



Pengaruh Aplikasi Pupuk Organik Cair Urin Sapi Dan Kelinci Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Selada Romaine (*Lactuca Sativa* Var. L)

The Effect Of Applying Liquid Organic Fertilizer Made From Cow And Rabbit Urine On The Growth And Yield Of Romaine Lettuce (*Lactuca Sativa* Var. L)

Nandana Daffa Dian Okta Maulana*, Anis Sholihah¹ dan Agus Sugianto²

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang

Jl. MT. Haryono No. 193 Malang 65144, Jawa Timur, Indonesia

*Korespondensi: (nandanamaulana034@gmail.com)

ABSTRACT

*Romaine lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) is a horticultural commodity with high economic value and significant market demand. Lettuce productivity can be increased through the use of liquid organic fertilizer (LOF) as an environmentally friendly fertilization alternative. This study aims to determine the effect of the type and concentration of cow urine and rabbit urine-based liquid organic fertilizers on the growth and yield of romaine lettuce and to identify the optimal treatment. The study was conducted using a factorial randomized block design (RBD) with two factors—type of organic fertilizer (cow urine and rabbit urine) and organic fertilizer concentration (0, 100, 200, and 300 mL/L)—with three replicates. Observation parameters included plant height, number of leaves, leaf area, fresh weight of aboveground parts, fresh weight of roots, dry weight, chlorophyll content, and harvest index. The data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) followed by a 5% BNJ test. The results of the study indicate that there is an interaction between the type and concentration of POC on several growth parameters and the yield of romaine lettuce. Treatment P1K3 (cow urine POC at 300 mL/L) yielded the best response in terms of plant growth and yield. Based on regression analysis, the optimum concentration of cow urine POC was 298.88 mL/L, resulting in an economic fresh weight of 3.32 metric tons per hectare.*

Keywords: *romaine lettuce, liquid organic fertilizer, cow urine, rabbit urine, plant growth.*

ABSTRAK

Selada romaine (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) merupakan komoditas hortikultura bernilai ekonomi tinggi yang memiliki permintaan pasar cukup besar. Peningkatan produktivitas tanaman selada dapat dilakukan melalui pemanfaatan pupuk organik cair (POC) sebagai alternatif pemupukan yang ramah lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis dan konsentrasi POC urin sapi dan urin kelinci terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman selada romaine

serta menentukan perlakuan terbaik. Penelitian dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor, yaitu jenis POC (urin sapi dan urin kelinci) dan konsentrasi POC (0, 100, 200, dan 300 mL/L), dengan tiga ulangan. Parameter pengamatan meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot segar ekonomis, bobot segar akar, bobot kering, kadar klorofil, dan indeks panen. Data dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji BNJ 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara jenis dan konsentrasi POC terhadap beberapa parameter pertumbuhan dan hasil tanaman selada romaine. Perlakuan P_1K_3 (POC urin sapi 300 mL/L) memberikan respons terbaik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman. Konsentrasi optimum POC urin sapi berdasarkan analisis regresi sebesar 298,88 mL/L dengan bobot segar ekonomis 313,69 ton/ha.

Kata kunci: selada romaine, pupuk organik cair, urin sapi, urin kelinci, pertumbuhan tanaman.

PENDAHULUAN

Selada romaine (*Lactuca sativa* L. var. *longifolia*) merupakan komoditas hortikultura yang banyak diminati karena kandungan gizinya dan nilai ekonominya yang tinggi, terutama pada sektor restoran, hotel, catering, dan industri pangan segar (Nurhidayati et al., 2021). Peningkatan permintaan terhadap selada romaine perlu diimbangi dengan peningkatan produksi yang optimal melalui penerapan teknik budidaya dan pemenuhan unsur hara (Chowdhury et al., 2021). Praktik budidaya saat ini masih banyak bergantung pada pupuk anorganik yang jika digunakan terus-menerus tanpa penambahan bahan organik dapat berdampak negatif terhadap kualitas tanah dan keberlanjutan sistem budidaya (Gao et al., 2022).

