL 4,11 g. Hasil analisis perlakuan POC dapat meningkatkan bobot pertumbuhan tajuk dan berat akar tanaman. Ure dapat menstimulasi tanaman untuk menyerap mineral dalam tanah (Kathpalia and Bhatla, 2018; Singh *et al.*, 2020). Pupuk hayati cair dengan 20 ml/l air memberikan pengaruh terhadap berat sebesar 21,18 g (Panunggul *et al.*, 2023).

Hasil analisa data dosis urea memberikan pengaruh pada bobot akar tanaman. Dosis 30 g urea memberikan rerata bobot akar segar optimal,

sedangkan pemberian urea tanpa perlakuan memberikan rerata berat segar akar yang terendah. Akar berperan dalam proses menyerap mineral dalam tanah untuk proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Penambahan dan penurunan berat akar juga disebabkan oleh tingginya kandungan nitrogen. Kandungan nitrogen yang berlebihan dapat menyebabkan meningkatnya kadar auksin, yang dapat menghambat pertumbuhan akar (Sun *et al.*, 2020). Zat pengatur tumbuh terdiri dari auksin, etilen memperlambat pemanjangan akar (Iqbal *et al.*, 2017).

KESIMPULAN

Aplikasi pupuk cair organik tidak berbeda nyata terhadap pertumbuhan dan hasil swiss chard. Namun, perlakuan pupuk cair organik berpengaruh nyata terhadap berat tanaman segar dengan dosis 50 mL. Aplikasi pupuk urea berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tanaman, kecuali pada dosis urea pada variabel berat segar tanaman yang terbaik pada perlakuan 30 g sebesar 23.88 g. Perlakuan urea juga berpengaruh nyata terhadap hasil tanaman swiss chard. Aplikasi pupuk organik cair dan dosis pupuk urea tidak ada interaksi dengan pertumbuhan dan hasil tanaman swiss chard.

Hasil penelitian dan analisis data pengaruh pupuk organik cair dan urea terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman swiss chard menunjukkan aplikasi pupuk organik cair terhadap variabel pertumbuhan hanya berpengaruh pada berat tanaman segar. Aplikasi pupuk organik cair tidak mempengaruhi terhadap variabel hasil tanaman swiss chard. Sedangkan aplikasi urea terhadap variabel pertumbuhan hanya berpengaruh terhadap tinggi tanaman dan luas daun tanaman. Aplikasi pupuk urea terhadap

