

Substitusi Pupuk Anorganik dengan Pupuk Kandang Sapi terhadap Hasil dan Mutu Benih Jagung Hibrida

Substitution of Inorganic Fertilizer with Cattle Manure on the Yield and Seed Quality on Hybrid Maize

Elly Daru Ika Wilujeng^{1*}, Muhammad Rizal Yusvian¹, Dani Fauzi Bahtiar¹, Hari Prasetyo¹,
Muhammad Evan Nurrahmawan²

¹ Politeknik Negeri Jember, Jember, Jawa Timur, Indonesia

² Target Agrifood Biotechnology Institute, Jakarta Utara, DKI Jakarta, Indonesia

*Email : elly.daru@polije.ac.id

Received: 15 July 2026

Revised: 28 August 2026

Accepted: 31 August 2026

ABSTRACT

Background: Optimizing the inorganic–organic fertilizer balance is key to sustainable maize seed production that maintains yield and quality. **Objective:** This study evaluated the effects of different proportions of inorganic fertilizer and cattle manure on vegetative growth, yield components, grain yield, and physiological seed quality of hybrid maize. **Methods:** A non-factorial RCBD with six treatments (B0 = 100% inorganic, B1 = 80% inorganic + 20% manure, B2 = 60% + 40%, B3 = 40% + 60%, B4 = 20% + 80%, B5 = 100% manure) replicated four times. Data on plant height, leaf traits, ear components, grain yield, and seed quality (germination, vigor, 1000-seed weight) were analyzed by ANOVA and Tukey's HSD at 5%. **Result:** Fertilizer proportions significantly affected plant height, leaf number, ear number, and ear length, but not leaf dimensions, ear diameter, kernel rows, or seed quality. B2 produced the tallest plants (77.3 cm) and most leaves (8.60), while B3 produced the most ears (1.35). Germination (96.0–98.1%) and vigor (95.7–99.6%) exceeded certified standards. **Conclusion:** Balanced combinations (40–60% inorganic + 40–60% manure) enhance vegetative growth and yield without compromising seed quality. Partial or complete replacement of inorganic fertilizer with cattle manure is feasible for sustainable maize seed production, maintaining certified seed standards while reducing synthetic input reliance.

Keywords: *Integrated nutrient management; Nutrient substitution; Seed vigor; Sustainable fertilization; Zea mays L.*

ABSTRAK

Pendahuluan: Optimalisasi keseimbangan pupuk anorganik dan organik adalah kunci produksi benih jagung berkelanjutan tanpa menurunkan hasil dan mutu. **Tujuan:** Penelitian ini mengevaluasi pengaruh proporsi pupuk anorganik dan kandang sapi terhadap pertumbuhan vegetatif, komponen hasil, produksi biji, dan kualitas fisiologis benih jagung hibrida. **Metode:** Rancangan Acak Kelompok Lengkap non-faktorial dengan enam perlakuan (B0 = 100% anorganik, B1 = 80% anorganik + 20% kandang, B2 = 60% + 40%, B3 = 40% + 60%, B4 = 20% + 80%, B5 = 100% kandang) diulang empat kali. Data tinggi tanaman, sifat daun, komponen tongkol, hasil biji, dan kualitas benih (daya berkecambah, vigor, bobot 1000 butir) dianalisis dengan ANOVA dan uji BNT Tukey pada taraf 5%. **Hasil:** Proporsi pupuk berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah tongkol, dan panjang tongkol, tetapi tidak terhadap ukuran daun, diameter tongkol, jumlah baris biji, atau kualitas benih. B2 menghasilkan tanaman tertinggi (77,3 cm) dan daun terbanyak (8,60), sedangkan B3 menghasilkan tongkol terbanyak (1,35). Daya berkecambah (96,0–98,1%) dan vigor (95,7–99,6%) melampaui standar sertifikasi. **Kesimpulan:** Kombinasi seimbang (40–60% anorganik + 40–60% kandang) meningkatkan pertumbuhan vegetatif dan hasil tanpa mengorbankan kualitas benih.

Kata kunci: *Jagung hibrida; pemupukan berkelanjutan; pengelolaan hara terpadu; substitusi hara; vigor benih*

BACKGROUND

Jagung (*Zea mays* L.) merupakan komoditas unggulan dan strategis di Indonesia

yang banyak dimanfaatkan untuk pakan ternak, konsumsi, maupun industri bahan tanam atau produksi benih. Permintaan jagung terus

meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi, perkembangan industri pakan, dan kebutuhan benih bermutu tinggi untuk mendukung peningkatan produktivitas pertanian (Erenstein et al., 2022; Shiferaw et al., 2011). Di Indonesia, jagung menjadi komoditas strategis nasional dan menempati urutan kedua setelah padi berdasarkan luas panen maupun volume produksi. Provinsi Jawa Timur secara konsisten merupakan salah satu sentra produksi jagung terbesar yang memberikan kontribusi signifikan terhadap produksi nasional (Badan Pusat Statistik, 2025). Meskipun demikian, produktivitas jagung masih menghadapi berbagai tantangan akibat penurunan kualitas lahan, ketidakseimbangan pemupukan, serta pengelolaan budidaya yang belum optimal. Produksi dan mutu hasil jagung sangat dipengaruhi oleh interaksi faktor genetik, lingkungan, dan teknik budidaya, terutama pengelolaan hara yang menentukan pertumbuhan tanaman sejak fase vegetatif hingga pengisian biji (Chen et al., 2024; Vanlauwe et al., 2015). Oleh karena itu, penerapan strategi pemupukan yang efisien dan berkelanjutan menjadi salah satu pendekatan penting untuk mempertahankan produktivitas sekaligus menjaga kualitas tanah pada sistem produksi jagung modern.

