

Pengaruh Pemberian Bahan Organik terhadap Ketersediaan Hara serta Serapan Nitrogen oleh Jagung (*Zea mays* L.) pada Tanah Ultisols

Ahmad Mustaqim, Hairil Ifansyah*, Akhmad Rizalli Saidy

Program Studi Ilmu Tanah, Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat, Jalan Jenderal A.Yani KM 36 Simpang Empat, Banjarbaru 70714, Indonesia

* Email penulis: hifansyah@ulm.ac.id

Informasi Artikel

Received 14 April 2023

Accepted 14 Juli 2023

Published 31 Juli 2023

Online 31 Juli 2023

Keywords:

*N Uptake of Corn Plant
Organic Ingredients; Ultisol
Soil*

Abstract

Ultisols distributes widely in Indonesia, but this soil has low fertility. Therefore, the application of organic matter (OM) is a common management to increase this soil fertility. The purpose of this study was to determine the role of different types of OM (originated from animals and plants) on the availability of N, P, K as well as nitrogen uptake in maize planted in Ultisols. Soil with a mass of 5 kg without organic matter (control), with the application of chicken manure, cow manure, swallow manure, kirinyuh, babadotan, and kalopo manure were incubated in experimental pots for two weeks at 60% field capacity. After the incubation period, soil sub-sampling was carried out for the determination of available N, available P and exchangeable K. Furthermore, in each experimental pot, corn seeds were planted, and the observations of dry weight of corn and N uptake were observed in a vegetative phase. The results showed that the application of different types of OM increased soil pH, NO₃ content, exchangeable K, plant dry weight and plant N uptake. The content of ammonium and available P was not affected by OM addition. The results also showed that OM derived from animals resulted in higher increases in pH and exchangeable K than those derived from plants. However, OM derived from plants resulted in higher increases in NO₃, plant dry weight and better plant N uptake than OM from animal waste. The results of this study show that the application of OM results increases in some soil chemical properties, in which the degree of increases was is controlled by the OM origin.

1. Pendahuluan

Ultisol merupakan salah satu jenis tanah di Indonesia yang mempunyai luas sebaran mencapai 45.794.000 ha atau sekitar 25% dari total luas daratan Indonesia (Subagyo et al., 2004). Sebaran yang terluas terdapat pada Pulau Kalimantan, yaitu 21.938.000 ha, diikuti oleh Sumatra seluas 9.469.000 ha, Maluku dan Papua seluas 8.859.000 ha, Sulawesi seluas 4.303.000 ha, dan Nusa Tenggara seluas 53.000 ha.

Tanah Ultisols mempunyai kandungan bahan organik yang rendah. Bahan organik tanah sangat penting karena keberadaannya dapat menentukan status kesuburan tanah, memperbaiki struktur tanah, aerasi, serta meningkatkan populasi atau kehidupan mikroorganisme tanah. Bahan organik tanah merupakan kumpulan beragam senyawa-senyawa organik kompleks yang sedang atau telah mengalami proses dekomposisi, baik berupa humus hasil humifikasi maupun senyawa-senyawa anorganik hasil mineralisasi (Sokolov et al., 2021). Bahan organik dapat menyumbangkan hara yang dapat diserap tanaman, namun hara yang diberikan oleh bahan organik relatif sedikit dan proses ketersediannya juga cukup lama. Bahan organik mampu meningkatkan serapan N tanaman jagung, peningkatan N tanaman salah satunya disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi nitrogen tersedia dalam tanah (Putra et al., 2015). Peningkatan serapan N tanaman dapat disebabkan oleh meningkatnya ketersediaan N dalam tanah yang bersumber dari bahan organik. Pemberian bahan organik juga dapat menambah unsur hara dalam tanah (Fidiansyah et al., 2021). Terutama unsur N yang memiliki fungsi utama untuk perkembangan tanaman, semakin banyak hara yang tersedia pada tanah dan unsur N yang diserap tanaman juga meningkat. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengkaji pengaruh bahan organik dalam mendukung ketersediaan unsur hara dan

serapan hara pada tanaman jagung di tanah Ultisols.

