

EFEKTIVITAS PUPUK UREA DAN AZOLLA UNTUK PERTUMBUHAN TANAMAN JAGUNG

Effectiveness of Urea and Azolla Fertilizers for Corn Plant Growth

Herlina^{1*}, Julseno², Muhammad L³, Yovi A⁴, Alfassabiq K⁵, Muhammad P.W⁶, Muhammad S⁷,
Ila P⁸

¹Program Studi Agribisnis Sekolah Vokasi Universitas Sebelas Maret

²Program Studi Budidaya Kelapa Sawit Akademi Perkebunan Kelapa Sawit

³Program Studi Agronomi Universitas Gadjah Mada

⁴Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Institut Pertanian STIPER Yogyakarta

⁵Program Studi Pertanian Berkelanjutan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Sumbawa

⁶Program Studi Agroteknologi Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas

⁷Program Studi Agroteknologi Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat

⁸Program Studi Agroteknologi Institut Pertanian (INTAN) Yogyakarta

*Corresponding author: herlinamega@staff.uns.ac.id

ABSTRAK

Jagung merupakan salah satu komoditas terbanyak ketiga di dunia yang memiliki potensi besar. Banyak manfaat yang dimiliki jagung seperti sebagai makanan, pakan ternak, minyak nabati, biofuel, dan keperluan industri lainnya. Dalam budidayanya sering sekali hanya menggunakan pupuk urea sebagai pupuk anorganik yang dalam jangka panjang justru menimbulkan kerusakan tanah dan lingkungan. Salah satu alternatif untuk mengatasi adalah dengan menyeimbangkan menggunakan pupuk organik menggunakan azolla. Diharapkan melalui kombinasi pupuk tersebut bisa menjaga lingkungan dan mendukung pertumbuhan tanaman jagung. Metode yang digunakan adalah rancangan acak kelompok lengkap dengan P1: pupuk 100% urea + 0% kompos azolla, P2 : Pupuk 75% urea + 25% kompos azolla, P3 : Pupuk 50% urea (100 kg/ha) + 50% kompos azolla (1533 kg/ha); 22,8 g/polybag, P4 : Pupuk 25% urea (50 kg/ha) + 75% kompos azolla dan P5 : Pupuk 0% urea (0 kg/ha) + 100% kompos azolla. Hasil penelitian menunjukkan pupuk urea dan azolla berpengaruh nyata pada parameter yang diamati seperti tinggi tanaman, diameter batang, jumlah daun, laju asimilasi bersih dan laju pertumbuhan nisbi.

Kata kunci; dosis, kompos, maize

ABSTRACT

Corn is one of the third largest commodities in the world that has great potential. Corn has many benefits such as food, animal feed, vegetable oil, biofuel, and other industrial needs. In its cultivation, urea fertilizer is often used as an inorganic fertilizer which in the long term actually causes soil and environmental damage. One alternative to overcome this is to balance the use of organic fertilizers using azolla. It is hoped that through this combination of fertilizers, the environment can be maintained and the growth of corn plants can be supported. The method used is a complete randomized block design with P1: 100% urea fertilizer + 0% azolla compost, P2: 75% urea fertilizer + 25% azolla compost, P3: 50% urea fertilizer (100 kg/ha) + 50% azolla compost, P4: 25% urea fertilizer (50 kg/ha) + 75% azolla compost and P5: 0% urea fertilizer (0 kg/ha) + 100% azolla compost. The results showed that urea and azolla fertilizers had a significant effect on the observed parameters such as plant height, stem diameter, number of leaves, net assimilation rate and relative growth rate.

