

MENGOPTIMALKAN POTENSI JAGUNG MANIS: PERAN KOMBINASI PUPUK ORGANIK DAN ASAM AMINO

OPTIMIZING SWEET CORN PRODUCTION: THE SYNERGISTIC ROLE OF ORGANIC FERTILIZER AND AMINO ACID APPLICATION

Markus Sinaga¹• Sera Sera¹

¹Program Studi Agroteknologi, Universitas Kapuas, Sintang

•Corresponding author email: markussinaga@unka.ac.id

Abstract. This study aims to analyze the effect of the combination of organic fertilizer and amino acids on the growth and yield of sweet corn. Sweet corn (*Zea mays*) is a horticultural commodity with high economic value, but its productivity remains low in Sintang Regency. One of the limiting factors is the low soil fertility, which can be improved by using organic fertilizer. Additionally, amino acids are known to accelerate plant growth by improving nutrient absorption efficiency and supporting plant metabolism. In this study, organic fertilizer is derived from cow dung, while amino acids are made by fermenting natural materials such as soybeans, tempeh, pineapple pulp, and eggshells. The method used is a field experiment with a factorial Randomized Complete Block Design (RCBD). The first factor is organic fertilizer (O_0, O_1, O_2), and the second factor is amino acids (A_0, A_1, A_2). The study shows that the combination of high-dose organic fertilizer (4 kg/m^2) and amino acids (20 ml) has a positive effect on plant growth, with increased stem diameter, cob weight with husk, and cob weight without husk. The application of organic fertilizer improves the physical and chemical properties of the soil, while amino acids accelerate nutrient absorption and enhance photosynthesis efficiency. The results of this study provide evidence that the combination of organic fertilizer and amino acids not only improves the yield of sweet corn but also supports sustainable agriculture by reducing dependence on chemical fertilizers. This research contributes to the development of environmentally friendly agricultural technologies that can increase the productivity of sweet corn farming in Sintang Regency.

Keywords: Amino acids; Organic fertilizer; Plant growth; Production yield; Sweet corn

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh kombinasi pupuk organik dan asam amino terhadap pertumbuhan dan hasil jagung manis. Jagung manis (*Zea mays*) merupakan komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi, namun produktivitasnya masih rendah di Kabupaten Sintang. Salah satu faktor yang membatasi adalah kesuburan tanah yang rendah, yang dapat diperbaiki dengan penggunaan pupuk organik. Selain itu, asam amino juga diketahui dapat mempercepat proses pertumbuhan tanaman dengan meningkatkan efisiensi penyerapan hara dan mendukung metabolisme tanaman. Dalam penelitian ini, pupuk organik berasal dari kotoran sapi, sementara asam amino dibuat dengan cara fermentasi bahan-bahan alami seperti kacang kedelai, tempe, empulur nanas, dan cangkang telur. Metode yang digunakan adalah eksperimen lapangan dengan desain Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT) faktorial. Faktor pertama adalah pupuk organik (O_0, O_1, O_2), dan faktor kedua adalah asam amino (A_0, A_1, A_2). Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi pupuk organik dosis tinggi (4 kg/m^2) dan asam amino (20 ml) memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan tanaman, dengan peningkatan diameter batang, bobot tongkol dengan kelobot, dan bobot tongkol tanpa kelobot. Pemberian pupuk organik dapat meningkatkan kondisi fisik dan kimia tanah, sedangkan asam amino mempercepat penyerapan hara dan meningkatkan efisiensi fotosintesis. Hasil penelitian ini memberikan bukti bahwa kombinasi pupuk organik dan asam amino tidak hanya meningkatkan hasil jagung manis, tetapi juga mendukung pertanian berkelanjutan dengan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia. Penelitian ini memberikan kontribusi dalam pengembangan teknologi pertanian yang ramah lingkungan dan dapat meningkatkan produktivitas pertanian jagung manis di Kabupaten Sintang.

