

PENGARUH APLIKASI PUPUK KANDANG AYAM DAN CANGKANG TELUR TERHADAP SIFAT KIMIA TANAH, PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN KEDELAI (*Glycine max* L. Merrill)

Suryani Sajar

Pengajar Program Studi Agroteknologi Universitas Pembangunan Panca Budi
Jalan. Gatot Subroto Km.4. Simp. Tanjung Medan Sunggal. Medan 20122

Correspondence author: suryanisajar@dosen.pancabudi.ac.id

Abstrak

Setelah pandemi covid, isu ketahanan pangan menjadi topik penting agar tidak terjadi gejolak politik dan sosial di Indonesia. Tingginya ketergantungan impor kedelai (86,4%) bisa mengancam ketahanan pangan nasional. Satu upaya untuk memenuhi kebutuhan kedelai adalah menanam kedelai di lahan kering masam. Kendala yang dihadapi adalah pH tanah rendah, kandungan Al tinggi, terfiksasinya P, miskin unsur hara, KTK rendah. Penggunaan limbah ternak ayam merupakan alternatif untuk mengatasi hal tersebut sekaligus mengatasi pencemaran lingkungan. Penelitian bertujuan untuk mempelajari respon penggunaan pupuk kandang ayam dan cangkang telur terhadap sifat kimia tanah, pertumbuhan dan hasil tanaman kedelai. Penelitian menggunakan RAK 2 faktorial. Faktor I, pupuk kandang ayam P0 (0 ton/ha), P1 (10 ton/ha), P2 (20 ton/ha), P3 (30 ton/ha). Faktor II, cangkang telur C0 (0 ton/ha), C1 (1,20 ton/ha), C2 (2,39 ton/ha), C3 (3,59 ton/ha). Aplikasi pupuk kandang ayam dan cangkang telur memberi respon nyata pada pH tanah, Ca tersedia, P tersedia dan C organik. Pupuk kandang ayam 30 ton/ha memberikan hasil terbaik pada pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman (tinggi tanaman, jumlah cabang produktif, bobot kering tajuk, bobot kering akar, bobot kering biji per tanaman, bobot 100 biji. Pemberian cangkang telur ayam pada parameter pertumbuhan vegetatif dan generatif tidak berbeda nyata.

Kata kunci: Cangkang telur, kedelai, pupuk kandang ayam.

EFFECT OF CHICKEN CAGE AND EGG SHELL FERTILIZER APPLICATION ON SOIL CHEMICAL PROPERTIES, GROWTH AND RESULTS OF SOYBEAN (*Glycine max* L. Merrill)

Abstract

After the COVID-19 pandemic, the issue of food security has become an important topic to prevent political and social turmoil in Indonesia. The high dependence on soybean imports (86.4%) can threaten national food security. One effort to meet the demand for soybeans is to plant soybeans on acid dry land. Constraints faced are low soil pH, high Al content, P fixation, poor in nutrients, low CEC. The use of chicken livestock waste is an alternative to overcome this problem as well as overcome environmental pollution. The aim of the research was to study the response of the use of chicken manure and egg shells to the chemical properties of the soil, growth and yield of soybeans. The study used 2 factorial RAK. Factor I, chicken manure P0 (0 tons/ha), P1 (10 tons/ha), P2 (20 tons/ha), P3 (30 tons/ha). Factor II, egg shells C0 (0 tons/ha), C1 (1.20 tons/ha), C2 (2.39 tons/ha), C3 (3.59 tons/ha). The application of chicken manure and egg shells gave a significant response to soil pH, available Ca, available P and organic C. Chicken manure 30 tons/ha gave the best results on plant vegetative and generative growth (plant height, number of productive branches, crown dry weight, root dry weight, seed dry weight per plant, weight 100 seeds. Provision of chicken egg shells on vegetative growth parameters and generative were not significantly different.

Keywords: Egg shell, soybean, chicken manure

PENDAHULUAN

Setelah pandemi covid 19 yang melanda Indonesia, isu ketahanan pangan menjadi topik penting, karena ketersediaan pangan untuk pemenuhan kebutuhan penduduk merupakan hal yang krusial agar tidak terjadi gejolak politik dan sosial. Wujud kepedulian negara terhadap isu ini terwujud dalam Undang-Undang Nomor 18 Tahun 2012 dimana hak asasi warga negara

Indonesia adalah tercukupinya kebutuhan pangan. Usaha ini sejalan dengan tujuan dari program Sustainable Development Goals (SDGs) yaitu mengentaskan kemelaratan dan kelaparan dimanapun dalam berbagai bentuk agar terwujud stabilitas nutrisi dan pangan yang lebih baik demi terbangun pertanian yang berkesinambungan.

Padi dan palawija merupakan bahan makanan utama bangsa Indonesia. Kedelai

(*Glycine max.* L Merill) menduduki urutan ketiga bahan pangan penting setelah jagung dan padi. Tanaman jenis kacang-kacangan ini adalah sumber protein yang tinggi asam amino sehingga kedelai dijuluki sebagai world's miracle dan gold from the soil.

Pertambahan jumlah penduduk yang meningkat seiring dengan kenaikan permintaan akan kedelai. Dua makanan populer olahan kedelai di Indonesia adalah tempe dan tahu. Rata-rata konsumsi tahu penduduk Indonesia 0,152 kg dan tempe 0,139 kg per minggu. Pada tahun 2019 konsumsi kedelai Indonesia per kapita 2,09 kg. Data Kementerian Pertanian pada tahun 2020, menyatakan untuk memenuhi kebutuhan kedelai dalam negeri harus mengimpor 86,4% setara dengan 2,48 juta ton kedelai dari Amerika senilai US \$ 1 miliar. Hal ini menjadi ironi walaupun tempe dan tahu makanan rakyat kenyataannya bahan bakunya tidak bisa dipenuhi dari dalam negeri. (Yudhistira, 2021)

Tingginya ketergantungan bahan baku impor ini membuat fluktuasi harga yang tidak stabil dan bisa mengancam ketahanan pangan nasional. Pada Rapat Kerja Nasional Pembangunan Pertanian Tahun 2021 Tahun 2021 di Istana Negara, Jakarta 11 Januari 2021 Presiden Joko Widodo meminta Menteri Pertanian untuk menggenjot produksi kedelai lokal Indonesia (Yudhistira, 2021).

Salah satu upaya untuk memenuhi kebutuhan kedelai dalam negeri adalah memperluas areal tanam. Peningkatan luas areal tanam kedelai pada tanah miskin hara atau tanah masam di Indonesia adalah satu cara yang bisa dilakukan karena tanah tersebut tidak termanfaatkan dengan baik.

Permasalahan yang dihadapi untuk usaha tani kedelai pada tanah masam adalah tinggi kandungan Aluminium, rendah pH tanah (4-5,5), terfiksasinya Posfor dan rendahnya nilai kapasitas tukar kation serta kandungan unsur hara (Balitkabi, 2005).