Keywords; dose, compost, maize

PENDAHULUAN

Salah satu komoditas palawija yang memiliki prospek tinggi di pasar adalah jagung. Jagung merupakan salah satu komoditas terbanyak ketiga di dunia (Quan *et al.*, 2024). Banyak manfaat yang dimiliki jagung seperti sebagai makanan, pakan ternak, minyak nabati, biofuel, dan keperluan industri lainnya (Kumar *et al.*, 202). Dalam berbagai manfaat yang dihasilkan jagung tersebut maka harus didukung keberhasilan dalam budidayanya. Salah satu faktor keberhasilannya adalah faktor lingkungan yang meliputi tingkat kesuburan tanah untuk menyediakan unsur hara melalui pemupukan yang diberikan.

Pemupukan adalah penambahan unsur hara baik bentuk pupuk organik atau anorganik untuk tanaman yang diperlukan pada tajuk tanaman atau tanah sesuai kebutuhan tanaman. Pupuk anorganik yang sangat banyak digunakan oleh petani di lahannya adalah pupuk urea (Rina Susanti, 2021). Tingginya ketersediaan unsur hara nitrogen (N) dipengaruhi oleh dosis pupuk urea yang diberikan sehingga nantinya akan semakin banyak unsur hara yang diterima oleh tanaman karena adanya pupuk tersebut. (Fatah, 2020).

Namun meskipun banyak kelebihan yang dimiliki pupuk anorganik, dalam jangka panjang pupuk anorganik akan berdampak buruk untuk tanah dan lingkungan apabila digunakan secara terus menerus pada areal pertanaman. Unsur hara yang terkandung pada pupuk urea sebagai pupuk anorganik yang berperan sebagai unsur hara mikro sangat sedikit, sehingga lebih banyak unsur hara. Faktanya tanaman memerlukan kedua unsur tersebut baik makro ataupun mikro sehingga unsur hara mikro masih kekurangan. Sifat urea yang mudah larut atau disebut higroskopis. Pupuk urea mudah larut bersama air dan membentuk gumpalan sehingga justru akan menyukarkan untuk diaplikasi pada tanaman. (Kautsar *et al.*, 2023). Sehingga perlu adanya pupuk organik sebagai penyeimbang dalam mengatasi kekurangan tersebut.

Pupuk organik akan mempengaruhi keanekaragaman mikroba sehingga mempengaruhi proses biologis tanah dan ketersediaan nutrisi yang nantinya dapat meningkatkan kesehatan tanah (Cao *et al.*, 2024). Pemberian azolla sebagai pupuk organik dapat diaplikasikan dalam menekan penggunaan

dan mengatasi ketergantungan penggunaan pupuk kimia. Aplikasi azolla memiliki banyak manfaat sekaligus dapat digunakan sebagai fitoremediasi (Taghilou *et al.*, 2023).

Menurut Firmansyah Putra *et al.*, (2013) aplikasi azolla baik dalam bentuk kering dan kompos azolla memberikan pengaruh positif terhadap parameter pertumbuhan tanaman. Berdasarkan hal tersebut penelitian ini dilakukan dengan pemberian pupuk anorganik urea yang dikombinasikan dengan pupuk organik yang menggunakan azolla yang dapat mendukung pertumbuhan tanaman. Selain itu juga bertujuan untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik secara berterusan akan memberi dampak negatif terhadap lahan pertanian.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Lahan Banguntapan dilaksanakan pada tahun 2022.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang akan digunakan adalah cangkul, sekop, penggaris, gunting, amplop kertas, alat tulis, alat dokumentasi. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian antara lain polybag, benih jagung, pupuk SP-36, pupuk KCl, pupuk urea, kompos azolla, tanah regosol.

Metode Penelitian

Penelitian menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terbagi menjadi 3 ulangan. Faktor pemupukan (P), terdiri:

- P1 : Pupuk 100% urea + 0% kompos azolla
- P2 : Pupuk 75% urea + 25% kompos azolla
- P3 : Pupuk 50% urea + 50% kompos azolla
- P4 : Pupuk 25% urea + 75% kompos azolla
- P5 : Pupuk 0% urea + 100% kompos azolla

Pelaksanaan Penelitian

Persiapan Media

Media tanam dibuat dengan mengambil tanah dengan memisahkan antara tanah dengan kotorannya melalui pengayakan. Kemudian diberikan pupuk dasar berupa kompos azolla sesuai dosis perlakuan yang diberikan.

