

Jenis kotoran mempengaruhi pertumbuhan? Sebuah studi pengaruh pupuk kandang pada tanaman

Shelda Shibror Ridho Ihda, Agus Prianto, Aminatuz Zahroh, Nuril Anwar, Ahmad Fauzi

Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Muhammadiyah Malang



Penulis koresponden

Shelda Shibror Ridho Ihda,
Pendidikan Biologi, FKIP
Universitas Muhammadiyah
Malang

Email:
shelfishelda@gmail.com

Kata kunci:

Kotoran hewan
Pertumbuhan tanaman
Pupuk kandang

ABSTRAK

Pemberian pupuk kandang merupakan usaha yang dapat dilakukan untuk mengoptimalkan pertumbuhan berbagai tanaman. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh jenis pupuk kandang terhadap perubahan tinggi tanaman dan panjang akar tanaman. Tomat dipilih sebagai subjek penelitian dan pemberian kotoran sapi, ayam, dan kambing diposisikan sebagai jenis perlakuan yang diberikan. Setiap perlakuan terdiri atas enam ulangan. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan uji *one-way analysis of covariance* (ANCOVA) dengan uji lanjut *least significant difference* (LSD) pada signifikansi 5%. Hasil analisis data menunjukkan bahwa perbedaan jenis kotoran menyebabkan perbedaan laju pertumbuhan tanaman, baik pada parameter tinggi tanaman [$F(3,19) = 4,489$, $p\text{-value} < 0,05$] maupun panjang akar [$F(3,19) = 4,443$, $p\text{-value} < 0,05$]. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman yang diberi kotoran kambing secara signifikan lebih tinggi dari tanaman lainnya. Selain itu, tanaman yang tidak diberi pupuk kandang memiliki akar terpanjang, namun panjang akar tanaman tersebut tidak berbeda signifikan dengan tanaman yang diberi kotoran kambing.

Copyright © 2018 Universitas Muhammadiyah Malang

PENDAHULUAN

Di era saat ini, lahan pertanian semakin hari semakin mengalami penurunan kualitas tanah (Karlen & Rice, 2015). Kesuburan tanah secara gradual mengalami penurunan akibat berbagai hal, seperti erosi tanah, hilangnya berbagai nutrisi tanah, akumulasi garam dan elemen toksik lainnya, hingga ketidakseimbangan nutrisi tanah (Pimentel & Burgess, 2013; Sasmal &

Weikard, 2013; Vallejo, 2014). Terdapat beberapa penyebab yang bertanggung jawab akan terciptanya kondisi tersebut, salah satunya adalah penggunaan berbagai zat kimia dalam aktivitas pertanian oleh masyarakat (Karlen & Rice, 2015; Ogbodo, 2013). Oleh karena itu, untuk mengatasi permasalahan tersebut, pertanian organik dianjurkan untuk mulai diterapkan.

Pertanian organik bertujuan untuk meningkatkan kondisi pertanian yang

ramah lingkungan dengan menerapkan aktivitas memperhatikan kondisi agroekosistem, memanfaatkan keragaman biota, siklus biologi, aktivitas biologis tanah, dan penggunaan berbagai pupuk dan pestisida ramah lingkungan (Budiasa, 2014; Khorniawati, 2014). Pertanian organik juga dikatakan sebagai sistem pertanian berkelanjutan yang memproduksi hasil pertanian sehat tanpa merusak tanaman (Fawzy, Shedeed, & Hassan, 2016). Penerapan sistem pertanian organik pun telah dilaporkan mampu meningkatkan aktivitas dan kelimpahan mikroba tanah yang berperan dalam meningkatkan kualitas lahan pertanian (Lori, Symnaczyk, Mäder, De Deyn, & Gattinger, 2017). Oleh karena itu, selama dua dekade terakhir, pertanian organik mulai mendapat perhatian di berbagai negara (De Ponti, Rijk, & Van Ittersum, 2012; Yadav et al., 2013) dan mengalami perkembangan yang pesat (Fawzy et al., 2016).

Pemanfaatan pupuk organik merupakan salah satu usaha dalam aktivitas pertanian yang diarahkan ke sistem pertanian organik (Yadav et al., 2013). Pemanfaatan pupuk organik merupakan kebijakan yang vital karena salah satu penyebab utama penurunan kualitas tanah pertanian adalah penggunaan pupuk kimia buatan secara berlebihan (Sharma & Chetani, 2017). Selain itu, pemanfaatan pupuk organik juga dilaporkan mampu meningkatkan kualitas tanah dari sudut pandang komposisi kimianya, seperti peningkatan kadar C, N, P, dan K tanah tersebut (Saldaña Y Hernández et al., 2014).

