

Pengaruh Pemberian Beberapa Jenis Pupuk Kandang dan Pupuk Hijau Terhadap Ketersediaan dan Serapan Nitrogen pada Jagung di Tanah Podsolik

Noor Azizah Febriani, Hairil Ifansyah*, Ratna

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

*Email penulis korespondensi: hifansyah@ulm.ac.id

Informasi Artikel

Received 18 Mei 2023

Accepted 29 Juli 2023

Published 31 Juli 2023

Online 31 Juli 2023

Keywords:

Nitrogen; Organic fertilizer;

Podzolic; Zea mays

Abstract

The study aimed to determine the effect of application fertilizer derived from animals (manure) or plants (green manure) on the supply and absorption of plant N, changes in pH, CEC, and suppressing Al solubility and to determine the best type of organic matter in supplying and absorbing plant N, change in pH, CEC, and suppress Al solubility. This study was carried out in the field and arranged using a single factor completely randomized design (CRD). The treatments applied in study were K_0 = control, K_1 = cow manure (50 g pot⁻¹), K_2 = goat manure (50 g pot⁻¹), K_3 = chicken manure (50 g pot⁻¹), K_4 = green manure for weed hair buns (50 g pot⁻¹), K_5 = rice straw green manure (50 g pot⁻¹), K_6 = gamal green fertilizer (50 g pot⁻¹). The application of various organic materials can increase pH, CEC, available N, plant dry weight, N uptake of corn plants, and reduce Al solubility.

1. Pendahuluan

Luasan lahan kering di Indonesia mencapai 148 juta Ha, yang tersebar di Kalimantan, Sumatera, Sulawesi, Papua, Nusa Tenggara dan Jawa, dimana 102,8 juta ha diantaranya termasuk dalam lahan kering masam (Mulyani, 2006). Lahan kering yang digunakan untuk usaha tani tanaman pangan saat ini ada sekitar 12,9 juta ha. Sebagian besar lahan kering ini adalah tanah Podsolik yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai area pertanian dan perkebunan (Basevich et al., 2021). Tanah Podsolik merupakan tanah mineral yang memiliki tingkat kesuburan rendah, dengan pH tanah masam (4,2-4,8), kapasitas tukar kation (KTK) rendah, kejenuhan basa (KB) rendah, kadar Al tinggi (Aditya et al., 2019), memiliki tekstur tanah liat hingga liat berpasir dengan *bulk density* yang tinggi, yaitu antara 1,3 – 1,5 g cm⁻³, mengandung bahan organik dan unsur hara seperti N, P, K, Ca, Mg yang tergolong rendah (Abdillah dan Abdi, 2020).

Umumnya upaya untuk menambah ketersediaan hara pada tanah Podsolik dilakukan dengan pemupukan organik maupun anorganik. Pemupukan dengan menggunakan bahan organik ditujukan hanya untuk memperbaiki media tumbuh, sehingga serapan hara maksimal, sementara pada pemupukan anorganik ditujukan untuk memberi makanan tanaman. Penambahan pupuk organik mampu meningkatkan aktivitas biologi tanah yang dapat meningkatkan ketersediaan unsur hara dalam tanah, dan juga mampu mengurangi pemakaian pupuk anorganik, serta dapat memperbaiki sifat fisik tanah (Lazcano et al., 2021). Pupuk organik dapat bersumber dari kotoran hewan, limbah rumah tangga serta dari serasah tumbuhan.

Salah satu upaya untuk meningkatkan ketersediaan unsur N di dalam tanah adalah dengan menambahkan pupuk N, yaitu dengan memberi bahan yang secara kuantitatif mengandung kadar N tinggi dan bahan lain seperti penambahan bahan organik yang mampu membantu mengubah yang tidak tersedia menjadi tersedia.

Data hasil penelitian terkait peranan pupuk organik terhadap ketersediaan N sampai saat ini masih belum maksimal, terutama pupuk organik yang berasal dari kotoran hewan dengan yang berasal dari tumbuhan. Terkait hal ini perlu penelitian lebih lanjut untuk melihat peranan dari kedua bahan organik tersebut terutama terkait peningkatan ketersediaan N, perubahan nilai pH, KTK dan penekanan kelarutan Al di dalam tanah.