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan dan Alat

Bahan penelitian yang digunakan antara lain tanah ultisol pengambilan sampel tanah dilakukan di Kelurahan Cempaka Banjarbaru Kalimantan Selatan. Pupuk kotoran ayam yang digunakan sebagai perlakuan diambil di Kelurahan Cempaka Kabupaten Banjarbaru. Pupuk kotoran sapi yang digunakan sebagai perlakuan diambil di Kelurahan Kraton Kecamatan Martapura. Pupuk kotoran burung walet yang digunakan sebagai perlakuan diambil di Kelurahan Cempaka Kabupaten Banjarbaru. Tanaman kirinyuh sebagai bahan penelitian diambil dari Kelurahan Guntung Paikat Kabupaten Banjarbaru. Tanaman kalopo sebagai bahan penelitian diambil di Kelurahan Palam Kabupaten Banjarbaru. Tanaman *babadotan* sebagai bahan penelitian diambil di Kelurahan palam Kabupaten Banjarbaru. Pupuk mutiara digunakan sebagai pupuk dasar, Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain pot digunakan sebagai tempat tanah dan penambahan perlakuan dengan diameter pot 17 cm. Cangkul digunakan untuk mengambil tanah. Karung digunakan sebagai wadah saat pengambilan tanah. Alat tulis digunakan untuk mencatat hasil pengamatan. Ayakan digunakan untuk menyaring tanah kering udara yang ditumbuk dan diayak dengan ukuran 2 mm.

2.2. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama empat bulan, yaitu dari bulan Mei tahun 2021 hingga Agustus tahun 2021, yang meliputi kegiatan lapangan dan analisis di laboratorium. Penelitian ini adalah percobaan pot yang dilakukan di lapangan, sedangkan analisis laboratorium dilakukan di Laboratorium Fisika, Kimia dan Biologi Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.

2.3. Metode Penelitian

Metode penelitian ini merupakan percobaan pot yang dilaksanakan dilapangan dan ditata dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap. Perlakuan yang diaplikasikan adalah perlakuan faktor tunggal. Pada masing-masing perlakuan diulang empat kali sehingga diperoleh 28 satuan percobaan.

2.4. Pelaksanaan Penelitian

Pot yang sudah berisi contoh tanah 5 kg untuk kemudian dicampur dengan masing-masing pupuk organik (sudah disiapkan seperti tersebut diatas) sesuai perlakuan, diinkubasi selama dua minggu dengan mempertahankan kadar airnya (kelembaban tanah) sebesar $\pm 60\%$ kapasitas lapangan. Setelah masa inkubasi berakhir dari masing-masing satuan percobaan diambil ± 30 g contoh tanahnya untuk dilakukan analisa N-tersedia, P-tersedia, K-tersedia dan pH. Selanjutnya pada masing-masing pot percobaan ditanam bibit jagung, yaitu dengan memasukkan tiga biji benih pada lubang di masing-masing pot percobaan, kemudian dilakukan penjarangan. Selama pertumbuhan tanaman dilakukan pemeliharaan dengan memberikan penyiraman satu kali/hari pada pagi atau sore hari untuk menjaga kelembaban tanah $\pm 60\%$ kapasitas lapang, dilakukan penyulaman bila ada tanaman yang mati, penyulaman dilakukan dengan menggunakan bibit tanaman yang ditanam ditempat berbeda dengan umur yang sama. Pemberian pupuk dasar NPK Mutiara dengan dosis 7 g/pot dilakukan bersamaan dengan pemberian perlakuan. Setelah tanaman jagung mengeluarkan bunga jantan, tanaman dipanen kemudian di oven untuk analisa berat kering dan serapan N tanaman jagung.