variabel hasil berupa bobot tanaman kering dan bobot akar segar.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulmalek, M., Ximba, B. J. and Lewu, F. B. (2017) 'Soil properties, growth, mineral content and ultra-structural leaf morphology of Swiss chard in response to landfill leachates used as irrigation water', *International Journal of Agriculture and Biology*, 19(3), pp. 403–409. doi: 10.17957/IJAB/15.0170.
- Amanullah, A. (2015) 'Specific Leaf Area and Specific Leaf Weight in Small Grain Crops Wheat, Rye, Barley, and Oats Differ at Various Growth Stages and NPK Source', *Journal of Plant Nutrition*, 38(11), pp. 1694–1708. doi: 10.1080/01904167.2015.1017051.
- Barłóg, P., Grzebisz, W. and Łukowiak, R. (2022) 'Fertilizers and Fertilization Strategies Mitigating Soil Factors Constraining Efficiency of Nitrogen in Plant Production', *Plants*, 11(14). doi: 10.3390/plants11141855.
- Bhattacharya, A. (2022) 'Effect of Low-Temperature Stress on Germination, Growth, and Phenology of Plants: A Review BT - Physiological Processes in Plants Under Low Temperature Stress', in Bhattacharya, A. (ed.). Singapore: Springer Singapore, pp. 1–106. doi: 10.1007/978-981-16-9037-2_1.
- Cervantes-Vázquez, T. J. Á. *et al.* (2021) 'Morphophysiological, enzymatic, and elemental activity in greenhouse tomato saladette seedlings from the effect of plant growth-promoting rhizobacteria', *Agronomy*, 11(5), pp. 1–15. doi: 10.3390/agronomy11051008.
- Colla, G. *et al.* (2014) 'Biostimulant action of a plant-derived protein hydrolysate produced through enzymatic hydrolysis', *Frontiers in Plant Science*, 5(SEP), pp. 1–6. doi: 10.3389/fpls.2014.00448.
- Ding, C. *et al.* (2014) 'Nitrogen fertilizer increases spikelet number per panicle by enhancing cytokinin synthesis in rice', *Plant Cell Reports*, 33(2), pp. 363–371. doi: 10.1007/s00299-013-1536-9.
- Dusenge, M. E., Duarte, A. G. and Way, D. A. (2019) 'Plant carbon metabolism and climate change: elevated CO₂ and temperature impacts on photosynthesis, photorespiration and respiration', *New Phytologist*, 221(1), pp. 32–49. doi: 10.1111/nph.15283.
- Erwin, J. and Gesick, E. (2017) 'Photosynthetic responses of swiss chard, kale, and spinach cultivars to irradiance and carbon dioxide concentration', *HortScience*, 52(5), pp. 706–712. doi: 10.21273/HORTSCI11799-17.
- Gao, C. *et al.* (2020) 'The integration of bio and organic fertilizers improve plant growth, grain yield, quality and metabolism of hybrid maize (*Zea mays* L.)', *Agronomy*, 10(3), pp. 1–25. doi: 10.3390/agronomy10030319.
- Hariodamar, H., Santoso, M. and Nawawi, M. (2018) 'Pengaruh Pemberian Pupuk Nitrogen Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Dua Varietas Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.)', *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(9), pp. 2133–2141.
- Iqbal, N. *et al.* (2017) 'Ethylene role in plant growth, development and senescence: interaction with other phytohormones', *Frontiers in Plant Science*, 8(April), pp. 1–19. doi: 10.3389/fpls.2017.00475.
- Jayanti, K. D. and Kadir, S. A. (2020) 'Optimasi Lahan Pada Sistem Tumpang Sari Jagung Manis', *Jurnal Agroqua*, 18(1), pp. 115–125. doi: 10.32663/ja.v.
- Kathpalia, R. and Bhatla, S. C. (2018) 'Plant Mineral Nutrition BT - Plant Physiology, Development and Metabolism', in Bhatla, S. C. and A. Lal, M. (eds). Singapore: Springer Singapore, pp. 37–81. doi: 10.1007/978-981-13-2023-1_2.
- Koca, Y. O. and Ereku, O. (2016) 'Changes of Dry Matter, Biomass and Relative Growth Rate with

Panunggul, V. B. (2024) "The Effect of Liquid Organic Fertilizer and Urea Fertilizer on the Growth and Yield Swiss Chard", *Jurnal Agriment*, 9(1).

