

Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae*) Terhadap Penggunaan Kombinasi Pupuk Kotoran Kambing dan Pupuk NPK 16-16-16

Ahmad Taofik

Jurusan Agroteknologi – UIN Sunan Gunung Djati, Indonesia

e-mail : taofikuin@uinsgd.ac.id

Abstract. *Kailan (Brassica oleraceae) is a vegetable with thick, dark green leaves and crunchy stems, often used in Asian cooking. This plant is adaptable to a variety of growing conditions, making it suitable for the home gardening, and it is relatively easy to cultivate with the ability to grow in a variety of climates. Most farmers still rely on synthetic fertilizers in kailan cultivation. Using organic fertilizer can improve soil health and reduce the risk of accumulation of dangerous chemicals in the food. The research aims to study the substitution of synthetic NPK fertilizer with goat manure. The experiment is the method used, consisting of 6 treatments and repeated 5 times. The treatments consisted of A: Control (no fertilizer), B: 100% dose of goat manure, C: 75% dose of goat manure + 25% dose of NPK fertilizer, D: 50% dose of goat manure + 50% dose of fertilizer NPK, E: 25% dose of goat manure + 75% dose of NPK fertilizer, F: 100% dose of NPK fertilizer. The research variables consisted of soil analysis, goat manure analysis, plant height, number of leaves, leaf area, plant fresh weight, plant dry weight, and shoot root ratio. The data obtained were analyzed of variance using data analysis data processing in the Excel program, if they were significantly different, continued with Duncan's multiple range test. Based on the results obtained, it was concluded that goat manure could be used as a substitute for synthetic fertilizer.*

Keywords : *fertilizer, goat, kailan, organik, synthetic*

Abstrak. *Kailan (Brassica oleraceae) adalah sayuran berdaun hijau tua yang tebal dan batang renyah, sering digunakan dalam masakan Asia. Tanaman ini dapat beradaptasi dengan berbagai kondisi pertumbuhan, menjadikannya cocok untuk kebun rumah, dan budidayanya relatif mudah dengan kemampuan tumbuh di berbagai iklim. Sebagian besar petani masih mengandalkan pupuk sintetis dalam budidaya kailan. Penggunaan pupuk organik dapat meningkatkan kesehatan tanah dan mengurangi risiko akumulasi bahan kimia berbahaya dalam rantai makanan. Penelitian bertujuan untuk mempelajari substitusi pupuk NPK sintetis dengan pupuk kotoran kambing. Eksperimen merupakan metode yang digunakan, terdiri dari 6 perlakuan dan diulang sebanyak 5 kali. Perlakuan yang dicobakan terdiri dari A : Kontrol (tanpa pupuk), B : 100 % dosis Pupuk kandang kambing, C : 75 % dosis Pupuk kandang kambing + 25 % dosis Pupuk NPK, D : 50 % dosis pupuk kandang kambing + 50 % dosis pupuk NPK, E : 25 % dosis pupuk kandang kambing + 75 % dosis Pupuk NPK, F : 100 % dosis pupuk NPK. Variable penelitian terdiri dari analisis tanah, analisis pupuk kandang kambing tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot segar tanaman, bobot kering tanaman, dan nisbah pupus akar. Data yang diperoleh dianalisis ragam menggunakan pengolah data analisis data dalam program excel, bila berbeda nyata dilanjutkan uji lanjut jarak berganda Duncan. Berdasarkan hasil yang diperoleh disimpulkan bahwa pupuk kandang kotoran kambing bisa digunakan untuk substitusi pupuk sintetis.*

Kata kunci : kailan, kambing, kotoran, pupuk, sintetis.

PENDAHULUAN

Kailan (*Brassica oleraceae*), memiliki daun berwarna hijau tua, tebal dan batangnya renyah, sering digunakan dalam masakan Asia. Rasa kailan sedikit pahit memunculkan sensasi segar melengkapi banyak hidangan, terutama ketika dipasangkan dengan saus tiram. Kailan bermanfaat bagi kesehatan karena mengandung glukosinolat dan isothiocyanate yang tinggi. Kailan mampu beradaptasi dengan kondisi pertumbuhan yang berbeda sehingga cocok untuk kebun rumah. Budidaya kailan relatif mudah, memungkinkan pertumbuhan yang baik di berbagai iklim. Sebagian besar petani masih penggunaan pupuk sintetis dalam budidaya kailan.