Kata kunci: Asam amino; Hasil produksi; Jagung manis; Pertumbuhan tanaman; Pupuk organik

Latar Belakang

Jagung manis (*Zea mays*) merupakan komoditas hortikultura yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan diminati masyarakat,

baik untuk konsumsi segar maupun sebagai bahan baku industri pangan. Salah satu daya tarik dari tanaman ini terletak pada rasanya yang manis alami, tekstur biji yang empuk, dan kandungan gizi yang cukup lengkap,

terutama karbohidrat, protein, vitamin, dan mineral (Taiz et al., 2017). Namun demikian, produktivitas jagung manis di tingkat petani masih relatif rendah khususnya di Kabupaten Sintang hanya 2,94 ton/ha (*BAPPEDA Kabupaten Sintang*, 2001) dibandingkan potensi hasil optimalnya yang mampu mencapai 12-18 ton/ ha (Bisi, 2025); (Panah Merah Indonesia, 2025). Salah satu faktor penyebab utama adalah rendahnya kesuburan tanah akibat kurangnya input bahan organik yang memperbaiki struktur dan aktivitas biologi tanah (Li & others, 2022).

Pupuk organik memiliki peran penting dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Penggunaan pupuk organik dari kotoran sapi, mampu meningkatkan kandungan bahan organik, memperbaiki porositas, serta meningkatkan kemampuan tanah menahan air dan unsur hara (Wiraguna, 2022). Kotoran sapi juga mengandung unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), serta unsur hara mikro yang mendukung pertumbuhan tanaman (Setiono, 2020). Penelitian yang dilakukan oleh (Kusuma et al, 2021) menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang sapi sebanyak 20 ton/ha dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil jagung manis hingga 25% dibandingkan tanpa pupuk organik. Selain itu, pupuk organik juga dapat menjadi sumber energi bagi mikroorganisme tanah yang berperan dalam

proses dekomposisi dan mineralisasi unsur hara (Tang et al, 2025).

Di sisi lain, perkembangan teknologi pertanian modern telah mengenalkan penggunaan asam amino sebagai salah satu cara untuk meningkatkan efisiensi penyerapan hara dan mempercepat pertumbuhan tanaman. Asam amino, yang merupakan hasil dari hidrolisis protein, berfungsi sebagai bahan dasar untuk pembentukan enzim, hormon, dan jaringan tanaman, yang semuanya sangat penting untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Taiz et al., 2017; Jardin, 2015). Selain itu, asam amino juga diketahui dapat meningkatkan aktivitas fotosintesis, merangsang pembentukan akar, memperkuat dinding sel, dan membantu tanaman beradaptasi dengan kondisi stres lingkungan (Abdo et al, 2022; Elshamly et al, 2024). Rahman & Sutarto (2022) menemukan bahwa aplikasi asam amino pada tanaman jagung dapat meningkatkan kandungan klorofil dan efisiensi fotosintesis, yang pada akhirnya berpengaruh pada peningkatan hasil panen hingga 18%.

Dalam penelitian ini, asam amino diperoleh dari bahan-bahan alami yang mudah didapat dan terjangkau, seperti kacang kedelai, tempe, empulur nanas, limbah cangkang telur, gula merah, dan tepung ikan. Semua bahan ini difermentasi selama tiga bulan untuk menghasilkan

larutan yang kaya akan asam amino dan unsur mikro yang dibutuhkan tanaman (Mardawati & others, 2023). Kombinasi bahan-bahan tersebut tidak hanya mengandung asam amino esensial, tetapi juga mineral seperti kalsium yang berasal dari cangkang telur, fosfor, dan unsur hara lainnya yang terdapat dalam tepung ikan. Senyawa organik dari empelur nanas juga berfungsi sebagai stimulan untuk pertumbuhan tanaman (Chiarelli et al, 2024). Setyawan et al (2023) melaporkan bahwa penggunaan asam amino yang dihasilkan dari fermentasi bahan nabati dan hewani dapat meningkatkan tinggi tanaman serta jumlah tongkol jagung manis secara signifikan dibandingkan dengan kontrol.