Di Indonesia, pemanfaatan sistem pertanian organik secara umum maupun penggunaan pupuk organik sebenarnya telah diterapkan di berbagai lokasi (Budiasa, 2014; Khorniawati, 2014; Suwanto, 2008). Namun demikian, penerapan tersebut masih belum optimal. Beberapa kendala merupakan salah satu penyebab kondisi tersebut. Beberapa kendala tersebut, antara lain kurangnya preferensi konsumen akan produk pertanian organik akibat mahalnya produk pertanian tersebut

(Khorniawati, 2014; Silitonga & Salman, 2014), banyak petani menganggap pertanian organik lebih merepotkan (Suwanto, 2008; Widiarta, Adiwibowo, & Widodo, 2011) dan mereka masih kurang terampil dalam menerapkan aktivitas tersebut (Suwanto, 2008), serta sistem pertanian konvensional dianggap lebih menguntungkan serta potensi gagal panen lebih rendah (Khorniawati, 2014; Suwanto, 2008). Padahal, bila dikaji dan diperhatikan lebih lanjut, penggunaan pupuk organik merupakan langkah yang dapat meningkatkan kualitas lahan serta kualitas hasil pertanian para petani Indonesia (Li et al., 2017).

Pupuk kandang merupakan salah satu pupuk organik yang dapat digunakan di berbagai lahan pertanian. Pupuk kandang berasal dari kotoran hewan dan dilaporkan memiliki berbagai kandungan nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman (Eghball, Wienhold, Gilley, & Eigenberg, 2002; Li et al., 2017). Penggunaan pupuk kandang juga dapat digunakan di berbagai tanaman pertanian.

Tomat merupakan salah satu tanaman pertanian yang hasil produksinya berpotensi mengalami peningkatan bila petani tomat memanfaatkan pupuk kandang. Tanaman ini merupakan sayuran yang termasuk dalam suku Solanacea (Knapp & Peralta, 2016) yang sering dibudidayakan di Indonesia (Ickowitz, Rowland, Powell, & Salim, 2016; Jahroh, 2010). Sayuran ini merupakan komoditas yang sering digunakan sebagai bahan pangan masyarakat lokal maupun bahan dasar industri makanan. Pasalnya, selain memiliki tekstur dan rasa yang khas, tomat mengandung berbagai nutrisi penting bagi kesehatan.

Berbagai laporan dan berbagai referensi melaporkan berbagai kandungan nutrisi yang ada di dalam buah tomat. Tomat memiliki kandungan vitamin yang baik untuk tubuh sehingga banyak yang mengemari buah tomat tersebut (Maryanto & Rahmi, 2015). Selain itu, tomat juga kaya akan folat,

vitamin C, dan potasium (Beecher, 1998). karoten juga banyak terkandung pada buah sayuran ini dengan likopen dan hidroksinamat sebagai komponen karoten utama yang ditemukan di dalam tomat (Erba et al., 2013). tomat juga mengandung komponen penting, seperti vitamin E, flavonoid, hingga fitosterol (Beecher, 1998).

Sayangnya, sama halnya dengan tanaman pertanian lainnya, terkadang produksi tomat mengalami penurunan. Selain karena umur simpan buah yang singkat (Colombié et al., 2017; Knapp & Peralta, 2016; Zhang, Zeng, Sun, Zhang, & Chen, 2017), penurunan produksi akibat penurunan kualitas lahan pertanian juga merupakan permasalahan yang dapat dihadapi oleh petani tomat.

Pemanfaatan pupuk kandang dalam pertanian tomat dapat mengatasi permasalahan tingginya permintaan pasar terhadap komoditas ini. Selain itu, pengkajian pengaruh pupuk kandang terhadap tomat dapat digunakan sebagai model prediktif untuk memprediksi pengaruh pupuk kandang terhadap tanaman sayuran lainnya.

Sebenarnya, studi yang mengkaji pengaruh pemberian pupuk kandang terhadap tanaman pertanian telah dilakukan oleh para peneliti terdahulu. Beberapa penelitian meneliti pengaruh kotoran kerbau terhadap tanaman (Amir, 2017), perbandingan pengaruh pupuk organik pada dengan kotoran sapi (Hayati, Mahmud, & Fazil, 2012), kotoran sapi dengan kambing (Winarni, Ratnani, & Riwayat, 2013), kotoran sapi dan kuda (Windyasmara, Pertiwiningrum, & Yusiati, 2012), serta kotoran ayam dan sapi (Ritawati, Firnia, & Rosyitah, 2017; Wibowo, Heddy, & Sugito, 2017). Berdasarkan berbagai laporan penelitian tersebut, artikel yang mengkaji perbedaan pengaruh tiga jenis pupuk kandang yang melibatkan kotoran sapi, kambing, dan ayam terhadap pertumbuhan tanaman tomat masih sulit ditemukan. Beberapa penelitian memang telah melakukan penelitian semacam itu, namun pada tanaman lainnya (Prasetyo, 2014; Satata & Kusuma, 2014). Oleh karena itu, studi pengaruh ketiga jenis

kotoran hewan sebagai bahan dasar pupuk kandang terhadap pertumbuhan tanaman tomat perlu dilakukan. Melalui studi semacam ini, dapat diperoleh informasi jenis kotoran apa yang paling efektif dalam mendorong pertumbuhan tanaman tomat.

