

Pengaruh dosis fosfat berbasis jenis pupuk organik dan anorganik terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai (*Glycine max* L.)

Effect of phosphate dosage based on type of organic and inorganic fertilizer on growth and production of soybean (Glycine max L.)

Kharisma Ela Usmayasmin¹, D.W. Widjajanto^{1*}, dan Eny Fuskah¹

AFFILIASI

¹Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Indonesia

*Korespondensi:

dwidjajanto@gmail.com

ABSTRACT

The research was aimed to examine the effect of phosphate doses contained in organic fertilizer (OF) of rabbits, chickens, and cattle and phosphate doses contained in synthetic chemical fertilizers on soybean growth and production. The research was carried out in December 2022 – March 2023 in the garden of Meteseh Village, Boja Sub-District, Kendal District, Central Java Province and in the Ecology and Plant Production Laboratory, Faculty of Animal and Agricultural Sciences, Diponegoro University, Semarang. A split plot experiment in a randomized block design with 3 replications was used throughout the experiment. The main plot was the dose of P₂O₅ - PO types, namely D1: 16.72 kg P₂O₅/ha-PO of rabbits, D2: 49.9 kg P₂O₅/ha-PO of chickens and D3: 140 kg P₂O₅/ha-PO of cattle. The sub-plot, consisted of inorganic fertilizer, P1: 0 kg P₂O₅/ha, P2: 23 kg P₂O₅/ha, P3: 46 kg P₂O₅/ha. The results of the study showed that phosphate doses based on PO of chicken D2: 49.9 kg P₂O₅/ha and PO of cattle D3: 140 kg P₂O₅/ha were better results in the number of pods per plant, number of pods per plot, and weight of pods per plot compared to PO of rabbit D1: 16.72 kg P₂O₅/ha.

KEYWORDS: Soybeans, phosphate, organic fertilizer, inorganic fertilizer

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis fosfat yang terkandung dalam pupuk organik (OF) kelinci, ayam, sapi dan dosis fosfat yang terkandung dalam pupuk kimia sintetik terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai. Penelitian dilaksanakan pada bulan Desember 2022 – Maret 2023 di kebun Desa Meteseh, Kecamatan Boja, Kabupaten Kendal, Provinsi Jawa Tengah dan di Laboratorium Ekologi dan Produksi Tumbuhan, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang. Percobaan petak terpisah dalam rancangan acak kelompok dengan 3 ulangan digunakan sepanjang percobaan. Petak utama adalah dosis jenis P₂O₅ - PO yaitu D1: 16,72 kg P₂O₅/ha-PO kelinci, D2: 49,9 kg P₂O₅/ha-PO ayam dan D3: 140 kg P₂O₅/ha-PO sapi. Anak petak terdiri dari pupuk anorganik, P1: 0 kg P₂O₅/ha, P2: 23 kg P₂O₅/ha, P3: 46 kg P₂O₅/ha. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis fosfat berdasarkan PO ayam D2: 49,9 kg P₂O₅/ha dan PO sapi D3: 140 kg P₂O₅/ha memberikan hasil yang lebih baik pada jumlah polong per tanaman, jumlah polong per petak, dan bobot polong per petak dibandingkan PO kelinci D1: 16,72 kg P₂O₅/ha.

KATA KUNCI: Kedelai, fosfat, pupuk organik, pupuk anorganik

Diterima 18 November 2023
Disetujui 5 April 2024

COPYRIGHT @ 2024 by
Agricola: Jurnal Pertanian.
This work is licensed under a
Creative Commons
Attributions 4.0 International
License

1. PENDAHULUAN

Produksi kedelai (*Glycine max* L.) Indonesia terus menurun dari tahun ke tahun dengan proyeksi penurunan sekitar 3% per tahun. Penurunan terjadi pada tahun 2021 dengan produksi 613,32 ribu ton, menurun menjadi sebesar 594,63 ribu ton di tahun 2022, dan sebesar 576,28 ribu ton tahun 2023 (Habibullah, 2021). Dalam memenuhi kebutuhan dalam negeri, Indonesia masih impor mencapai 2,66 juta ton pada tahun 2020 atau naik 15,60% dari tahun 2019 yaitu 2,30 juta ton (Astuti *et al.*, 2021). Masalah yang dihadapi dalam meningkatkan produktivitas tanaman kedelai yaitu masih sedikitnya hasil panen kedelai. Berdasarkan dengan pernyataan

tersebut, maka untuk meningkatkan produksi kedelai dapat dilakukan dengan perbaikan sifat fisik, kimia dan biologi pada tanah dan jenis pupuk yang digunakan.