Produktivitas jagung sangat dipengaruhi oleh pengelolaan hara yang tepat karena kebutuhan unsur hara meningkat selama fase pertumbuhan vegetatif hingga pembentukan biji. Pemupukan anorganik masih menjadi strategi utama dalam budidaya jagung karena mampu menyediakan unsur hara dalam bentuk yang mudah tersedia sehingga mendukung pertumbuhan tanaman dan meningkatkan hasil dalam waktu relatif cepat. Namun, penggunaan pupuk anorganik secara terus-menerus dan tidak berimbang dapat menurunkan kualitas tanah melalui penurunan kandungan bahan organik, degradasi struktur tanah, penurunan aktivitas mikroorganisme, serta berkurangnya efisiensi penggunaan hara sehingga keberlanjutan sistem produksi menjadi terancam (Chen et al., 2024; Liu et al., 2021). Oleh karena itu, konsep Integrated Nutrient Management yang mengombinasikan pupuk organik dan pupuk anorganik semakin banyak direkomendasikan sebagai strategi pemupukan berkelanjutan.

Berbagai penelitian menunjukkan bahwa aplikasi terpadu kedua sumber hara tersebut mampu memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah melalui peningkatan kandungan

bahan organik, pH tanah, nitrogen total, kapasitas tukar kation (KTK), serta efisiensi pemanfaatan unsur hara dibandingkan penggunaan pupuk anorganik secara tunggal (Vanlauwe et al., 2015; Chen et al., 2024; Lorinanggarani et al., 2024). Salah satu sumber pupuk organik yang banyak dimanfaatkan adalah pupuk kandang sapi karena mengandung bahan organik serta unsur hara esensial, seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K), yang berperan dalam meningkatkan kesuburan tanah. Selain sebagai sumber hara, pupuk kandang sapi juga menyediakan bahan organik kaya senyawa lignoselulosa yang menjadi substrat bagi mikroorganisme tanah, sehingga mampu memperbaiki struktur tanah, meningkatkan pembentukan agregat, memperbesar porositas, serta merangsang aktivitas dan biomassa mikroba tanah (Greff et al., 2022; Hartmann & Six, 2023). Perbaikan sifat fisik dan biologi tanah tersebut berkontribusi terhadap peningkatan siklus hara, efisiensi pemanfaatan unsur hara, dan percepatan pemulihan lahan yang mengalami degradasi akibat pengelolaan intensif atau penggunaan pupuk anorganik secara berlebihan (Ren et al., 2019). Selain meningkatkan kesehatan tanah, substitusi sebagian pupuk anorganik dengan pupuk kandang sapi juga berpotensi meningkatkan efisiensi penggunaan pupuk sekaligus mengurangi ketergantungan terhadap pupuk kimia. Efektivitas pendekatan tersebut telah dilaporkan pada produksi benih jagung hibrida, di mana kombinasi pupuk organik dan pupuk anorganik mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman dan mempertahankan produksi benih dibandingkan penggunaan pupuk anorganik secara tunggal (Sondang et al., 2024; Paramesh et al., 2023).

Meskipun berbagai penelitian telah melaporkan manfaat kombinasi pupuk organik dan anorganik dalam meningkatkan pertumbuhan dan hasil jagung (Paramesh et al., 2023; Chen et al., 2024), sebagian besar kajian masih berfokus pada peningkatan hasil biji (*grain yield*) atau produksi jagung konsumsi. Informasi mengenai pengaruh strategi pemupukan tersebut terhadap produksi benih yang dievaluasi secara bersamaan dengan mutu fisiologis benih, khususnya pada jagung hibrida kelas benih pokok (*stock seed*), masih relatif terbatas. Kondisi ini sejalan dengan tinjauan sistematis terbaru yang menunjukkan bahwa hubungan antara praktik agronomis, manajemen hara, dan mutu fisiologis benih jagung masih

memerlukan bukti empiris yang lebih komprehensif (Tiah et al., 2026). Dalam sistem produksi benih, keberhasilan budidaya tidak hanya ditentukan oleh hasil benih yang dihasilkan, tetapi juga oleh mutu fisiologisnya, termasuk daya berkecambah, vigor, dan keserempakan tumbuh. Evaluasi produksi dan mutu fisiologis benih secara terpadu menjadi penting untuk mengkaji respons berbagai proporsi pupuk kandang sapi dan pupuk anorganik terhadap produksi serta mutu fisiologis benih jagung hibrida kode PX03, sebagai dasar pengembangan strategi pemupukan yang lebih efisien dan berkelanjutan.

METHODS

Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan pada Juli 2025 hingga Januari 2026 di lahan sawah Desa Pontang, Kecamatan Ambulu, Kabupaten Jember, Provinsi Jawa Timur, yang berada pada ketinggian 18 m dpl dan terletak pada koordinat 8°20'53"LS dan 113°38'36"BT, serta di greenhouse Laboratorium Tanaman, Laboratorium Tanah, dan Laboratorium Pengolahan Benih Politeknik Negeri Jember.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi cangkul, tugal, kenco, timba, sabit, gembor, bak plastik perkecambahan, knapsack sprayer, karung, jangka sorong, roll meter, papan nama, timbangan digital (ACAS 809 40 kg), timbangan analitik (Ohaus), dan alat tulis. Bahan yang digunakan meliputi benih induk jagung kode PX03 tetua jantan (male) dan tetua betina (female) dari PT Advanta Indonesia kelas benih pokok (stock seed), pupuk NPK Phonska (N 15%, P₂O₅ 10%, K₂O 12%), pupuk urea (N 46%), pupuk amonium ZA (N 21%, S 24%, Zn 1000 ppm), pupuk kandang sapi, fungisida (Amistar Top), insektisida (Emasil 30 EC dan Siklon), herbisida (Gramaxone dan Kayabas), Insuremax, tali rafia, pasir, dan plastik klip.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) nonfaktorial dengan satu faktor, yaitu proporsi pupuk anorganik dan pupuk kandang sapi. Perlakuan terdiri atas enam taraf, yaitu 100% pupuk anorganik dan 0% pupuk kandang sapi (B0), 80% pupuk anorganik dan 20% pupuk kandang sapi (B1), 60% pupuk anorganik dan 40% pupuk kandang sapi (B2), 40% pupuk anorganik dan 60% pupuk kandang