Kombinasi antara pupuk organik dan asam amino diharapkan dapat memberikan efek sinergis terhadap pertumbuhan dan hasil jagung manis. Pupuk organik dari kotoran sapi berperan memperbaiki kondisi tanah dan menyediakan unsur hara makro, sedangkan asam amino mempercepat penyerapan unsur hara serta mendukung metabolisme tanaman (Brown et al., 2015; Ocwa et al., 2024). Sinergi keduanya diharapkan mampu mengoptimalkan pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman jagung manis, meningkatkan kualitas tongkol, serta memperbaiki efisiensi penggunaan pupuk secara keseluruhan (Behera et al, 2025).

Selain manfaat agronomis, penerapan kombinasi pupuk organik dan asam amino juga berkontribusi terhadap pertanian berkelanjutan. Penggunaan bahan organik lokal dan hasil fermentasi limbah pertanian serta rumah tangga dapat mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia, menekan biaya produksi, serta mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan (Kustono dkk., 2022). Dengan demikian, penelitian mengenai pengaruh kombinasi pupuk organik dari kotoran sapi dan asam amino hasil fermentasi bahan alami terhadap pertumbuhan dan hasil jagung manis menjadi sangat relevan, baik dari sisi ilmiah maupun aplikatif.

Secara keseluruhan, upaya mengoptimalkan potensi jagung manis melalui inovasi penggunaan kombinasi pupuk organik dan asam amino bukan hanya ditujukan untuk meningkatkan produktivitas tanaman, tetapi juga untuk mendukung sistem pertanian yang lebih ramah lingkungan, efisien, dan berkelanjutan (Li et al, 2022; Tang et al, 2025).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pupuk organik dan asam amino beserta interaksinya terhadap pertumbuhan dan hasil jagung manis. Serta mengetahui dosis pemberian pupuk organik dan asam amino beserta interaksinya yang menghasilkan pertumbuhan dan hasil jagung manis tertinggi. Variabel penelitian terdiri

dari dua yaitu: pemberian pupuk organik dan asam amino sebagai variabel bebas, tinggi tanaman, diameter batang, bobot tongkol beserta kelobot, dan bobot tongkol tanpa kelobot sebagai variabel terikat.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen lapangan dengan pola Rancangan Kelompok Lengkap Teracak (RKLT) Faktorial. Faktor pertama adalah pupuk organik (O) yang terdiri dari tanpa pupuk organik (O_0), 2 kg m^{-1} (O_1), 4 kg m^{-1} (O_2). Faktor kedua Asam Amino (A) yang terdiri atas tidak diberi asam amino (A_0), 10 ml (A_1), dan 20 ml (A_2). Masing-masing taraf aplikasi dikombinasikan dan diulang tiga kali. Data hasil pengamatan diuji dengan analisis ragam (uji F) dan dilanjutkan dengan uji *Duncans Multiple Range Test* (DMRT) selang kepercayaan 0,05. Penelitian dilaksanakan di Desa Jerora Satu, Kecamatan Sintang, Kabupaten Sintang. Penelitian dilaksanakan mulai bulan November tahun 2024 sampai Februari tahun 2025.

Penelitian ini dimulai dari pengumpulan pupuk kandang kotoran sapi dan pembuatan asam amino. Pembuatan asam amino dibuat dengan cara merendam kacang kedelai selama 4 jam, kemudian melakukan penghalusan kacang kedelai, tempe, empelur nanas, limbah cangkang telur

dan gula merah menggunakan blender. Selanjutnya bahan yang sudah halus dimasukkan ke dalam wadah dan dicampur dengan tepung ikan, lalu ditutup rapat, fermentasikan selama 3 bulan. Ciri asam amino yang siap di gunakan tidak berbau busuk, berwarna coklat kehitaman, dan testur cair mengental.