Aplikasian bahan organik pupuk kandang mampu memperbaiki sifat fisik tanah karena mampu merangsang terjadinya granulasi tanah sehingga akar tanaman kedelai dapat mencari unsur hara sendiri. Aplikasi pupuk kandang pada tanah mampu memperbaiki kesuburan tanah seperti pupuk organik dari kelinci, ayam, dan sapi (Mutiarra *et al.*, 2021). Kotoran ternak banyak dimanfaatkan sebagai pupuk organik karena berperan dalam memelihara keseimbangan hara dalam tanah. Sisa limbah ternak dapat dimanfaatkan sebagai bahan dasar pupuk kandang karena memiliki kandungan nitrogen (N), kalium (K), dan fosfor (P) yang mampu memperbaiki kerusakan tanah akibat kekurangan unsur hara makro dan mikro. Kandungan unsur hara mikro yang membantu memperbaiki kesuburan tanah yaitu kalsium, belerang, magnesium, natrium, tembaga, dan besi. Limbah ternak yang memiliki kadar nitrogen paling tinggi yaitu pada kotoran kelinci. Kotoran kelinci memiliki kandungan nitrogen sebanyak 2,72%, dengan fosfor 1,1%, dan kadar kalium 0,5% (Setyanto *et al.*, 2014). Unsur hara yang terdapat pupuk kotoran sapi 2,33% N, 0,61% P, dan 0,58% K dengan kandungan hara pada pupuk kotoran ayam yaitu 3,21% N, 3,21% P, dan 1,57% (Sarido, 2013). Pupuk kandang tersebut mempunyai kandungan hara yang sangat berbeda atau tidak sama terutama pada kadar fosfat, hal ini dikarenakan pada setiap jenis ternak memiliki sifat khas sendiri yang ditentukan pada jenis makanan dan usia ternak tersebut. Jenis pupuk kandang kelinci memiliki sifat cepat tersedia sehingga dapat terserap dengan baik oleh tanaman, bahwa pemberian dosis pupuk kandang kelinci sebanyak 5 ton/ha mampu memberikan hasil tertinggi pada berat segar polong per tanaman yaitu 693,35 g mengalami peningkatan sebesar 28,71 % (Astari *et al.*, 2019). Jenis pupuk kotoran ayam mempunyai nilai kandungan hara yang cukup sehingga mampu membantu dalam proses pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai. Pemberian pupuk kandang ayam dosis 10 ton/ha mampu memberikan hasil yang lebih baik terhadap tinggi tanaman kedelai hitam, luas daun, bobot kering tanaman bagian atas, bobot kering tanaman bagian bawah, jumlah polong per tanaman, bobot biji per tanaman, dan bobot 10 biji (Utomo *et al.*, 2017). Rekomendasi dosis pupuk organik ternak sapi dengan dosis 20 ton/ha mampu memperbaiki kondisi tanah dan juga mampu menyuplai unsur hara yang dibutuhkan tanaman sehingga meningkatkan produksi kedelai dari 0,96 ton/ha dan mencapai 1,083 ton/ha, serta berpengaruh terhadap peningkatan kadar air pada pertumbuhan tanaman kedelai (Tampubolon, 2011).

Pemupukan kedelai perlu dilakukan agar produksi kedelai semakin meningkat. Pemberian pupuk organik seperti limbah ternak mampu meningkatkan unsur hara, namun dalam pengaplikasiannya pupuk organik masih terdapat unsur NPK yang belum berimbang terutama unsur fosfat, maka dengan hal tersebut perlu penambahan pupuk anorganik TSP untuk mencukupi kebutuhan P pada tanaman kedelai. Fosfor merupakan unsur hara makro esensial yang dibutuhkan dalam pertumbuhan dan produksi kedelai yang mempengaruhi peranan bintil akar saat fase vegetatif dan hasil komposisi biji kedelai (Kasno, 2019). Penambahan pupuk anorganik TSP cenderung meningkatkan pertumbuhan dan produksi kedelai pada semua perubahan yang diamati. Dosis pupuk TSP berpengaruh nyata pada tinggi tanaman kedelai pada umur 3 MST dan 4 MST, jumlah daun 4 MST, Jumlah daun 4 MST, jumlah bunga 40 dan 43 HST, jumlah polong total, dan jumlah polong biji 1, 2, 3, serta interaksi antara pupuk organik dan pupuk TSP buatan berpengaruh nyata terhadap bobot kering akar, bobot kering bintil, dan bobot kering brangkas kedelai (Khaerunnisa *et al.*, 2015). Fosfat yang rendah akan mempengaruhi bentuk biji kedelai seperti biji berkerut, hampa, dan akan memperlambat dan menunda primordia bunga sehingga dosis rekomendasi tersebut masih diperlukannya penambahan pupuk anorganik terutama pada kadar fosfat.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Tempat dan Waktu

Penelitian dilaksanakan di lahan kebun Desa Meteseh, Kecamatan Boja, Kabupaten Kendal, Jawa Tengah dan Laboratorium Ekologi dan Produksi Tanaman, Fakultas Peternakan dan Pertanian, Universitas Diponegoro, Semarang pada 04 Desember 2022 – 05 Maret 2023, dengan ketinggian tempat 240 mdpl dan jenis tanah Latosol.

2.2. Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: cangkul, meteran, timbangan analitik, *impraboard*, bambu, alat tulis, ember, tali rafia, sekop, dan kamera *handphone*. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih kedelai varietas Gepak Kuning, pupuk fosfor (TSP 46%), kotoran kandang kelinci, kotoran kandang ayam, kotoran kandang sapi, jerami, *Microbacter Alfaafa-11* (MA-11), pupuk urea, pupuk KCl, dan air.