sapi (B3), 20% pupuk anorganik dan 80% pupuk kandang sapi (B4), serta 100% pupuk kandang sapi tanpa pupuk anorganik (B5). Setiap perlakuan diulang sebanyak empat kali sehingga diperoleh 24 unit percobaan. Masing-masing unit percobaan berupa petak berukuran 6,0 m × 2,0 m dengan jarak antarpetak 0,5 m. Pupuk kandang sapi diberikan sebanyak 20 ton/ha sedangkan dosis pemupukan pupuk anorganik mengacu pada rekomendasi standar produksi benih jagung hibrida. Pemupukan ke-1 (200 kg/ha Urea) + 100 kg/ha NPK), pemupukan ke-2 (100 kg/ha urea + 300 kg/ha NPK), pemupukan ke-3 (300 kg/ha NPK), dan pemupukan susulan (100 kg/ha ZA). Pupuk kandang sapi diaplikasikan sebanyak satu kali, yaitu tujuh hari sebelum tanam, dengan cara disebar secara merata pada permukaan tanah dan dibenamkan selama pengolahan lahan. Sementara itu, pupuk anorganik diberikan secara bertahap pada umur 10, 22, 30, dan 70 hari setelah tanam (HST) melalui aplikasi di sekitar perakaran tanaman sesuai dengan prosedur baku produksi benih jagung hibrida.

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian diawali melakukan uji kandung unsur hara pada lahan percobaan dan kandungan hara pada pupuk kandang sapi. Selanjutnya dilakukan pengolahan lahan menggunakan bajak rotari hingga tanah gembur dan bersih dari gulma, lalu dibuat plot sesuai rancangan. Benih induk jagung hibrida kode PX03 kelas benih pokok yang terdiri atas 1.600 butir tetua betina dan 800 butir tetua jantan diberi perlakuan benih (*seed treatment*) menggunakan Insuremax sebelum tanam. Penanaman dilakukan secara tugal dengan kedalaman ±5 cm dan jarak tanam 60 cm × 20 cm menggunakan sistem split planting, yaitu tetua betina ditanam lebih dahulu dengan selang tiga hari terhadap tetua jantan, menggunakan rasio 4 baris betina: 2 baris jantan. Pemeliharaan meliputi pengendalian gulma secara mekanik dan kimiawi, pengairan sesuai kondisi lapangan, pemupukan sesuai perlakuan, serta pengendalian hama dan penyakit menggunakan insektisida dan fungisida sesuai standar operasional.

Pemurnian genetik dilakukan melalui roguing dua kali pada fase vegetatif dan generatif dengan menyeleksi dan membuang tanaman yang menyimpang dari deskripsi varietas atau terserang penyakit. Detasseling dilakukan pada tetua betina secara manual untuk mencegah penyerbukan sendiri, kemudian

dilanjutkan *male cutting* setelah serbuk sari tetua jantan habis. Pemanenan dilakukan pada umur 106 HST ketika tongkol telah mencapai masak fisiologis, dilanjutkan dengan pengeringan hingga kadar air benih mencapai $\pm 12\%$. Pengujian mutu benih meliputi pengukuran bobot 1.000 butir, uji daya berkecambah, kecepatan tumbuh benih, dan keserempakan tumbuh benih.

Parameter Pengamatan

Variabel yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, jumlah tongkol per tanaman, panjang tongkol, diameter tongkol, jumlah baris per tongkol, bobot 1.000 butir, daya berkecambah dan keserempakan tumbuh benih. Pengamatan pertumbuhan dilakukan pada delapan tanaman sampel yang ditetapkan secara acak pada setiap unit percobaan, sedangkan pengujian mutu benih dilakukan dengan metode uji perkecambahan pada media pasir, masing-masing 100 butir dengan dua ulangan.

Analisis data

Data yang diperoleh dari seluruh variabel pengamatan dianalisis menggunakan analisis ragam (Analysis of Variance/ANOVA) sesuai dengan rancangan percobaan Rancangan Acak Kelompok (RAK) nonfaktorial untuk menguji pengaruh proporsi pupuk anorganik dan pupuk kandang sapi terhadap parameter yang diamati. Sebelum dilakukan analisis, data diuji

terhadap asumsi normalitas dan homogenitas ragam untuk memastikan kesesuaian dengan model analisis. Apabila hasil analisis ragam menunjukkan pengaruh perlakuan yang nyata ($p < 0,05$), maka dilakukan uji lanjut menggunakan Beda Nyata Jujur (BNJ) pada taraf signifikansi 5% untuk membandingkan perbedaan antar perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Vegetatif

Hasil analisis menunjukkan bahwa proporsi pupuk anorganik dan pupuk kandang sapi berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman dan jumlah daun, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap panjang daun dan lebar daun (Tabel 1). Tinggi tanaman tertinggi diperoleh pada perlakuan B2 (60% PA + 40% PKS), yaitu $77,3 \pm 0,52$ cm, dan berbeda nyata dengan B0 dan B5, tetapi tidak berbeda nyata dengan B3 dan B4.