Persiapan Benih

Benih jagung direndam dengan larutan fungisida terlebih dahulu dengan mencampurkan fungisida dengan air.

Penanaman

Tanah dilubangi sedalam 5cm terlebih dahulu. Kemudian benih jagung ditanam dalam polybag, masing-masing 2 benih. Setelah 2 minggu baru dilakukan penjarangan dengan memilih yang terbaik, sehingga hanya 1 tanaman jagung per polybag.

Pemeliharaan

Kegiatan pemeliharaan seperti pada umumnya untuk menjaga tanaman sehingga dapat bertumbuh dan berkembang optimal dengan melalui penyiraman yang diberikan, pengendalian OPT dengan meninjau secara rutin di lahan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemberian pupuk urea dan azzola memberikan pengaruh nyata pada pertumbuhan jagung, mulai dari tinggi tanaman, diameter batang jagung, jumlah daun yang dihasilkan, laju asimilasi dan juga laju pertumbuhan nisbi.

Tinggi Tanaman

Parameter yang menjadi acuan dalam pertumbuhan tanaman adalah tinggi tanaman. Tinggi tanaman akan bertambah terus yang bisa diamati dengan mengukur menggunakan penggaris.

Tabel 1. Tinggi Tanaman (cm) pada berbagai komposisi Urea dan kompos Azolla

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)			
	2 MST	4 MST	6 MST	8MST
Komposisi Urea : Azolla (%)				
100 : 0	19,08 c	55,92 b	116,92 a	181,33 a
75 : 25	21,17 bc	57,67 ab	118,42 a	190,25 a
50 : 50	23,58 b	63,50 a	128,50 a	191,42 a
25 : 75	26,92 a	58,08 ab	117,67 a	170,58 a
0 : 100	27,50 a	52,67 b	93,08 b	127,00 b
Rerata	23,65	57,57	114,92	172,12
Interaksi	(-)	(-)	(-)	(-)
CV %	10,99	9,78	13,48	12,57

Keterangan: Rerata dan kolom faktor yang sama diikuti huruf yang sama, uji jarak Duncan taraf $\alpha=5\%$; (-) tidak terdapat interaksi dan tidak berbeda nyata.

Tabel 1 menunjukkan tinggi tanaman bertambah secara linier, mulai dari 2MST sampai 8 MST. Hal ini sejalan dengan Saijo, (2022) yang menyampaikan bahwa fotosintat yang dihasilkan akan ditranslokasikan ke organ pertumbuhan tanaman termasuk pada batang jagung ini sehingga terjadi pertambahan tinggi tanaman pada setiap minggunya. Selain itu terlihat kecenderungan semakin rendah komposisi pupuk urea dan digantikan dengan kompos Azolla yang semakin tinggi, menyebabkan penurunan tinggi tanaman secara nyata. Dengan bertambahnya umur tanaman sampai dengan 8 MST, tinggi tanaman menurun secara nyata bila komposisi pupuk yang diberikan bila seluruh pupuk Urea diganti kompos Azolla seluruhnya dengan komposisi 0 : 100.

Pemberian pupuk urea yang berlebihan dengan dosis yang tinggi justru akan menghambat pertumbuhan tanaman pada fase vegetatif termasuk pada parameter tinggi tanaman yang berakibat pertumbuhan tanaman menjadi lama (Hafid & Purwanto, 2010). Namun kombinasi pupuk urea dengan azolla dengan perbandingan 50:50 yang diberikan membuktikan takaran yang ideal dalam meningkatkan tinggi tanaman yang paling tinggi dibanding dengan kombinasi yang lain. Hal ini terlihat pada setiap minggu tinggi tanaman mengalami pertambahan kecuali pada minggu ke 8, hal ini karena tinggi tanaman pada pertumbuhan vegetati sudah maksimal, sehingga tidak terjadi pertambahan tinggi pada tanaman jagung.