2.3. Metode Penelitian

Penelitian menggunakan metode percobaan rancangan percobaan petak terbagi (*Split Plot*) dalam rancangan acak kelompok (RAK) yang terdiri dari petak utama dan anak petak dengan 3 kali ulangan, sehingga diperoleh 27 plot percobaan. Petak utama adalah jenis pupuk organik yaitu D1: 16,72 kg P_2O_5 /ha setara dengan 4,4 ton/ha pupuk organik kelinci, D2: 49,9 kg P_2O_5 /ha setara dengan 3,8 ton/ha pupuk organik ayam, dan D3: 140 kg P_2O_5 /ha setara dengan 20 ton/ha pupuk organik sapi. Anak petak yaitu pupuk anorganik TSP terdiri dari P1: 0 kg P_2O_5 /ha, P2: 23 kg P_2O_5 /ha setara dengan 50 kg/ha TSP, dan P3: 46 kg P_2O_5 /ha setara dengan 100 kg/ha TSP. Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis ragam untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai. Perlakuan yang menunjukkan pengaruh nyata terhadap parameter yang diamati maka dilanjutkan dengan Uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) pada taraf 5% untuk mengetahui beda antar perlakuan terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai.

2.4. Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian yang dilakukan terdiri dari tahapan sebagai berikut:

1. Pembuatan Pupuk Organik

Pembuatan pupuk organik yaitu 10 kg kotoran kelinci, 30 kg kotoran sapi, 10 kg kotoran ayam, dan 5 kg jerami dikeringkan di bawah sinar matahari selama 7 hari agar gas yang terkandung di dalam kotoran dapat menguap ke udara, bahan yang berupa kotoran kelinci, dan jerami dihaluskan hingga berukuran kecil-kecil. Pembuatan pupuk kompos yaitu kotoran sapi 30 kg + jerami 3 kg, kotoran kelinci 10 kg + 1 kg jerami, kotoran ayam 10 kg + 1 kg jerami, kemudian pengenceran 1 liter MA-11 ditambahkan 50 liter air dan gula pasir 1 kg didiamkan selama 24 jam, setelah disiram larutan MA-11, kemudian didiamkan selama 7 hari dan ditutup dengan terpal agar tidak ada udara yang masuk ke dalam fermentasi pupuk kompos. Selanjutnya kompos dibalik tumpukan pupuk yang berada di bawah menjadi di atas sehingga tercampur dan di diamkan selama 21 hari. Kompos yang sudah difermentasi kemudian diuji kadar NPK Total, P dan K Potensial, C-Organik, dan rasio C/N.

2. Pengolahan Lahan

Persiapan lahan tanam dilakukan dengan pembersihan gulma dan penggemburan tanah dengan dicangkul, kemudian dibuat 27 bedengan dengan ukuran 160 cm x 90 cm x 30 cm, jarak antar petak 50 cm, dan jarak antar ulangan 100 cm. Setelah petak selesai dibuat kemudian membuat bedengan pagar yang mengelilingi petak penelitian.

3. Penanaman

Aplikasi pupuk organik dilakukan satu minggu sebelum penanaman sesuai dengan masing-masing perlakuan dan dan pemberian pupuk fosfat diaplikasikan satu kali pada saat tanaman sudah memasuki 10 HST (Permadi dan Haryati, 2015). Penanaman benih kedelai dilakukan dengan merendam benih selama 15 menit, apabila terdapat benih yang mengapung di air maka benih tidak digunakan. Setiap lubang tanam ditanam 3 benih kedelai, hal tersebut untuk meminimalisir benih yang tidak tumbuh. Penanaman dengan jarak tanam 40 cm x 30 cm. Setelah penanaman pada petak penelitian selesai, kemudian melakukan penanaman benih kedelai di bedengan pagar yang mengelilingi plot penelitian, hal tersebut untuk menjadikan tanaman kedelai sebagai pagar dari petak penelitian dan sebagai sisipan apabila tanaman mati. Penanaman benih kedelai ditanam dengan kedalaman 3-5 cm.

4. Pemeliharaan Tanaman

Tahap pemeliharaan tanaman dilakukan dengan mengamati dan mengecek kondisi tanaman. Penjarangan dan penyulaman tanaman dilakukan saat tanaman berumur 14 HST, penyulaman kedelai diambil dari tanaman pagar yang ditanam bersamaan dengan penanaman di dalam petak penelitian, sehingga umur tanaman kedelai yang disisipkan sama dengan umur tanaman kedelai yang ada di petak penelitian. Penambahan pupuk anorganik urea 25 kg N/ha dan kalium 150 kg K_2O /ha diaplikasikan menjadi 2 tahapan yaitu 70% (10,5 g N/petak) (2,625 g K_2O /petak) saat tanaman umur 10 HST dan 30% (4,5 g N/petak) (1,125 g K_2O /petak) saat tanaman umur 30 HST (Eviati dan Sulaeman, 2009). Penyiangian dilakukan setiap seminggu sekali yang dimulai pada umur 14 HST dengan cara mencabut gulma yang tumbuh pada bedengan, hal tersebut dilakukan untuk mengurangi terjadinya persaingan dalam mengambil unsur hara tanaman. Pembungkaran dilakukan untuk memperkokoh berdirinya tanaman kedelai, dan pengendalian hama dan penyakit dilakukan dengan menggunakan pestisida Bassa EC karena hama menyerang sudah tidak dapat dikendalikan.