Pola yang sama ditunjukkan oleh jumlah daun, dengan nilai tertinggi pada B2 sebesar $8,60 \pm 0,12$ helai, yang berbeda nyata dengan B0, B1, dan B5, tetapi tidak berbeda nyata dengan B3 dan B4. Perlakuan B5 (0% PA + 100% PKS) menunjukkan nilai terendah secara numerik untuk tinggi tanaman ($75,8 \pm 1,00$ cm) dan jumlah daun ($8,25 \pm 0,09$ helai), serta berbeda nyata dengan B2. Sementara itu, panjang daun berkisar antara 74,8–78,1 cm dan lebar daun antara 6,63–6,79 cm, serta keduanya tidak menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan ($p = 0,23$ dan $p = 0,40$).

Tabel 1. Pengaruh proporsi pupuk anorganik dan pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman jagung Hibrida kode PX03 umur 6 minggu setelah tanam

Perlakuan	Tinggi (cm) $\pm$ SD	Jumlah daun (helai) $\pm$ SD	Panjang daun (cm) $\pm$ SD	Lebar Daun (cm) $\pm$ SD
B0 (100% PA + 0% PKS)	$76,0 \pm 0,46$ c	$8,31 \pm 0,12$ bc	$75,3 \pm 2,52$	$6,71 \pm 0,09$
B1 (80% PA + 20% PKS)	$76,2 \pm 0,62$ bc	$8,38 \pm 0,17$ bc	$76,4 \pm 1,02$	$6,77 \pm 0,02$
B2 (60% PA + 40% PKS)	$77,3 \pm 0,52$ a	$8,60 \pm 0,12$ a	$75,6 \pm 1,67$	$6,77 \pm 0,72$
B3 (40% PA + 60% PKS)	$77,1 \pm 0,38$ ab	$8,47 \pm 0,06$ ab	$78,1 \pm 1,20$	$6,79 \pm 0,04$
B4 (20% PA + 80% PKS)	$76,5 \pm 0,15$ abc	$8,50 \pm 0,14$ ab	$76,7 \pm 2,95$	$6,72 \pm 0,07$
B5 (0% PA + 100% PKS)	$75,8 \pm 1,00$ c	$8,25 \pm 0,09$ c	$74,8 \pm 1,43$	$6,63 \pm 0,23$

Keterangan: PA = Pupuk Anorganik; PKS = Pupuk Kandang Sapi; Data disajikan sebagai rerata $\pm$ standar deviasi (SD). Nilai pada kolom yang sama yang diikuti huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf 5%.

Pemberian kombinasi pupuk anorganik dan pupuk kandang sapi memberikan respons yang berbeda terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman jagung, terutama pada parameter tinggi tanaman. Perlakuan dengan proporsi pupuk

organik dan anorganik yang lebih seimbang cenderung menghasilkan tinggi tanaman yang lebih baik dibandingkan penggunaan pupuk kandang sapi secara penuh. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa kombinasi kedua

sumber hara berpotensi memberikan kondisi yang lebih mendukung bagi pertumbuhan vegetatif tanaman dibandingkan penggunaan pupuk organik sebagai sumber hara tunggal. Temuan ini sejalan dengan penelitian (Nurmalasari et al., 2024) yang melaporkan bahwa aplikasi pupuk kandang sapi mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman jagung. Hal tersebut diduga berkaitan dengan karakteristik kedua jenis pupuk yang saling melengkapi, yaitu pupuk anorganik menyediakan unsur hara yang lebih cepat tersedia, sedangkan pupuk organik berkontribusi terhadap perbaikan kualitas tanah dan keberlanjutan penyediaan hara.

Temuan serupa juga dilaporkan pada berbagai sistem budidaya jagung yang menerapkan pemupukan terpadu antara pupuk organik dan anorganik (Pei et al., 2023 ; Nurmalasari et al., 2024) . Sebaliknya, perlakuan dengan proporsi pupuk kandang sapi yang lebih tinggi memperlihatkan kecenderungan menghasilkan pertumbuhan yang lebih rendah. Kondisi tersebut kemungkinan berkaitan dengan karakteristik pupuk organik yang melepaskan unsur hara secara bertahap. Geisseler et al., (2021) menjelaskan bahwa Sebagian besar N total dalam pupuk organik dan kompos berada dalam bentuk N organik sehingga tidak langsung tersedia bagi tanaman, N tersebut terlebih dahulu mengalami proses mineralisasi oleh mikroorganisme tanah untuk diubah menjadi N mineral yang dapat tersedia bagi tanaman.

Pada tanaman jagung, kebutuhan dan serapan N meningkat seiring perkembangan vegetatif, dengan laju serapan N meningkat secara substansial mulai fase V3–V5 dan mencapai puncak pada fase V12–R1, Ketidaksesuaian waktu antara ketersediaan N mineral dalam tanah dan peningkatan kebutuhan N tanaman dapat menyebabkan ketidaksinkronan suplai dan kebutuhan N, yang berpotensi membatasi pemanfaatan N oleh tanaman (Zhu et al., 2025; Donovan et al., 2025). Dengan demikian, pada fase awal pertumbuhan, pelepasan N dari pupuk kandang sapi melalui proses mineralisasi berpotensi belum sepenuhnya sebanding dengan peningkatan kebutuhan N tanaman. Meskipun demikian, dugaan tersebut masih memerlukan pembuktian lebih lanjut melalui pengukuran dinamika N-mineral tanah maupun serapan N tanaman.

Respons jumlah daun terhadap perlakuan relatif lebih kecil dibandingkan tinggi tanaman.

Meskipun terdapat kecenderungan peningkatan jumlah daun pada beberapa kombinasi pupuk organik dan anorganik, perbedaan yang dihasilkan tidak terlalu besar. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa pembentukan jumlah daun kemungkinan dipengaruhi tidak hanya oleh perlakuan pemupukan, tetapi juga oleh faktor lain, seperti karakter genetik tanaman maupun kondisi lingkungan selama penelitian yang relatif seragam. Hasil penelitian ini tetap sejalan dengan beberapa laporan sebelumnya yang menunjukkan bahwa penerapan pemupukan terpadu dapat memberikan kecenderungan peningkatan pertumbuhan vegetatif, termasuk jumlah daun, dibandingkan penggunaan pupuk tunggal (Chen et al., 2024 ; Xie et al., 2024 ; Paramesh et al., 2023).