2. Bahan dan Metode

2.1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini merupakan percobaan pot yang dilaksanakan di lahan percobaan dengan rancangan acak lengkap (RAL) faktor tunggal dengan perlakuan tanah Podsolik 5 kg yang diberi, K₀ = Kontrol (tanpa pupuk organik); K₁ = pupuk kandang sapi; K₂ = pupuk kandang kambing; K₃ = pupuk kandang ayam; K₄ = pupuk hijau tusuk konde; K₅ = pupuk hijau jerami padi; K₆ = pupuk hijau gamal. Setiap perlakuan pupuk menggunakan dosis yang sama, yaitu 50 g pot⁻¹.

2.2. Pelaksanaan Penelitian

Sampel tanah berasal dari Kecamatan Mataraman yang diambil pada kedalaman 0-20 cm. Tanah dikeringanginkan selama 1 minggu dan disaring dengan ukuran 2,0 mm. Setiap pot berisikan 5 kg tanah. Bahan pupuk dari tumbuhan di cincang halus dan dioven dengan suhu 60°C selama 48 jam, kemudian dihaluskan. Masing-masing pot ditambahkan pupuk NPK mutiara dengan dosis 7,5 g pot⁻¹ dan pupuk organik sesuai perlakuan. Tanah diinkubasi selama dua minggu dan dijaga kelembabannya, yaitu 60% kapasitas lapang. Setelah masa inkubasi berakhir sampel tanah diambil untuk pengamatan terhadap kandungan N-tersedia, pH, KTK, dan Al-dd.

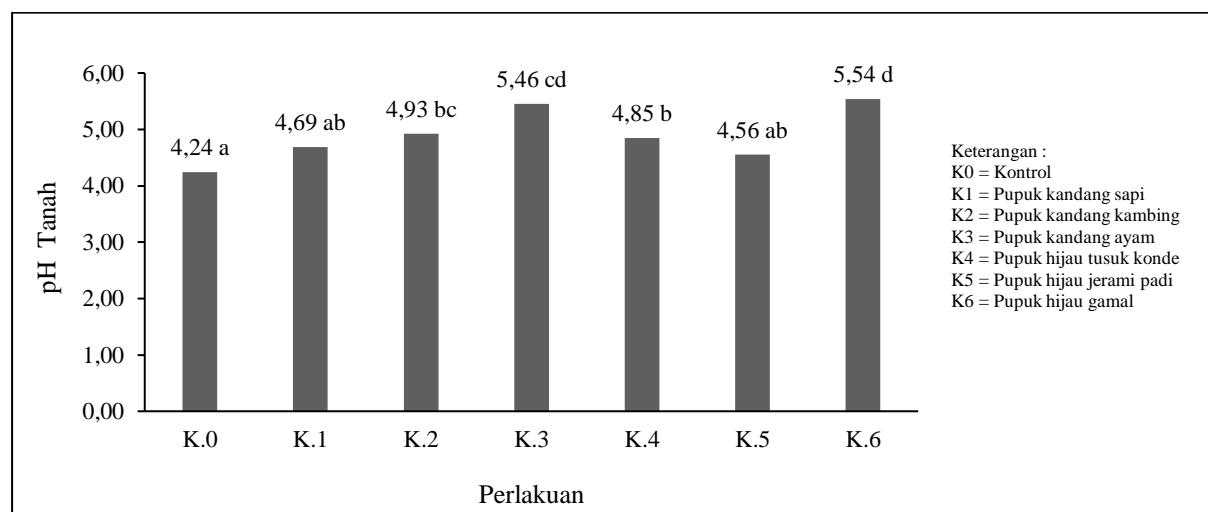
Penanaman dilakukan selama 1 bulan, setelah masa inkubasi. Benih jagung yang digunakan yaitu varietas Bonanza Now F1. Pengumpulan data untuk mengukur pertumbuhan tanaman dilakukan setelah bunga jantan keluar yaitu dengan mengambil batang dan daun dari tanaman jagung kemudian dibawa ke laboratorium untuk di analisis berat kering dan serapan hara N tanaman.