(Sudaryono *et al.*, 2013) menyatakan bahwa tanah marginal mengandung C organik dan Nitrogen yang rendah dengan nilai pH berkisar antar 4,2-5,5 yang menyebabkan unsur Ca dan P terfiksasi oleh Aluminium dan Fe. Hal ini menyebabkan pertumbuhan dan produksi tanaman kedelai tidak optimal. Agar bisa memberikan hasil tanaman yang baik maka pada lahan marginal harus diberikan pupuk organik, pupuk anorganik dan bahan amelioran berupa kapur dengan dosis lebih tinggi terutama untuk Nitrogen dan Posfor.

Pupuk anorganik bisa meningkatkan produksi kedelai, namun pemberian pupuk anorganik tanpa diiringi dengan masukkan bahan organik ke tanah menyebabkan tanah menjadi

keras dan padat. Rendahnya bahan organik membuat kehidupan dan aktifitas biota tanah rendah sehingga proses mineralisasi unsur hara di dalam tanah juga rendah (Wawan,2017). Kondisi ini membuat petani memberikan pupuk anorganik lebih banyak dengan harapan pertumbuhan tanaman bisa lebih baik tetapi ini menyebabkan biaya produksi menjadi lebih tinggi sehingga pendapatan yang diperoleh menjadi berkurang.

Salah satu upaya untuk membangun kesuburan tanah adalah dengan penambahan bahan organik berasal dari limbah peternakan ayam yaitu kotoran ayam dan kulit telur. Penggunaan limbah organik selain untuk memperbaiki kesuburan tanah juga untuk pemanfaatan kembali limbah yang berpotensi dalam pencemaran lingkungan.

Dalam beberapa tahun belakangan ini jumlah peternakan ayam meningkat pesat dalam rangka memenuhi kebutuhan daging dan telur. Menurut (BPS, 2021), populasi ayam ras pedaging dan petelur pada tahun 2020 adalah 2.960.493.660 ekor dan 281.108.407 ekor. Jika satu ekor ayam menghasilkan kotoran rata-rata 0,075 kg/hari, maka jumlah kotoran ayam yang dihasilkan bisa mencapai 88.738.856,59 ton/tahun. Demikian juga dengan produksi telur ayam nasional pada tahun 2020 mencapai 5.044.394,99 ton, dan 10% dari jumlah tersebut merupakan kulit telur, sehingga limbah cangkang telur sekitar 504.439,99 ton/tahun.

Peningkatan kebutuhan daging ayam dan konsumsi telur yang terus mengalami peningkatan setiap tahun akan menghasilkan kotoran ayam dan cangkang telur. Limbah peternakan ayam ini harus dikelola dan dimanfaatkan dengan baik agar tidak mencemari lingkungan.

Mengolah limbah peternakan ayam menjadi pupuk organik adalah salah satu usaha yang bisa dilakukan. Pupuk kotoran ayam adalah hasil dari proses dekomposisi oleh mikroba yang hasil akhirnya unsur hara tersedia di dalam tanah sehingga bisa diserap oleh tanaman. Pemanfaatan bahan organik dalam budidaya kedelai mempunyai potensi hasil 1,5 - 2 ton/ha (Balitkabi, 2005).

(Wiwi Hartati dan L.R Widowati, 2006) menyatakan bahwa kesuburan tanah dapat ditingkatkan dengan memperbaiki sifat tanah melalui pemberian pupuk kandang. Pupuk kandang ayam bisa merubah struktur, tekstur dan aerasi tanah serta memantapkan agregat tanah. Keragaman dan populasi serta aktifitas mikroba tanah meningkat yang berujung kepada ketersediaan unsur hara, KTK tanah.

Walaupun pupuk kandang ayam mengandung unsur hara Nitrogen, Posfor dan Kalium rendah tetapi pupuk kandang bisa

memperbaiki porositas, permeabilitas tanah dan struktur tanah, meningkatkan kemampuan tanah menahan air. Kandungan unsur hara Pupuk kandang ayam terdiri dari N total 15%, P 7%, K 8,9%, Ca 3,0, Mg 8,8% (Hartati *et al.*, 2015).

Berdasarkan hasil penelitian tentang pupuk kandang (Maya *et al.*, 2005) dengan taraf 10 ton/ha, menunjukkan hasil baik untuk pertumbuhan vegetatif dan generatif tanaman kedelai organik. Syam, *et al.* (2014) penelitian tanaman kamboja menunjukkan dosis cangkang telur 15 g, 20 g dan 25 g pada tanah bisa meningkatkan pH tanah dari 4,2 menjadi 6,2 - 6,8 dan bisa meningkatkan pertumbuhan tinggi kamboja jepang (*Adenium obesum*).

Berdasarkan pemaparan diatas maka limbah peternakan ayam bisa diolah dan dimanfaatkan sebagai pupuk organik dan pembenah tanah pada tanaman kedelai. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisa pengaruh aplikasi pupuk kandang ayam dan cangkang telur terhadap sifat kimia tanah dan pertumbuhan serta hasil tanaman kedelai.

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian berada di Kelurahan Cinta Damai, Kecamatan Helvetia Kota Medan pada bulan Januari sampai April tahun 2022 dan analisis tanah dilakukan di Laboratorium Penguji Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Medan.

Bahan dan Alat

Pada penelitian ini tanah contoh diambil dari Desa Sampecita, Kecamatan Kutalimbaru, Kabupaten Deli Serdang, dengan cara mengambil tanah secara komposit dengan ketinggian tanah 0-20 cm. Cangkang telur dan kotoran ayam dikumpulkan dari peternakan ayam.

Peralatan yang digunakan untuk penelitian ini adalah sekop, cangkol, pot plastik, timbangan analitik, kantong plastik, pH meter, ember, selang plastik, gembor dan peralatan laboratorium untuk analisa tanah.

Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial yang terdiri dari 2 faktor perlakuan dan 3 blok sehingga mendapatkan 16 kombinasi perlakuan Faktor I. Pupuk kotoran ayam dengan simbol (P) yang terdiri dari 4 taraf, yaitu :

- P0: 0 g/pot (0 ton/ha)
- P1: 25 g/pot (10 ton/ha)
- P2: 50 g/pot (20 ton/ha)
- P3: 75 g/pot (30 ton/ha)

Faktor II. Cangkang telur dengan simbol (C) yang terdiri dari 4 taraf, yaitu:

- C0: 0 g/pot (0 ton/ha)
- C1: 3,00 g/ pot (1,20 ton/ha)
- C2: 6,00 g/pot (2,39 ton/ha)
- C3: 9,00 g/pot (3,59 ton/ha)

Model linier yang diasumsikan untuk Rancangan Acak Kelompok (RAK) factorial menurut Hanafiah (2000) adalah Sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \pi_i + \alpha_j + \beta_k + (\alpha\beta)_{jk} + \Sigma_{ijk}$$

Dimana:

- Y_{ijk} : Hasil pengamatan dari faktor pupuk kandang ayam taraf ke-i dan faktor cangkang telur taraf ke-j pada ulangan taraf ke-i.
- μ : Efek nilai tengah
- π_i : Efek dari ulangan taraf ke-i
- α_j : Efek dari perlakuan pupuk kandang ayam pada taraf ke-j
- β_k : Efek dari perlakuan cangkang telur pada taraf ke-k
- (αβ)_{jk} : Efek interaksi antara faktor pupuk kandang ayam taraf ke-j dan faktor P taraf ke-k
- Σ_{ijk} : Efek galat dari perlakuan pupuk kandang ayam pada taraf ke-j dan perlakuan cangkang telur pada taraf ke-k serta ulangan taraf ke-i

Untuk menganalisa data penelitian digunakan analisa sidik ragam dengan taraf 5%. Uji DMRT dilakukan jika terdapat perbedaan nyata antar perlakuan.