METODE DAN BAHAN

Penelitian dilaksanakan di desa Tegalondo, Karangploso kota Malang, Jawa timur. Jl. Notojoyo No. 96. Penelitian ini dimulai pada Bulan April hingga Mei 2018. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas ukur, penggaris, pisau, alat tulis, dan kamera. Bahan yang digunakan berupa benih tanaman tomat, pupuk kandang (sapi, ayam, kambing), media tanaman berupa tanah, polybag ukuran 15 x 18 cm.

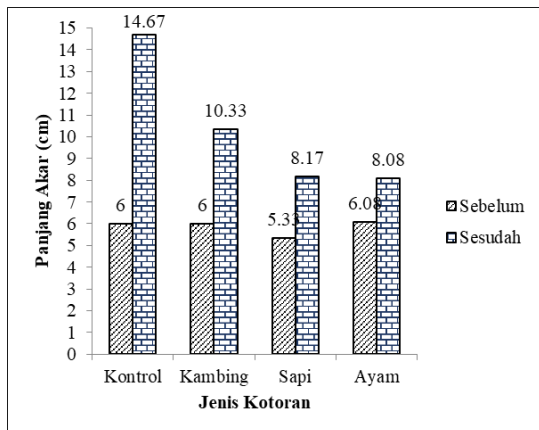
Penelitian ini menggunakan penelitian eksperimen dengan 4 perlakuan dan 6 kali pengulangan dan menggunakan uji Anakova 2 arah dengan melakukan uji tiga perlakuan dan satu kontrol. Tiga perlakuan tersebut menggunakan pupuk sapi, kambing dan ayam masing-masing kombinasi, kombinasi tersebut yaitu: 10 tanaman tomat (kontrol) tidak diberikan perlakuan. 30 tanaman tomat perlakuan diberikan perlakuan dengan memberikan pupuk kandang pada tiap-tiap tanaman, 10 pada tanaman tomat diberikan pupuk kandang sapi, 10 pada tanaman tomat yang diberikan pupuk kandang kambing dan 10 pada tanaman tomat yang diberikan pupuk kandang ayam dengan masing - masing perbandingan 1:3.

Pengamatan dilakukan dengan cara mengukur tinggi dan panjang akar pada awal penanaman dan pada akhir penanaman. Data yang diperoleh akan diuji dengan menggunakan analisis uji *Analysis of Covariance* (ANACOVA). Namun sebelum dilakukan uji Anacova, perlu dilakukan uji Prasyarat terlebih dahulu, berupa uji Normalitas dan uji Homogenitas menggunakan one sampel Kolmogorov-Smirnov dan Levene. Apabila hasil ANACOVA menyimpulkan

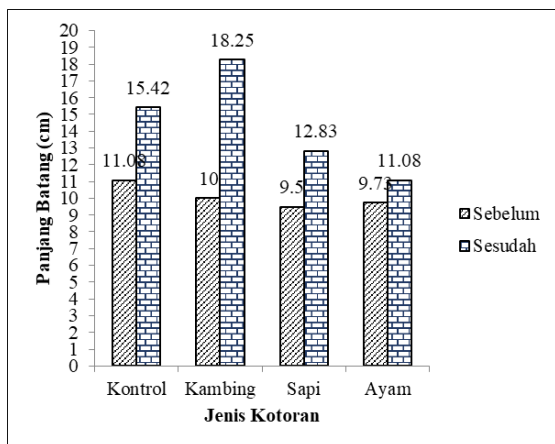
ada perbedaan nyata maka akan dilanjutkan dengan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT). Taraf signifikansi yang digunakan pada analisis data penelitian ini adalah sebesar 5%. SPSS versi 24.0 digunakan sebagai program analisis data pada penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemberian pupuk kandang diyakini memberikan dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman tomat. Pada penelitian ini, pengaruh pemberian berbagai macam pupuk kandang terhadap pertumbuhan tomat didasarkan pada parameter panjang akar dan panjang batang. Data hasil penelitian pengukuran panjang akar dan batang secara berturut-turut disajikan di Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Grafik perkembangan panjang akar setiap kelompok perlakuan



Gambar 2. Grafik perkembangan panjang akar setiap kelompok perlakuan

Berdasarkan Gambar 1, dapat diketahui bahwa kelompok tomat yang nampaknya memiliki pertumbuhan akar paling cepat adalah kelompok kontrol, sedangkan kelompok tomat yang memiliki pertumbuhan akar yang paling lambat adalah tomat-tomat yang diberi pupuk berbahan dasar kotoran ayam. Di sisi lain, berdasarkan Gambar 2, kelompok tanaman yang memiliki perkembangan tinggi batang tercepat adalah tanaman-tanaman yang diberi kotoran kambing. Dari Gambar 2 tersebut, tanaman-tanaman yang diberi kotoran ayam juga nampak memiliki pertumbuhan terlambat.