2.5. Parameter Pengamatan

Parameter yang diamati yaitu tinggi tanaman, jumlah daun, jumlah bintil akar efektif, waktu muncul bunga, jumlah polong per tanaman, jumlah polong per petak, bobot polong per petak, bobot biji per tanaman, dan bobot 100 biji per tanaman.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Tinggi Tanaman dan Jumlah Daun

Hasil pengamatan tinggi tanaman dan jumlah daun yang ditampilkan pada Tabel 1. menunjukkan bahwa pemberian dosis fosfat perlakuan jenis pupuk organik dan pupuk anorganik TSP tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kedelai, serta tidak terdapat interaksi di antara kedua perlakuan. Pengamatan tinggi tanaman dan jumlah daun pada pemberian pupuk organik kelinci D1 16,72 kg P_2O_5 /ha menunjukkan respon lebih baik dibandingkan dengan pemberian pupuk organik ayam dan sapi, serta tanpa pemberian dosis pupuk anorganik TSP 0 kg P_2O_5 /ha menunjukkan respon lebih rendah dibandingkan dengan pemberian pupuk TSP. Hal tersebut dapat diduga karena kurang tersedianya unsur hara khususnya N dan K pada tanah sehingga mengakibatkan penghambatan pada proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman kedelai. Menurut Puspitsari *et al.* (2013) bahwa ketersediaan unsur hara pada tanah dan bahan organik mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tanaman kedelai dalam menjalankan aktivitas mikroba maupun bakteri yang ada dalam tanah. Pupuk anorganik TSP tidak memberikan pengaruh nyata pada parameter tinggi tanaman dan jumlah daun hal tersebut diduga karena kandungan fosfor anorganik pada tanah sudah melebihi batas dari kebutuhan fosfor pada tanaman kedelai. Pengaplikasian unsur fosfor anorganik justru menekan pertumbuhan dan produksi kedelai yang mengakibatkan penyerapan unsur hara mikro terhambat sehingga unsur hara pada tanah tidak tersedia bagi tanaman. Menurut Bachtiar *et al.* (2016) bahwa penurunan produktivitas tanaman kedelai disebabkan oleh penurunan kadar hara dalam jaringan maupun ketersediaan hara dalam tanah untuk proses pertumbuhan dan proses produksi kedelai.

Tabel 1. Tinggi tanaman dan jumlah daun tanaman kedelai akibat pemberian dosis fosfat pada jenis pupuk organik dan pupuk anorganik TSP yang berbeda.

Perlakuan	Rata-rata Tinggi Tanaman	Rata-rata Jumlah Daun
 cm tangkai
D1: 16,72 kg P_2O_5 /ha	48,92	19,67
D2: 49,9 kg P_2O_5 /ha	48,20	17,67
D3: 140 kg P_2O_5 /ha	48,08	19,00
P1: 0 kg P_2O_5 /ha	45,90	18,11
P2: 23 kg P_2O_5 /ha	49,33	18,44
P3: 46 kg P_2O_5 /ha	49,97	19,78

3.2. Jumlah Bintil Akar Efektif

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis fosfat pada perlakuan jenis pupuk organik dan pupuk anorganik TSP tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah bintil akar efektif tanaman kedelai, serta tidak terdapat interaksi di antara kedua perlakuan tersebut (Tabel 2). Pertumbuhan bintil akar dipengaruhi oleh banyak sedikitnya hara N pada media tanam yang digunakan. Menurut Ni'am dan Bintari (2017) bahwa kandungan nitrogen yang rendah akan meningkatnya efektivitas bintil akar dan penambahan nitrogen pada tanah tidak akan mempengaruhi pertumbuhan bintil akar karena penambahan hara N justru menekan pertumbuhan bintil akar yang akan terbentuk sehingga mengganggu aktifitas biologi yang menjadi tidak efektif. Proses terbentuknya bintil akar yaitu dari rambut akar tanaman legum yang terinfeksi oleh bakteri *Rhizobium* sp. sehingga rambut akar berubah bentuk. Menurut pendapat yang dikemukakan oleh Lestari *et al.* (2018) yang menyatakan bahwa masuknya bakteri *Rhizobium* sp. pada akar tanaman legum akan membentuk bakteroid dan akan terbentuk benjolan yang biasa disebut nodul akar atau bintil akar.

3.3. Waktu Muncul Bunga

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pupuk organik dan anorganik, serta interaksi kedua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap waktu muncul bunga (Tabel 3). Dosis fosfat pada perlakuan jenis pupuk organik dan pupuk anorganik tidak menunjukkan pengaruh nyata pada perlakuan waktu muncul bunga. Hal tersebut diduga dipengaruhi oleh faktor genetiknya maupun dari faktor lingkungan.

Tabel 2. Jumlah bintil akar efektif tanaman kedelai akibat pemberian dosis fosfat pada jenis pupuk organik dan pupuk anorganik TSP yang berbeda.