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan Pupuk Kotoran Ayam

Kotoran ayam yang dikumpulkan dari peternakan ayam diletakkan pada tempat yang terlindung dari hujan dibiarkan kering udara. Pembalikan dan pengadukan dilakukan 3 hari sekali selama 2 minggu. Setelah satu bulan proses pengomposan selesai dan pupuk kotoran ayam siap digunakan dengan ciri telah berubah warna, tidak bau dan suhu stabil.

Analisa kandungan unsur hara pupuk kotoran ayam dilakukan di di Laboratorium Penguji Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Medan dengan mengambil 100 gram pupuk kotoran ayam gram untuk dianalisa C-Organik, N, P, Ca, Mg dan K tersedia.

Pembuatan Tepung Cangkang Telur Ayam

Cangkang telur dikumpulkan dari peternakan ayam lalu dicuci bersih dan dijemur sampai kering. Cangkang telur dihaluskan sampai menjadi tepung. Selanjutnya dilakukan analisa kandungan unsur hara Ca, P, Mg dan K di laboratorium.

Pengambilan Sample Tanah

Tanah contoh diambil dari Desa Sampecita, Kecamatan Kutalimbaru, Kabupaten Deli Serdang, dengan cara mengambil tanah secara komposit dengan ketinggian tanah 0-20 cm dari permukaan tanah. Tanah dibersihkan dari perakaran dan diaduk merata dan homogen kemudian dikering udara dan selanjutnya di ayak dengan ayakan 0,5 mesh. Setelah itu tanah siap untuk di analisa kandungan unsur hara.

Parameter untuk analisa tanah sebelum perlakuan adalah N total, C organik, pH, P tersedia, K tersedia, K total, KTK dan Al dd yang merupakan data pendukung untuk percobaan.

Persiapan Areal Tanam

Area penelitian berukuran 8 x 12 m. Lahan yang akan digunakan dibersihkan dari sampah dan gulma yang tumbuh.

Pengisian Pot dan Aplikasi Perlakuan

Tanah dicampur dengan pupuk kandang ayam dan cangkang telur dan diaduk sampai rata sesuai dengan perlakuan. Selanjutnya tanah dimasukkan ke dalam pot ukuran 35 x 40 cm dan ditimbang masing-masing 5 kg. Setelah pot terisi semua lalu disusun di area tanam dan tanah diinkubasi selama 2 minggu. Analisa tanah dilakukan dengan mengambil sampel tanah masing-masing perlakuan dan dilakukan uji laboratorium. Parameter pengamatan: kadar air, pH H₂O, C-organik, Ca dan P-tersedia.

Penanaman

Benih kedelai sebanyak 3 biji ditanam di pot. Penjarangan dilakukan dengan menyisakan satu tanam/pot pada saat tanaman kedelai berumur 7 hari.

Pemeliharaan

Perawatan tanaman kedelai dilakukan selama 90 hari atau sampai tanaman kedelai siap di panen. Pemeliharaan terdiri dari penyiangan gulma, penyiraman dan pengendalian hama dan penyakit. Tanda kedelai siap dipanen adalah daun kelihatan menguning dan kering sebagian gugur atau rontok dan polong berwarna coklat. Peubah amatan pertumbuhan vegetatif dan generatif adalah tinggi tanaman, diameter batang, jumlah cabang produktif, jumlah polong berisi, jumlah polong hampa, bobot biji per tanaman, bobot 100 biji, bobot kering tajuk dan bobot kering akar

HASIL DAN PEMBAHASAN**Keadaan Tanah Secara Umum**

Hasil analisa tanah menunjukkan sifat kimia tanah penelitian adalah tanah dengan kesuburan rendah, pH tanah agak rendah, miskin bahan organik dan unsur hara N, P, K, Ca, Mg Ca, Na. Kemasaman tanah dan kandungan unsur hara makro rendah merupakan faktor pembatas pertumbuhan tanaman dan kejenuhan Al tinggi bisa meracuni tanaman.

Tabel 1. Analisa sifat kimia awal tanah sebelum percobaan

Sifat Kimia	Nilai	Satuan	Kategori
pH	5.91		Agak masam
C organik	1.06	%	Rendah
P tersedia	9.28	ppm	Sedang
P Total	0.02	%	Rendah
Ca	1.09	me/100 g	Sangat rendah
Mg	0.12	me/100 g	Sangat rendah
Kadar air	10.28	%	-
N total	0.27	%	Rendah
Al dd	2.39	me/100 g	Tinggi
KTK	12.08	me/100 g	Rendah
K tersedia	0.06	me/100 g	Sangat rendah
K total	0.02	%	Sangat rendah
Na	0.01	me/100 g	Sangat rendah

Berdasarkan penelitian sifat kimia tanah (LPT, 1983)

Untuk budidaya tanaman kedelai dibutuhkan tanah yang keasamannya berkisar 5,8 - 7,0, maka dibutuhkan bahan organik dan pemberian kapur yang bertujuan untuk meningkatkan pH tanah dan ketersediaan unsur hara. Sesuai dengan penelitian (Kristiono et

al.,2020) pada tanaman kedele di lahan pasang surut yang menyatakan bahwa tanaman kedelai tidak bisa berproduksi baik pada tanah miskin unsur hara sehingga dibutuhkan masukkan bahan organik, pupuk anorganik serta pemberian kapur.

Komposisi Kimia Pupuk Kandang Ayam dan Cangkang Telur

Hasil analisa pupuk kandang ayam pada Tabel 2 memperlihatkan rasio C/N cukup tinggi namun kandungan Nitrogen, Kalium dan Posfor rendah. Hasil penelitian ini berbeda dalam hal kadar unsur hara pupuk kandang ayam dengan penelitian lain, hal ini diduga karena terdapat perbedaan jenis pakan yang diberikan kepada ayam. (Hartati *et al.*,2015) menyatakan bahwa kandungan unsur hara yang terdapat pada pupuk kandang ayam bisa berbeda-beda tergantung pada pakan yang diberikan kepada ayam, selain itu penggunaan sekam sebagai alas kandang ayam bisa menambah hara ke dalam pupuk kandang.

Dalam hal proporsi kandungan N, P dan K, hasil penelitian ini sejalan dengan (Hartati *et al.*, 2015) yang menyatakan bahwa pupuk kandang ayam memiliki unsur hara N,P dan K rendah namun jika diaplikasikan ke tanah mampu memperbaiki ketersediaan unsur hara tanah melalui perubahan kepada sifat kimia, sifat fisika dan biologi tanah.