Selanjutnya, untuk memastikan pemberian berbagai macam kotoran hewan mampu memberikan pengaruh signifikan atau tidak, maka data yang diperoleh di lanjutkan dengan melakukan uji ANACOVA. Namun, sebelum uji hipotesis tersebut dilakukan, analisis data diawali dengan pengujian normalitas (kenormalan data) menggunakan uji *Kolmogorov-Smirnov* serta uji homogenitas menggunakan uji *Levene*. Rangkuman hasil uji normalitas disajikan di Tabel 1, sedangkan rangkuman hasil uji homogenitas di Tabel 2.

Tabel 1. Rangkuman *p-value* hasil Pengujian *Kolmogorov-Smirnov*

Parameter	Jenis Kotoran			
	Kontr ol	Kambing	Sapi	Aya m
Panjang Akar	0,962	0,910	0,701	0,446
Tinggi Batang	0,931	0,866	0,721	0,573

Tabel 2. Hasil pengujian *Levene*

Parameter	Statistics	<i>p-value</i>
Panjang akar	1,731	0,193
Tinggi batang	6,256	0,004

Berdasarkan hasil uji normalitas yang disajikan di Tabel 1, dapat diketahui bahwa seluruh data memiliki *p-value* > 0,05. Oleh karena itu, seluruh data pada penelitian ini terdistribusi normal. Namun, berdasarkan Tabel 2, data panjang akar memiliki *p-value* > 0,05, sedangkan data tinggi batang memiliki *p-value* < 0,05. Dengan demikian, data

panjang akar bersifat homogen, sedangkan data tinggi batang tidak homogen. Selanjutnya, rangkuman hasil uji ANAKOVA dari data panjang akar dan tinggi batang tomat disajikan di Tabel 3.

Tabel 3. Rangkuman hasil uji ANAKOVA

Parameter	F hitung	p-value
Panjang akar	4,443	0,016
Tinggi batang	4,489	0,015

Berdasarkan Tabel 3, dapat diketahui bahwa, hasil uji F pada panjang akar didapatkan nilai F sebesar 4,443 dengan nilai signifikansi sebesar 0,016. Nilai signifikansi lebih kecil dari taraf signifikan α (0,05). Dengan demikian, H_0 ditolak, maka terdapat perbedaan pemberian pupuk pada panjang akar tanaman tomat. Sejalan dengan hasil tersebut, hasil uji F pada tinggi batang didapatkan nilai F sebesar 4,489 dengan nilai signifikansi sebesar 0,0165. Nilai signifikansi lebih kecil dari taraf signifikan ($\alpha=0,05$). Dengan demikian, terdapat perbedaan pemberian pupuk pada tinggi tanaman tomat. Oleh karena hasil analisis kedua parameter menyatakan H_0 ditolak, maka kedua data tersebut dianalisis lebih lanjut menggunakan uji BNT.

Tabel 4. Hasil uji lanjut panjang akar

Kelompok	Rerata terkoreksi	Notasi
Kotoran sapi	7.975	a
Kotoran ayam	8.167	a
Kotoran kambing	10.387	a b
Kontrol	14.720	b

Tabel 5. Hasil uji lanjut tinggi batang

Kelompok	Rerata terkoreksi	Notasi
Kotoran ayam	12.158	a
Kotoran sapi	13.010	a
Kontrol	14.374	a
Kotoran kambing	18.041	b

Berdasarkan rangkuman hasil uji lanjut yang disajikan di Tabel 4 dan 5, panjang akar dan tinggi batang pada penelitian ini menunjukkan hasil berbeda nyata di antara beberapa kelompok perlakuan. Bila dibandingkan dengan kelompok lainnya, tanaman

tomat yang diperlakukan dengan menggunakan pupuk kandang kambing memiliki pertumbuhan yang lebih baik, dilihat dari panjang akar dan tinggi batang. Notasi kelompok tomat ini selalu berada dalam notasi tertinggi. Hal ini diduga karena di dalam limbah kotoran kambing mengandung unsur-unsur hara yang tepat dan yang dibutuhkan oleh tanaman.

Kandungan zat hara pada pupuk kambing diindikasikan lebih baik dari pada pupuk kandang lainnya. Kondisi ini memicu pertumbuhan tanaman tomat dan pengaktifan auksin secara lebih optimal. Marliah, Hayati, & Muliensyah (2012) menyatakan bahwa pertumbuhan dan hasil tanaman akan lebih baik apabila semua unsur hara yang dibutuhkan tanaman berada dalam keadaan yang cukup.