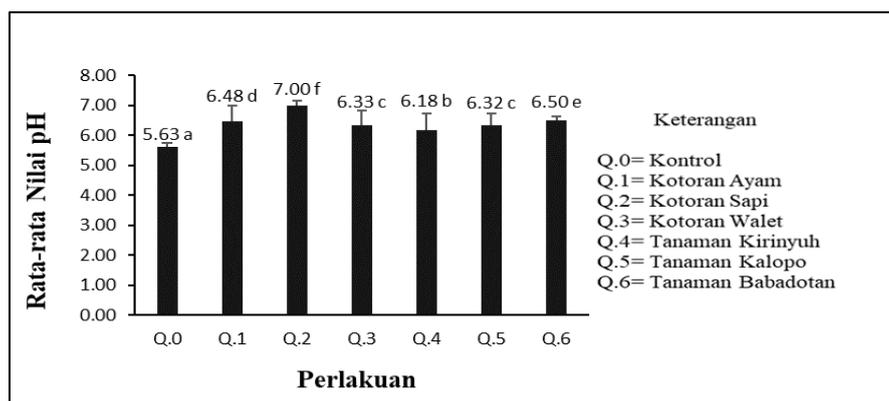
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Nilai pH Tanah

Data hasil penelitian pengaruh pemberian berbagai macam bahan organik terhadap pH tanah. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian berbagai macam bahan organik berpengaruh sangat nyata terhadap perubahan nilai pH tanah. Hasil uji beda nilai tengah terhadap perubahan nilai pH tanah dapat dilihat pada Gambar 1.

Hasil uji beda nilai tengah menunjukkan bahwa pemberian bahan organik mampu meningkatkan nilai pH tanah (Gambar 1). Rata-rata pH tertinggi berada pada perlakuan Q.2 (kotoran sapi) yaitu sebesar 7.00 sedangkan nilai rata-rata pH terendah terdapat pada Q.0 (kontrol) yaitu 5.63. Pemberian berbagai macam bahan organik pada tanah yang bersifat masam dapat meningkatkan pH tanah, kondisi ini karena sifat bahan organik yang mampu mengikat hidrogen (Atmojo, 2003). Pemberian bahan organik kedalam tanah baik dalam bentuk kompos, pupuk kandang atau pupuk hijau dapat meningkatkan pH tanah. Setijono (1996) menyatakan bahwa dekomposisi bahan organik menghasilkan senyawa organik yang mampu mengikat Al dan Fe yang merupakan salah satu sumber yang mempengaruhi pH tanah, selain itu juga dekomposisi bahan organik menghasilkan kation basa yang mampu meningkatkan pH. Kondisi ini kiranya yang terjadi pada penelitian ini di mana pemberian berbagai macam bahan organik (kotoran ayam, kotoran sapi, kotoran walet, tanaman kirinyuh, tanaman kalopo, dan tanaman *babadotan*) mampu meningkatkan pH tanah seperti yang terlihat pada Gambar 1. Pemberian bahan organik yang berasal dari kotoran hewan seperti kotoran ayam, sapi dan walet relatif lebih tinggi dalam meningkatkan pH dari pada

pemberian bahan organik yang berasal dari tanaman seperti tanaman kirinyuh, kalopo dan *babadotan*.



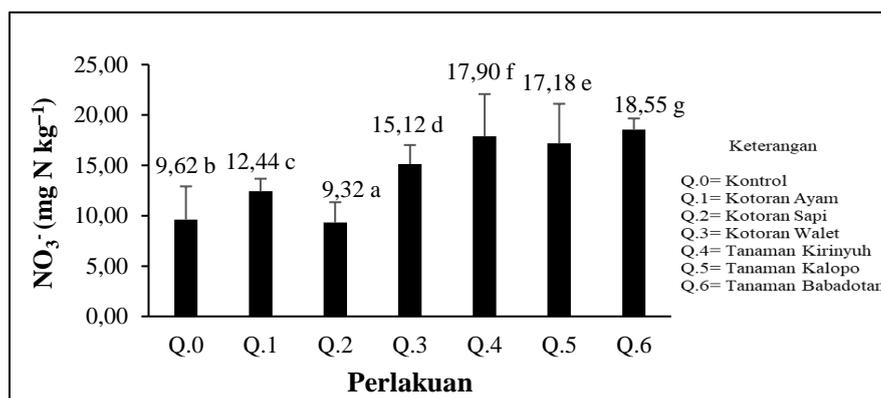
Gambar 1. Perubahan pH tanah karena pemberian berbagai macam bahan organik. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata berdasarkan Uji DMRT dengan taraf kesalahan 5%).