Tabel 2. Komposisi kimia pupuk kandang ayam dan cangkang telur

Sifat kimia	Satuan	Pukan ayam	Cangkang telur
C org	%	18,15	2,16
N	%	1,73	0,1
P	%	1,45	0,13
K	%	1,92	0,27
C/N	%	16,58	

Hasil analisis cangkang telur ayam memiliki kandungan Phospor 0.1%, Ca 2,16%, dan Mg 0,27%, K 0,13%. Penelitian ini sesuai dengan (Salpiyana, 2019) bahwa cangkang telur mengandung Ca, Mg, N, P dan

K, dengan komposisi sebagai berikut N (1,2%), P (0,17%) dan K (0,1%). Penelitian Suwardi (2004) juga menunjukkan bahwa serbuk kulit telur mengandung Magnesium (Mg) dan Kalsium (Ca) yang berpotensi untuk menaikkan pH tanah.

Perubahan Sifat Kimia Tanah

pH Tanah

Data yang disajikan pada Tabel 3 adalah rata-rata pH tanah pada perlakuan pupuk kandang ayam dan cangkang telur. Pemberian pupuk kandang ayam dan cangkang telur ayam berbeda nyata, namun interaksi keduanya tidak berbeda nyata terhadap pH tanah. Terjadi peningkatan pH tanah setelah inkubasi selama 2 minggu dimana pemberian pupuk kandang ayam berbeda nyata pada taraf perlakuan 30 ton/ha namun tidak berbeda nya pada perlakuan 10 dan 20 ton/ha. Pada tabel dapat dilihat bahwa peningkatan pH tanah tertinggi terdapat pada rata-rata perlakuan pupuk kandang ayam P3 (30 ton/ha) sebesar 6,35 dan rata-rata pH tanah terendah terdapat pada tanpa perlakuan pupuk kandang ayam P0 (0 ton/ha) sebesar 5,96.

Pemberian cangkang telur ayam juga memberikan respon yang nyata terhadap rata-rata pH tanah pada perlakuan C3 (3,59 ton/ha) namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Pada perlakuan cangkang telur ayam C3 dapat dilihat mempunyai rata-rata pH tanah tertinggi sebesar 6,39 dan rata-rata pH terendah pada C0 sebesar 5,99. Pemberian cangkang telur kepada tanah bisa mengurangi keasaman tanah. Sesuai dengan penelitian (Holmes, 2006) yang menyatakan bahwa dosis cangkang telur 8000 ECCE lb/acre (9 ton/ha) pengaruhnya sama dengan pengapuran kapur pertanian selama 6 bulan dengan kenaikan pH 0,8

Tabel 3. Perubahan pH tanah setelah pemberian pupuk kandang ayam dan cangkang telur

Pupuk Kandang Ayam	Cangkang Telur Ayam				Rataan
	C0	C1	C2	C3	
P0 = 0 ton/ha	5.91	5.82	5.87	6.25	5.96a
P1 = 10 ton/ha	5.67	5.97	6.16	6.62	6.11a
P2 = 20 ton/ha	6.24	6.06	6.26	6.19	6.19a
P3 = 30 ton/ha	6.42	6.10	6.39	6.48	6.35b
Rataan	6.06a	5.99a	6.17a	6.39b	

Keterangan : menurut uji DMRT 5% notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata

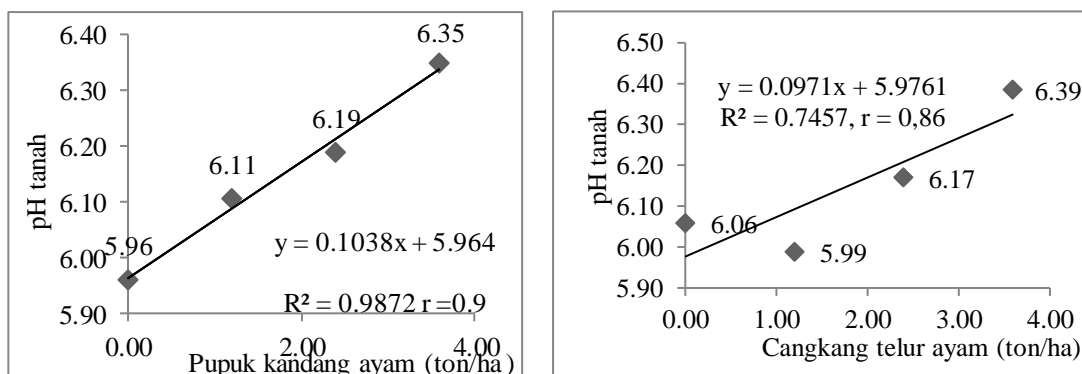
Gambar 1 menyajikan hubungan antara dosis pupuk kandang ayam dan serbuk cangkang telur ayam. Ada hubungan korelasi positif antara pemberian pupuk kandang ayam dengan kenaikan pH tanah dengan persamaan $y=0,1038x+5,964$ dimana koefisien determinasi

(r^2) 0,9872 dan nilai r adalah 0,99 atau memiliki keeratan hubungan antara pupuk kandang ayam dengan nilai pH tanah sebesar 99% dan masih terdapat 1% variable lain yang mempengaruhi. Nilai konstanta 0,1038 menunjukkan bahwa tanpa pupuk kandang ayam maka pH tanah

hanya 5,96. Setiap kenaikan taraf pupuk kandang ayam sebesar 10 ton/ha akan meningkatkan pH tanah 0,1038.

Pemberian cangkang telur sejalan linier dengan kenaikan pH tanah dimana r^2 adalah 0,7457 dan nilai $r = 0,86$ atau memiliki keeratan

hubungan sebesar 86% antara pemberian cangkang telur dan pH tanah dan masih terdapat 14% variable lain yang mempengaruhi dengan persamaan $y=0,0971x+5,9761$. Setiap kenaikan dosis cangkang telur ayam 10 ton/ha akan meningkatkan pH tanah sebesar 0,097.



Gambar 1, Hubungan aplikasi pupuk kandang ayam dan cangkang telur dengan kenaikan pH tanah

Ca tersedia

Tabel 4 menyajikan data pengukuran Ca tersedia pada perlakuan pupuk kandang ayam dan cangkang telur. Perlakuan pupuk kandang ayam dan cangkang telur serta interaksi antara pupuk kandang ayam dan cangkang telur

memberikan respon yang nyata terhadap Ca tersedia. Nilai Ca tersedia tertinggi pada kombinasi perlakuan 10 ton/ha pupuk kandang ayam dan 3,59 ton/ha cangkang telur (P1C3) yaitu 19,32 me/100 g. Nilai Ca terendah terdapat pada kontrol yaitu 1,09 me/100 g.