Hasil penelitian tentang pengaruh pengaruh positif pupuk kandang telah banyak dilakukan diantaranya hasil penelitian (Prasetyo, 2014) yang menunjukkan bahwa pemberian pupuk kandang mempunyai banyak pengaruh pada pertumbuhan tanaman. Penelitian lain juga melaporkan bahwa penerapan pupuk kandang pada sayuran mampu menunjukkan hasil yang positif (Pujisiswanto & Pangaribuan, 2008).

Pemberian pupuk pada tanaman mampu menambah persediaan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman tersebut. Hal ini lah yang dapat peningkatan suatu produksi dan mutu hasil tanaman yang dihasilkan (Andayani & Sarido, 2009). Pupuk kandang mempunyai keunggulan dibandingkan dengan pupuk sintesis. Segi ekonominya lebih menguntungkan menggunakan pupuk kandang (Evanita, Widaryanto, & Suwasono, 2014). Keuntungan lain dari pemberian pupuk organik adalah struktur tanah akan menjadi lebih baik. Selain itu, daya serap serta daya pegang tanah terhadap air mampu meningkat. Bahkan, pemberian pupuk organik lebih ramah lingkungan dan tidak berdampak negatif terhadap kehidupan organisme tanah, selain mampu menyediakan unsur hara mikro

maupun makro yang dibutuhkan oleh tanaman (Neliyati, 2005).

Berbagai faktor mampu mempengaruhi kualitas pupuk kandang serta menentukan seberapa besar efek pemberian pupuk tersebut terhadap tanaman. Beberapa faktor tersebut, antara lain jenis hewan ternak, umur hewan, konsumsi pakan ternak, macam alas kandang, hingga wadah penyimpanan pupuk. Oleh karena itu, pada penelitian ini, pupuk kandang dari kotoran kambing memiliki hasil yang berbeda dengan pupuk kandang dari kotoran sapi dan ayam. Dari berbagai pupuk kandang tersebut, selain mengandung unsur makro, juga memiliki unsur mikro, seperti magnesium, kalsium, serta mangan. Berkaitan dengan hasil penelitian kali ini yang menunjukkan ada pengaruh jenis pupuk terhadap pertumbuhan tanaman, telah dilaporkan juga bahwa kandungan berbagai zat dari pupuk berbahan dasar kotoran ayam, kambing, dan sapi memang berbeda-beda (Mawarintiasari, 2013).

Permintaan pasar dan peminat tomat tahun ke tahun mengalami peningkatan. Meningkatnya permintaan pasar, tanaman tomat di Indonesia juga semakin banyak dan lahan yang digunakan untuk pertumbuhan tanaman tomat juga semakin luas. Namun, pada kenyataannya masih banyak petani-petani yang gagal dalam membudidayakan tanaman. Usaha dalam meningkatkan produktivitas lahan dengan pemupukan organik (Pujisiswanto & Pangaribuan, 2008)

Semakin sering pupuk organik atau kompos yang digunakan dalam pertumbuhan atau budidaya tanaman tomat maka tanaman tomat akan semakin cepat tumbuh dan kualitas yang didapatkan akan semakin baik. Namun dalam hal pemberian pupuk juga harus memperhatikan takaran yang harus diberikan pada tanaman, waktu pemberian, pupuk yang digunakan dan cara pemberian pupuk (Boldea, Sala, Rawashdeh, & Luchian, 2015; Hartati, Suryono, & Purnomo, 2018; Maughan, Cardon, & Drost, 2016; Osvalde, 2011;

Sivagnanam, 2016). Semakin optimal pemberian pupuk yang diberikan maka kemungkinan keberhasilan budidaya tanaman tomat akan semakin kecil (Pujisiswanto & Pangaribuan, 2008).

KESIMPULAN

Dari ketiga perlakuan, yaitu pemberian kotoran sapi, kotoran kambing, dan kotoran ayam, menggunakan SPSS dengan Uji Anakova 2 Jalan. Didapatkan hasil analisis data percobaan dengan ketiga perlakuan yaitu ada perbedaan, maka dapat disimpulkan bahwa pemberian pupuk kandang dapat berpengaruh pada perkembangan tinggi batang dan panjang akar tanaman tomat. Pemberian pupuk kandang yang paling baik untuk pertumbuhan tanaman tomat adalah pupuk kandang kotoran kambing.