Pupuk sintetis memainkan peran penting dalam pertanian modern dengan menyediakan nutrisi penting seperti nitrogen, fosfor, dan kalium dalam bentuk yang tersedia, yang secara signifikan dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil tanaman. Aplikasi yang tepat memungkinkan petani untuk menyesuaikan pengiriman nutrisi dengan kebutuhan tanaman tertentu, seringkali menghasilkan hasil jangka pendek yang lebih tinggi dibandingkan dengan alternatif organik, yang mungkin membutuhkan waktu lebih lama untuk mempengaruhi tingkat nutrisi tanah dan kinerja tanaman (Kazem et al, 2024). Sementara pupuk sintetis umumnya lebih murah dan lebih mudah diterapkan dalam skala besar, kekhawatiran tentang dampak lingkungan dan kesehatan tanah telah menyebabkan peningkatan minat pada metode pemupukan alternatif, termasuk pupuk organik (Yokamo et al., 2023).

Penggunaan pupuk sintetis yang berlebihan secara signifikan menurunkan kualitas tanah, yang menyebabkan berkurangnya kesuburan alami, struktur tanah yang terganggu, dan berkurangnya kapasitas retensi air. Penelitian

menunjukkan bahwa pupuk nitrogen dan fosfor berkontribusi terhadap limpasan nutrisi, mengakibatkan kontaminasi air dan eutrofikasi, yang berdampak buruk pada ekosistem perairan dan kesehatan manusia melalui peningkatan risiko penyakit seperti methemoglobinemia dan kanker tertentu (Zeeshan et al., 2024). Selain itu, kadar nitrogen yang tinggi dapat mengganggu aktivitas mikroba tanah dan siklus nutrisi, yang semakin memperburuk penurunan kesehatan tanah (Karimi et al., 2023). Akumulasi bahan kimia berbahaya dari pupuk menimbulkan risiko bagi kesehatan manusia dan hewan, terutama ketika zat ini memasuki rantai makanan (M. S. Deshmukh et al., 2023). Sementara pupuk sintetis dapat menawarkan manfaat ekonomi jangka pendek, biaya lingkungan jangka panjang, termasuk restorasi tanah dan dampak kesehatan, dapat menjadi substansial (Frattini et al., 2023; Zeeshan et al., 2024). Dengan demikian, pergeseran ke arah praktik pertanian berkelanjutan sangat penting untuk mengurangi efek buruk ini dan meningkatkan kesehatan tanah dan ekosistem (Wang et al., 2023). Penggunaan pupuk sintetis memberikan keuntungan signifikan dalam peningkatan produksi pertanian, tetapi juga membawa risiko yang signifikan terhadap lingkungan dan kesehatan tanah. Kombinasi penggunaan pupuk sintetis dengan praktik pertanian berkelanjutan dan penggunaan pupuk organik bisa menjadi solusi untuk meminimalkan kerugian tersebut.

Penelitian menunjukkan bahwa mengintegrasikan pupuk organik dengan opsi sintetis dapat mengoptimalkan efisiensi penggunaan nutrisi dan meningkatkan kesehatan tanah, menunjukkan pendekatan yang seimbang mungkin lebih berkelanjutan dalam jangka Panjang (Gautam et al., 2024). Jadi, sementara pupuk sintetis efektif untuk peningkatan hasil langsung, penggunaan jangka panjangnya harus dikelola dengan hati-hati untuk mengurangi potensi dampak lingkungan negatif (Yokamo et al., 2023). Dengan semua keunggulan ini, pupuk kandang kambing adalah pilihan yang sangat baik untuk meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman secara alami dan berkelanjutan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari substitusi pupuk sintetis dengan pupuk kandang kambing dalam budidaya kailan

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Desa Cipancar Kecamatan Serangpanjang Kabupaten Subang, Provinsi Jawa Barat dengan ketinggian ± 741 mdpl. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih tanaman kailan (*Brassica oleraceae*), pupuk kandang kambing dan pupuk NPK Mutiara 16-16-16. Sedangkan peralatan yang digunakan meliputi cangkul, gelas ukur, ember, timbangan analitik, alat pengukur tinggi berupa penggaris/meteran, polybag (30 x 30 cm), termohygrometer, plastik label, kamera, oven, alat tulis.

Penelitian ini dilaksanakan dengan metode eksperimental dengan menggunakan pola Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian terdiri dari 6 perlakuan dan diulang sebanyak 5 kali. sehingga diperoleh 30 satuan percobaan. Perlakuan yang dicobakan terdiri dari A : Kontrol (tanpa pupuk), B : 100 % dosis Pupuk kandang kambing, C : 75 % dosis Pupuk kandang kambing + 25 % dosis Pupuk NPK, D : 50 % dosis pupuk kandang kambing + 50 % dosis pupuk NPK, E : 25 % dosis pupuk kandang kambing + 75 % dosis Pupuk NPK, F : 100 % dosis pupuk NPK.