Pupuk urea dan azolla menjadi kebutuhan yang utama pada penelitian ini karena merupakan pupuk yang memenuhi unsur hara pada tanaman jagung, sehingga tidak bisa apabila digantikan ketersediaannya dengan unsur hara lain (Taisa et al., 2021). Apabila unsur hara pada tanaman kekurangan atau tidak terpenuhi maka akan menghambat proses pertumbuhannya yang nantinya berpengaruh pada tinggi tanaman jagung.

Diameter Batang

Parameter berikutnya yang menjadi dasar terkait pertumbuhan tanaman adalah diameter batang. Besar kecilnya batang akan mempengaruhi pertumbuhan suatu tanaman termasuk pada jagung ini. Keliling yang ada pada batang ini yang diukur menggunakan

meteran disebut dengan diameter batang. Kambium terdiri dari xylem dan floem yang ada pada batang. Kambium yang tumbuh ke arah dalam akan membentuk xylem, sedangkan yang tumbuh ke luar disebut sebagai floem. Seiring dengan bertumbuhnya suatu tanaman maka akan terjadi pembelahan sel, pemanjangan sel dan juga diferensiasi sel. Diameter batang terdapat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2 Diameter batang pada berbagai komposisi Urea dan kompos Azolla

Perlakuan	Diameter Batang (mm)			
	2 MST	4 MST	6 MST	8MST
Komposisi Urea : Azolla (%)				
100 : 0	4,37 b	11,63 ab	19,40 a	18,46 a
75 : 25	4,16 b	11,64 ab	20,19 a	19,29 a
50 : 50	4,93 ab	13,72 a	19,73 a	19,80 a
25 : 75	5,58 a	12,56 ab	18,63 a	18,13 a
0 : 100	5,41 a	10,28 b	15,00 b	15,46 b
Rerata	4,89	11,97	18,59	18,23
Interaksi	(-)	(-)	(-)	(-)
CV %	14,67	16,73	8,25	9,93

Keterangan: Rerata dan kolom faktor yang sama diikuti huruf yang sama, uji jarak Duncan taraf $\alpha=5\%$; (-) tidak terdapat interaksi dan tidak berbeda nyata.

Data pada Tabel 2 menunjukkan diameter batang tanaman bertambah secara linier sampai 6 MST, tetapi terjadi penurunan ukuran diameter batang dari 6 MST sampai 8 MST. Saat awal pertumbuhan sampai 4 MST, terdapat kecenderungan semakin rendah komposisi pupuk Urea dan digantikan dengan kompos Azolla yang semakin tinggi, menyebabkan penurunan diameter batang secara nyata. Dengan bertambahnya umur tanaman sampai dengan 8 MST, diameter batang menurun secara nyata bila komposisi pupuk diberikan seluruh pupuk Urea diganti dengan kompos Azolla seluruhnya. Hal lain disampaikan (Pereira de Oliveira *et al.*, 2024) bahwa zat humat dapat meningkatkan konsentrasi pigmen fotosintesis dan menghasilkan peningkatan tinggi dan diameter batang.

Kombinasi pemberian pupuk urea dan azolla pada perbandingan 50:50

memperlihatkan pertambahan diameter yang paling besar. Hal ini sejalan dengan (Mega Puspitasari *et al.*, 2018) yang menyatakan bahwa dosis pupuk berpengaruh terhadap fase pertumbuhan tanaman.