Perlu adanya penyampaian informasi kepada masyarakat tentang pemanfaatan pupuk kandang berbahan dasar kotoran kambing untuk pertumbuhan tanaman tomat. Dilakukan penelitian yang lebih lanjut mengenai pupuk kandang berbahan dasar kotoran kambing dengan menggunakan tanaman lain, sehingga dapat mengetahui respon pertumbuhan tanaman terhadap pemberian pupuk kandang tersebut. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai informasi bagi masyarakat khususnya para petani. Selain itu, menanggapi hasil analisis data yang menginformasikan bahwa data tidak homogen, maka direkomendasikan untuk melakukan penelitian lebih lanjut untuk mengkonfirmasi hasil penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amir, B. (2017). Pemanfaatan kotoran kerbau sebagai pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi (*Brassica juncea* L). *Perbal: Jurnal Penelitian Berkelanjutan*, 1(1), 1188–1197. Retrieved from <https://journal.uncp.ac.id/index.php/perbal/article/view/681/579>
- Andayani, & Sarido, L. (2009). Uji empat jenis pupuk kandang

- terhadap pertumbuhan dan hasil Tanaman Cabai Keriting (*Capsicum annum* L.). *Sekolah Tinggi Ilmu Pertanian*, (2003), 22–29. Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/30076-ID-uji-empat-jenis-pupuk-kandang-terhadap-pertumbuhan-dan-hasil-tanaman-cabai-kerit.pdf>
- Beecher, G. R. (1998). Nutrient content of tomatoes and tomato products. *Experimental Biology and Medicine*, 218(2), 98–100. <https://doi.org/10.3181/00379727-218-44282a>
- Boldea, M., Sala, F., Rawashdeh, H., & Luchian, D. (2015). Evaluation of agricultural yield in relation to the doses of mineral fertilizers. *Journal of Central European Agriculture*, 16(2), 149–161. <https://doi.org/10.5513/JCEA01/16.2.1603>
- Budiasa, I. W. (2014). Organic farming as an innovative farming system development model toward sustainable agriculture in Bali. *Asian Journal of Agriculture and Development, Southeast Asian Regional Center for Graduate Study and Research in Agriculture (SEARCA)*, (1), 1–11. Retrieved from https://ageconsearch.umn.edu/bitstream/200293/2/AJAD_2014_11_1_4Budiasa.pdf
- Colombié, S., Beauvoit, B., Nazaret, C., Bénard, C., Vercambre, G., Le Gall, S., ... Gibon, Y. (2017). Respiration climacteric in tomato fruits elucidated by constraint-based modelling. *New Phytologist*, 213(4), 1726–1739. <https://doi.org/10.1111/nph.14301>
- De Ponti, T., Rijk, B., & Van Ittersum, M. K. (2012). The crop yield gap between organic and conventional agriculture. *Agricultural Systems*, 108, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2011.12.004>
- Eghball, B., Wienhold, B., Gilley, J., & Eigenberg, R. (2002). Mineralization of manure nutrients. *Journal of Soil and ...*, 57(6), 470–473. <https://doi.org/10.1006/meth.2001.1262>
- Erba, D., Casiraghi, M. C., Ribas-Agustí, A., Cáceres, R., Marfà, O., & Castellari, M. (2013). Nutritional value of tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) grown in greenhouse by different agronomic techniques. *Journal of Food Composition and Analysis*, 31(2), 245–251. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2013.05.014>
- Evanita, E., Widaryanto, E., & Suwasono, Y. B. (2014). Pengaruh pupuk kandang sapi pada pertumbuhan dan hasil tanaman terong (*solanum melongena*) pada pola tanam tumpangsari dengan rumput gajah (*penisetum purpureum*) tanaman pertama the influence of cattle dropping fertilizer on growth and yield of the eg. *Jurnal Produksi Tanaman*, 2(7), 533–541. Retrieved from [http://download.portalgaruda.org/article.php?article=276464&val=6473&title=PENGARUH PUPUK KANDANG SAPI PADA PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN TERONG \(Solanum melongena L\) PADA POLA TANAM TUMPANGSARI DENGAN RUMPUT GAJAH \(Penisetum purpureum\) TANAMAN PERTAMA](http://download.portalgaruda.org/article.php?article=276464&val=6473&title=PENGARUH PUPUK KANDANG SAPI PADA PERTUMBUHAN DAN HASIL TANAMAN TERONG (Solanum melongena L) PADA POLA TANAM TUMPANGSARI DENGAN RUMPUT GAJAH (Penisetum purpureum) TANAMAN PERTAMA)
- Fawzy, Z. F., Shedeed, S. I., & Hassan, N. M. K. (2016). A review of organic agricultural of some vegetables crops. *American Journal of Food Science and Health*, 2(3), 25–31. Retrieved from <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/%0A1>
- Hartati, S., Suryono, & Purnomo, D. (2018). Effectiveness and efficiency of potassium fertilizer application to increase the production and quality of rice in entisols. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 142(1). <https://doi.org/10.1088/1755->