Variable penelitian meliputi variable penunjang terdiri dari analisis tanah, analisis pupuk kandang kambing; sedangkan variable utama adalah tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, bobot segar tanaman, bobot kering tanaman, dan nisbah pupus akar.

Data yang diperoleh dianalisis ragam menggunakan pengolah data analisis data dalam program excel, bila berbeda nyata dilanjutkan uji lanjut jarak berganda Duncan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis tanah dan pupuk kandang kambing

Hasil analisis tanah menunjukkan bahwa tanah memiliki tekstur tanah liat, dengan kandungan liat sebesar 41%, debu 21%, dan pasir 38%, pH 5,5, kandungan C-organik sebesar 2,07%, N total 0,27%, C/N rasio 8, kandungan P_2O_5 HCl 25% sebesar 77 mg/100g dan kandungan K_2O HCl 25% 43 mg/100g. Sedangkan hasil analisis pupuk kandang kambing menunjukkan C-Organik sebesar 12,76 %, P_2O_5 0,37 %, N-total 0,83 %, K_2O 0,90 %, pH 4,5, dan C/N 15.

Tinggi tanaman.

Data respon tinggi tanaman disajikan dalam Tabel 1. Temuan yang diperoleh menunjukkan bahwa substitusi pupuk NPK dengan kotoran kambing tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap tinggi tanaman kailan pada umur 14, 28, 35, dan 42 hari setelah pindah tanam, sedangkan pada umur 21 hari berpengaruh signifikan.

Tinggi tanaman 21 HST menunjukkan bahwa perlakuan F menunjukkan hasil tertinggi, yaitu 18,51 cm, dan menunjukkan perbedaan yang signifikan dari perlakuan lainnya. Fenomena ini dapat dikaitkan dengan karakteristik pelepasan cepat pupuk NPK, yang memfasilitasi pertumbuhan karena meningkatnya N tersedia. Nitrogen adalah makronutrien penting yang dibutuhkan dalam jumlah besar oleh tanaman, dan kecukupan nitrogen berkorelasi positif dengan peningkatan pertumbuhan tanaman.

Tabel 1. Pengaruh Perlakuan Terhadap Tinggi Tanaman Kailan pada 14, 21, 28, 35, 42 HST

Perlakuan	Rata-rata Tinggi Tanaman (cm)				
	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST	42 HST
A	9,66 ^a	16,3 ^{ab}	21,8 ^a	24,56 ^a	25,13 ^a
B	10,47 ^a	14,58 ^a	20,79 ^a	22,53 ^a	24,12 ^a
C	10,53 ^a	14,64 ^a	22,03 ^a	24,56 ^a	26,41 ^a
D	11,26 ^a	15,66 ^a	23,98 ^a	26,05 ^a	27,35 ^a
E	9,86 ^a	14,51 ^a	21,5 ^a	22,9 ^a	27,35 ^a
F	9,88 ^a	18,51 ^b	25,84 ^a	27,43 ^a	27,78 ^a

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama ke arah kolom menunjukkan berbeda tidak nya ($P>0,05$). A. = Kontrol (tanpa pupuk), B = Pupuk kandang kambing 100 %, C = Pupuk kandang kambing 75% + Pupuk NPK 25%, D = Pupuk kandang kambing 50% + Pupuk NPK 50 %, E = Pupuk kandang kambing 25+ Pupuk NPK 75%, dan F = Pupuk NPK 100 %.

Hasil pengukuran selama periode penelitian, substitusi NPK oleh pupuk kandang kambing tidak memberikan perbedaan yang signifikan, hal tersebut menunjukkan bahwa penggunaan pupuk kandang kotoran kambing dapat menggantikan penggunaan pupuk sintetis NPK dalam budidaya kailan di lokasi penelitian.

Jumlah daun.

Data respon jumlah daun tanaman kailan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 2. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa kombinasi pupuk kandang kambing dengan pupuk nPK 16-16-16 berpengaruh tidak nyata terhadap jumlah daun.