Sebagai alternatif, pupuk organik cair (POC) berbahan dasar limbah peternakan seperti urin sapi dan urin kelinci dapat dimanfaatkan. Urin sapi dan kelinci mengandung unsur hara makro (N, P, K) dan mikro yang mendukung pembentukan klorofil, pertumbuhan jaringan vegetatif, dan aktivitas fotosintesis (Mmbaga et al., 2024; Tini et al., 2025). Efektivitas penggunaan POC sangat dipengaruhi oleh jenis bahan dan konsentrasi yang diaplikasikan ke tanaman. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh, interaksi, serta menentukan konsentrasi optimum dari POC urin sapi dan kelinci terhadap tingkat pertumbuhan dan hasil tanaman selada romaine.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai Mei 2026 di lahan milik Universitas Islam Malang (UNISMA) di Kelurahan Lowokwaru, Malang, Jawa Timur. Rancangan yang digunakan adalah Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial dengan dua faktor. Faktor pertama adalah jenis POC (P_1 : Urin Sapi, P_2 : Urin Kelinci). Faktor kedua adalah konsentrasi POC (K_0 : 0 mL/L, K_1 : 100 mL/L, K_2 : 200 mL/L, K_3 : 300 mL/L). Terdapat 8 kombinasi perlakuan dengan 3 ulangan dan setiap perlakuan terdapat 3 tanaman sampel, sehingga total terdapat 72 unit percobaan.

Aplikasi POC dilakukan sebanyak tiga kali pada umur 5, 10, dan 15 Hari Setelah Tanam (HST) dengan volume penyiraman 100 mL/tanaman pada tiap aplikasi. Parameter pengamatan meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, fase berbunga, bobot segar total, bobot segar ekonomis, bobot segar akar, bobot kering total, bobot kering ekonomis, bobot kering akar, indeks panen, serta indeks klorofil pada umur 35 HST. Data dianalisis menggunakan Analysis of Variance (ANOVA), dilanjutkan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) taraf 5%, serta dilakukan analisis regresi untuk menentukan konsentrasi optimum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Pemberian POC Urin Sapi dan Kelinci Dengan Berbagai Jenis Konsentrasi Terhadap Pertumbuhan Tanaman Selada

Jumlah Daun

Hasil analisis ragam (Anova) menunjukkan terdapat interaksi nyata antara jenis pupuk organik cair dan dosis pupuk organik cair terhadap jumlah daun (helai) selada pada pengamatan 7, 21, 28, dan 35 HST. Rata-rata jumlah daun setelah dilakukan uji BNJ 5% Disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Rata-rata Jumlah Daun Tanaman Selada Akibat Pengaruh Interaksi Pemberian Jenis POC dan Berbagai Konsentrasi.

Jumlah Daun (Helai)				
Perlakuan	Umur (HST)			
	7	21	28	35
P ₁ K ₀	3,08 a	8,00 a	13,00 a	21,00 ab
P ₁ K ₁	3,89 bc	11,00 d	16,50 bc	23,17 bc
P ₁ K ₂	3,78 bc	10,30 cd	17,00 c	25,17 c
P ₁ K ₃	4,11 c	10,83 cd	14,56 abc	20,83 ab
P ₂ K ₀	3,40 ab	8,00 a	13,17 ab	18,33 a
P ₂ K ₁	3,33 ab	9,67 bc	13,67 abc	19,67 ab
P ₂ K ₂	3,56 abc	10,67 cd	14,67 abc	22,33 bc
P ₂ K ₃	3,78 bc	10,17 cd	15,61 abc	22,50 bc
BNJ 5%	0,62	1,22	3,34	3,94

Keterangan : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%

Jumlah daun berpengaruh nyata pada hampir seluruh umur pengamatan, dengan interaksi jenis dan konsentrasi yang signifikan pada beberapa fase. Meskipun sebagian besar perlakuan tidak selalu berbeda nyata secara statistik, secara deskriptif perlakuan P₁ (urin sapi) cenderung menghasilkan

jumlah daun lebih tinggi dibandingkan P₂ (urin kelinci). Jumlah daun merupakan indikator penting pertumbuhan vegetatif karena berkaitan langsung dengan kemampuan tanaman berfotosintesis; semakin banyak daun yang terbentuk, semakin besar luas permukaan penangkap cahaya sehingga pembentukan fotosintat lebih optimal.