Jumlah Daun

Dalam pertumbuhan suatu tanaman ada bagian yang bernama daun yang juga mengalami pertumbuhan. Pertumbuhan daun ditandai dengan jumlahnya yang bertambah banyak yang nantinya sebagai tempat fotosintesis. Fotosintesis berperan penting pada pertumbuhan tanaman karena akan menghasilkan fotosintat. Dengan bantuan cahaya matahari, air, dan karbon dioksida diubah oleh klorofil menjadi senyawa organik, karbohidrat dan oksigen. Nutrisi hasil dari fotosintesis tersebut digunakan untuk kebutuhan tanaman maupun untuk cadangan makanan.

Tabel 4.26 Jumlah daun (helai) pada berbagai komposisi Urea dan kompos Azolla

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)			
	2 MST	4 MST	6 MST	8MST
Komposisi Urea : Azolla (%)				
100 : 0	4,83 a	8,17 a	9,08 a	10,58 bc
75 : 25	4,67 a	8,17 a	8,67 ab	11,50 ab
50 : 50	4,83 a	8,75 a	9,17 a	11,83 a
25 : 75	5,25 a	8,25 a	8,75 ab	11,58 ab
0 : 100	5,25 a	7,83 a	7,92 b	9,83 c
Rerata	4,97	8,23	8,72	11,07
Interaksi	(-)	(-)	(-)	(-)
CV %	9,84	11,49	8,13	8,47

Keterangan: Rerata dan kolom faktor yang sama diikuti huruf yang sama, uji jarak Duncan taraf $\alpha=5\%$; (-) tidak terdapat interaksi dan tidak berbeda nyata.

Tabel 3 memperlihatkan jumlah daun cenderung bertambah secara linier sampai 8 MST. Saat awal pertumbuhan sampai 4 MST, tidak terdapat penurunan jumlah daun secara nyata. Dengan bertambahnya umur tanaman mulai dari 6 MST sampai 8 MST, jumlah daun pada saat vegetatif maksimum menurun secara nyata bila komposisi pupuk Urea digantikan seluruhnya kompos Azolla.

(Huang *et al.*, 2024) menyampaikan penggunaan pupuk N (N) yang tepat dapat membantu pertumbuhan tanaman. Nitrogen merupakan salah satu unsur yang sangat berperan pada pertumbuhan daun karena merupakan bagian pokok seperti asam nukleat, penghasil klorofil dan juga protein pada suatu tanaman. Penggantian bahan organik berupa kompos azolla mampu memberikan jumlah daun yang lebih banyak dibanding dengan pupuk urea meskipun secara statistik tidak terlihat beda nyata. Nitrogen berperan dalam pembentukan daun termasuk pada meristem apeks yang akan membentuk daun baru mulai dari primordia daun. Semakin daun mengalami pertumbuhan maka semakin lebar juga ukurannya terkhusus untuk daun yang lebih tua. Hal tersebut dikarenakan adanya primordia daun sebagai aktifitas meristem pada daun tersebut. Pada penelitian (Xie *et al.*, 2024), pupuk organik mampu menetralkan pH tanah, memperbaiki kelembapan tanah, dan nitrat-N, serta melimpahnya bakteri pengikat N untuk mengurangi emisi N₂O di lahan jagung tadah hujan di Cina Utara.

Laju Asimilasi Bersih

Kemampuan fotosintesis dalam menghasilkan bahan kering tanaman merupakan laju asimilasi bersih sehingga mengetahui efektifitas fotosintesis tanaman. Pengaruh kultivar pada pemberian komposisi urea dan kompos azolla terhadap laju asimilasi bersih dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Laju asimilasi bersih (LAB) (g/dm²/minggu) saat 8 MST pada berbagai komposisi Urea dan kompos Azolla

Perlakuan	Laju Asimilasi Bersih
Komposisi Urea : Azolla (%)	
100 : 0	0,91 a
75 : 25	0,63 ab
50 : 50	0,73 ab
25 : 75	0,33 b
0 : 100	0,50 ab
Rerata	0,62
Interaksi	(-)
CV %	16,66 t