Tabel 2. Pengaruh Perlakuan Terhadap Jumlah Daun Kailan pada 14, 21, 28, 35, 42 HST

Perlakuan	Rata-rata Jumlah Daun (helai)				
	14 HST	21 HST	28 HST	35 HST	42 HST
A	2,8 ^a	4 ^a	6 ^a	8 ^a	9 ^a
B	3,2 ^a	4,4 ^a	6,2 ^a	9 ^a	10,2 ^a
C	3 ^a	4,4 ^a	6 ^a	9 ^a	10,2 ^a
D	3,6 ^a	4,6 ^a	6 ^a	9,2 ^a	10,4 ^a
E	3,6 ^a	4,4 ^a	7 ^a	8,2 ^a	9,2 ^a
F	3,4 ^a	4 ^a	5,6 ^a	8 ^a	9 ^a

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama ke arah kolom menunjukkan berbeda tidak nya ($P>0,05$). A. = Kontrol (tanpa pupuk), B = Pupuk kandang kambing 100 %, C = Pupuk kandang kambing 75% + Pupuk NPK 25%, D = Pupuk kandang kambing 50% + Pupuk NPK 50 %, E = Pupuk kandang kambing 25+ Pupuk NPK 75%, dan F = Pupuk NPK 100 %.

Pemanfaatan pupuk NPK 16:16:16 menunjukkan dampak minimal pada jumlah daun karena fakta bahwa aplikasi tunggal tidak cukup untuk menghasilkan transformasi yang nyata dalam pertumbuhan tanaman. Fenomena ini juga dapat dikaitkan dengan kondisi iklim yang merugikan, seperti curah hujan, yang memfasilitasi pencucian pupuk yang diterapkan pada vegetasi, sehingga membuat ketersediaan nutrisi tidak memadai untuk perkembangan tanaman yang optimal. Temuan serupa dilaporkan dalam penelitian yang dilakukan oleh Banurea (2021), dimana aplikasi kotoran sapi dalam hubungannya dengan pupuk NPK 16-16-16 menghasilkan jumlah daun kailan rata-rata mencapai maksimum 7,73 daun. Seperti halnya tinggi tanaman, penggunaan pupuk kandang kambing tidak berpengaruh terhadap jumlah daun. Jumlah daun yang diperoleh tidak berbeda jauh dengan hasil penelitian sebelumnya.

Luas daun, Bobot Segar, Bobot Kering dan Nisbah Pupus Akar

Data respon luas daun, bobot segar, bobot kering dan nisbah pupus akar tanaman kailan dalam penelitian ini disajikan dalam Tabel 3. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa substitusi NPK dengan pupuk kandang kambing berpengaruh terhadap luas daun, namun tidak berpengaruh terhadap bobot segar, bobot kering dan nisbah pupus akar.

Tabel 3. Pengaruh Perlakuan Terhadap Luas daun, Bobot Segar, Bobot Kering dan Nisbah Pupus Akar

Perlakuan	Karakteristik Respon			
	LD (Cm ²)	BS (g)	BK (g)	NPA
A	102,39 ^a	32,75 ^a	2,74 ^a	10,91 ^a
B	123,73 ^{ab}	39,35 ^a	3,42 ^a	14,92 ^a
C	117,51 ^a	39,8 ^a	3,26 ^a	15,26 ^a
D	108,62 ^a	49,03 ^a	3,74 ^a	13,75 ^a
E	105,7 ^a	40,11 ^a	3,44 ^a	14,76 ^a
F	143,72 ^b	39,7 ^a	3,42 ^a	16,45 ^a

Keterangan : angka yang diikuti huruf yang sama ke arah kolom menunjukkan berbeda tidak nya ($P>0,05$). A. = Kontrol (tanpa pupuk), B = Pupuk kandang kambing 100 %, C = Pupuk kandang kambing 75% + Pupuk NPK 25%, D = Pupuk kandang kambing 50% + Pupuk NPK 50 %, E = Pupuk kandang kambing 25+ Pupuk NPK 75%, dan F = Pupuk NPK 100 %. LD = Luas Daun, BS = Bobot Segar, BK = Berat Kering, NPA = Nisbah Pupus akar.

Perlakuan F menunjukkan hasil yang paling menguntungkan, dikaitkan dengan penerapan eksklusif NPK 16-16-16, menguatkan pernyataan Sudibyo (2002), yang mengemukakan bahwa suhu dan kelembaban atmosfer memberikan pengaruh signifikan pada luas daun. Kelembaban atmosfer yang tidak mencukupi ditambah dengan suhu yang tinggi dapat menyebabkan hilangnya air dan nutrisi yang substansif pada tanaman. Tingkat kelembaban yang meningkat mendorong perluasan pertumbuhan daun, rata-rata 83,44. Ketersediaan air yang substansif yang dihasilkan dari pengendapan lebih lanjut memfasilitasi proses pembubaran, sehingga menambah luas daun yang terkait dengan perlakuan F.