3.2. Konsentrasi N-Amonium (N-NH₄⁺) Tanah

Hasil penelitian ini menunjukkan pemberian berbagai macam bahan organik (kotoran ayam, kotoran sapi, kotoran walet, tanaman kirinyuh, tanaman kalopo, dan tanaman *babadotan*) tidak mampu meningkatkan kandungan NH₄⁺ dalam tanah. Menurut Hanafiah (2005) menyatakan konsentrasi NO₃⁻ lebih dominan dari pada konsentrasi NH₄⁺ di dalam tanah, dan menurut Salisbury dan Ross (1995) menyatakan bahwa ion NH₄⁺ dapat hilang atau menjadi tidak tersedia bagi tanaman karena sebagian besar NH₄⁺ ditanah telah mengalami proses nitrifikasi sehingga sebagian besar nitrogen tersedia di dalam tanah berada dalam bentuk NO₃⁻. Kisaran kandungan NH₄⁺ 6,69 sampai 9,71. Sedangkan kisaran kandungan NO₃⁻ 5,45 – 22,83. Kondisi ini didukung karena tanah yang gembur, airase baik memungkinkan sangat membantu proses nitrifikasi terjadi sehingga NH₄⁺ menjadi tidak terlihat di dalam tanah atau NH₄⁺ menjadi NO₃⁻ (Gusmara, 1998).

3.3. Konsentrasi N-Nitrat (N-NO₃⁻) Tanah

Data hasil penelitian pengaruh pemberian berbagai macam bahan organik terhadap NO₃⁻ tanah. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian berbagai macam bahan organik memberikan pengaruh sangat nyata terhadap konsentrasi NO₃⁻ di dalam tanah. Hasil uji beda nilai konsentrasi NO₃⁻ tanah dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Konsentrasi nitrat tanah karena pemberian berbagai macam bahan organik. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang tidak berbeda berdasarkan Uji DMRT dengan taraf kesalahan 5%).

Pemberian bahan organik mampu meningkatkan kandungan nitrat tanah, kecuali pada pemberian kotoran sapi (Q.2) yang menyebabkan kandungan nitrat di tanah lebih rendah dibanding kontrol (Q.0). Konsentrasi nitrat tertinggi diamati pada perlakuan tanaman *babadotan* (Q.6), yaitu sebesar 18.55 mg N kg⁻¹, sedangkan konsentrasi nitrat terendah terdapat pada pemberian kotoran sapi (Q.2), yaitu sebesar 9.32 mg N kg⁻¹ (Gambar 2). Penurunan ini terjadi karena ketersediaan unsur N dari bahan organik yang berasal dari kotoran sapi mengandung serat yang tinggi mengakibatkan saat proses dekomposisi yang lambat sehingga pada waktu yang sama organisme mengambil