Aplikasi pupuk organik dan asam amino diberikan 7 hari sebelum tanam sesuai dengan perlakuan. Pupuk organik dicangkul merata dengan tanah, dan asam amino disemprotkan di permukaan lahan. Pemberian asam amino selanjutnya pada hari ke 14 setelah tanam (hst), 21, 28, 35, 42, 49, 56, 63 dan 70 hst.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Diameter Batang

Hasil penelitian diketahui bahwa terjadi interaksi dari pupuk organik dengan asam amino terhadap peubah diameter batang, data uji DMRT diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Uji DMRT Interaksi Pupuk Organik dan Asam Amino Terhadap Diameter Batang (cm)

Organik	Asam Amino		
	A_0	A_1	A_2
O_0	8,20 ^a	8,80 ^a	9,82 ^{ab}
O_1	10,78 ^b	12,89 ^{bc}	13,79 ^c
O_2	12,23 ^b	16,98 ^d	18,75 ^d

Sumber: Pengamatan, 2025

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian 4 kg pupuk organik m^{-2} dan 20 ml Asam Amino meningkatkan pertumbuhan batang tanaman jagung dengan dimater rata-rata 18,75 cm/tanaman. Hal ini karena pupuk organik mempengaruhi efek fisiologis yang mendukung pertumbuhan batang tanaman jagung, karena pupuk organik mampu memperbaiki sifat fisik dan biologis tanah seperti meningkatkan porositas, ketersediaan air, aktivitas mikroba tanah yang pada akhirnya meningkatkan efisiensi penyerapan unsur hara oleh tanaman. Penelitian Seadh et al (2015) menunjukkan penambahan pupuk organik dapat meningkatkan aktivitas mikroba dan ketersediaan hara dalam tanah dan jagung varietas glutinous. Pupuk organik juga mendukung pasokan hara makro dan mikro sehingga batang tumbuh lebih baik dan sel batang berkembang dengan optimal, karena pembentukan xilem dan floem meningkat, penguatan struktur sklerenkim atau kolenkim, dan perpanjangan sel yang lebih baik, yang pada akhirnya diameter batang menjadi lebih besar. Penelitian Wang et al (2025) menunjukkan bahwa mekanisme peningkatan vegetatif dan efisiensi hara mendukung peningkatan diameter batang.

Pemberian Asam amino meningkatkan aktivitas metabolismik tanaman, karena asam amino merupakan prekursor protein, enzim, hormon tanaman (misalnya

poliamina) dan senyawa lain yang penting untuk pembelahan dan pemanjangan sel. Dalam tinjauan terbaru disebutkan bahwa aplikasi foliar asam amino meningkatkan pertumbuhan tanaman dan kualitas hasil, karena tanaman dapat memanfaatkan asam amino langsung tanpa harus mensintesisnya dari hara dasar. Aplikasi asam amino juga meningkatkan efisiensi fotosintesis melalui peningkatan kadar klorofil dan peningkatan aktivitas enzim metabolismik N (seperti glutamin sintetase) dan C, yang secara tidak langsung mendukung pertumbuhan batang yang lebih besar. Sebuah studi pada jagung menunjukkan bahwa penyemprotan foliar asam amino dua kali (pada 25 dan 35 hari setelah tanam) menghasilkan karakter pertumbuhan yang lebih baik (Seadh et al., 2015; Henderson et al., 2025).

Meningkatnya diameter batang karena kombinasi dari pupuk organik dan asam amino pada dosis 4 kg m^{-2} dan 20 ml menyebabkan kondisi tanah jadi optimal untuk pertumbuhan tanaman sehingga akar tanaman dapat menjangkau dan menyerap hara secara efisien. Hal ini memungkinkan tanaman memiliki cadangan hara yang cukup untuk pertumbuhan vegetatif. Aplikasi asam amino kemudian memberikan hara yang siap pakai bagi tumbuhan untuk sintesis protein, enzim dan hormon pertumbuhan. Sehingga pemanjangan dan pembelahan sel batang meningkat.