Tabel 4. Rataan Ca tersedia, P tersedia dan C organik akibat pemberian pupuk kandang ayam dan cangkang telur

Perlakuan	Ca tersedia (me/100 g)	P tersedia (ppm)	C organik (%)
P0C0	1.09 a	0.04 a	1.06 a
P0C1	6.97 b	6.34 b	5.94 bcde
P0C2	9.48 bcd	4.08 cd	6.23 de
P0C3	15.4 fg	6.02 lm	5.99 bcde
P1C0	9.19 bcd	1.98 kl	7.27 f
P1C1	11.54 de	9.26 m	6.48 ef
P1C2	15.84 gh	3.44 c	5.89 bcde
P1C3	19.32 gh	4.24 fg	6.12 cde
P2C0	7.98 bc	3.24 ghi	6.28 de
P2C1	7.91 bc	3.10 cdf	5.57 bc
P2C2	14.00 ef	3.60 dfg	6.4 e
P2C3	11.71 ef	5.32 cd	6.24 de
P3C0	7.87 bc	6.88 k	6.47 ef
P3C1	7.06 b	3.86 hi	6.01 bcde
P3C2	10.74 cde	3.28 j	5.52 b
P3C3	13.69 ef	3.88 fgh	5.73 bcd
Rata -rata	10.61	2.14	5.82
DMRT 5%	*	*	*
KK %	9.34	3.42	3.49

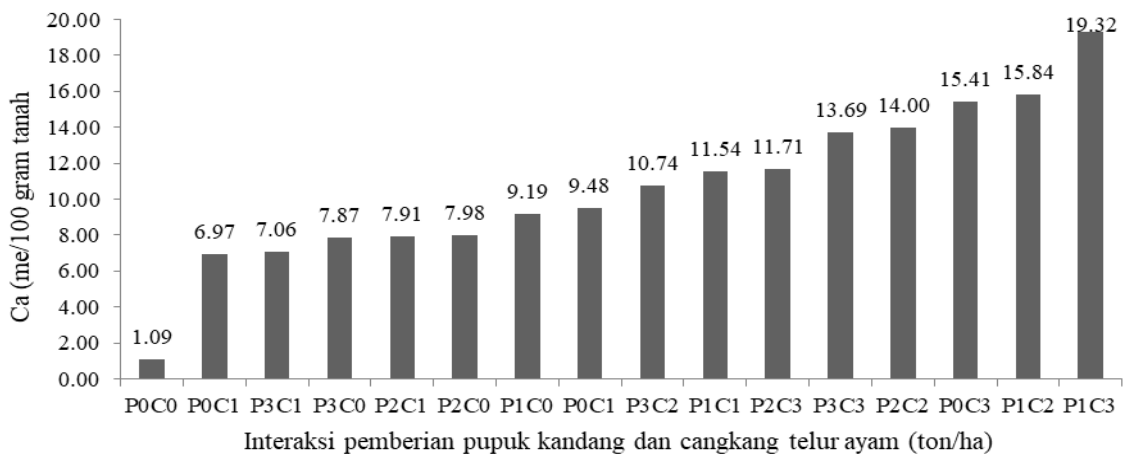
Keterangan : menurut uji DMRT 5% notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata.

Pemberian bahan organik dalam bentuk pupuk yang matang sebagai media carrier dapat membantu menaikkan pH tanah. Sesuai dengan penelitian Atmojo (2003) menyatakan bahwa peningkatan pH tanah akan terjadi apabila bahan organik yang ditambahkan telah terdekomposisi lanjut (matang), karena bahan organik yang telah termineralisasi akan melepaskan mineralnya berupa kation-kation basa.

Pemberian cangkang telur dapat meningkatkan pH tanah karena fungsi kapur dapat mengendapkan Al. Selain itu, cangkang telur yang mengandung Ca dan Mg merupakan penyumbang ion-ion basa dalam tanah dan mampu menggantikan ion Al yang berada pada koloid jerapan. Hal ini didukung oleh Havlin *et al.* (2005) yang menyatakan bahwa pemberian bahan amelioran yaitu kapur dapat mengurangi kemasaman tanah (pH meningkat).

Ca dan Mg yang ada pada cangkang telur yang diaplikasikan ke dalam tanah bisa memperbaiki pH tanah melalui proses reaksi kimia $CaCO_3 + H_2O \rightarrow Ca^{+2} + HCO_3^- + OH^-$. Komposisi kimia kulit telur menurut laboratorium nutrisi dan ternak IPB (2008) dalam (Salpiyana, 2019) mengandung Ca yang cukup tinggi 19,20% dan Mg 2,50% , P 0,39% dan K 0,047%.

Hartatik & Widowati (2006) dalam penelitiannya juga menyatakan aplikasi pupuk kandang ayam ke dalam tanah pada penanaman tomat dan selada menunjukkan terjadi kenaikan populasi mikroba total, mikroba pelarut posfat, mikroba selulolitik dan bakteri Rhizobium. Ini menunjukkan selain terjadi perubahan sifat kimia tanah juga terjadi perubahan sifat biologi tanah. Perbedaan kandungan Ca tersedia karena pemberian pupuk kandang dan cangkang telur ayam disajikan pada Gambar 2.

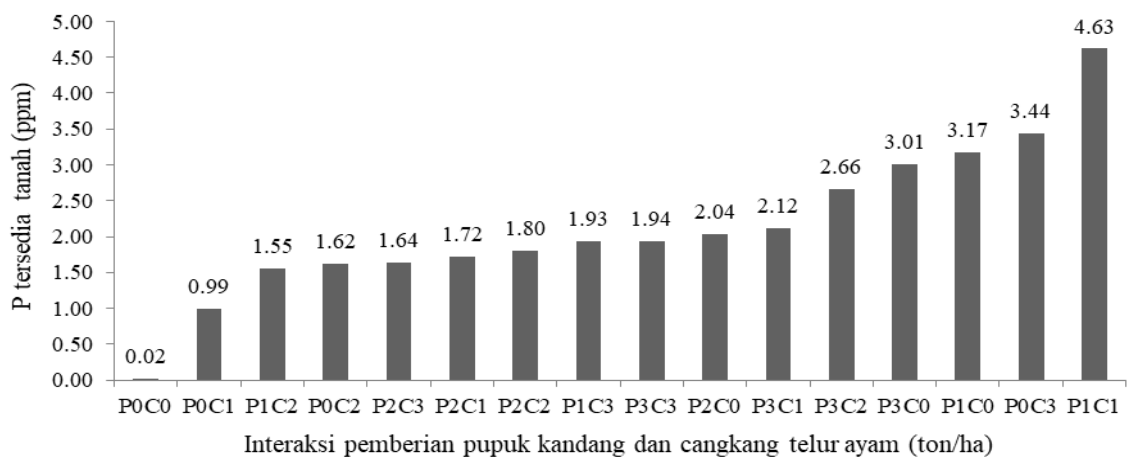


Gambar 2. Hubungan pemberian pupuk kandang ayam dengan cangkang telur ayam terhadap Ca tersedia tanah.

P tersedia

Kombinasi pupuk kandang dengan cangkang telur ayam memperlihatkan respon nyata terhadap P tersedia (Tabel 4). Kombinasi perlakuan P1C1 (10 ton/ha) pupuk kandang ayam dengan 1,20 ton/ha cangkang telur)

menunjukkan nilai P tersedia tertinggi yaitu 9,26 ppm, pada P0C0 (kontrol) nilai P tersedia paling rendah yaitu 0,04 ppm. Gambar 3 menyajikan perbedaan kandungan P tersedia tanah pada pada kombinasi pupuk kandang ayam dengan cangkang telur.