Parameter panjang daun dan lebar daun tidak menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa seluruh proporsi pupuk yang diuji telah mampu menyediakan kondisi yang relatif serupa untuk mendukung perkembangan daun selama periode pengamatan. Tidak adanya perbedaan nyata juga menunjukkan bahwa respons ukuran daun terhadap variasi proporsi pupuk organik dan anorganik pada penelitian ini relatif terbatas. Beberapa penelitian melaporkan bahwa bahan organik berpotensi memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah serta mendukung aktivitas mikroorganisme yang berperan dalam proses mineralisasi unsur hara (Vanlauwe et al., 2015 ; Chen et al., 2024 ; Lorinanggarani et al., 2024).

Perbaikan tersebut antara lain ditunjukkan melalui peningkatan stabilitas agregat dan porositas tanah, kapasitas menahan air, kandungan bahan organik, serta ketersediaan unsur hara, yang secara keseluruhan dapat menciptakan kondisi lingkungan perakaran yang lebih mendukung pertumbuhan tanaman. Namun demikian, kontribusi tersebut tidak selalu langsung tercermin pada peningkatan ukuran daun, terutama apabila kebutuhan hara tanaman telah terpenuhi atau kondisi lingkungan selama penelitian relatif homogen. Perlakuan dengan proporsi pupuk kandang sapi yang lebih tinggi juga menunjukkan kecenderungan menghasilkan ukuran daun yang lebih rendah, meskipun perbedaannya tidak signifikan secara statistik.

Oleh karena itu, kecenderungan tersebut diinterpretasikan secara hati-hati dan masih memerlukan konfirmasi melalui penelitian lanjutan yang melibatkan pengukuran karakteristik tanah maupun status hara tanaman.

Komponen Hasil dan Produksi Benih

Berdasarkan Tabel 2, proporsi pupuk anorganik dan pupuk kandang sapi memberikan respons yang berbeda terhadap beberapa komponen hasil jagung. Perlakuan B3 menghasilkan jumlah tongkol tertinggi, yaitu $1,35 \pm 0,06$ buah tanaman⁻¹, yang berbeda nyata

dibandingkan perlakuan B0 dan B5, tetapi tidak berbeda nyata dengan B2 dan B4. Sebaliknya, jumlah tongkol terendah diperoleh pada perlakuan B5 ($1,16 \pm 0,06$ buah tanaman⁻¹). Pada parameter panjang tongkol, perlakuan B2 dan B3 menghasilkan nilai yang relatif lebih tinggi dibandingkan perlakuan lain, sedangkan perlakuan B5 menunjukkan panjang tongkol terendah ($12,7 \pm 0,35$ cm) dan berbeda nyata dengan B0, B1, dan B2. Sementara itu, diameter tongkol dan jumlah baris per tongkol tidak menunjukkan perbedaan nyata antar perlakuan ($p > 0,05$), meskipun terdapat variasi rerata antar perlakuan.

Tabel 2. Pengaruh proporsi pupuk anorganik dan pupuk kandang sapi terhadap hasil dan produksi benih tanaman jagung Hibrida kode PX03

Perlakuan	Jumlah tongkol (buah) $\pm$ SD	Panjang Tongkol (cm) $\pm$ SD	Diameter tongkol (cm) $\pm$ SD	Jumlah baris per togkol (baris) $\pm$ SD	Berat 1000 benih (g) $\pm$ SD
B0 (100% PA + 0% PKS)	$1,19 \pm 0,06$ cd	$14,7 \pm 0,15$ a	$4,04 \pm 0,05$	$13,8 \pm 0,38$	$28,4 \pm 3,02$
B1 (80% PA + 20% PKS)	$1,22 \pm 0,06$ bcd	$14,7 \pm 0,29$ a	$4,06 \pm 0,06$	$13,6 \pm 0,17$	$31,1 \pm 1,79$
B2 (60% PA+ 40% PKS)	$1,32 \pm 0,07$ ab	$14,9 \pm 0,50$ a	$4,06 \pm 0,03$	$13,8 \pm 0,37$	$31,5 \pm 5,69$
B3 (40% PA + 60% PKS)	$1,35 \pm 0,06$ a	$14,3 \pm 0,86$ ab	$4,12 \pm 0,04$	$14,0 \pm 0,27$	$32,5 \pm 5,90$
B4 (20% PA + 80% PKS)	$1,28 \pm 0,06$ abc	$13,6 \pm 0,46$ b	$4,02 \pm 0,11$	$13,5 \pm 0,11$	$30,3 \pm 5,77$
B5 (0% PA + 100% PKS)	$1,16 \pm 0,06$ d	$12,7 \pm 0,35$ c	$3,96 \pm 0,05$	$13,8 \pm 0,33$	$28,9 \pm 1,31$

Keterangan: PA = Pupuk Anorganik; PKS = Pupuk Kandang Sapi; Data disajikan sebagai rerata $\pm$ standar deviasi (SD). Nilai pada kolom yang sama yang diikuti huruf berbeda menunjukkan perbedaan nyata berdasarkan uji BNJ pada taraf 5%.