Perlakuan	Rata-Rata Jumlah Bintil Akar Efektif
 bintil
D1: 16,72 kg P ₂ O ₅ /ha	3,44
D2: 49,9 kg P ₂ O ₅ /ha	4,11
D3: 140 kg P ₂ O ₅ /ha	3,33
P1: 0 kg P ₂ O ₅ /ha	3,44
P2: 23 kg P ₂ O ₅ /ha	3,78
P3: 46 kg P ₂ O ₅ /ha	3,67

Menurut Purba (2021) bahwa masa peralihan dari fase vegetatif menuju fase generatif dapat dipengaruhi oleh faktor genetik atau dari dalam tanaman kedelai karena memiliki sifat turun temurun dari tanaman itu sendiri. Hal tersebut dapat terjadi juga karena adanya faktor dari lingkungan tumbuhnya sehingga berpengaruh pada proses pembungaan. Salah satu faktor lingkungan yang berpengaruh pada pembungaan yaitu cahaya matahari. Setiap tanaman memiliki penyerapan intensitas cahaya matahari yang berbeda-beda, sehingga dapat berpengaruh pada aktivitas hormon pembungaan (*florigen*). Penambahan dosis fosfat TSP pada tiap jenis pupuk organik justru menurunkan produktivitas tanaman kedelai hal tersebut diduga karena pemberian dosis fosfat yang lebih tinggi akan menghambat proses pembungaan, pertumbuhan bunga, dan memperlambat pematangan polong, maka pemberian pupuk TSP pada tanaman kedelai harus dengan jumlah yang cukup dan seimbang. Menurut pendapat dari Risnawati dan Yusuf (2019) bahwa pemberian unsur fosfat berbasis pupuk anorganik (TSP) dan pupuk organik harus seimbang atau sesuai dengan dosis rekomendasi karena dosis yang tepat akan membantu dalam proses sintesis protein terutama dalam pembentukan jaringan hijau, memcau pembungaan dan pembentukan buah dan biji.

Tabel 3. Waktu muncul bunga tanaman kedelai akibat pemberian dosis fosfat pada jenis pupuk organik dan pupuk anorganik TSP yang berbeda.

Perlakuan	Rata-Rata Waktu Muncul Bunga
 HST
D1: 16,72 kg P ₂ O ₅ /ha	37,96
D2: 49,9 kg P ₂ O ₅ /ha	37,97
D3: 140 kg P ₂ O ₅ /ha	37,95
P1: 0 kg P ₂ O ₅ /ha	37,94
P2: 23 kg P ₂ O ₅ /ha	37,99
P3: 46 kg P ₂ O ₅ /ha	37,95

3.4. Jumlah Polong per Tanaman

Perlakuan jenis pupuk organik berpengaruh nyata terhadap jumlah polong per tanaman, tetapi perlakuan pupuk anorganik tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah polong per tanaman. Tidak terdapat interaksi antara perlakuan dosis fosfat pupuk organik dan anorganik terhadap jumlah polong per tanaman (Tabel 4). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pupuk organik ayam 49,9 kg P₂O₅/ha tidak berbeda nyata dengan pupuk organik sapi 140 kg P₂O₅/ha. Hal tersebut diduga karena kandungan fosfat pada pupuk organik sapi melebihi dosis rekomendasi pemberian pupuk fosfat pada tanaman kedelai. Hal tersebut akan menekan produksi jumlah polong pada tanaman kedelai, sehingga tanaman mengalami surplus unsur hara yang mengakibatkan menurunkan hasil jumlah polong tanaman kedelai. Menurut pendapat Bachtiar *et al.* (2016) bahwa penurunan unsur hara P disebabkan karena adanya interaksi Fe dan Al mengakibatkan komponen tanah sulit untuk diserap akar sehingga jumlah polong tanaman kedelai tidak tumbuh dengan optimal. Pupuk organik kelinci 16,72 P₂O₅/ha berbeda nyata dengan pupuk organik ayam 49,9 kg P₂O₅/ha dan pupuk organik sapi 140 kg P₂O₅/ha. Hal ini diduga karena masih belum mencukupi kebutuhan unsur hara pada tanaman kedelai dengan perubahan sifat fisik yang diamati pada tanah yang diberi perlakuan pupuk organik ayam dan sapi memiliki tekstur yang lebih gembur dan memiliki warna tanah lebih kehitaman dibandingkan dengan tanah yang diberi pupuk organik kelinci, hal tersebut diduga karena adanya cacing pada tanah membantu dalam pembentukan sifat fisik tanah.

Tabel 4. Jumlah polong per tanaman kedelai akibat pemberian dosis fosfat pada jenis pupuk organik dan pupuk anorganik TSP yang berbeda.

Perlakuan	Rata-Rata Jumlah Polong per Tanaman
 polong
D1: 16,72 kg P ₂ O ₅ /ha	85,31 ^b
D2: 49,9 kg P ₂ O ₅ /ha	131,51 ^a
D3: 140 kg P ₂ O ₅ /ha	128,07 ^a
P1: 0 kg P ₂ O ₅ /ha	122,85
P2: 23 kg P ₂ O ₅ /ha	107,06
P3: 46 kg P ₂ O ₅ /ha	115,00

*Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

3.5. Jumlah Polong per Petak

Perlakuan jenis pupuk organik berpengaruh nyata terhadap jumlah polong per petak, tetapi perlakuan pupuk anorganik tidak berpengaruh nyata terhadap jumlah polong per petak, serta tidak terdapat interaksi antara dosis fosfat perlakuan jenis pupuk organik dan pupuk anorganik terhadap jumlah polong per petak (Tabel 5). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan pupuk organik sapi 140 kg P₂O₅/ha tidak berbeda nyata dengan perlakuan pupuk organik ayam 49,9 kg P₂O₅/ha. Hal ini diduga karena pupuk organik sapi terdapat kadar serat atau selulosa yang lebih tinggi dibandingkan pupuk kandang lainnya yang berasal dari kotoran padat dan urin sapi sedangkan pupuk kandang ayam mempunyai kandungan hara makro dan mikro yang cukup lengkap. Menurut Mufriah *et al.* (2022) bahwa pupuk organik sapi terdapat senyawa rantai karbon yang berasal dari kandungan kotoran ternak sapi yang meningkatkan pelapukan lebih kompleks sehingga meningkatkan jumlah polong, sedangkan pupuk organik ayam sebagai pupuk yang dapat menyediakan beberapa unsur hara makro dan mikro yaitu Zn, Cu, Mo, Co, Ca, Mg, dan Si. Perlakuan pupuk anorganik tidak berpengaruh nyata pada jumlah polong per petak. Hal tersebut diduga faktor keberhasilan pembentukan polong salah satunya dapat dipengaruhi oleh banyaknya jumlah bunga yang terbentuk dan dari faktor lingkungan tumbuh. Menurut pendapat Gumilar *et al.* (2013) bahwa proses pembentukan polong dipengaruhi oleh keberhasilan munculnya bunga yang tumbuh karena tidak semua bunga yang tumbuh dapat menjadi polong, hal ini disebabkan karena bunga hingga menjadi polong membutuhkan waktu 7 – 10 hari setelah muncul bunga.

Tabel 5. Jumlah polong per petak tanaman kedelai akibat pemberian dosis fosfat pada jenis pupuk organik dan pupuk anorganik TSP yang berbeda.

Perlakuan	Rata-Rata Jumlah Polong per Petak
 polong
D1: 16,72 kg P ₂ O ₅ /ha	685,78 ^b
D2: 49,9 kg P ₂ O ₅ /ha	1106,67 ^a
D3: 140 kg P ₂ O ₅ /ha	1103,67 ^a
P1: 0 kg P ₂ O ₅ /ha	1063,22
P2: 23 kg P ₂ O ₅ /ha	901,89
P3: 46 kg P ₂ O ₅ /ha	931,00

*Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

3.6. Bobot Polong per Petak

Perlakuan jenis pupuk organik berpengaruh nyata terhadap bobot polong per petak, tetapi perlakuan pupuk anorganik tidak berpengaruh nyata terhadap bobot polong per petak, serta tidak terdapat interaksi antara perlakuan dosis fosfat pupuk organik dan pupuk anorganik terhadap bobot polong per petak (Tabel 6). Jenis pupuk organik ayam 49,9 kg P₂O₅/ha (D2) tidak berbeda nyata dengan perlakuan pupuk organik sapi 140 kg P₂O₅/ha (D3), Hal tersebut karena unsur hara fosfat yang terdapat pada pupuk kandang ayam diduga sudah tepat dibandingkan dengan dosis pupuk organik sapi yang lebih tinggi. Unsur hara yang tepat mampu menyediakan bahan makanan bagi mikroorganisme yang membantu dalam proses fiksasi N. Menurut Naini *et al.* (2015) bahwa unsur hara yang cukup akan memenuhi kebutuhan unsur hara tanaman dengan demikian pembentukan biji pada polong berjalan dengan baik karena fosfor berfungsi mempercepat fiksasi N dengan mendorong pembungaan dan pembentukan biji, namun sebaliknya unsur hara fosfor yang lebih tinggi justru akan menghambat proses pembungaan sehingga pembentukan biji tidak optimal dan tanaman akan bersifat

racun. Perlakuan pupuk anorganik TSP tidak memberikan pengaruh signifikan pada bobot polong per petak tanaman kedelai. Hal ini diduga karena dosis pupuk anorganik TSP yang diberikan pada tiap jenis pupuk organik melebihi kebutuhan hara pada tanaman kedelai. Menurut pendapat Rosmaiti *et al.* (2017) bahwa kelebihan unsur fosfat dapat meracuni tanaman kedelai dengan mengikat unsur besi (Fe), tembaga (Cu) dan seng (Zn) yang mampu mengakibatkan rendahnya ketersediaan fosfor pada tanah sehingga menghambat pertumbuhan akar sehingga akan mengganggu pertumbuhan generatif pada beratnya polong yang terbentuk.

Tabel 6. Bobot polong per petak tanaman kedelai akibat pemberian dosis fosfat pada jenis pupuk organik dan pupuk anorganik TSP yang berbeda.

Perlakuan	Rata-Rata Bobot Polong per Petak
 g
D1: 16,72 kg P ₂ O ₅ /ha	168,63 ^b
D2: 49,9 kg P ₂ O ₅ /ha	337,41 ^a
D3: 140 kg P ₂ O ₅ /ha	241,08 ^a
P1: 0 kg P ₂ O ₅ /ha	267,06
P2: 23 kg P ₂ O ₅ /ha	247,74
P3: 46 kg P ₂ O ₅ /ha	232,32

*Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

3.7. Bobot Biji per Tanaman

Perlakuan jenis pupuk organik dan anorganik tidak berpengaruh nyata terhadap bobot biji per tanaman kedelai, tetapi terdapat interaksi antara perlakuan dosis fosfat pupuk organik dan pupuk anorganik terhadap bobot biji per tanaman (Tabel 7). Bahwa perlakuan 140 kg P₂O₅/ha pupuk organik sapi dan 0 kg P₂O₅/ha TSP (D3P1) tidak berbeda nyata dengan 49,9 kg P₂O₅/ha pupuk organik ayam dan 46 kg P₂O₅/ha TSP (D2P3), 140 kg P₂O₅/ha pupuk organik sapi dan 23 kg P₂O₅/ha TSP (D3P2), dan 16,72 kg P₂O₅/ha pupuk organik kelinci dan 0 kg P₂O₅/ha TSP (D1P1). Hal tersebut diduga karena unsur fosfat yang diberikan pada tanah tidak begitu signifikan pada hasil bobot biji per tanaman. Hal tersebut dapat disebabkan karena kandungan fosfor anorganik pada tanah sudah melebihi batas dari kebutuhan fosfor pada tanaman kedelai. Pengaplikasian unsur fosfor anorganik justru menekan pertumbuhan dan produksi kedelai yang mengakibatkan penyerapan unsur hara mikro terhambat sehingga unsur hara pada tanah tidak tersedia bagi tanaman. Menurut pendapat Bachtiar *et al.* (2016) bahwa penurunan produktivitas tanaman kedelai disebabkan oleh penurunan kadar hara dalam jaringan maupun ketersediaan hara dalam tanah untuk proses pertumbuhan dan proses produksi kedelai. Pemupukan dosis fosfat TSP haruslah seimbang, dimana dosis tidak terlalu banyak dan tidak terlalu sedikit sehingga pengaplikasian pupuk P tidak menghambat pertumbuhan tanaman.

Tabel 7. Bobot biji per tanaman kedelai akibat pemberian dosis fosfat pada jenis pupuk organik dan pupuk anorganik TSP yang berbeda.

Jenis Pupuk Organik (kg P ₂ O ₅ /ha)	Pupuk Anorganik TSP (kg P ₂ O ₅ /ha)			Rerata
	P1: 0	P2: 23	P3: 46	
	-----g-----			
D1: Kelinci 16,72	24,59 ^{abc}	18,46 ^c	22,44 ^{bc}	21,83
D2: Ayam 49,9	21,42 ^{bc}	17,84 ^c	35,05 ^{ab}	24,77
D3: Sapi 140	37,21 ^a	39,33 ^{ab}	19,35 ^c	31,96
Rerata	27,74	25,21	25,61	

*Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

3.8. Bobot 100 Biji

Bobot 100 biji tanaman kedelai menunjukkan bahwa dosis fosfat perlakuan jenis pupuk organik dan pupuk anorganik TSP tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman kedelai, serta tidak terdapat interaksi di antara kedua perlakuan (Tabel 8). Perlakuan bobot 100 biji tanaman tidak berpengaruh nyata pada perlakuan jenis pupuk organik, hal ini terjadi karena sifat genetik dari varietas kedelai yang mampu mempengaruhi bobot 100 biji tanaman kedelai yaitu ukuran biji, dimana semakin besar biji kedelai maka akan semakin berat 100 biji sehingga nantinya akan mempengaruhi besar kecilnya tanaman dalam mengabsorpsi unsur hara dari lingkungan. Menurut Hartati (2023) bahwa faktor genetik sangat mempengaruhi perbedaan berat 100 biji

kedelai diakibatkan dari faktor individu tanaman dalam mentranslokasikan asimilat biji untuk membentuk biji. Pupuk anorganik TSP tidak menunjukkan pengaruh signifikan pada bobot 100 biji per tanaman kedelai. Hal ini diduga karena kandungan unsur fosfat pada tiap jenis pupuk organik ayam dan sapi melebihi dosis kebutuhan tumbuh kedelai sehingga dapat menurunkan hasil produksi bobot 100 biji kedelai, dimana fosfat banyak dijumpai didalam sel-sel tanaman kedelai untuk metabolisme sel terutama pada proses pengisian buah. Menurut pendapat dari Sumbayak dan Gultom (2020) bahwa tanaman leguminosa menyerap unsur hara fosfor selama pertumbuhannya, apabila kelebihan unsur hara fosfat maka akan mengganggu dalam pembentukan biji sehingga pemberian fosfat pada tanaman kedelai sangat mempengaruhi komposisi dan hasil biji kedelai.

Tabel 8. Bobot 100 biji kedelai akibat pemberian dosis fosfat pada jenis pupuk organik dan pupuk anorganik TSP yang berbeda.

Perlakuan	Rata-Rata Bobot 100 biji
 g
D1: 16,72 kg P ₂ O ₅ /ha	85,31 ^b
D2: 49,9 kg P ₂ O ₅ /ha	131,51 ^a
D3: 140 kg P ₂ O ₅ /ha	128,07 ^a
P1: 0 kg P ₂ O ₅ /ha	122,85
P2: 23 kg P ₂ O ₅ /ha	107,06
P3: 46 kg P ₂ O ₅ /ha	115,00

*Superskrip berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$).

4. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis fosfat berbasis jenis pupuk organik ayam 49,9 kg P₂O₅/ha dan sapi 140 kg P₂O₅/ha memberikan hasil lebih terbaik pada jumlah polong per tanaman, jumlah polong per petak, dan bobot polong per petak dibandingkan pupuk kelinci 16,72 kg P₂O₅/ha.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, K., M. R. Dicky, N. K. Isnaeni. 2021. Analisis produktivitas jagung dan kedelai di Indonesia. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Bachtiar, B., M. Ghulamahdi, M. Melati, D. Guntero, dan A. Sutandi. 2016. Kecukupan hara fosfor pada pertumbuhan dan produksi kedelai dengan budidaya jenuh air di tanah mineral dan bergambut. J. Ilmu Tanah dan Lingkungan, 18 (1) : 21 – 27.
- Eviati dan Sulaeman. 2009. Analisis kimia tanah, tanaman, air, dan pupuk. Edisi Kedua. Balai Penelitian Bogor, Jawa Barat.
- Gumilar, S., J. Ginting, dan S. Silitonga. 2013. Respons beberapa varietas kedelai (*Glycine max* L.) terhadap pemberian pupuk guano. J. Agroekoteknologi, 1 (4) : 13 – 32.
- Habibullah, M. 2021. Indikator tujuan pembangunan berkelanjutan dan karakteristik utama sektor pertanian. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- Hartati, R. D. 2023. Pengaruh pemberian bakteri pelarut fosfat pada berbagai pH tanah terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merr). J. A-CROPS. 1 (1) : 26 – 34.
- Kasno, A. 2019. Perbaikan tanah untuk meningkatkan efektivitas dan efisiensi pemupukan berimbang dan produktivitas lahan kering masam. J. Sumberdaya Lahan, 13 (1) : 27 – 40.
- Khaerunnisa, A., A. Rahayu, dan S. A. Adimihardja. 2015. Perbandingan pertumbuhan dan produksi kedelai edamame (*Glycine max* (L.) Merr.) pada berbagai dosis pupuk organik dan pupuk buatan. J. Agronida, 1 (1) : 11 – 20.
- Lestari, A. P., S. Nusifera, dan A. Akmal. 2018. Respon kedelai (*Glycine max* (L.) merril) di lahan kering terhadap pupuk organik fermentasi padat. J. Ilmiah Ilmu Terapan Universitas Jambi, 2 (2) : 82 – 92.
- Mufriah, D., R. Sulistiani, dan M. Y. Dibisono, 2022. Penggunaan pupuk anorganik dan campuran biochar dengan pupuk kandang terhadap pertumbuhan kacang kedelai (*Glycine max* L. Merril). J. Al Ulum LPPM Universitas Al Washliyah Medan, 10 (1) : 6 – 13.
- Mutiara Septiana, L., A. Afandi, dan I. S. Banuwa. 2021. Efektivitas pemberian bahan pembenah tanah terhadap distribusi agregat di lahan kering masam pada pertanaman kedelai. J. Agrotek Tropika, 9 (2): 251 – 259.

- Naini, I., M. Minwal, S. Syafrullah. 2015. Pengaruh takaran pupuk organik plus terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai (*Glycine max* L. Merrill) di lahan lebak. J. Penelitian Ilmu-Ilmu Pertanian, 10 (2) : 63 – 67.
- Ni'am, A. M., dan S. H. Bintari. 2017. Pengaruh pemberian inokulan legin dan mulsa terhadap jumlah bakteri bintil akar dan pertumbuhan tanaman kedelai varietas grobogan. J. Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, 40 (2) : 80 – 86.
- Purba, H. S. 2021. Pengaruh konsentrasi pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan hasil beberapa varietas kedelai berumur genjah. J. Sains, Teknologi, Ekonomi, Sosial dan Budaya, 5 (2) : 61 – 68.
- Puspitasari, P., R. Linda, dan Mukarlina. 2013. Pertumbuhan tanaman pakchoy (*Brassica chinensis* L.) dengan pemberian kompos alang-alang (*Imperata cylindrica* (L.) Beauv) pada tanah gambut. J. Protobiont, 2 (2): 44 – 48.
- Risnawati, R., dan M. Yusuf. 2019. Pertumbuhan dan kualitas produksi dua varietas kedelai hitam akibat pemupukan SP-36. J. Ilmu Pertanian, 22 (1) : 45 – 51.
- Rosmaiti, R., S. Syukri, dan A. Fauzi. 2017. Pengaruh kehalusan kapur terhadap pertumbuhan dan produksi kedelai (*Glycine max* (L) Merrill) pada tingkat kemasaman tanah yang berbeda. J. Penelitian Agrosamudra, 4 (1) : 23 – 34.
- Sarido, A. D. 2013. Uji empat jenis pupuk kandang terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai keriting (*Capsicum annum* L.). J. Agrifor, 12 (1) :22 – 29.
- Setyanto, N.W., L. Riawati, dan R. P. Lukodono. 2014. Desain eksperimen taguchi untuk meningkatkan kualitas pupuk organik berbahan baku kotoran kelinci. J. Rekayasa dan Manajemen dalam Sistem Industri, 2 (2) : 32 – 36.
- Sumbayak, R. J., dan R. R. Gultom. 2020. Pengaruh pemberian pupuk fosfat dan pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil kedelai (*Glycine max* L. Merrill). J. Dharma Agung, 28 (2): 253 – 268.
- Tampubolon, G. 2011. Pengaruh pemberian kompos sisa biogas kotoran sapi terhadap perbaikan beberapa sifat fisik ultisol dan hasil kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill). J. Hidrolitan, 2 (3) : 103 – 114.
- Utomo, S. A., R. T. Purnamasari, dan S. H. Pratiwi. 2018. Pemanfaatan kompos kotoran ayam untuk pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai hitam (*Glycine soya* Benth). J. Agroteknologi Merdeka Pasuruan, 2 (1) : 22 – 27.