Data hasil pengamatan terhadap parameter penelitian di analisis terlebih dahulu dengan uji Bartlet. Jika ragamnya homogen dilanjutkan dengan uji ragam (ANOVA), tetapi jika ragam tidak homogen dilakukan transformasi data sampai data menjadi homogen, selanjutnya dilakukan analisis ragam program Anova excel V-3. Jika masing-masing perlakuan berbeda nyata atau sangat nyata, maka dilanjutkan dengan uji beda nilai tengah menggunakan DMRT (*Duncan's Multiple Range Test*) pada taraf kepercayaan 95%.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Reaksi Tanah (pH)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa ragam yang ditimbulkan oleh perlakuan pemberian beberapa jenis pupuk organik memberikan pengaruh nyata terhadap perubahan nilai pH tanah Podsolik. Hasil menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik mampu meningkatkan nilai pH tanah kecuali perlakuan pupuk kandang sapi dan pupuk hijau jerami padi menghasilkan nilai pH tanah yang tidak beda dengan yang tanpa diberi perlakuan. Nilai pH tanah yang tertinggi dihasilkan pada pemberian pupuk kandang ayam dan pupuk hijau daun gamal (Gambar 1).



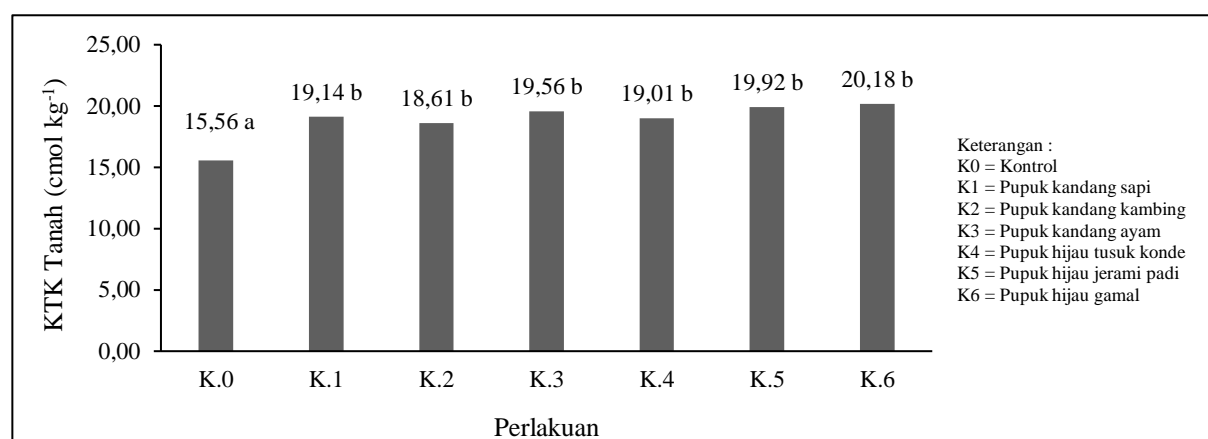
Gambar 1. Pengaruh pemberian beberapa jenis pupuk organik terhadap perubahan pH tanah. Angka yang diikuti oleh huruf yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT dengan taraf kepercayaan 95%.

Hasil menunjukkan bahwa pemberian beberapa jenis pupuk organik seperti pupuk kandang sapi, ayam, kambing, maupun pupuk hijau daun gamal, jerami padi, dan tusuk konde berpengaruh nyata dalam memperbaiki pH tanah Podsolik. Nilai pH diatas menunjukkan bahwa pemberian berbagai pupuk organik dapat meningkatkan pH secara signifikan. Pengaruh pemberian pupuk organik dapat meningkatkan pH meskipun peningkatannya masih dalam kategori masam (Jayalath et al., 2016) kecuali pada perlakuan pupuk kandang sapi dan pupuk hijau