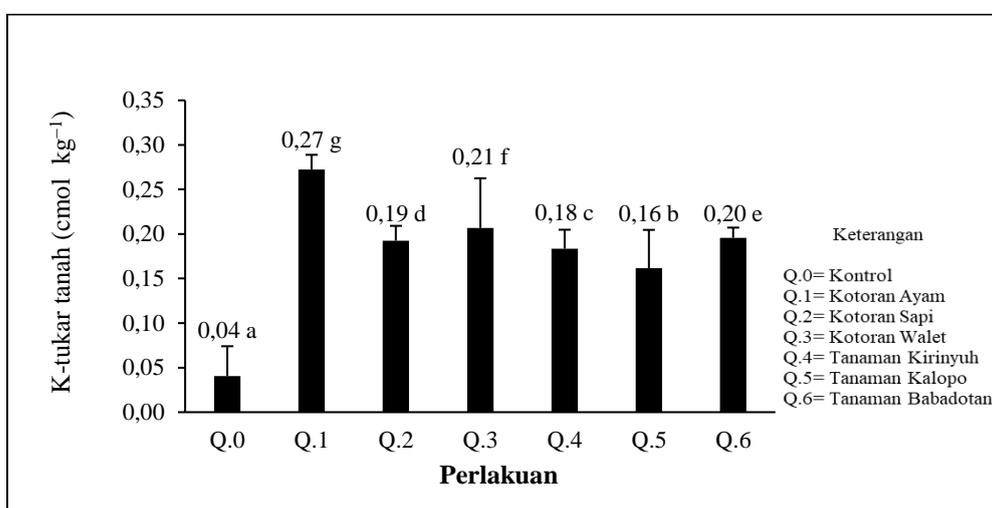
N didalam tanah mengakibatkan kurangnya kandungan N dalam tanah (Aguliar-Paredes et al., 2012). Pemberian bahan organik yang berasal dari tanaman seperti tanaman kirinyuh, kalopo dan *babadotan* relatif lebih tinggi dalam menyumbang nitrat dalam tanah dari pada bahan organik yang berasal dari kotoran hewan, karena memiliki kandungan N yang cukup besar.

3.4. P-Tersedia Tanah

Hasil penelitian menunjukkan pemberian berbagai macam bahan organik tidak memberikan pengaruh terhadap P-tersedia. Sejalan dengan pernyataan Rajan et al. (1996) dan Nurhartanto et al. (2020) yang menyatakan bahwa setiap tanah memiliki respon berbeda terhadap penambahan bahan organik dalam meningkatkan P-tersedia dalam tanah. Pada tanah masam P-tersedia akan terikat dan tidak dapat larut secara bebas. Kondisi ini kiranya yang terjadi pada penelitian ini dimana pemberian berbagai bahan organik (kotoran ayam, kotoran sapi, kotoran walet, tanaman kirinyuh, tanaman kalopo, dan tanaman *babadotan*) tidak mampu meningkatkan kandungan P-tersedia dalam tanah disebabkan karena unsur P dalam tanah diikat oleh Al dan Fe, sehingga ketersediaan hara P dalam tanah menjadi relatif rendah (Setiawati et al., 2009).

3.5. K-dd Tanah

Data hasil penelitian pengaruh pemberian berbagai macam bahan organik terhadap K-tukar tanah. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian berbagai macam bahan organik memberikan pengaruh sangat nyata terhadap perubahan nilai K-tukar dalam tanah. Hasil uji nilai tengah terhadap perubahan nilai K-tukar tanah dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kandungan K-tukar tanah karena pemberian berbagai macam bahan organik. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang tidak berbeda berdasarkan Uji DMRT dengan taraf kesalahan 5%.

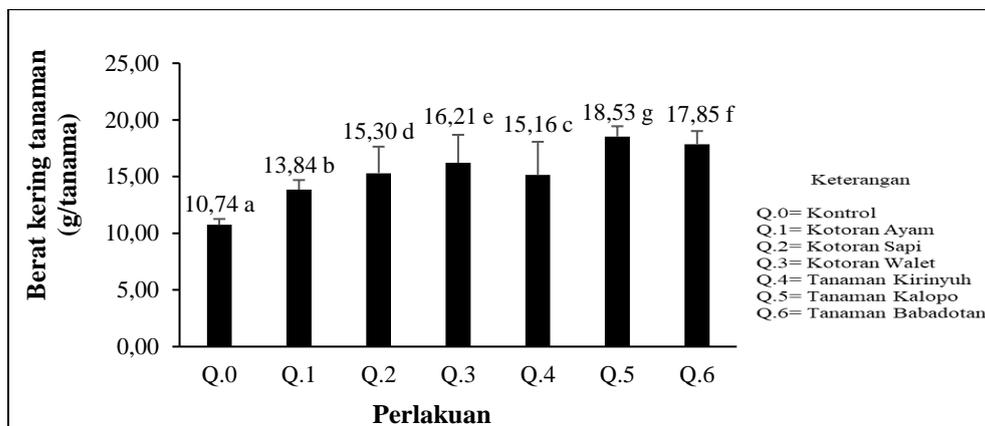
Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian bahan organik mampu meningkatkan kandungan K-tukar tanah. Kandungan K-tukar tanah tertinggi berada pada perlakuan kotoran ayam (Q.1) yaitu sebesar 0,27 cmol kg⁻¹, sedangkan kandungan K-tukar tanah terendah terdapat pada kontrol (Q.0) yaitu sebesar 0,04 cmol kg⁻¹. hal ini karena pemberian bahan organik diberikan menambahkan KTK tanah atau muatan negatif tanah akan meningkat sehingga bertambah banyak, bila ada unsur hara dalam bentuk K akan ditahan karna ada bahan organik yang bermuatan negatif sehingga kalium yang terkandung didalam larutan tanah bertambah. Pemberian bahan organik yang mengandung kalium kedalam tanah mampu meningkatkan kandungan K-tersedia melalui proses dekomposisi dari bahan organik tersebut (Soepardi, 1983).