Keterangan: Rerata dan kolom faktor yang sama diikuti huruf yang sama, uji jarak

Duncan taraf $\alpha=5\%$; (-) tidak terdapat interaksi dan tidak berbeda nyata, transformasi=t

Tabel 4 terlihat hasil dari laju asimilasi, yang yaitu 0,91 g/dm²/minggu sebagai hasil tertinggi dengan perbandingan komposisi urea dan azolla 100:0, kemudian nilai laju asimilasi bersih menurun sejalan dengan peningkatan komposisi kompos Azolla. Tanaman mengurangi pertumbuhan vegetatifnya seiring dengan berkurangnya konsentrasi nitrogen dalam larutan nutrisi (Navarro-Morillo *et al.*, 2024).

Laju Pertumbuhan Nisbi

Laju pertumbuhan nisbi adalah kemampuan tanaman menghasilkan bahan kering hasil asimilasi tiap satuan luas lahan tiap satuan waktu

Tabel 5 Laju pertumbuhan nisbi (g/g/minggu) saat 8 MST pada berbagai komposisi Urea dan kompos Azolla

Perlakuan	Laju Pertumbuhan Nisbi
Komposisi Urea : Azolla (%)	
100 : 0	0,27 a
75 : 25	0,17 ab
50 : 50	0,22 a
25 : 75	0,09 b
0 : 100	0,19 ab
Rata-rata	0,19
Interaksi	(-)
CV %	11,85 t

Keterangan: Rerata dan kolom faktor yang sama diikuti huruf yang sama, uji jarak Duncan taraf $\alpha=5\%$; (-) tidak terdapat interaksi dan tidak berbeda nyata, transformasi=t

Dari Tabel 5 juga dapat diketahui bahwa penggantian pupuk Urea dengan kompos Azolla tidak menyebabkan penurunan laju pertumbuhan nisbi secara nyata. Penurunan laju asimilasi bersih mulai terjadi secara nyata bila pupuk Urea diganti dengan kompos Azolla dengan komposisi 25:75. Proses fotosintesis pada daun akan menghasilkan fotosintat. Semakin laju fotosintesis maka akan dihasilkan hara yang lebih banyak. Pertambahan unsur hara melalui pupuk urea ataupun azolla yang diberikan sebagai pasokan nutrisi yang akan diangkut dan ditransportasikan ke seluruh

organ ataupun jaringan akar. Kemudian zat nutrisi akan dimanfaatkan untuk pertumbuhan dan juga sebagai cadangan makanan. Semakin tinggi laju transpirasi tanaman maka laju pertumbuhan nisbi semakin meningkat (Permanasari *et al.*, 2013).