jerami padi menghasilkan nilai pH tanah yang tidak berbeda dengan tanpa perlakuan pupuk organik. Perlakuan pupuk kandang sapi dan pupuk hijau jerami padi tidak berbeda nyata dengan tanpa pemberian perlakuan diduga pemberian kedua pupuk tersebut ke tanah masih mengalami dekomposisi sehingga proses dekomposisi ini menyumbang asam-asam organik walaupun pada analisis awal kotoran sapi memiliki pH yang alkalis dan berpotensi meningkatkan pH tanah, tetapi akan terhambat karena adanya asam-asam organik tersebut (Sandrawati et al., 2018). Menurut Ansori (2000) pemberian pupuk organik pada tanah dapat meningkatkan pH tanah, tergantung dari jenis pupuk organik yang diberikan ke tanah.

3.2. KTK Tanah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemberian beberapa jenis pupuk organik memberikan pengaruh nyata terhadap perubahan nilai KTK tanah Podsolik. Hasil menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik mampu meningkatkan nilai KTK tanah, tetapi pemberian berbagai pupuk organik menghasilkan nilai KTK yang tidak berbeda nyata (Gambar 2).



Gambar 2. Pengaruh pemberian beberapa jenis pupuk organik terhadap perubahan nilai KTK tanah. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT dengan taraf kepercayaan 95%.

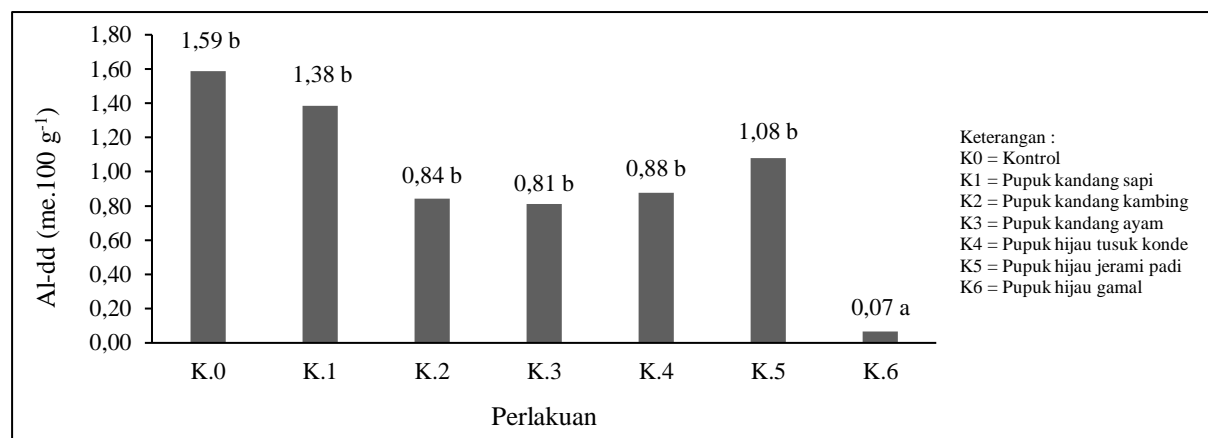
Hasil analisis menunjukkan bahwa pemberian berbagai pupuk organik mampu meningkatkan nilai KTK tanah. Peningkatan nilai KTK ini dipengaruhi oleh proses dekomposisi masing-masing bahan organik yang menghasilkan senyawa humik yang menyumbangkan koloid-koloid tanah sehingga KTK tanah akan meningkat. Terjadinya peningkatan ini disebabkan oleh bertambahnya muatan negatif koloid tanah. Muatan negatif ini berasal dari gugus karboksil (COOH) dan hidroksil (OH) yang terdapat dalam senyawa organik. Hal ini sesuai dengan pernyataan Muthmainnah (2021) yang menyatakan bahwa adanya gugus fungsional dari senyawa organik dapat menghasilkan sejumlah muatan negatif pada koloid tanah. Hal ini juga sejalan dengan pendapat Brady dan Weil (2002) yang menyatakan disosiasi gugus COOH dan OH dari senyawa organik dapat meningkatkan muatan negatif dalam tanah sehingga dapat meningkatkan KTK tanah. Pemberian berbagai pupuk organik (pupuk kandang sapi, pupuk kandang kambing, pupuk kandang ayam, pupuk hijau tusuk konde, pupuk hijau jerami padi dan pupuk hijau daun gamal) menghasilkan nilai yang tidak berbeda, hal ini dikarenakan pengaruh dari pH tanah yang dihasilkan pada penelitian relatif sama, sehingga nilai pH yang tidak terlalu jauh bedanya menyebabkan nilai KTK yang dihasilkan relatif sama.