Pemberian berbagai macam bahan organik (kotoran ayam, kotoran sapi, kotoran walet, tanaman kirinyuh, tanaman kalopo, dan tanaman *babadotan*) mampu meningkatkan K-dd tanah seperti yang terlihat pada Gambar 3. Pemberian bahan organik yang berasal dari kotoran hewan seperti kotoran ayam, sapi dan walet relatif lebih tinggi dalam meningkatkan K-dd tanah dari pada pemberian bahan organik yang berasal dari tanaman seperti tanaman kirinyuh, kalopo dan *babadotan*. Pupuk dengan kandungan hara NPK sangat diperlukan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan perkembangannya (Gani et al., 2021).

3.6. Berat Kering Tanaman

Data hasil penelitian pengaruh pemberian berbagai macam bahan organik terhadap berat kering tanaman. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa pemberian berbagai macam bahan organik memberikan pengaruh sangat nyata

terhadap berat kering tanaman. Hasil uji nilai tengah terhadap perubahan nilai berat kering tanaman dapat dilihat pada Gambar 4.

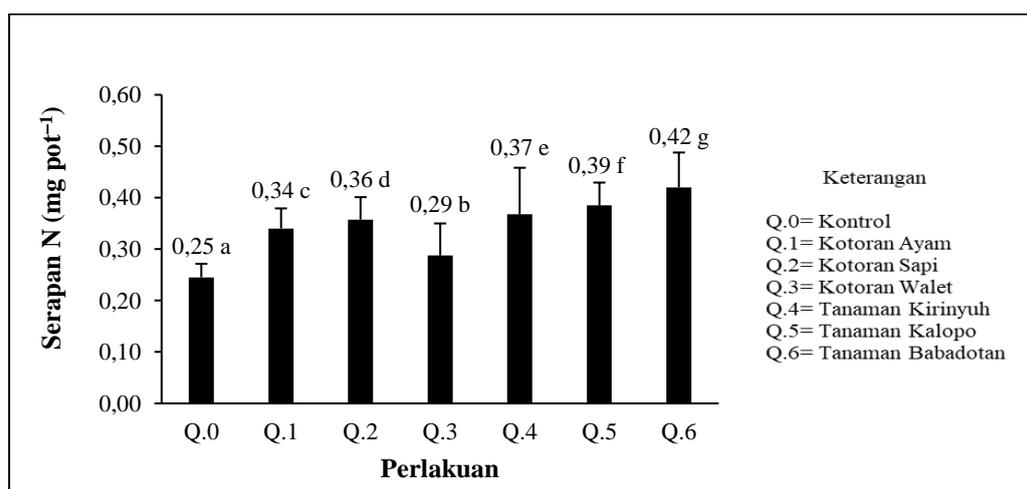


Gambar 4. Perubahan berat kering tanaman karena pemberian berbagai macam bahan organik (Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan Uji DMRT dengan taraf kesalahan 5%).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian bahan organik mampu meningkatkan nilai berat kering tanaman (Gambar 4). Berat kering tanaman tertinggi berada pada perlakuan tanaman kalopo (Q.5) yaitu sebesar $18,53 \text{ g tanaman}^{-1}$, sedangkan berat kering tanaman terendah terdapat pada kontrol (Q.0), yaitu sebesar $10,74 \text{ g tanaman}^{-1}$. Pemberian bahan organik mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara pada tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman, ini sesuai pendapat dari Mangel et al. (2001) menyatakan bahwa bila hara dalam tanah meningkat maka jumlah hara yang dapat diserap tanaman juga akan meningkat (Gambar 5). Pemberian bahan organik yang berasal dari tanaman seperti tanaman kirinyuh, kalopo dan *babadotan* relatif lebih tinggi menghasilkan nilai berat kering tanaman dari pada pemberian bahan organik yang berasal dari kotoran hewan seperti kotoran ayam, sapi dan wallet.

3.7. Serapan N Tanaman Jagung