Tingginya jumlah daun pada perlakuan urin sapi menunjukkan bahwa unsur nitrogen yang tersedia telah mampu mendukung pembentukan daun melalui peningkatan aktivitas pembelahan sel pada jaringan meristem. Akan tetapi, karena seluruh perlakuan juga memperoleh pupuk dasar NPK, kebutuhan unsur hara dasar tanaman diduga telah terpenuhi sehingga tambahan unsur hara dari POC tidak menghasilkan perbedaan jumlah daun yang cukup besar untuk dibedakan secara statistik pada sebagian umur. Marschner (2011) menjelaskan bahwa apabila kebutuhan hara tanaman telah tercukupi, maka penambahan pupuk tidak selalu meningkatkan pertumbuhan vegetatif secara nyata karena faktor pembatas pertumbuhan dapat bergeser ke faktor lingkungan lainnya.

Luas Daun

Hasil analisis ragam (Anova) menunjukkan terdapat interaksi nyata antara jenis pupuk organik cair dan dosis pupuk organik cair terhadap luas daun (cm²) tanaman selada pada pengamatan 7, 21, 28, dan 35 HST. Namun pada pengamatan 14 HST tidak menunjukkan pengaruh nyata. Rata-rata jumlah daun setelah dilakukan uji BNJ 5% Disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Rata-rata Luas Daun Tanaman Selada Akibat Pengaruh Interaksi Pemberian Jenis POC dan Berbagai Konsentrasi.

Luas Daun (Cm ²)				
Perlakuan	Umur (HST)			
	7	21	28	35
P ₁ K ₀	21,89 ab	686,64 a	1541,42 ab	2838,46 abc
P ₁ K ₁	24,71 ab	841,82 b	2054,43 b	3152,39 bc
P ₁ K ₂	24,95 ab	745,10 ab	2041,35 b	3338,71 c
P ₁ K ₃	27,41 b	699,01 ab	1899,16 ab	3134,77 bc
P ₂ K ₀	26,54 b	685,96 a	1612,32 ab	2828,63 abc
P ₂ K ₁	18,53 a	662,11 a	1271,16 a	2463,89 ab
P ₂ K ₂	21,56 ab	659,69 a	1274,87 a	2353,84 a
P ₂ K ₃	22,95 ab	653,23 a	1591,90 ab	3193,61 bc
BNJ 5%	7,21	144,01	747,78	775,70

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dalam kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%.

Luas daun berpengaruh nyata pada beberapa umur pengamatan, dengan interaksi jenis dan konsentrasi yang signifikan pada umur 7, 21, 28, dan 35 HST. Secara deskriptif, perlakuan P₁K₁ dan P₁K₂ menghasilkan luas daun yang relatif lebih besar dibandingkan perlakuan lainnya,

sedangkan pada konsentrasi tertinggi respons tidak selalu meningkat secara proporsional. Luas daun mencerminkan kemampuan tanaman melakukan ekspansi sel selama fase vegetatif; semakin luas daun yang terbentuk, semakin besar kemampuan tanaman menangkap energi cahaya untuk fotosintesis.

Tidak adanya peningkatan luas daun secara nyata pada konsentrasi yang lebih tinggi mengindikasikan bahwa peningkatan konsentrasi POC tidak selalu diikuti dengan peningkatan kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara. Pada konsentrasi yang terlalu tinggi, larutan pupuk memiliki tekanan osmotik yang lebih besar sehingga penyerapan air oleh akar dapat terhambat. Kondisi tersebut menyebabkan efisiensi penyerapan unsur hara menurun sehingga peningkatan konsentrasi pupuk tidak lagi memberikan keuntungan bagi pertumbuhan tanaman. Fenomena ini sesuai dengan prinsip respons dosis pada pemupukan, yaitu bahwa setiap tanaman memiliki batas kebutuhan unsur hara optimum, dan pemberian pupuk melebihi kebutuhan tersebut tidak akan meningkatkan pertumbuhan secara proporsional (White & Brown, 2010).