3.3. Al-dd Tanah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemberian beberapa jenis pupuk organik memberikan pengaruh nyata terhadap perubahan nilai Al-dd tanah Podsolik. Hasil menunjukkan bahwa hanya pemberian pupuk hijau daun gamal yang mampu menurunkan nilai Al-dd tanah, sedangkan pemberian pupuk kandang sapi, pupuk kandang kambing, pupuk kandang ayam, pupuk hijau tusuk konde, dan pupuk hijau jerami padi menghasilkan nilai Al-dd yang tidak berbeda dengan tanpa pemberian pupuk organik (Gambar 3).

Hasil menunjukkan bahwa pemberian berbagai pupuk organik secara nyata dapat menurunkan Al-dd tanah, yang sejalan dengan pernyataan Wang (2019) bahwa pemberian bahan organik dapat menurunkan Al-dd tanah. Bahan organik yang telah terdekomposisi akan menghasilkan asam-asam organik yang dapat mengikat Al³⁺ dan Fe²⁺ ke dalam bentuk senyawa khelat sehingga tidak dapat terhidrolisis kembali (Bayer et al., 2001). Hal ini sesuai dengan pernyataan Lumbantobing et al. (2020) bahwa penurunan kandungan Al-dd tanah itu disebabkan karena asam-asam organik dari hasil dekomposisi yang akan mengikat Al membentuk senyawa kompleks (khelat),

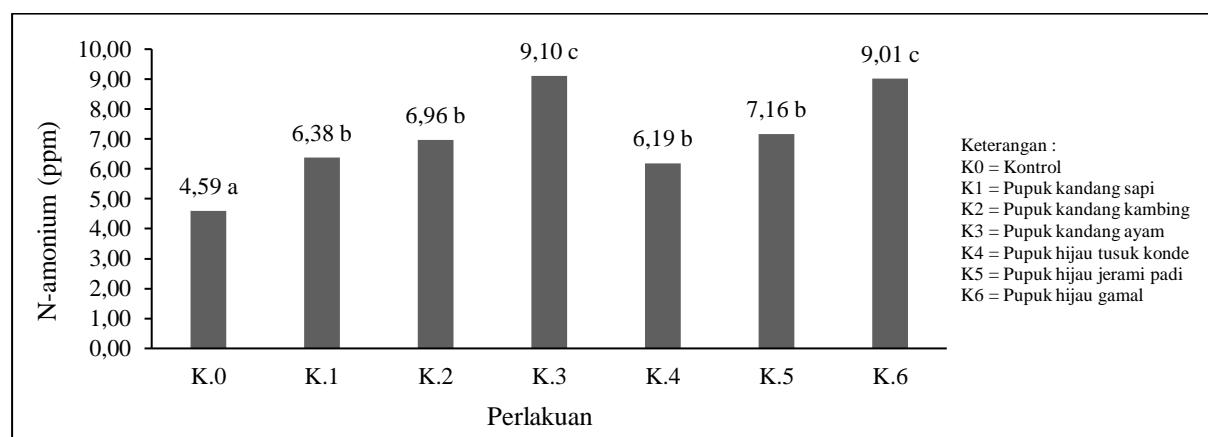
sehingga Al-dd pada tanah menurun. Pemberian pupuk organik yang signifikan menurunkan hanya dari pupuk hijau daun gamal, hal ini diduga karena pupuk organik daun gamal memiliki C/N rasio paling rendah sehingga dekomposisi yang terjadi lebih sempurna untuk menghasilkan lebih banyak senyawa pengkkelat. Hal ini sesuai dengan pernyataan Blanco et al. (2023), menyatakan bahwa semakin rendah C/N rasio suatu bahan akan menyebabkan cepat waktu penguraiannya, sedangkan pemberian pupuk organik (pupuk kandang sapi, pupuk kandang kambing, pupuk kandang ayam, pupuk hijau tusuk konde, dan pupuk hijau jerami padi) tidak berbeda nyata hal ini diduga karena C/N rasio yang lebih tinggi sehingga belum terdekomposisi sempurna.