Gambar 3. Hubungan P tersedia dengan pemberian pupuk kandang ayam dan cangkang telur ayam.

Sesuai dengan penelitian (Kristiono *et al.*, 2020) menyatakan bahwa dibandingkan dengan pupuk organik lainnya kandungan P pupuk kandang ayam lebih tinggi. Komposisi unsur hara pupuk kandang sangat tergantung pada jenis pakan yang diberikan kepada ayam. Semakin berkualitas pakan yang diberikan dalam bentuk protein dan mineral maka kotoran ayam akan semakin tinggi kandungan Nitrogen, Posfor dan Kalsiumnya.

Hasil pengamatan (Tufaila *et al.*, 2014) pada tanaman mentimun di tanah masam bahwa aplikasi berbagai taraf kompos kotoran ayam bisa merubah kelarutan P di dalam tanah, keterikatan P oleh kation asam akan menurun menyebabkan peningkatan unsur P tersedia dalam tanah.

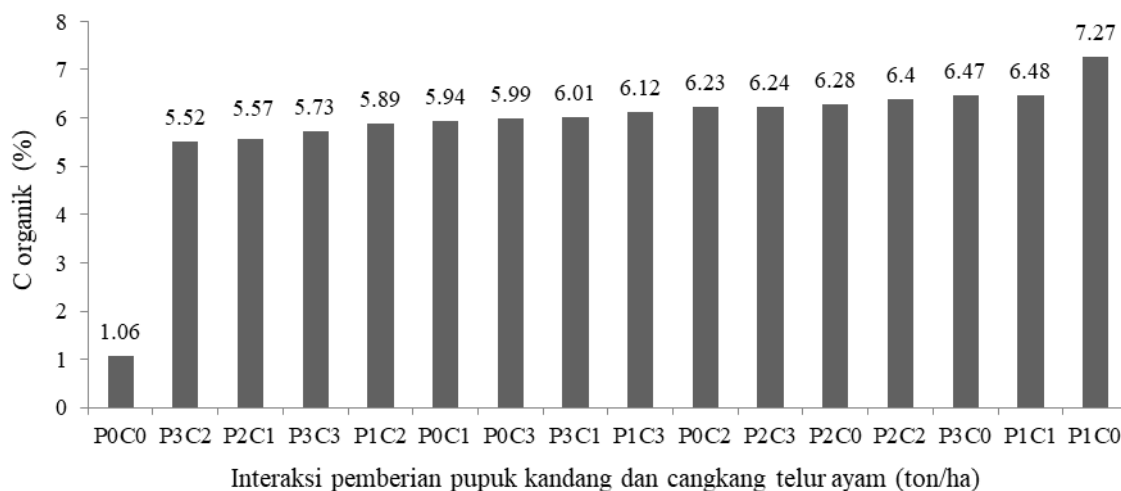
C-organik

Aplikasi pupuk kandang ayam dan cangkang telur memperlihatkan respon signifikan pada kandungan C organik tanah (Tabel 4).

Interaksi pupuk kandang ayam dengan cangkang telur juga memberikan respon signifikan terhadap C organik tanah. Terjadi peningkatan kandungan C organik tanah. Data pengamatan C organik sebelum perlakuan adalah 1,06% setelah diberi perlakuan C organik nilainya bervariasi yaitu antara 1,06-7,27%. Kandungan C organik tertinggi terdapat pada P1C0 (pupuk kandang ayam 10 ton/ha dan 0 ton/ha cangkang telur) yaitu 7,27% dan C organik terendah pada kontrol 1,06%.

Sejalan dengan (Hartati *et al.*, 2015) bahwa pupuk kandang yang diaplikasikan ke tanah akan terjadi proses mineralisasi yang menyebabkan Nitrogen dan C organik akan tersedia di dalam tanah. Kombinasi 10 ton/ha pupuk kandang dengan kompos *Setaria sp* bisa meningkatkan kapasitas tukar kation tanah dan menambah ketersediaan Nitrogen dan C organik

Gambar 4 memperlihatkan lebih jelas perbedaan kandungan C organik akibat aplikasi pupuk kandang ayam dan cangkang telur.



Gambar 4. Hubungan kombinasi pupuk kandang ayam dan cangkang telur ayam terhadap ketersediaan C-organik tanah.

Pertumbuhan tanaman kedelai

Tabel 5 menyajikan data rata-rata pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai akibat aplikasi pupuk kandang ayam dan cangkang telur yaitu tinggi tanaman, diameter batang, bobot kering tajuk dan bobot kering akar.

Pada parameter tinggi tanaman aplikasi pupuk kandang ayam P3 (dosis 30 ton/ha) memberi peningkatan tinggi kedelai dengan tinggi 53,75 cm yang berbeda signifikan dengan perlakuan P2 (20 ton/ha) dan P1(10 ton/ha) dengan tinggi tanaman 48,79 cm dan 45,27 cm. Tinggi kedelai terendah pada P0 (0 ton/ha) dengan rata-rata 42,79 cm. Ada hubungan kenaikan

pH tanah akibat aplikasi pupuk kandang ayam dengan tinggi tanaman kedelai yang menunjukkan hubungan positif yaitu dengan naiknya pH tanah akan meningkatkan tinggi tanaman. Penelitian ini sesuai dengan Hartati *et al.*, (2015) bahwa pemberian pupuk kandang ayam pada tanah akan menyebabkan pertumbuhan tanaman menjadi lebih baik melalui perubahan struktur tanah menjadi lebih remah, aerasi dan daya serap air serta cadangan air lebih baik, yang menunjukkan bahwa pupuk kandang akan memperbaiki sifat fisika, kimia dan biologi tanah secara simultan.

Tabel 5. Rataan pertumbuhan vegetatif tanaman kedelai akibat pemberian pupuk kandang ayam dan cangkang telur ayam

Perlakuan	Tinggi tanaman (cm)	Diameter batang (mm)	Bobot kering tajuk (gram)	Bobot kering akar (gram)
Pupuk Kandang Ayam				
P0	42.79a	4.85a	2.70a	0.82a
P1	45.27a	5.11a	2.89a	0.86a
P2	48.79a	5.15a	2.98b	1.01b
P3	53.75b	5.69a	3.14b	0.99b
Cangkang telur				
C0	45.65a	5.27a	2.74a	0.85a
C1	48.64a	5.05a	3.03a	0.92a
C2	48.73a	5.60a	2.94a	0.96a
C3	47.58a	4.88a	2.99a	0.96a

Keterangan : menurut uji DMRT 5% notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata

Tidak ada respon nyata pada tinggi tanaman akibat pemberian cangkang telur ayam. Rataan tinggi tanaman pada pemberian cangkang telur C2 yaitu 48.73 cm adalah yang tertinggi dan terendah pada C0 45,65 cm. Interaksi perlakuan pupuk kandang ayam dengan cangkang telur tidak berpengaruh nyata pada semua perlakuan.