Data hasil penelitian pengaruh pemberian berbagai macam bahan organik terhadap serapan N tanaman. Hasil analisis ragam menunjukan bahwa pemberian berbagai macam bahan organik memberikan pengaruh sangat nyata terhadap serapan N tanaman. Hasil uji nilai tengah terhadap serapan N tanaman dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Serapan N tanaman karena pemberian berbagai macam bahan organik (Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata berdasarkan Uji DMRT dengan taraf kesalahan 5%).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian bahan organik mampu meningkatkan serapan N tanaman (Gambar 5). Serapan N tanaman tertinggi berada pada perlakuan tanaman *babadotan* (Q6), yaitu sebesar $0,42 \text{ mg pot}^{-1}$, sedangkan serapan N tanaman terendah terdapat pada kontrol (Q0), yaitu sebesar $0,25 \text{ mg pot}^{-1}$ (Gambar 5).

Peningkatan serapan nitrogen (N) tanaman salah satunya disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi N tersedia dalam tanah (Putra et al., 2015). Wahyudi (2009), peningkatan serapan N tanaman keterkaitan dengan peningkatan bobot berat kering tanaman. Menurut Handayanto (1998) pemberian bahan organik juga dapat menambah unsur hara dalam tanah terutama unsur N yang memiliki fungsi utama untuk perkembangan tanaman. Mangel et al. (2001) menyatakan bahwa semakin banyak hara yang tersedia pada tanah dan unsur N yang diserap tanaman juga meningkat. Kondisi ini kiranya yang terjadi pada penelitian ini dimana pemberian berbagai bahan organik (kotoran ayam, kotoran sapi, kotoran walet, tanaman kirinyuh, tanaman kalopo, dan tanaman *babadotan*) mampu meningkatkan serapan N tanaman seperti yang terlihat pada Gambar 5. Pemberian bahan organik yang berasal dari tanaman seperti tanaman kirinyuh, kalopo dan *babadotan* relatif lebih tinggi dari pemberian bahan organik yang berasal dari kotoran hewan seperti kotoran ayam, sapi dan walet.

4. Kesimpulan

Pemberian berbagai macam bahan organik yang berasal dari hewan dan tumbuhan (kotoran ayam, kotoran sapi, kotoran walet, tanaman kirinyuh, tanaman kalopo, tanaman *babadotan*) mampu meningkatkan pH tanah, NO_3^- , K-dd tanah, berat kering tanaman dan serapan N tanaman. Pemberian bahan organik yang berasal dari hewan mampu meningkatkan pH dan K-dd tanah lebih baik dari tumbuhan. Pemberian bahan organik yang berasal dari tumbuhan mampu meningkatkan NO_3^- , berat kering tanaman dan serapan N tanaman lebih baik dari hewan. Pemberian berbagai macam bahan organik yang berasal dari hewan dan tumbuhan (kotoran ayam, kotoran sapi, kotoran walet, tanaman kirinyuh, tanaman kalopo, tanaman *babadotan*) tidak mampu meningkatkan NH_4^+ dan P-tersedia.