Curah hujan menghasilkan intensitas cahaya yang berkurang, sehingga membatasi aktivitas fotosintesis, yang mengarah pada kecenderungan cadangan makanan untuk dimanfaatkan lebih dari yang disimpan. Intensitas cahaya yang meningkat, sebaliknya, menyebabkan penurunan kelembaban atmosfer, akibatnya mempercepat proses transpirasi dan menghasilkan hasil yang tidak optimal (Juanita et al., 2013). Hasil penelitian ini sejalan dengan Banurea (2021), aplikasi substitusi kotoran sapi dengan pupuk NPK 16-16-16 menghasilkan luas daun rata-rata 131,58 cm².

Berat segar tanaman secara intrinsik terkait dengan parameter yang disebutkan di atas, di mana ada korelasi positif dengan tinggi tanaman, jumlah daun, luas daun, dan volume akar; korelasi ini secara signifikan mempengaruhi berat segar tanaman per plot. Urutan proses pembelahan seluler di kailan sangat penting dalam menentukan tingkat produksi total kailan (Andrianiy et al., 2015). Penyediaan nutrisi yang cukup dalam jumlah dan proporsi yang tepat merupakan prasyarat penting untuk berkembangnya bunga tanaman. Kehadiran nutrisi yang cukup dalam media pertumbuhan secara substansif meningkatkan kapasitas tanaman untuk melaksanakan proses fisiologis dengan lebih efektif. Aksesibilitas nutrisi nitrogen dan fosfor dalam pupuk merangsang pembelahan sel sekunder (kambium), sehingga menghasilkan diameter batang tanaman yang meningkat dan lebih padat (Lingga, 1984). Berat segar tanaman ditentukan oleh berat segar komponen tanaman seperti batang dan daun, yang bertanggung jawab untuk produksi karbohidrat melalui fotosintesis, sedangkan akar memainkan peran penting dalam menyerap air dan nutrisi yang diperlukan untuk metabolisme tanaman (Tripama & Yahya, 2018). Temuan yang diperoleh dari penelitian ini kurang optimal karena penyerapan nutrisi yang tidak memadai memuncak dalam produksi batang yang tinggi dan ramping; dibandingkan dengan hasil penelitian lain, hasil terendah mencatat rata-rata 48,7 g.

Berat kering tanaman berfungsi sebagai metrik penting untuk menilai keberhasilan pertumbuhan tanaman, karena mencerminkan akumulasi produk fotosintesis bersih yang dapat disimpan setelah pengurangan kadar air mereka. Berat kering berfungsi sebagai indikator kompetensi tanaman dalam mengasimilasi nutrisi dari substrat untuk memfasilitasi pertumbuhannya. Peningkatan berat tanaman kering secara rumit terkait dengan berbagai proses metabolisme, seperti fotosintesis. Akibatnya, peningkatan berat kering tanaman berkorelasi dengan proses fotosintesis yang lebih mahir, sehingga meningkatkan pertumbuhan tanaman secara keseluruhan.

Temuan penelitian mengungkapkan berat kering yang relatif rendah, hal ini berkaitan dengan berat basah yang rendah pula. Produktivitas dan perkembangan sel jaringan yang lebih pendek dan lebih lambat menghasilkan pertumbuhan tanaman yang kurang optimal. Pengamatan ini menunjukkan bahwa produk fotosintesis yang terjadi di dalam tanaman secara istimewa ditranslokasikan ke daerah apikal tanaman, sehingga bagian atas tanaman menunjukkan bobot yang lebih besar daripada bagian bawah. Rasio akar-ke-pucuk melebihi 1 menandakan bahwa pertumbuhan tanaman sebagian besar diarahkan ke pucuk, sedangkan rasio akar-ke-pucuk di bawah 1 menunjukkan alokasi pertumbuhan yang lebih besar ke sistem akar tanaman. Akar tanaman menunjukkan penurunan kemanjuran dalam penyerapan nutrisi yang diarahkan ke pucuk ketika nutrisi penting, seperti nitrogen, tidak hadir dalam jumlah yang diperlukan yang diperlukan untuk pertumbuhan tanaman yang optimal (Subandi et al., 2015).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa untuk daerah dan kondisi lahan yang sama dengan lokasi penelitian, pupuk kandang kotoran kambing bisa digunakan untuk substitusi pupuk sintetis. Kombinasi pupuk kandang kambing 75% dengan pupuk NPK 25% mampu memberikan respon pertumbuhan yang sama dengan penggunaan NPK 100 %.,