Proporsi pupuk kandang sapi dan pupuk anorganik yang lebih seimbang cenderung memberikan respons yang lebih baik terhadap jumlah tongkol dan panjang tongkol dibandingkan penggunaan pupuk kandang sapi secara penuh. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa kombinasi kedua sumber hara berpotensi menyediakan lingkungan tumbuh yang lebih mendukung selama fase reproduktif tanaman. Pupuk anorganik berperan sebagai sumber unsur hara yang relatif cepat tersedia, sedangkan pupuk kandang sapi berkontribusi terhadap penyediaan hara secara bertahap sekaligus memperbaiki kualitas tanah. Kombinasi kedua mekanisme tersebut diperkirakan mendukung keberlangsungan pertumbuhan hingga fase pembentukan tongkol, meskipun penelitian ini tidak secara langsung mengevaluasi dinamika pelepasan hara maupun efisiensi serapan unsur hara oleh tanaman. Temuan ini konsisten dengan berbagai penelitian mengenai integrated nutrient management yang menunjukkan bahwa kombinasi pupuk organik dan anorganik mampu meningkatkan pertumbuhan, karakteristik

tongkol, dan produktivitas jagung dibandingkan penggunaan pupuk Tunggal (Liu et al., 2021 ; Chen et al., 2024).

Sebaliknya, perlakuan dengan proporsi pupuk kandang sapi yang lebih tinggi memperlihatkan kecenderungan menghasilkan jumlah tongkol dan panjang tongkol yang lebih rendah. Pola tersebut kemungkinan berkaitan dengan karakteristik pupuk organik yang melepaskan unsur hara secara bertahap (Geisseler et al., 2021), sehingga pada fase reproduktif awal ketersediaan unsur hara tertentu, terutama nitrogen dan fosfor, belum sepenuhnya sejalan dengan kebutuhan tanaman. Namun demikian, dugaan tersebut masih memerlukan pembuktian melalui pengukuran perubahan ketersediaan hara di dalam tanah maupun serapan unsur hara oleh tanaman selama pertumbuhan. Beberapa penelitian juga melaporkan bahwa keberhasilan substitusi pupuk anorganik oleh pupuk organik sangat dipengaruhi oleh jenis bahan organik, tingkat dekomposisi, sifat tanah, dan kondisi lingkungan setempat.

Diameter tongkol dan jumlah baris per tongkol tidak menunjukkan perbedaan nyata antarperlakuan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa perubahan proporsi pupuk organik dan anorganik pada penelitian ini belum memberikan respons yang cukup besar terhadap kedua karakter tersebut. Diameter tongkol dan jumlah baris per tongkol diketahui merupakan karakter hasil yang relatif stabil dan banyak dipengaruhi oleh faktor genetik tanaman, sedangkan faktor lingkungan maupun pengelolaan budidaya cenderung berperan sebagai faktor pendukung selama proses pembentukan tongkol. Oleh karena itu, meskipun terdapat variasi rerata antar perlakuan, variasi tersebut belum menghasilkan perbedaan yang signifikan secara statistik. Temuan ini juga mengindikasikan bahwa seluruh perlakuan masih mampu menyediakan kondisi hara yang relatif memadai bagi pembentukan karakter dasar tongkol.

Parameter bobot 1000 butir juga tidak menunjukkan perbedaan nyata antarperlakuan. Kondisi tersebut mengindikasikan bahwa variasi proporsi pupuk yang digunakan belum memberikan pengaruh yang cukup besar terhadap akumulasi biomassa biji hingga akhir pengisian biji. Pada kondisi penelitian ini, seluruh perlakuan diduga telah mampu memenuhi kebutuhan hara minimum tanaman sehingga respons hasil menjadi relatif seragam. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa

pemupukan terpadu tidak selalu menghasilkan peningkatan hasil yang signifikan apabila tingkat kesuburan awal tanah sudah cukup baik atau faktor lingkungan selama penelitian relatif homogen. Meskipun demikian, penggunaan pupuk kandang sapi tetap memiliki nilai penting dalam sistem budidaya berkelanjutan karena berkontribusi terhadap peningkatan bahan organik tanah, aktivitas mikroorganisme, serta efisiensi pemanfaatan pupuk mineral dalam jangka panjang. Oleh karena itu, manfaat penggunaan pupuk organik tidak hanya tercermin pada hasil panen satu musim, tetapi juga pada upaya mempertahankan kualitas tanah dan keberlanjutan sistem produksi.

Mutu Benih

Berdasarkan Tabel 3, proporsi pupuk anorganik dan pupuk kandang sapi tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap daya berkecambah ($p = 0,33$) maupun keserempakan tumbuh benih ($p = 0,133$). Daya berkecambah benih pada seluruh perlakuan berkisar antara 96,0–98,1%, sedangkan keserempakan tumbuh berkisar antara 95,7–99,6%. Seluruh nilai tersebut berada di atas standar minimum mutu benih jagung bersertifikat ($>90\%$), sehingga menunjukkan bahwa benih yang dihasilkan memiliki mutu fisiologis yang tinggi dan relatif seragam pada semua perlakuan.

Tabel 3. Pengaruh proporsi pupuk anorganik dan pupuk kandang sapi terhadap mutu fisiologis benih tanaman jagung Hibrida kode PX03

Perlakuan	Daya Berkecambah (%) $\pm$ SD	Keserempakan Tumbuh (%) $\pm$ SD
B0 (100% PA + 0% PKS)	97.9 $\pm$ 2.39	97.2 $\pm$ 1.71
B1 (80% PA + 20% PKS)	96.0 $\pm$ 1.47	98.6 $\pm$ 1.03
B2 (60% PA + 40% PKS)	96.6 $\pm$ 1.65	98.4 $\pm$ 1.70
B3 (40% PA + 60% PKS)	98.1 $\pm$ 1.65	99.6 $\pm$ 0.47
B4 (20% PA + 80% PKS)	98.0 $\pm$ 1.22	97.8 $\pm$ 1.44
B5 (0% PA + 100% PKS)	98.0 $\pm$ 0.81	95.7 $\pm$ 0.04

Keterangan: Data disajikan sebagai rerata $\pm$ standar deviasi (SD); PA = Pupuk Anorganik; PKS = Pupuk Kandang Sapi