- 1315/142/1/012031
Hayati, E., Mahmud, T., & Fazil, R. (2012). Pengaruh jenis pupuk organik dan varietas terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman cabai (*Capsicum annum* L.). *J. Floratek*, 7, 173–181. Retrieved from <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/floratek/article/viewFile/532/452>
- Ickowitz, A., Rowland, D., Powell, B., & Salim, M. A. (2016). Forests, trees, and micronutrient-rich food consumption in Indonesia. *PLoS ONE*, 11(5), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0154139>
- Jahroh, S. (2010). Organic farming development in Indonesia: Lessons learned from organic farming in West Java and North Sumatra. *Innovation and Sustainable Development in Agriculture and Food 2010*, 1–11. Retrieved from <http://nonrumpasca.lecture.ub.ac.id/files/2012/02/publication-of-indonesia-organic-farm.pdf>
- Karlen, D. L., & Rice, C. W. (2015). Soil degradation: Will humankind ever learn? *Sustainability (Switzerland)*, 7(9), 12490–12501. <https://doi.org/10.3390/su70912490>
- Khorniawati, M. (2014). Produk pertanian organik di Indonesia: Tinjauan atas preferensi konsumen Indonesia terhadap produk pertanian organik lokal. *Jurnal Studi Manajemen*, 8(2), 1–182. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Knapp, S., & Peralta, I. E. (2016). The tomato (*Solanum lycopersicum* L., Solanaceae) and its botanical relatives. In M. Causse (Ed.), *The Tomato Genome* (pp. 7–22). Berlin: Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/978-94-009-3137-4>
- Li, S., Li, J., Li, G., Li, Y., Yuan, J., & Li, D. (2017). Effect of different organic fertilizers application on soil organic matter properties. *Compost Science and Utilization*, 25(1), S31–S36. <https://doi.org/10.1080/1065657X.2017.1344160>
- Lori, M., Symnaczik, S., Mäder, P., De Deyn, G., & Gattinger, A. (2017). Organic farming enhances soil microbial abundance and activity—A meta-analysis and meta-Regression. *PLoS ONE*, 12(7), 1–25. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0180442>
- Marliah, A., Hayati, M., & Muliansyah, I. (2012). Pemanfaatan pupuk organik cair terhadap pertumbuhan dan hasil beberapa varietas tomat (*lycopersium esculentum* l.). *Jurnal Agrista*, 16(3), 122–128. Retrieved from <http://www.jurnal.unsyiah.ac.id/agrista/article/view/656/564>
- Maryanto, & Rahmi, A. (2015). Pengaruh jenis dan dosis pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill) varietas permata. *Jurnal Agrifor*, 14(1), 87–94. Retrieved from <https://media.neliti.com/media/publications/30133-ID-pengaruh-jenis-dan-dosis-pupuk-organik-terhadap-pertumbuhan-dan-hasil-tanaman-to.pdf>
- Maughan, T., Cardon, G., & Drost, D. (2016). Calculating Fertilizer for Small Areas. Retrieved from https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2588&context=extension_curall
- Mawarintiasari, R. (2013). *Pengaruh berbagai jenis kotoran ternak terhadap kualitas pupuk organik*. Universitas Muhammadiyah Malang. Retrieved from <http://eprints.umm.ac.id/26715/>
- Neliyati. (2005). Pertumbuhan dan hasil tanaman tomat pada beberapa dosis kompos sampah kota [growth and yield of tomato grown on different dosages of city waste]. *Jurnal Agronomi*, 5, 93–98. Retrieved from <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=11975&val=876>
- Ogbodo, E. N. (2013). Impact of the use