DAFTAR PUSTAKA

- Andrianieny, R., Yuniwati, D., & Rahayu, Y. S. 2015. Pemanfaatan Limbah Susu Cair dan Daun Paitan (*Tithonia diversifolia*) menjadi Pupuk Organik Cair Untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Kailan (*Brassica Oleraceae* L Var *Acephala*). *Primordia*, 11(2), 1–17.
- Banurea, A. J. 2021. Respon Pertumbuhan dan Produksi Tanaman Kailan (*Brassica oleraceae* L.) Terhadap Pemberian Pupuk Kandang Sapi dan NPK 16:16:16. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian [JIMTANI]*, 1(44), 1–14.
- Frattoni, N., Pulido Carrasquero, A., Pronsato, L., Milanese, L., & Vasconsuelo, A. 2023. Effects of common fertilizers on the soil ecosystem. *Bulletin of the National Research Centre*, 47(1). <https://doi.org/10.1186/s42269-023-01051-8>
- Gautam, D. K., Vikram, B., Chandra, V., Sengupta, J. D., Singh, V., Pandey, A., Tiwari, S. K., & Singh, S. K. 2024. Role of Biofertilizer in Fruit Crops. *Journal of Advances in Biology & Biotechnology*, 27(7), 547–554. <https://doi.org/10.9734/jabb/2024/v27i71015>
- Juanita, D., Lasut, M. T., Kalangi, J. I., & Singgano, J. 2013. PENGARUH PEMBERIAN PUPUK MAJEMUK NPK TERHADAP PERTUMBUHAN BIBIT *Gyrinops versteegii*. *Cocos*, 3(3), 1–13.
- Karimi, S., Soltani, S., & Jasemi, K. 2023. Positive and Negative Impact of Nitrogen Fertilizer on Soil Properties and Nutrient Dynamic. *Asian Journal of Research in Agriculture and Forestry*, 9(3), 233–240. <https://doi.org/10.9734/ajraf/2023/v9i3228>
- M. S. Deshmukh, Tanaji N. Ghagare, Dada. R. Nanaware, Kavita. S. Vadrade, & Santosh. S. Sutar. 2023. Synthetic Agricultural Inputs and Its Impact on Foodgrains and Human Health. *Research Square*, 1–16.
- Lingga, P. (1984). *Hidroponik bercocok tanam tanpa tanah*. Penebar Swadaya.
- Subandi, M., Salam, N. P., Jurusan, F., Uin, A., Gunung, S., & Bandung, D. 2015. Pengaruh Berbagai Nilai EC (*Electrical Conductivity*) Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Bayam (*Amaranthus Sp.*) Pada Hidroponik Sistem Rakit Apung (*Floating Hydroponics System*). IX(2).
- Sudibyo K. 2002. *Hidroponik skala rumah tangga*. PT Agro Media Pustaka.
- Tripama, B., & Yahya, M. R. 2018. Respon Konsentrasi Nutrisi Hidroponik Terhadap Tiga Jenis Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). *Agritrop*, 16(2), 237–249. <http://jurnal.unmuhjember.ac.id/>
- Wang, Y., Li, Q., & Li, C. 2023. Organic fertilizer has a greater effect on soil microbial community structure and carbon and nitrogen mineralization than planting pattern in rainfed farmland of the Loess Plateau. *Frontiers in Environmental Science*, 11. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2023.1232527>
- Yokamo, S., Milinga, A. S., & Suefo, B. 2023. Alternative fertilization approaches in enhancing crop productivity and nutrient use efficiency: A review. *Archives of Agriculture and Environmental Science*, 8(2), 244–249. <https://doi.org/10.26832/24566632.2023.0802022>
- Zeeshan, A., Muhammad Waqas, Muhammad Talha Ramzan, Fatima Ghafoor, Usama, Muhammad Uzair Ibrahim, Noor Fatima, Abdul Rauf, Ayesha Hussain, Mustansar Abbas, Noman Zahid, & Sana Hanif. 2024. From Fields to Families: Understanding the Health Impacts of Excessive Soil Fertilization. *Journal of Health and Rehabilitation Research*, 4(2), 990–995. <https://doi.org/10.61919/jhrr.v4i2.955>