Pemberian pupuk kandang ayam dan cangkang telur tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada diameter batang tanaman kedelai, demikian juga interaksi pupuk kandang ayam dengan cangkang telur tidak berbeda nyata pada diameter batang. Diameter batang terbesar diperoleh pada perlakuan P3 (5,69 mm) dan terkecil P2 (4,85mm), sedangkan pada aplikasi cangkang telur terbesar diperoleh pada C2 (5,60 mm) dan terkecil C3 (4,88 mm).

Berat kering tajuk menunjukkan jumlah biomassa yang dapat diserap oleh tanaman. Menurut Larcher (1975) berat kering tanaman merupakan hasil penimbunan hasil bersih asimilasi CO₂ yang dilakukan selama pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Semakin baik pertumbuhan tanaman maka berat kering juga semakin meningkat. Hasil sidik ragam bobot kering tajuk. Data rata-rata bobot kering tajuk pada pemberian pupuk kandang ayam berbeda nyata. Bobot kering tajuk tertinggi terdapat pada P3 yaitu 3,14 gram berbeda nyata dengan perlakuan P0 dan P1 namun tidak berbeda nyata dengan P2. Pemberian cangkang telur ayam C1 menghasilkan bobot kering tajuk tertinggi yaitu 3,03 gram tidak berbeda nyata terhadap perlakuan lainnya. Interaksi pupuk kandang ayam dan cangkang telur ayam tidak berbeda nyata terhadap bobot kering tajuk.

Perlakuan pupuk kandang ayam memberikan respon nyata pada bobot kering akar

tanaman kedelai, namun untuk aplikasi cangkang telur dan interaksi antara pupuk kandang ayam dengan cangkang telur tidak berpengaruh signifikan pada bobot kering akar. Bobot kering akar tertinggi terdapat pada perlakuan pupuk kandang ayam P2 yaitu 1,01 gram yang tidak berbeda nyata dengan P3 namun berbeda nyata dengan P0 dan P1 yaitu 0,82 gram telur ayam adalah C2 dan C3 yaitu 0,96 gram tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Nilai rata-rata bobot akar yang dihasilkan akibat pemberian pupuk kandang ayam signifikan jika dibandingkan dengan kontrol.

Pada saat pemberian pupuk kandang ayam dan cangkang telur terjadi peningkatan pH tanah. Dengan meningkatnya pH tanah akan meningkatkan kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara di dalam tanah, selain itu pH tanah juga mempengaruhi unsur toxic seperti Al yang berada di dalam tanah. Kandungan Ca tanah yang naik akan membuat unsur toxic seperti Al tidak tersedia di dalam tanah, hal ini akan membuat akar bebas tumbuh didalam tanah dan unsur hara yang terfiksasi oleh Al akan terlepas dan tersedia bagi tanaman.

Volume akar merupakan faktor penting dalam pertumbuhan tanaman yang mencerminkan kemampuan penyerapan unsur hara serta metabolisme yang terjadi pada tanaman. Lakitan (2007), menyatakan sebagian besar unsur yang dibutuhkan tanaman diserap dari larutan tanah melalui akar, kecuali karbon dan oksigen yang diserap dari udara melalui daun. Musnamar (2005), juga menambahkan bahwa pemberian bahan organik dapat meningkatkan ketersediaan hara, memperbaiki struktur tanah, daya serap air serta perkembangan mikroorganisme tanah semakin baik.

Hasil Tanaman Kedelai

Tabel 6 menyajikan data rata-rata pertumbuhan generatif tanaman kedelai yaitu jumlah cabang produktif, jumlah polong berisi, jumlah polong hampa, bobot kering biji per tanaman dan bobot 100 biji.

Perlakuan pupuk kandang ayam berbeda nyata terhadap jumlah cabang produktif. Perlakuan cangkang telur ayam berbeda nyata terhadap jumlah cabang produktif. Namun interaksi pupuk kandang ayam dengan cangkang telur ayam tidak berbeda nyata terhadap jumlah cabang produktif. Pemberian dosis pupuk kandang ayam P3 30 ton/ha, 20 ton/ha dan 10 ton/ha menghasilkan jumlah cabang produktif lebih banyak dibandingkan dengan tanpa pemberian pupuk kandang ayam. Jumlah cabang produktif tertinggi terdapat pada perlakuan

pupuk kandang ayam P3 yaitu 5.44 cabang yang berbeda nyata dengan semua perlakuan. Pemberian cangkang telur ayam (C3) tertinggi yaitu 4,88 cabang yang berbeda tidak nyata dengan perlakuan C1 dan C2, namun berbeda nyata dengan C0.

Elisabeth *et al.*, (2013) menyatakan, bahwa peran bahan organik dapat dilihat dari dua aspek yaitu aspek tanah dan tanaman. Dari aspek tanah, pelapukan bahan organik dapat membantu memberikan unsur hara N,P,K dalam tanah yang dibutuhkan tanaman, memperbaiki struktur tanah aerasi tanah dan memperbaiki sifat fisik tanah. Selanjutnya dari aspek tanaman, hasil pelapukan bahan organik mengandung asam organik yang dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara tanaman dan dapat diserap langsung oleh tanaman.

Tabel 6. Rataan pertumbuhan generatif tanaman kedelai akibat pemberian pupuk kandang ayam dan cangkang telur ayam

Perlakuan	Jumlah cabang produktif (cabang)	Jumlah polong isi (polong)	Jumlah polong hampa (polong)	Bobot biji per tanaman (gram)	Bobot 100 biji (gram)
Pupuk Kandang Ayam					
P0	3.19a	53.76a	6.61b	13.17a	11.50a
P1	4.58b	72.92b	5.72b	18.67b	13.08b
P2	5.25c	94.04c	5.40b	21.22c	13.96c
P3	5.44c	94.70c	4.05a	21.25c	14.06c
Cangkang telur					
C0	4.21a	72.81a	6.14a	17.46a	12.90a
C1	4.65b	80.83b	5.75a	19.20a	13.30a
C2	4.73b	78.90a	4.91a	18.37a	13.09a
C3	4.88b	82.88b	4.98a	19.29a	13.31a

Keterangan : menurut uji DMRT 5% notasi huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata

Pemberian pupuk kandang ayam dan cangkang telur ayam berbeda nyata terhadap jumlah polong berisi per tanaman. Interaksi pupuk kandang ayam dengan cangkang telur ayam tidak berbeda nyata terhadap jumlah polong berisi per tanaman. Jumlah polong berisi per tanaman tertinggi pada perlakuan pupuk kandang ayam P3 yaitu 94,70 polong yang berbeda nyata dengan perlakuan P1 dan P0. Pemberian cangkang telur ayam C3 tertinggi yaitu 82,88 polong yang berbeda tidak nyata dengan C1, Namun berbeda nyata dengan perlakuan C0 dan C2.