- of inorganic fertilizers to the soils of the Ebonyi state Agro-ecology, South-Eastern Nigeria. *Journal of Environment and Earth Science*, 3(7), 33–38. Retrieved from <http://www.iiste.org/Journals/index.php/JEES/article/view/6353/6423>
- Oswalde, A. (2011). Optimization of plant mineral nutrition revisited: the roles of plant requirements, nutrient interactions, and soil properties in fertilization management. *Environmental and Experimental Biology*, 9(3), 1–8. Retrieved from http://eeb.lu.lv/EEB/201108/EEB_9_Oswalde.pdf
- Pimentel, D., & Burgess, M. (2013). Soil erosion threatens food production. *Agriculture*, 3(3), 443–463. <https://doi.org/10.3390/agriculture3030443>
- Prasetyo, R. (2014). Pemanfaatan berbagai sumber pupuk kandang sebagai sumber N dalam budidaya cabai merah (*Capsicum annum* L) di Tanah Berpasir. *Planta Tropika Journal of Agro Science*, 2(2), 125–132. <https://doi.org/10.18196/pt.2014.032.125-132>
- Pujisiswanto, H., & Pangaribuan, D. (2008). Pengaruh dosis kompos pupuk kandang sapi terhadap pertumbuhan dan produksi buah tomat. In *Seminar Nasional Sanis dan Teknologi II* (pp. 17–18). Lampung: Universitas Lampung.
- Ritawati, S., Firnia, D., & Rosyitah, I. (2017). Pengaruh pemberian beberapa jenis pupuk kotoran hewan dan konsentrasi air kelapa terhadap hasil tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). *Jurnal Agroetnologi*, 9(1). Retrieved from <http://jurnal.untirta.ac.id/index.php/jav/article/download/2523/1966>
- Saldaña Y Hernández, M. I., Álvarez, R. G., Rivera Cruz, M. D. C., Solís, J. D. Á., García, C. F. O., & Fernández, J. M. P. (2014). The influence of organic fertilizers on the chemical properties of soil and the production of *Alpinia purpurata*. *Interciencia*, 39(11), 809–815. <https://doi.org/10.4067/S0718-16202014000200008>
- Sasmal, J., & Weikard, H. P. (2013). Soil degradation, policy intervention and sustainable agricultural growth. *Quarterly Journal of International Agriculture*, 52(4), 309–328.
- Satata, B., & Kusuma, M. E. (2014). Pengaruh tiga jenis pupuk kotoran ternak (sapi, ayam, dan kambing) terhadap pertumbuhan dan produksi rumput *Brachiaria humidicola*. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 3(2), 5–9. Retrieved from [http://download.portalgaruda.org/article.php?article=294280&val=5954&title=Pengaruh tiga jenis pupuk kotoran ternak \(sapi, ayam, kambing\) terhadap pertumbuhan dan produksi rumput *Brachiaria humidicola*](http://download.portalgaruda.org/article.php?article=294280&val=5954&title=Pengaruh%20tiga%20jenis%20pupuk%20kotoran%20ternak%20(sapi,%20ayam,%20kambing)%20terhadap%20pertumbuhan%20dan%20produksi%20rumput%20Brachiaria%20humidicola)
- Sharma, A., & Chetani, R. (2017). A review on the effect of organic and chemical fertilizers on plants. *International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET)*, 5(2), 677–680. Retrieved from <https://www.ijraset.com/files/serve.php?FID=6329>
- Silitonga, J., & Salman. (2014). Analisis permintaan konsumen terhadap sayuran organik di pasar modern Kota Pekanbaru. *Jurnal Dinamika Pertanian*, 29(1), 79–86. Retrieved from <http://journal.uir.ac.id/index.php/dinamikapertanian/article/download/862/541/>
- Sivagnanam, J. K. (2016). *Adoption of recommended doses of fertilisers on soil test basis by farmers for paddy and groundnut in Tamil Nadu*. Bangalore. Retrieved from <http://agro.unom.ac.in/wp-content/uploads/2016/04/combine.pdf>
- Suwantoro, A. A. (2008). *Analisis pengembangan pertanian organik di Kabupaten Magelang (studi*

- kasus di Kecamatan Sawangan*).
UNDIP - Tesis. Universitas
Diponegoro. Retrieved from
http://eprints.undip.ac.id/16429/1/Andreas_Avelinus_Suwantoro.pdf
- Vallejo, A. M. (2014). *From soil nutrient balances to regional policy analysis: a case study of integrated assessment in Machakos, Kenya*. Retrieved from http://intranet-dist.cirad.fr/e_services/commandes/commande_ouvrages
- Wibowo, M. A., Heddy, Y. B. S., & Sugito, Y. (2017). Pengaruh macam pupuk organik dan dosis NPK pada hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 5(7), 1126–1132. Retrieved from <http://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/viewFile/486/489>
- Widiarta, A., Adiwibowo, S., & Widodo. (2011). Analisis keberlanjutan praktik pertanian organik di kalangan petani. *Sodality : Jurnal Transdisiplin Sosiologi, Komunikasi Dan Ekologi Manusia*, 05(01), 71–89. <https://doi.org/1978-4333>
- Winarni, E., Ratnani, R. D., & Riwayati, I. (2013). Pengaruh jenis pupuk organik terhadap pertumbuhan tanaman kopi. *Momentum*, 9(1), 35–39. Retrieved from <https://publikasiilmiah.unwahas.ac.id/index.php/MOMENTUM/article/download/847/959>
- Windyasmara, L., Pertiwinigrum, A., & Yusiati, L. M. (2012). Pengaruh jenis kotoran ternak sebagai substrat dengan penambahan serasah daun jati (*Tectona grandis*) terhadap karakteristik biogas pada proses fermentasi. *Buletin Peternakan*, 36(1), 40–47. Retrieved from <https://journal.ugm.ac.id/buletinpeternakan/article/download/1275/1087>
- Yadav, S. K., Babu, S., Yadav, M. K., Singh, K., Yadav, G. S., & Pal, S. (2013). A review of organic farming for sustainable agriculture in northern India. *International Journal of Agronomy*, 2013, 1–8. <https://doi.org/10.1155/2013/718145>
- Zhang, J., Zeng, L., Sun, H., Zhang, J., & Chen, S. (2017). Using chitosan combined treatment with citric acid as edible coatings to delay postharvest ripening process and maintain tomato (*Solanum lycopersicon* Mill.) quality. *Journal of Food and Nutrition Research*, 5(3), 144–150. <https://doi.org/10.12691/jfnr-5-3-1>