Pengaruh Pemberian POC Urine Sapi dan Kelinci Dengan Berbagai Jenis Konsentrasi Terhadap Parameter Hasil Tanaman Selada

Bobot Segar Total dan Bobot Segar Ekonomis

Hasil analisis ragam (Anova) parameter bobot segar total dan bobot segar ekonomis (g/tanaman) menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara macam jenis pupuk organik cair dan macam konsentrasi menunjukkan pengaruh yang nyata. Rata-rata bobot segar total dan bobot segar ekonomis setelah dilakukan uji BNJ 5% disajikan pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Rata-rata Hasil Tanaman Selada Akibat Pengaruh Interaksi Pemberian Jenis POC Pada Berbagai Konsentrasi

Perlakuan	Bobot Segar Total Tanaman(g/tan)	Bobot Segar Ekonomis(g/tan)
P ₁ K ₀	245,30 c	200,52 cd
P ₁ K ₁	336,22 e	285,19 f
P ₁ K ₂	332,06 de	282,78 ef
P ₁ K ₃	375,47 e	318,79 g
P ₂ K ₀	194,17 a	165,86 a
P ₂ K ₁	203,69 ab	171,39 ab
P ₂ K ₂	266,53 c	225,64 d
P ₂ K ₃	236,38 bc	197,53 bc
BNJ 5%	34,11	27,81

Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dalam kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%.

Indeks Panen

Hasil analisis ragam (Anova) parameter indeks panen (%) tanaman selada menunjukkan tidak terdapat interaksi tetapi secara terpisah, hanya faktor konsentrasi memberikan pengaruh yang

nyata terhadap indeks panen. Rata-rata setelah dilakukan uji BNJ 5% disajikan pada Tabel 4 dibawah ini.

Indeks Panen (%)	
Perlakuan	Indeks Panen (%)
P ₁	0,53
P ₂	0,52
BNJ 5%	TN
K ₀	0,42 a
K ₁	0,54 ab
K ₂	0,55 b
K ₃	0,60 b
BNJ 5%	0,12

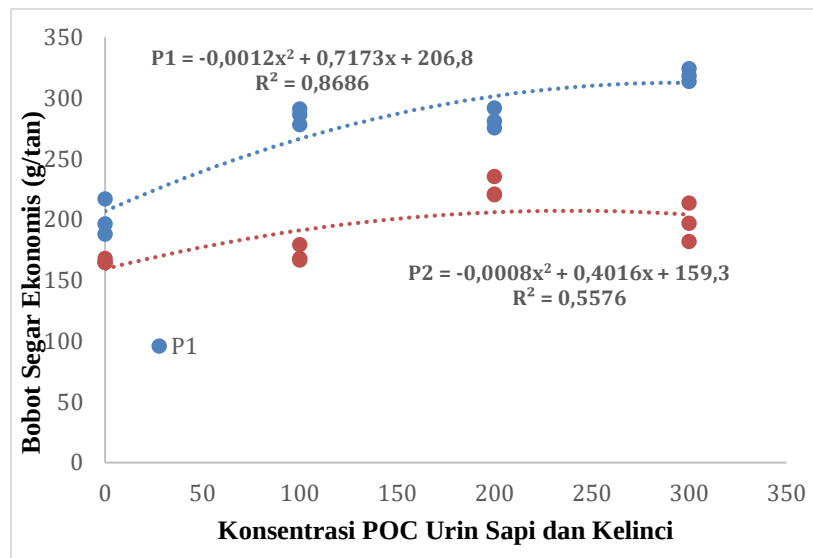
Keterangan: Angka yang diikuti dengan huruf yang sama dalam kolom menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji BNJ 5%.

Pada parameter bobot segar ekonomis, kombinasi perlakuan juga memberikan pengaruh nyata. Bobot segar ekonomis merupakan parameter yang paling penting dalam penelitian ini karena menggambarkan bagian tanaman yang memiliki nilai konsumsi dan nilai jual. Peningkatan bobot segar ekonomis menunjukkan bahwa hasil fotosintesis lebih banyak dialokasikan pada bagian tajuk tanaman dibandingkan bagian akar. Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair tidak hanya meningkatkan pertumbuhan vegetatif, tetapi juga meningkatkan efisiensi distribusi hasil fotosintesis menuju organ ekonomi tanaman. Menurut Gardner et al. (1991), akumulasi biomassa ekonomi sangat dipengaruhi oleh keseimbangan antara laju fotosintesis, respirasi, serta kemampuan tanaman mentranslokasikan hasil fotosintesis menuju organ yang dipanen.