Gambar 3. Pengaruh pemberian beberapa jenis pupuk organik terhadap perubahan Al-dd tanah. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT dengan taraf kepercayaan 95%.

3.4. Amonium (NH₄⁺) Tanah

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemberian beberapa jenis pupuk organik memberikan pengaruh nyata terhadap perubahan amonium tanah Podsolik. Hasil menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik mampu meningkatkan amonium tanah. Pemberian pupuk organik berupa pupuk kandang sapi, pupuk kandang kambing, pupuk hijau tusuk konde dan pupuk hijau jerami padi menghasilkan amonium tanah yang tidak berbeda nyata. Pemberian pupuk kandang ayam dan pupuk hijau daun gamal menghasilkan nilai amonium tertinggi (Gambar 4).



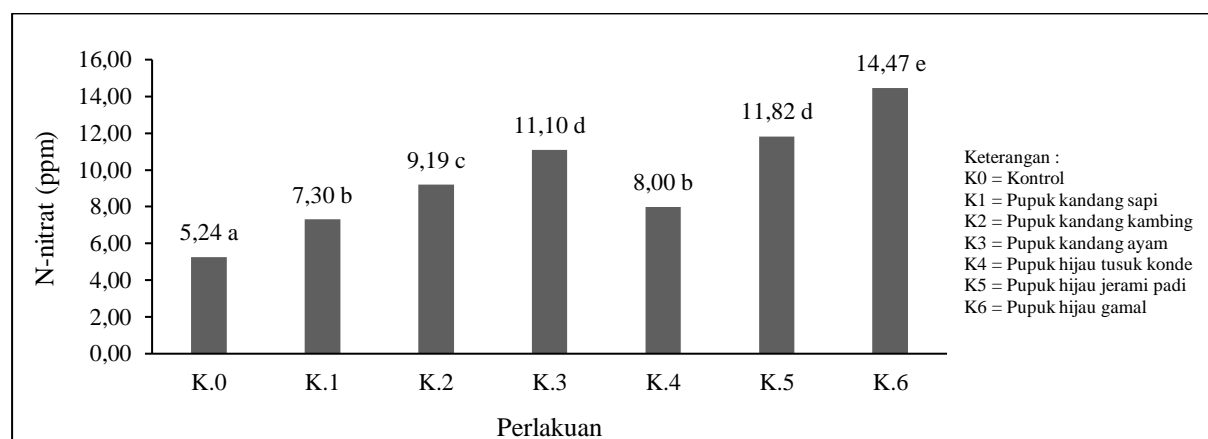
Gambar 4. Pengaruh pemberian beberapa jenis pupuk organik terhadap perubahan amonium tanah. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT dengan taraf kepercayaan 95%.

Hasil menunjukkan bahwa perlakuan pemberian beberapa jenis pupuk organik mampu meningkatkan nilai amonium tanah. Peningkatan amonium disebabkan oleh cepatnya dekomposisi bahan organik dan adanya aktivitas mikroorganisme heterotrof (amonifikasi) yang membebaskan amonium dari sisa-sisa bahan organik yang dibutuhkan mikroorganisme. Pemberian pupuk kandang sapi, pupuk kandang kambing, pupuk hijau tusuk konde, dan pupuk hijau jerami padi menghasilkan nilai yang tidak berbeda, karena C/N rasio bahan organik ini tergolong sedang sampai tinggi yang menyebabkan bahan organik belum terdekomposisi dengan baik. Pupuk kandang ayam dan pupuk hijau daun gamal menghasilkan nilai amonium tertinggi, hal ini diperkuat dari beberapa penelitian Lovihan dan Iskandar (2019) serta Aditya (2013), bahwa kotoran ayam dan daun gamal mengandung amonium