- Different Phenological Stages of Corn', *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 10, pp. 67–75. doi: 10.1016/j.aaspro.2016.09.015.
- Kumar, A., Memo, M. and Mastinu, A. (2020) 'Plant behaviour: an evolutionary response to the environment?', *Plant biology*, 22(6), pp. 961–970. doi: 10.1111/plb.13149.
- Laruwe, G., Zulfita, D. and Maulidi (2020) 'Pengaruh POC Limbah Sayuran Hijau Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Sawi Hijau pada Tanah Podsolik Merah Kuning', *Jurnalbudidaya Pertanian*, 6(July), pp. 1–23.
- Liu, L., El-Shemy, H. A. and Saneoka, H. (2017) 'Effects of 5-aminolevulinic acid on water uptake, ionic toxicity, and antioxidant capacity of Swiss chard (*Beta vulgaris* L.) under sodic-alkaline conditions', *Journal of Plant Nutrition and Soil Science*, 180(5), pp. 535–543. doi: 10.1002/jpln.201700059.
- Martínez-Alcántara, B. *et al.* (2016) 'Liquid organic fertilizers for sustainable agriculture: Nutrient uptake of organic versus mineral fertilizers in citrus trees', *PLoS ONE*, 11(10), pp. 1–20. doi: 10.1371/journal.pone.0161619.
- Mi, W. *et al.* (2016) 'Changes in soil organic carbon fractions under integrated management systems in a low-productivity paddy soil given different organic amendments and chemical fertilizers', *Soil and Tillage Research*, 163, pp. 64–70. doi: <https://doi.org/10.1016/j.still.2016.05.009>.
- Moreno, J. L. *et al.* (2017) 'Compost, leonardite, and zeolite impacts on soil microbial community under barley crops', *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 17(1), pp. 214–230. doi: 10.4067/S0718-95162017005000017.
- Panunggul, V. B. *et al.* (2023) 'Pengaruh Pupuk Kandang dan Bakteri Fotosintesis Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kale (*Brassica oleracea* L. Var. *Acephala*)', *Agrika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 17(November).
- Panunggul, V. B. (2023) 'Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan Terhadap Pupuk Urea dan Bakteri Fotosintesis', *Agrika: Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 17(1), pp. 119–132.
- Rana, M. K. (2015) *Salad Crops: Leaf-Type Crops*. 1st edn, *Encyclopedia of Food and Health*. 1st edn. Elsevier Ltd. doi: 10.1016/B978-0-12-384947-2.00603-6.
- Redondo-Gómez, S. *et al.* (2022) 'Consortia of Plant-Growth-Promoting Rhizobacteria Isolated from Halophytes Improve the Response of Swiss Chard to Soil Salinization', *Agronomy*, 12(2). doi: 10.3390/agronomy12020468.
- Ritonga, E. N. and Nasution, E. K. I. (2019) 'Perbandingan Hasil Produksi Jeruk Manis (*Citrus sinensis* osbec) DENGAN Menggunakan Pupuk Tunggal (Urea) dan Pupuk Kompos Didesa Sihepeng', *Jurnal Agrohita*, 4(1), pp. 18–23. Available at: <http://jurnal.um-tapsel.ac.id/index.php/agrohita>.
- Shahid, M. A. *et al.* (2020) 'Insights into the physiological and biochemical impacts of salt stress on plant growth and development', *Agronomy*, 10(7). doi: 10.3390/agronomy10070938.
- Sharifi, R. and Zadeh, N. (2012) 'Effects of plant density and row spacing on biomass production and some of physiological indices of corn (*Zea mays* L.) in second cropping', *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 10, pp. 795–801.
- Singh, T. B. *et al.* (2020) 'Role of Organic Fertilizers in Improving Soil Fertility BT - Contaminants in Agriculture: Sources, Impacts and Management', in Naeem, M., Ansari, A. A., and Gill, S. S. (eds). Cham: Springer International Publishing, pp. 61–77. doi: 10.1007/978-3-030-41552-5_3.
- Sun, X. *et al.* (2020) 'The physiological mechanism underlying root elongation in response to nitrogen deficiency in crop plants', *Planta*,

- 251(4), p. 84. doi: 10.1007/s00425-020-03376-4.
- Susanti, R. *et al.* (2021) 'Pengaruh Dosis Pupuk Urea Terhadap PERTUMBUHAN dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleracea* var. *alboglabra*)', *Jurnal Agrotek Tropika*, 9(1), p. 137. doi: 10.23960/jat.v9i1.4776.
- Tei, F. *et al.* (2020) 'Nitrogen management of vegetable crops', *Agricultural Water Management*, 240, p. 106316. doi: 10.1016/j.agwat.2020.106316.
- Thompson, R. B. *et al.* (2020) 'Reducing contamination of water bodies from European vegetable production systems', *Agricultural Water Management*, 240, p. 106258. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agwat.2020.106258>.
- Tong, X. *et al.* (2014) 'Long-term fertilization effects on organic carbon fractions in a red soil of China', *CATENA*, 113, pp. 251–259. doi: <https://doi.org/10.1016/j.catena.2013.08.005>.
- Weimers, K. *et al.* (2022) 'Liquid Anaerobic Digestate as Sole Nutrient Source in Soilless Horticulture—or Spiked With Mineral Nutrients for Improved Plant Growth', *Frontiers in Plant Science*, 13(March), pp. 1–13. doi: 10.3389/fpls.2022.770179.
- Xu, Z., Jiang, Y. and Zhou, G. (2015) 'Response and adaptation of photosynthesis, respiration, and antioxidant systems to elevated CO₂ with environmental stress in plants', *Frontiers in Plant Science*, 6. doi: 10.3389/fpls.2015.00701.
- Zaman, M. *et al.* (2015) 'Enhancing crop yield with the use of N-based fertilizers co-applied with plant hormones or growth regulators', *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 95(9), pp. 1777–1785. doi: 10.1002/jsfa.6938.
- Zhang, L. *et al.* (2021) 'Participation of urea-N absorbed on biochar granules among soil and tobacco plant (*Nicotiana tabacum* L.) and its potential environmental impact', *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 313, p. 107371. doi: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2021.107371>.
- Zuo, Q. S. *et al.* (2016) 'Effects of nitrogen rate and genotype on seed protein and amino acid content in canola', *The Journal of Agricultural Science*. 2015/04/16, 154(3), pp. 438–455. doi: DOI: 10.1017/S0021859615000210.