Indeks panen yang diperoleh pada penelitian ini menunjukkan bahwa sebagian besar biomassa tanaman dialokasikan menuju bagian tajuk sebagai organ ekonomi. Hal tersebut sesuai dengan karakter fisiologi tanaman selada romaine yang dipanen pada fase vegetatif sehingga sebagian besar hasil fotosintesis dimanfaatkan untuk pembentukan daun. Nilai indeks panen yang relatif tinggi mengindikasikan bahwa pemberian pupuk organik cair mampu meningkatkan efisiensi pembentukan hasil ekonomi tanpa menyebabkan peningkatan biomassa akar secara berlebihan.

Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik cair urin sapi dan urin kelinci pada berbagai konsentrasi mampu meningkatkan parameter hasil tanaman melalui mekanisme peningkatan aktivitas fotosintesis, penyerapan unsur hara, dan akumulasi biomassa. Namun demikian, peningkatan hasil tersebut tidak selalu bersifat linier terhadap peningkatan konsentrasi pupuk. Hal ini menunjukkan bahwa setiap jenis pupuk organik cair memiliki kisaran konsentrasi optimum yang berbeda sesuai dengan komposisi unsur hara dan kemampuan tanaman dalam memanfaatkannya. Temuan ini mendukung teori nutrisi tanaman yang

menyatakan bahwa respons tanaman terhadap pemupukan dipengaruhi oleh keseimbangan unsur hara, bukan hanya oleh jumlah unsur hara yang diberikan (Marschner, 2011). Selain itu, hasil penelitian ini juga memperkuat penelitian Wibowo (2021), Kusmutafmi et al. (2023), dan Rahmawati et al. (2025) yang melaporkan bahwa efektivitas pupuk organik cair sangat dipengaruhi oleh jenis bahan baku dan konsentrasi aplikasi sehingga penentuan dosis yang tepat menjadi faktor penting dalam meningkatkan hasil tanaman hortikultura.



Gambar 1 Grafik Hubungan Konsentrasi Urin Sapi dan Kelinci terhadap Bobot Segar Ekonomis

Analisis Regresi Hubungan Konsentrasi POC terhadap Bobot Segar Ekonomis

Analisis regresi kuadratik menunjukkan pola respons yang berbeda antara kedua jenis POC. Untuk POC urin sapi diperoleh persamaan $Y = -0,0012x^2 + 0,7173x + 206,8$ ($R^2 = 0,8686$) dengan konsentrasi optimum 298,88 mL/L dan bobot segar ekonomis estimasi 313,69 g/tanaman. Untuk POC urin kelinci diperoleh persamaan $Y = 0,0008x^2 - 0,4016x + 159,3$ ($R^2 = 0,5576$) dengan konsentrasi optimum 251,00 mL/L dan bobot segar ekonomis 209,70 g/tanaman.

Pola parabola terbuka ke bawah pada urin sapi menunjukkan adanya titik optimum sesuai hukum hasil yang menurun (law of diminishing returns). Pada konsentrasi rendah hingga sedang, penambahan unsur hara mampu meningkatkan aktivitas fotosintesis, pembentukan klorofil, sintesis protein, dan pembelahan sel sehingga akumulasi biomassa tanaman meningkat. Akan tetapi, ketika konsentrasi pupuk semakin tinggi, efisiensi pemanfaatan unsur hara mulai menurun karena kebutuhan fisiologis tanaman telah tercukupi. Konsentrasi larutan yang terlalu tinggi juga dapat meningkatkan tekanan osmotik di sekitar daerah perakaran sehingga penyerapan air dan unsur hara menjadi kurang efisien (Marschner, 2011).

Berbeda dengan POC urin sapi, kurva regresi pada POC urin kelinci berbentuk parabola terbuka ke atas sehingga menunjukkan adanya titik minimum. Pola tersebut mengindikasikan bahwa respons tanaman terhadap POC urin kelinci berbeda dibandingkan POC urin sapi. Meskipun urin kelinci



diketahui memiliki kandungan nitrogen yang relatif lebih tinggi, tingginya kandungan nitrogen tidak selalu menghasilkan pertumbuhan maupun hasil tanaman yang lebih baik apabila tidak diimbangi oleh unsur fosfor, kalium, maupun unsur mikro lainnya (Kusmutafmi et al., 2023). Dengan demikian, POC urin sapi menunjukkan pola respons yang lebih stabil dan unggul terhadap peningkatan konsentrasi pupuk.