Tidak ditemukannya perbedaan nyata pada daya berkecambah dan keserempakan tumbuh mengindikasikan bahwa variasi proporsi pupuk anorganik dan pupuk kandang sapi yang diterapkan pada penelitian ini belum memberikan respons yang berbeda terhadap mutu fisiologis benih. Tingginya nilai daya berkecambah pada seluruh perlakuan

menunjukkan bahwa proses pembentukan benih berlangsung dengan baik sehingga viabilitas benih tetap terjaga. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kebutuhan hara tanaman selama fase pembentukan dan pengisian benih kemungkinan telah terpenuhi pada seluruh kombinasi perlakuan, sehingga tidak terjadi perbedaan mutu fisiologis benih yang terukur secara

statistik. Hasil penelitian ini sejalan dengan konsep bahwa mutu fisiologis benih merupakan karakter yang tidak hanya dipengaruhi oleh pengelolaan budidaya selama pertumbuhan tanaman induk, tetapi juga oleh faktor genetik varietas, tingkat kemasakan fisiologis saat panen, serta penanganan pascapanen. Xing et al., (2023) menjelaskan bahwa viabilitas dan vigor benih merupakan hasil interaksi antara faktor genetik, lingkungan, dan teknologi produksi benih, sedangkan (Tiah et al., 2026) menegaskan bahwa keberhasilan pembentukan benih bermutu dipengaruhi oleh proses perkembangan benih hingga penyimpanan.

Keserempakan tumbuh yang relatif tinggi pada seluruh perlakuan juga menunjukkan bahwa vigor benih berada pada kategori baik. Menurut (ISTA, 2026) , benih dengan vigor tinggi dicirikan oleh kemampuan berkecambah secara cepat, seragam, dan menghasilkan kecambah normal pada kondisi pengujian yang optimum. Oleh karena itu, keseragaman nilai keserempakan tumbuh pada penelitian ini menunjukkan bahwa benih yang dihasilkan memiliki kemampuan tumbuh awal yang relatif setara meskipun berasal dari perlakuan pemupukan yang berbeda. Walaupun tidak ditemukan perbedaan yang signifikan, kecenderungan nilai daya berkecambah dan keserempakan tumbuh yang tetap tinggi pada seluruh perlakuan dapat menunjukkan bahwa substitusi sebagian pupuk anorganik dengan pupuk kandang sapi tidak menurunkan mutu fisiologis benih. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa penerapan pupuk organik bersama pupuk anorganik berpotensi memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah melalui peningkatan kandungan bahan organik, aktivitas mikroorganisme, serta efisiensi siklus hara. Perbaikan kondisi tanah tersebut dapat mendukung pertumbuhan tanaman dan proses pembentukan benih tanpa menurunkan mutu fisiologis benih yang dihasilkan, meskipun responsnya dapat bervariasi bergantung pada kondisi lingkungan, kesuburan awal tanah, dan pengelolaan budidaya (Yigermal et al., 2019 ; Imran, 2024).

Sebagai catatan metodologis, pengujian daya berkecambah pada penelitian ini menggunakan dua ulangan sebanyak 100 butir benih per perlakuan. Jumlah ulangan tersebut sedikit lebih rendah dibandingkan rekomendasi International Rules for Seed Testing yang menganjurkan empat ulangan untuk meningkatkan ketelitian pendugaan viabilitas

benih (ISTA, 2026). Meskipun demikian, seluruh perlakuan menunjukkan nilai daya berkecambah di atas 90% dengan variasi yang relatif kecil sehingga keterbatasan jumlah ulangan diperkirakan tidak memengaruhi arah kesimpulan penelitian. Secara keseluruhan, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penggantian sebagian pupuk anorganik dengan pupuk kandang sapi yang diuji mampu mempertahankan mutu fisiologis benih jagung hibrida. Temuan ini mengindikasikan bahwa penerapan pemupukan terpadu berpotensi menjadi strategi yang mendukung efisiensi penggunaan pupuk tanpa menurunkan viabilitas maupun vigor benih yang dihasilkan.

KESIMPULAN

Kombinasi 40–60% pupuk anorganik dengan 40–60% pupuk kandang sapi (B2 dan B3) memberikan pertumbuhan vegetatif dan komponen hasil yang lebih baik dibandingkan 100% pupuk kandang, tanpa menurunkan mutu fisiologis benih (daya kecambah 96–98%; keserempakan tumbuh 95–99%). Dengan demikian, substitusi pupuk anorganik dengan pupuk kandang sapi hingga 60% layak diterapkan pada produksi benih jagung hibrida secara berkelanjutan

REFERENCES

- Badan Pusat Statistik. 2025. Luas Panen, Produksi, dan Produktivitas Jagung Menurut Provinsi, 2024.
- Chen, X., Li, Z., Zhao, H., Li, Y., Wei, J., Ma, L., Zheng, F., & Tan, D. 2024. Enhancing maize yield and nutrient utilization through improved soil quality under reduced fertilizer use: The efficacy of organic–inorganic compound fertilizer. *Agriculture (Switzerland)*, 14(9). <https://doi.org/10.3390/agriculture14091482>
- Donovan, T. C., Comas, L. H., Schneekloth, J., & Schipanski, M. 2025. Nitrogen and water availability affect soil nitrogen mineralization and maize nitrogen uptake dynamics. *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 130(3), 387–405. <https://doi.org/10.1007/s10705-025-10406-8>
- Erenstein, O., Jaleta, M., Sonder, K., Mottaleb, K., & Prasanna, B. M. 2022. Global maize production, consumption and