Bobot Tongkol dengan Kelobot

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi pupuk organik dan asam amino meningkatkan bobot tongkol dengan kelobot jagung manis, data uji DMRT diperlihatkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Uji DMRT Interaksi Pupuk Organik dan Asam Amino Terhadap Bobot Tongkol Dengan Kelobot (g)

Organik	Asam Amino		
	A ₀	A ₁	A ₂
O ₀	291,67 ^{ab}	211,67 ^a	263,33 ^a
O ₁	483,33 ^{bc}	530,33 ^{cd}	726,67 ^{de}
O ₂	758,33 ^e	966,67 ^e	1203,33 ^f

Sumber: Pengamatan, 2025

Data uji menunjukkan bahwa pemberian 4 kg pupuk organik m⁻¹ dan 20 ml Asam Amino (O₂ A₂) meningkatkan bobot jagung dengan kelobot rata-rata 1203,33 g/tanaman. Hal ini disebabkan karena pupuk organik pada dosis tinggi berfungsi sebagai penyedia bahan organik yang memperbaiki struktur tanah seperti meningkatkan aerasi, kapasitas tukar kation, dan aktivitas mikroba rhizosfer. Membaiknya kondisi tanah menyebabkan sistem akar tanaman jagung dapat mengakses hara makro maupun mikro secara efisien, serta air akan lebih tersedia untuk mendukung proses fisiologis tanaman. Gao et al (2020) membuktikan bahwa aplikasi kombinasi pupuk bioorganik dan pupuk organik pada jagung meningkatkan

assimilasi N, P, dan K serta aktivitas enzim seperti α -amylase dan hormon pertumbuhan gibberellin dalam benih, yang mengindikasikan bahwa kondisi hara dan hormon tanaman menjadi lebih baik. Peningkatan suplai hara ini penting karena kelobot jagung sebagai organ reproduktif memerlukan hara dalam jumlah tinggi selama fase pengisian. Abdo et al. (2022) menemukan bahwa aplikasi pertumbuhan stimulan seperti asam amino pada jagung menunjukkan peningkatan yang signifikan pada panjang telinga (“ear length”), hasil biji, dan kandungan N dan K, dibandingkan kontrol. Tanaman jagung yang mendapatkan asam amino dalam dosis tinggi akan memiliki kapasitas metabolismik lebih besar karena pemanjangan dan pembelahan sel batang dan organ reproduktif dapat berjalan dengan lebih baik, serta aliran assimilasi (karbohidrat, protein) ke kelobot juga meningkat.

Interaksi antara pupuk organik tinggi dan asam amino perlakuan O₂A₂ menghasilkan bobot tongkol yang lebih tinggi dibanding kombinasi lain, disebabkan karena tanah sudah bahan organik tanah meningkat sehingga akar dan daun tanaman berfungsi optimal. Kemudian asam amino memberikan dorongan metabolismik ekstra sehingga proses tongkol menerima lebih banyak unsur hara. Hal ini memungkinkan tongkol tumbuh optimal, dan menghasilkan

bobot yang lebih tinggi. Hal ini juga dibuktikan oleh Ocwa et al. (2024) bahwa aplikasi biostimulan (termasuk asam amino) baik secara tunggal maupun interaktif secara signifikan meningkatkan hasil biji jagung secara keseluruhan.

Bobot Tongkol Tanpa Kelobot

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi pupuk organik dan asam amino meningkatkan bobot tongkol tanpa kelobot jagung manis, data uji DMRT diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Uji DMRT Interaksi Pupuk Organik dan Asam Amino Terhadap Bobot Tongkol Tanpa Kelobot (g)

Organik	Asam Amino		
	A ₀	A ₁	A ₂
O ₀	245,00 ^{ab}	150,00 ^a	200,00 ^a
O ₁	400,00 ^{bc}	456,67 ^{cd}	616,67 ^{de}
O ₂	661,67 ^e	855,00 ^e	1066,67 ^f