Daftar Pustaka

- Aguliar-Paredes, A., Valdes, G., Araneda, N., Valdebenito, E., Hansen, F., Nuti, M. 2023. Microbial community in the composting process and its positive impact on the soil biota in sustainable agriculture. *Agronomy*, 13(2), 542.
- Atmojo, S.W. 2003. Peranan Bahan Organik Terhadap Kesuburan Tanah dan Upaya Pengelolaannya. Pidato Pengukuhan Guru Besar Ilmu Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Sebelas Maret University Press, Surakarta.
- Fidiansyah, A., Yahya, S., Suwanto. 2021. Pengaruh pupuk anorganik dan organik terhadap pertumbuhan, produksi dan kualitas umbi serta ketahanan terhadap hama pada bawang merah. *Jurnal Agronomi Indonesia* 49(1), 53-59.
- Gani, A., Widiyanti, S., Sulastri. 2021. Analisis kandungan unsur hara makro dan mikro pada kompos campuran kulit pisang dan cangkang telur ayam. *Jurnal Kimia Riset* 6(1), 8-19.
- Gusmara, H. 1998. Peranan abu janjang kelapa sawit dan pupuk kandang kotoran ayam pada perubahan sifat kimia tanah (pH, N dan P) Ultisol dan serapan hara N, P) oleh tanaman jagung. *Jurnal Penelitian UNIB* 10, 10-15.
- Hanafiah, K.A. 2005. Dasar-Dasar Ilmu Tanah. PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Handayanto, E. 1998. Pengelolaan Kesuburan Tanah. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya, Malang.
- Mangel, K., Kirkby, E.A., Kosegarten, H., Appel, T. 2001. Principle of Plant Nutrition. 5th Edition. Kluwer Academic Publishers, Wolter Kluwer.
- Nurhartanto, R.M., Suprianto, E., Sarjono, A. 2020. Sebaran unsur hara tanah dan perakaran kelapa sawit pada pemanfaatan air limbah pabrik kelapa sawit PT. Fairco Agro Mandiri. *Jurnal Agroekoteknologi Tropika Lembab* 3(1), 41-54.
- Putra, C.R., Wahyudi, I., Hasanah, U. 2015. Serapan N (Nitrogen) dan produksi bawang merah (*Allium ascallonicum* L) varietas lembah palu akibat pemberian bokashi titonia (*Titonia diversifolia*) pada Entisol Guntarano. *Jurnal Agrotekbis* 3(4), 448-454.
- Rajan S.S.S., Watkinson, J.H., Sinclair, A.G. 1996. Phosphate rock for direct application to soil. Ad. In *Agron.* 57, 77-159.
- Salisbury, F.B., Ross, C.W. 1995. Fisiologi Tumbuhan Jilid 2. ITB Press, Bandung.
- Setiawati, T.C., Handayanto, E., Syekhfani, Rayes, M.L. 2009. Availability and uptake of phosphorus from phosphate-solubilising bacteria activity in soybean and corn biomass using radioisotope tracer technique. *Agrivita* 31(1), 95-104.
- Setijono, S. 1996. Inti Kesuburan Tanah. IKIP Malang, Malang.

- Soepardi, G. 1983. Sifat dan Ciri Tanah. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sokolov, D.A., Dmitrevskaya, I.I., Pautova, N.B., Lebedeva, T.N., Chernikov, V.A., Semenov, V.M. 2021. A study of soil organic matter stability using derivatography and long-term incubation methods. *Eurasian Soil Science* 54, 487-498.
- Subagyo, H., Suharta, N., Siswanto, A.B. 2004. Tanah-tanah pertanian di Indonesia. Sumberdaya Lahan Indonesia dan Pengelolaannya. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanah dan Agroklimat, Bogor.
- Wahyudi, I. 2009. Serapan nitrogen tanaman jagung (*Zea mays* L) akibat pemberian pupuk guano dan pupuk hijau lamtoro pada Ultisol Wanga. *Jurnal Agroland* 16(4), 265-272.