- trade: Trends and R&D implications. *Food Security*, 14(5), 1295–1319. <https://doi.org/10.1007/s12571-022-01288-7>
- Geisseler, D., Smith, R., Cahn, M., & Muramoto, J. 2021. Nitrogen mineralization from organic fertilizers and composts: Literature survey and model fitting. *Journal of Environmental Quality*, 50(6), 1325–1338. <https://doi.org/10.1002/jeq2.20295>
- Greff, B., Szigeti, J., Nagy, Á., Lakatos, E., & Varga, L. 2022. Influence of microbial inoculants on co-composting of lignocellulosic crop residues with farm animal manure: A review. *Journal of Environmental Management*, 302, 114088. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.114088>
- Hartmann, M., & Six, J. 2023. Soil structure and microbiome functions in agroecosystems. *Nature Reviews Earth & Environment*, 4(1), 4–18. <https://doi.org/10.1038/s43017-022-00366-w>
- Imran. 2024. Integration of organic, inorganic and bio fertilizer, improve maize-wheat system productivity and soil nutrients. *Journal of Plant Nutrition*, 47(15), 2494–2510. <https://doi.org/10.1080/01904167.2024.2354190>
- ISTA. 2026. International Rules for Seed Testing. <https://www.seedtest.org/en/publications/international-rules-seed-testing.html>
- Liu, Z., Wang, S., Xue, B., Li, R., Geng, Y., Yang, T., Li, Y., Dong, H., Luo, Z., Tao, W., Gu, J., & Wang, Y. 2021. Emergy-based indicators of the environmental impacts and driving forces of non-point source pollution from crop production in China. *Ecological Indicators*, 121, 107023. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107023>
- Lorinanggarani, R. H., Arifin, Z., Bustan, B., Kusnarta, I. G. M., & Suriadi, A. 2024. Serapan P dan pertumbuhan tanaman jagung (*Zea mays* L.) dengan pemberian beberapa jenis dan kombinasi bahan organik pada sistem irigasi tetes. *Agroteksos*, 34(1). <https://doi.org/10.29303/agroteksos.v34i1.1038>
- Nurmalasari, A. I., Supriyono, S., Linda, F., & Sukaya, S. 2024. Analysis of sweet corn growth and yield with the use of organic cow manure fertilizer. *Ilmu Pertanian (Agricultural Science)*, 9(3), 173. <https://doi.org/10.22146/ipas.94315>
- Paramesh, V., Mohan Kumar, R., Rajanna, G. A., Gowda, S., Nath, A. J., Madival, Y., Jinger, D., Bhat, S., & Toraskar, S. 2023. Integrated nutrient management for improving crop yields, soil properties, and reducing greenhouse gas emissions. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1173258. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2023.1173258>
- Pei, Y., Chen, X., Niu, Z., Su, X., Wang, Y., & Wang, X. 2023. Effects of nitrogen fertilizer substitution by cow manure on yield, net GHG emissions, carbon and nitrogen footprints in sweet maize farmland in the Pearl River Delta in China. *Journal of Cleaner Production*, 399, 136676. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.136676>
- Ren, F., Sun, N., Xu, M., Zhang, X., Wu, L., & Xu, M. 2019. Changes in soil microbial biomass with manure application in cropping systems: A meta-analysis. *Soil and Tillage Research*, 194, 104291. <https://doi.org/10.1016/j.still.2019.06.008>
- Shiferaw, B., Prasanna, B. M., Hellin, J., & Bänziger, M. 2011. Crops that feed the world 6. Past successes and future challenges to the role played by maize in global food security. *Food Security*, 3(3), 307–327. <https://doi.org/10.1007/s12571-011-0140-5>
- Sondang, Y., Wulantika, T., Hardaningsih, W., Fitri, F., Wahono, S., Ariliusra, A., & Harnas, H. 2024. The efektivitas pemberian kompos KoheA+MF dan pupuk anorganik terhadap pertumbuhan dan produksi benih jagung hibrida JH-37. *Agroteknika*, 7(4), 630–641. <https://doi.org/10.55043/agroteknika.v7i4.454>
- Tiah, F. S., Msuya, D. G., Nassary, E. K., & Tryphone, G. M. 2026. Maize seed quality attributes: Exploring genetic, agronomic, and environmental factors

- for sustainable improvement – A systematic review. *Journal of Agriculture and Food Research*, 25, 102623.
<https://doi.org/10.1016/j.jafr.2025.102623>
- Vanlauwe, B., Descheemaeker, K., Giller, K. E., Huising, J., Merckx, R., Nziguheba, G., Wendt, J., & Zingore, S. 2015. Integrated soil fertility management in sub-Saharan Africa: Unravelling local adaptation. *SOIL*, 1(1), 491–508.
<https://doi.org/10.5194/soil-1-491-2015>
- 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, 127287.
<https://doi.org/10.1016/j.eja.2024.127287>
- Xing, M., Long, Y., Wang, Q., Tian, X., Fan, S., Zhang, C., & Huang, W. 2023. Physiological alterations and nondestructive test methods of crop seed vigor: A comprehensive review. *Agriculture (Switzerland)*, 13(3), 527.
<https://doi.org/10.3390/agriculture13030527>
- Yigermal, H., Nakachew, K., & Assefa, F. 2019. Effects of integrated nutrient application on phenological, vegetative growth and yield-related parameters of maize in Ethiopia: A review. *Cogent Food & Agriculture*, 5(1), 1567998.
<https://doi.org/10.1080/23311932.2019.1567998>
- Zhu, Y., Archontoulis, S. V., & Castellano, M. J. 2025. Quantifying the timing asynchrony between soil nitrogen availability and maize nitrogen uptake. *Plant and Soil*, 513(2), 2939–2954.
<https://doi.org/10.1007/s11104-025-07352-3>

How to Cite This Article:

Wilujeng, E. D. I., Muhammad R. Y., Dani F. B., Hari P. Muhammad E. N. 2026. Substitusi Pupuk Anorganik dengan Pupuk Kandang Sapi terhadap Hasil dan Mutu Benih Jagung Hibrida. *Dinamika Pertanian*, 42(1): 83-92