KESIMPULAN

Pada penelitian ini, perbandingan pupuk urea dan azolla yang menunjukkan hasil paling baik adalah komposisi 50:50. Komposisi tersebut menghasilkan tanaman jagung paling tinggi dengan diameter yang besar serta laju asimilasi dan pertumbuhan nisbi yang optimal. Selanjutnya bisa dilakukan penelitian lanjutan dengan komposisi yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Cao, X., Liu, J., Zhang, L., Mao, W., Li, M., Wang, H., & Sun, W. (2024). Response of soil microbial ecological functions and biological characteristics to organic fertilizer combined with biochar in dry direct-seeded paddy fields. *Science of the Total Environment*, 948. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.174844>
- Fatah, A. (2020). Pengaruh Pupuk Urea Dan Pupuk Kompos Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.). 1.
- Firmansyah Putra, D., Yudo Tyasmoro Jurusan Budidaya Pertanian, S., & Pertanian, F. (2013). The Effect of Various Forms of Azolla And N Fertilizer on Growth And Yield of Sweet Corn (*Zea mays* var. *saccharata*). 1(4).
- Hafid, A., & Purwanto, Z. (2010). Uji Efektivitas Penggunaan Azolla Sebagai Substitusi Pupuk Urea Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi (*Oryza sativa*).
- Huang, N., Lin, X., Lun, F., Zeng, R., Sassenrath, G. F., & Pan, Z. (2024). Nitrogen fertilizer use and climate interactions: Implications for maize yields in Kansas. *Agricultural Systems*, 220. <https://doi.org/10.1016/j.agry.2024.104079>
- Kautsar, V., Hangger Gahara, M., & Aldymas, B. (2023). Respon bibit kelapa sawit terhadap aplikasi urea berlapis zeolit sebagai pupuk slow release nitrogen. *Jurnal Pengelolaan Perkebunan (JPP)*, 4(1), 1–7. <https://doi.org/10.54387/jpp.v4i1.32>
- Kumar, B., Rakshit, S., Sunil, N., Kumar, R., Singh, S. B., Gk, C., Sekhar, J. C., Jat, S. L., Agarwal, S. K., Singh, A. K., Soujanya, L. P., & Sb, S. (n.d.). *Standard Operating Practices for Testing of Maize Entries in All India Coordinate Research Project Trials*.
- Mega Puspitasari, H., Yunus, A., & Harjoko, D. (2018). Dosis Pupuk Fosfat Terhadap Pertumbuhan Dan Hasil Beberapa Jagung Hibrida. *Agrosains*, 20(2), 34–39.
- Navarro-Morillo, I., Blasco, B., Cámara-Zapata, J. M., Muñoz-Acero, J., Simón-Grao, S., Alfosea-Simón, M., Plasencia, F., & García-Sánchez, F. (2024). Corn Steep Liquor application on pepper plants (*Capsicum annum* L.) stimulates growth under nitrogen-deficient growing conditions. *Scientia Horticulturae*, 328. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2024.112955>
- Pereira de Oliveira, E., Prates de Souza Soares, P., de Jesus Correia, A., Silva da França, R., Levi Miguel, D., Simão Abrahão Nóbrega, R., & Lopes Leal, P. (2024). Humic substances and plant growth-promoting bacteria enhance corn (*Zea mays* L.) development. *South African Journal of Botany*, 166, 539–549. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2024.01.031>
- Permanasari, I., Sulistyarningsih, E., Studi, P., Uin, A., Riau, S., Pertanian, F., & Yogyakarta, U. (2013). *Kajian Fisiologi (Permanasari & Sulistyarningsih)*

(Physiological Study of Different Soil Moisture Content and Gibberelic Acid Concentration on Soybean Plant (Glycine max L.)).

Quan, Q., Yi, F., & Liu, H. (2024). Fertilizer response to climate change: Evidence from corn production in China. *Science of the Total Environment*, 928. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.172226>

Rina Susanti, R. S. W. dan D. H. P. (2021). The Effect Of Urea Fertilizer Dosage on The Growth And Results of Kailan Plant (*Brassica oleracea var. alboglabra*) 1(9).

Taghilou, S., Peyda, M., & Mehrasbi, M. (2023). A review on the significance of Azolla for water and wastewater treatment. *Desalination and Water Treatment*, 293, 138–149. <https://doi.org/10.5004/dwt.2023.29528>

Taisa, R. , Purba, T. , Sakiah, S. , Herawati, J. , Junaedi, A. S. , Hasibuan, H. S. , Junairiah, J. , & Firgiyanto, R. (2021). *Full Book Ilmu Kesuburan Tanah dan Pemupukan*.

Xie, L., Li, L., Xie, J., Wang, J., Mumtaz, M. Z., Effah, Z., Fudjoe, S. K., Khaskheli, M. A., Luo, Z., & Li, L. (2024). Optimal substitution of inorganic fertilizer with organic amendment sustains rainfed maize production and decreases soil N₂O emissions by modifying denitrifying bacterial communities in Northern China. *European Journal of Agronomy*, 160. <https://doi.org/10.1016/j.eja.2024.127287>