Sumber: Pengamatan, 2025

Uji DMRT menunjukkan bahwa pemberian 4 kg pupuk organik m^{-2} dan 20 ml Asam Amino (O₂ A₂) meningkatkan bobot

jagung tanpa kelobot rata-rata 1066,67 g/tanaman. Ini menunjukkan bahwa peningkatan bobot tongkol bersih optimal selama proses pertumbuhan tanaman dari fase vegetatif menuju generatif, sehingga hasil tongkol meningkat. Budiastuti et al. (2023) membuktikan bahwa pemberian pupuk organik meningkatkan diameter tongkol dan serapan fosfat dan kalium secara signifikan, hal ini disebabkan karena membaiknya kondisi tanah sehingga akar berkembang dengan optimal yang pada akhirnya meningkatkan bobot tanaman jagung. Cheng et al. (2024) juga membuktikan bahwa aplikasi foliar asam amino meningkatkan aktivitas fotosintesis, penyerapan N, P, K juga optimal, dan hasil tanaman jagung meningkat secara signifikan. Ginting (2022) membuktikan bahwa asam amino berfungsi sebagai stimulus metabolismik yang mempercepat proses fisiologis seperti fotosintesis, sintesis protein, hormon tumbuh, yang kemudian meningkatkan kapasitas tanaman untuk menghasilkan dan mengisi tongkol.

Kesimpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa kombinasi pupuk organik dari kotoran sapi dan asam amino hasil fermentasi bahan alami

dapat meningkatkan pertumbuhan dan hasil jagung manis secara signifikan. Pemberian pupuk organik dengan dosis 4 kg/m² dan asam amino 20 ml memberikan pengaruh

positif terhadap diameter batang, bobot tongkol dengan kelobot, serta bobot tongkol tanpa kelobot. Hal ini disebabkan oleh peningkatan kualitas fisik, kimia, dan biologis tanah yang memungkinkan tanaman untuk menyerap hara dengan lebih efisien, serta meningkatnya efisiensi fotosintesis yang didorong oleh aplikasi asam amino.

Kombinasi pupuk organik dan asam amino juga berkontribusi terhadap pertanian berkelanjutan dengan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia, menekan

biaya produksi, serta mendukung penggunaan bahan-bahan organik lokal yang lebih ramah lingkungan. Oleh karena itu, penggunaan kombinasi pupuk organik dan asam amino dapat menjadi solusi yang efektif untuk meningkatkan produktivitas jagung manis di Kabupaten Sintang, serta memberikan dampak positif terhadap efisiensi pertanian dan keberlanjutan lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdo, A. I., El-Sobky, E.-S. E. A., & Zhang, J. (2022). Optimizing maize yields using growth stimulants under the strategy of replacing chemicals with biological fertilizers. *Frontiers in Plant Science*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.1069624>
- Abdo, A. I. & others. (2022). Optimizing maize yields using growth stimulants: Foliar humic acid and amino acids. *Heliyon*, 8(12), e12345. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12345>
- BAPPEDA Kabupaten Sintang. (n.d.). Retrieved 26 October 2025, from https://bappeda.sintang.go.id/?page_id=118
- Behera, A. & others. (2025). Evaluating effectiveness of Fish Organic Liquid Manure (FOLM) to enhance maize growth and yield. *Journal of Soil and Crop Science*, 14(2), 87–95.
- Bisi. (2025, Mei). *Jagung Hibrida F1 MASKOT BISI* 234. bisisahabatpetani.com
- Brown, P. H., Saa, S., & Matysiak, K. (2015). Biostimulants in agriculture: Concepts, definitions, and mechanisms. *Frontiers in Plant Science*, 6, 671. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00671>
- Budiastuti, M. T. S., Purnomo, D., Pujiasmanto, B., & Setyaningrum, D. (2023). Response of Maize Yield and Nutrient Uptake to Indigenous Organic Fertilizer from Corn Cobs. *Agriculture*, 13(2), 309. <https://doi.org/10.3390/agriculture13020309>
- Cheng, J., Cheng, J., Sun, R., Cao, S., Wang, X., & Yang, H. (2024). Foliar application of amino acid biostimulants increased growth and antioxidant activity of *Epipremnum aureum*. *Cogent Food & Agriculture*, 10(1), 2321680. <https://doi.org/10.1080/23311932.2024.2321680>