KESIMPULAN DAN SARAN

Terdapat interaksi antara jenis dan konsentrasi POC terhadap beberapa parameter pertumbuhan dan hasil tanaman selada romaine. Kombinasi perlakuan POC urin sapi konsentrasi 300 mL/L (P_1K_3) merupakan perlakuan terbaik karena menghasilkan pertumbuhan dan bobot segar ekonomis tertinggi. Konsentrasi optimum POC urin sapi adalah 298,88 mL/L dengan bobot segar ekonomis 313,69 g/tanaman, sedangkan konsentrasi optimum POC urin kelinci adalah 251,00 mL/L dengan bobot segar ekonomis 209,70 g/tanaman. POC urin sapi cenderung memberikan respons yang lebih baik dibandingkan urin kelinci karena komposisi unsur hara yang lebih seimbang.

Disarankan penggunaan POC urin sapi sebagai alternatif pemupukan organik dalam budidaya selada romaine dengan volume aplikasi 100 mL larutan per tanaman. Penelitian lanjutan disarankan menggunakan kisaran konsentrasi yang lebih sempit di sekitar titik optimum hasil regresi agar konsentrasi optimum dapat ditentukan dengan ketelitian lebih tinggi, serta menguji aplikasi pada skala lapang yang lebih luas.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ir. Anis Sholihah, M.P. dan Prof. Dr. Ir. H. Agus Sugianto, S.T., M.P. selaku dosen pembimbing, serta Fakultas Pertanian Universitas Islam Malang yang telah menyediakan fasilitas penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Chowdhury, S. and Rahman, M. 2021. Influence of different organic manures on growth, yield and mineral nutrient accumulation in lettuce (*Lactuca sativa* L.). *Dhaka University Journal of Biological Sciences* 30(2): 159–168.
- Cintiyah, F., et al. 2024. Optimization of liquid organic fertilizer from livestock manure with *Indigofera* for hydroponic lettuce growth. *Agro Bali* 7(3): 676–690.
- Gao, R., et al. 2022. Effects of long-term application of organic manure and chemical fertilizer on soil properties and microbial communities in the agro-pastoral ecotone of North China. *Frontiers in Environmental Science* 10: 993973.
- Gardner, F.P., Pearce, R.B. and Mitchell, R.L. 1991. *Physiology of Crop Plants*. Iowa State

University Press.

Kusmutafmi, S.W., et al. 2023. Pengaruh pemberian konsentrasi pupuk organik cair urine kelinci terhadap pertumbuhan dan hasil tiga varietas tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) secara hidroponik sistem sumbu. *AGROVITAL: Jurnal Ilmu Pertanian* 8(2): 145–152.

Marschner, H. 2011. *Marschner's Mineral Nutrition of Higher Plants*. Academic Press.

Nurhidayati, N., Machfudz, M. and Basit, A. 2021. Yield and nutritional quality of green leafy lettuce (*Lactuca sativa* L.) under soilless culture system using various composition of growing media and vermicompost rates. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture* 36(2): 201–212.

Rahmawati, F., Efendi, I. and Masiah, M. 2025. Efektivitas pemberian pupuk organik cair (POC) dari urin sapi terhadap pertumbuhan tanaman selada (*Lactuca sativa* L.). *Biocaster: Jurnal Kajian Biologi* 5(1): 15–24.

Santoso, U., Rizali, A. and Berutu, Y. 2023. Pengaruh pupuk organik cair urine sapi plus terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman selada (*Lactuca sativa* L.). *EnviroScienteeae* 19(3): 14–24.

Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I.M. and Murphy, A. 2015. *Plant Physiology and Development*. 6th ed. Sinauer Associates.

Tini, E.W. and Kurniawan, R.R. 2025. Optimization of rabbit urine liquid organic fertilizer and reduced NPK fertilizer doses for improving growth and physiology of shallot (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Kultivasi* 24(2): 8.

White, P.J. and Brown, P. 2010. Plant nutrition for sustainable development and global health. *Annals of Botany* 105(7): 1073–1080.

Wibowo, W.T. 2021. Pengaruh pemberian berbagai konsentrasi urine sapi fermentasi terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman selada (*Lactuca sativa* L.). *Unes Journal Mahasiswa Pertanian* 5(2): 135–143.