Pemberian pupuk kandang ayam berbeda nyata terhadap bobot biji kering per tanaman. Sedangkan pemberian cangkang telur ayam tidak berbeda nyata terhadap bobot biji kering per tanaman. Interaksi pupuk kandang ayam dengan cangkang telur ayam tidak berbeda nyata terhadap bobot biji kering per tanaman. Bobot

biji kering per tanaman tertinggi terdapat pada pemberian pupuk kandang ayam P3 yaitu 21,25 gram yang tidak berbeda nyata dengan P2, namun berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan cangkang telur ayam tertinggi pada C3 yaitu 19,29 gram tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya.

Perlakuan pupuk kandang ayam berbeda nyata terhadap bobot 100 biji kering. Perlakuan cangkang telur ayam dan interaksi pupuk kandang ayam dengan cangkang telur ayam tidak berbeda nyata terhadap bobot 100 biji kering. Bobot 100 biji kering tertinggi terdapat pada P3 yaitu 14,06 gram yang tidak berbeda nyata dengan P2, Namun berbeda nyata dengan P0 dan P1. Bobot 100 biji kering tertinggi pada perlakuan cangkang telur ayam terdapat pada C1 yaitu 13,30gram tidak berbeda nyata terhadap perlakuan lain. Hal ini di duga karena sewaktu tanaman membentuk biji peran unsur hara fosfor

yang terdapat pada tanah yang telah diaplikasikan pukan ayam mampu meningkatkan pembentukan biji dan bobot biji pada tanaman kedelai serta dapat meningkatkan hasil panen. Hal ini sesuai dengan pernyataan Isnaini (2008) yang menyatakan menyatakan bahwa fosfor berperan penting dalam mempercepat pendewasaan tanaman, pembentukan buah dan biji serta dapat meningkatkan hasil produksi panen.

Parameter 100 biji kering menunjukkan perbedaan signifikan pada perlakuan pupuk kandang ayam namun tidak berbeda nyata pada aplikasi cangkang telur dan interaksi pukan ayam dengan cangkang telur. Bobot 100 biji kedelai terbanyak dihasilkan pada pemberian 30 ton/ha pupuk kandang ayam sebesar 14,06 gram. Penelitian ini sesuai dengan Alridiwersah (2010), bahwa aplikasi cangkang telur dan pupuk kandang ayam menunjukkan respon signifikan pada saat pembungaan dan panjang tanaman semangka. Menurut penelitian (Tufaila *et al.*, 2014) bahwa taraf perlakuan kompos pupuk kotoran ayam 15 ton/ha di tanah masam sudah menghasilkan peningkatan lebih baik pada hasil tanaman mentimun.

KESIMPULAN

1. Aplikasi pupuk kandang 30 ton/ha pada tanah memberi respon nyata pada pH, jumlah cabang produktif, jumlah polong berisi, bobot kering biji per tanaman, bobot kering 100 biji, dengan nilai pH tanah 6,35, jumlah cabang produktif tertinggi 5,44 cabang, jumlah polong terbanyak 14,06 g, bobot kering biji tertinggi 21,25 g, bobot 100 biji terbanyak 14,06 g.
2. Aplikasi cangkang telur 3,59 ton/ha pada tanah memberi respon nyata pada pH, jumlah cabang produktif, jumlah polong berisi, dengan kenaikan pH tanah menjadi 6,39. Cangkang telur 3,59 ton/ha menghasilkan jumlah cabang produktif terbanyak 4,88 dan cabang, jumlah polong berisi 82,88 g.
3. Interaksi pupuk kandang ayam dan cangkang telur memberi respon nyata pada Ca tersedia, P tersedia dan C organik.

DAFTAR PUSTAKA

- Alridiwersah. (2010). Respon Pertumbuhan dan Produksi Semangka Terhadap Pupuk Kandang dan Mulsa Cangkang Telur. *Agrium*, 16(2), 3–5.
- Atmojo, H. W. 2003. Peranan Bahan Organik terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya. Universitas Sebelas Maret. Diklat. Surakarta.
- Balitkabi. (2005). Rekomendasi Pemupukan Tanaman Kedelai Pada Berbagai Tipe Penggunaan Lahan. Balittanah.
- BPS. (2021). Produksi Telur Ayam Petelur menurut Provinsi, 2009-2019.
- Elisabeth DW, Santosa M, Herlina N. 2013. Pengaruh pemberian berbagai komposisi bahan organik pada pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum L.*). Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. *Jurnal Produksi Tanaman*.1(3):21-29.
- Hartati, W., H.L, & Widowati. (2015). Peranan Pupuk Organik dalam Peningkatan Produktivitas Tanah dan Tanaman. *Jurnal Litbang Pertanian*.Bogor.
- Hartatik, W., & Widowati, L. (2006). Pupuk Kandang. Pupuk Organik Dan Pupuk Hayati, 59–82. Balitkabi. Bogor.
- Holmes, J. (2006). Can Ground Eggshells be Used as a Liming Source ? 235–238.
- Kristiono, A., Purwaningrahayu, R. D., Elisabeth, D. A. A., Wijanarko, A., & Taufiq, A. (2020). Kesesuaian Varietas, Jenis Pupuk Organik dan Pupuk Hayati untuk Peningkatan Produktivitas Kedelai di Lahan Pasang Surut. *Buletin Palawija*, 18(2).
- Maya Melati dan Wisdiyastuti Andriyani. (2005). Pengaruh Pupuk Kandang Ayam dan Pupuk Hijau *Calopogonium mucunoides* Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Kedelai Panen Muda yang Dibudidayakan Secara Organik. *Buletin Agro*. IPB.
- Salpiyana. (2019). Studi Proses Pengolahan Cangkang Telur Ayam Menjadi Pupuk Cair Organik Dengan Menggunakan EM4 Sebagai Inokulan. Skripsi. Universitas Islam Negeri Raden Intan.
- Sudaryono, Taufiq, A., & Wijanarko, A. (2013). Peluang Peningkatan Produksi Kedelai di Indonesia. *Kedelai: Teknik Produksi Dan Pengembangan*, 130–167. Balitkabi.litbang pertanian.
- Suwardi. (2004). Teknologi Pengomposan Bahan Organik Sebagai Pilar Pertanian Organik. In *Teknologi Pengomposan Bahan Organik*. Simposium Nasional Pertanian Organik. IPB.
- Tufaila, M., Darma Laksana, D., & Syamsu Alam, D. (2014). Aplikasi Kompos Kotoran Ayam Untuk Meningkatkan Hasil Tanamn Mentimun (*Cucumis sativus L.*) di Tanah Masam *Jurnal Agroteknos*, 4(2), 119–126.
- Wiwi Hartati dan L.R Widowati. (2006). Pupuk Kandang. Pupuk Organik Dan Pupuk Hayati, 59–82. Balitkabi.

- Yudhistira, A. W. (2021). Ironi Impor Kedelai Bangsa Tempe. Analisis Data Katadata. <https://katadata.co.id/ariayudhistira/analisisdata/60c0a5b8dd2ac/ironi-impor-kedelai-bangsa-tempe>
- Zakiah Zulfutri Syam¹, H. Amiruddin Kasim², H. M. N. (2014). Pengaruh Serbuk Cangkang Telur Ayam Terhadap Tinggi Tanaman Kamboja Jepang (*Adenium obesum*). E-Jipbiol,