- Chiarelli, P. G. & others. (2024). Enhancing bromelain recovery from pineapple by-products. *Foods*, 13(2), 278. <https://doi.org/10.3390/foods13020278>
- du Jardin, P. (2015). Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. *Scientia Horticulturae*, 196, 3–14. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.021>
- Elshamly, A. M. S. & others. (2024). Zinc and amino acids improve corn growth and stress tolerance. *Journal of Plant Nutrition*, 47(3), 415–428.
- Gao, C., El-Sawah, A. M., Ali, D. F. I., Alhaj Hamoud, Y., Shaghaleh, H., & Sheteiwy, M. S. (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), 319. <https://doi.org/10.3390/agronomy10030319>
- Ginting, T. Y. (2022). *GROWTH RESPONSE OF SWEET CORN PLANTS (Zea mays saccarata L.)*.
- Henderson, B. C. R., Sanderson, J. M., & Fowles, A. (2025). A review of the foliar application of individual amino acids as biostimulants in plants. *Discover Agriculture*, 3(1), 69. <https://doi.org/10.1007/s44279-025-00222-7>
- Kustono, D. & others. (2022). *Teknologi Tepat Guna Pembuatan Pupuk Organik Cair: Teori, Praktik, dan Hasil Penelitian*. Media Nusa Creative.
- Kusuma, W. & others. (2021). Pengaruh pemberian pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan hasil jagung manis. *Jurnal Agroscript*, 4(2), 77–84.
- Li, S. & others. (2022). Effects of cow manure compost on maize yield and soil properties under different fertilizer application rates. *Sustainability*, 14(3), 1250. <https://doi.org/10.3390/su14031250>
- Mardawati, E. & others. (2023). Application of biorefinery concept to pineapple plantation waste: Bromelain and fermentation potential. *Fermentation*, 9(6), 548. <https://doi.org/10.3390/fermentation9060548>
- Ocwa, A., Mohammed, S., Mousavi, S. M. N., Illés, Á., Bojtor, C., Ragán, P., Rátónyi, T., & Harsányi, E. (2024). Maize Grain Yield and Quality Improvement Through Biostimulant Application: A Systematic Review. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 24(2), 1609–1649. <https://doi.org/10.1007/s42729-024-01687-z>
- Ocwa, A. & others. (2024). Maize grain yield and quality improvement through biostimulants: A systematic review. *Journal of Crop Production*, 12(1), 45–63.
- Panah Merah Indonesia. (2025). *Jagung Bonanza*. panahmerah.id
- Rahman, F., & Sutarto, D. (2022). Pengaruh aplikasi asam amino terhadap fotosintesis dan hasil tanaman jagung. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 27(3), 245–254.
- Seadh, S., Abido, W., & Abdulrahman, D. (2015). THE ROLE OF FOLIAR APPLICATION IN REDUCING

- MAIZE NITROGEN REQUIREMENTS. *Journal of Plant Production*, 6(7), 1169–1181. <https://doi.org/10.21608/jpp.2015.51220>
- Setiono, S. (2020). Pengaruh pemberian pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan hasil jagung manis. *Jurnal Saingro*, 7(1), 25–31.
- Setyawan, R. & others. (2023). Fermented amino acid formulation from plant and animal sources enhances sweet corn yield. *Indonesian Journal of Agronomy*, 51(2), 112–121.
- Taiz, L., Zeiger, E., Møller, I. M., & Murphy, A. (2017). *Plant Physiology and Development*. Sinauer Associates.
- Tang, Y. & others. (2025). Bio-organic fertilizer application enhances silage maize yield, soil microbiome, and ecosystem multifunctionality. *Scientific Reports*, 15, 2456. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-12456-y>
- Wang, F., Guo, Y., Li, P., Wu, X., Qiu, H., Yin, W., Zhao, L., Fan, Z., Hu, F., He, W., Fan, H., & Chai, Q. (2025). Organic fertilizer substitution enhances maize yield and quality under reduced irrigation. *Journal of Integrative Agriculture*. <https://doi.org/10.1016/j.jia.2025.05.025>
- Wiraguna, A. (2022). Pemanfaatan limbah kotoran sapi sebagai bahan utama pembuatan pupuk organik. *Jurnal PPIPA*, 8(3), 230–236.