yang dibutuhkan oleh tanah. Pemberian pupuk organik yang telah mengalami dekomposisi akan mampu meningkatkan konsentrasi amonium pada tanah. Meningkatnya amonium dalam tanah dengan pemberian pupuk organik karena bahan organik terdekomposisi. Dekomposisi bahan organik yang kondisinya aerob menghasilkan amonium. Dekomposisi bahan organik dilihat dari data nilai C/N rasio, yang mana semakin rendah nilai C/N rasio semakin mudah terdekomposisi, sehingga peluang amonium yang dihasilkan lebih banyak (Brust, 2019).

3.5. Nitrat Tanah (NO_3^-)

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemberian beberapa jenis pupuk organik memberikan pengaruh nyata terhadap perubahan nitrat tanah Podsolik. Hasil menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik mampu meningkatkan kandungan nitrat dalam tanah. Nilai nitrat yang terbesar diperoleh pada perlakuan pupuk hijau daun gamal. Nilai nitrat yang dihasilkan dengan urutan dari yang terkecil, yaitu pupuk kandang sapi \approx pupuk hijau tusuk konde < pupuk kandang kambing < pupuk kandang ayam \approx pupuk hijau jerami padi < pupuk hijau daun gamal (Gambar 5).



Gambar 5. Pengaruh pemberian beberapa jenis pupuk organik terhadap perubahan nitrat tanah. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT dengan taraf kepercayaan 95%.

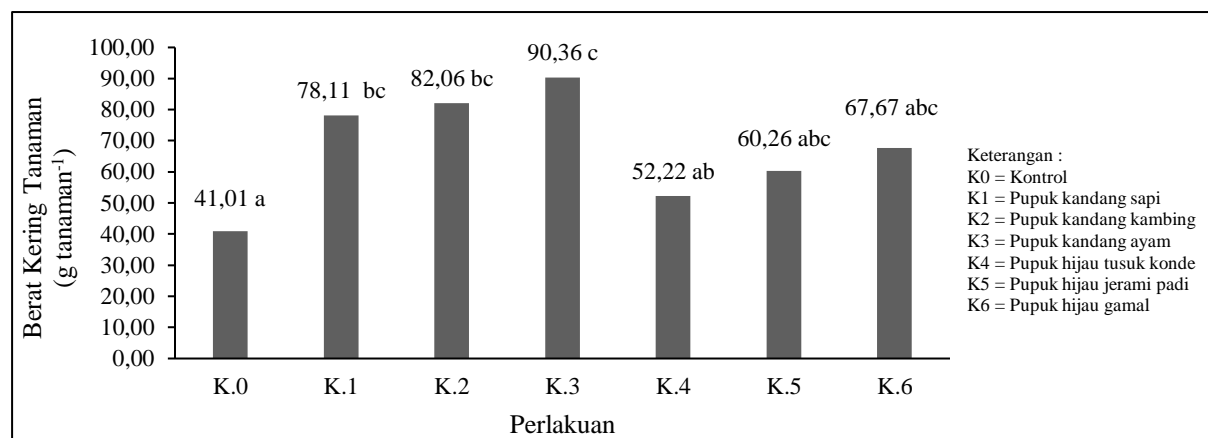
Hasil menunjukkan pemberian berbagai pupuk organik mampu meningkatkan konsentrasi nitrat pada tanah Podsolik. Peningkatan nitrat disebabkan oleh proses nitrifikasi. Nitrifikasi yaitu perubahan amonium menjadi nitrat dalam kondisi aerob, porositas baik, dan terdapat mikroorganisme Nitrosomonas dan Nitrobacter (Hanafiah, 2005). Pemberian berbagai pupuk organik mampu memenuhi sumber energi untuk aktivitas mikroorganisme, karena bahan organik merupakan sumber energi bagi organisme hidup. Pemberian pupuk organik daun gamal memiliki nilai nitrat tertinggi karena rendahnya C/N rasio. Pemberian pupuk organik, yaitu pupuk kandang sapi dan pupuk hijau tusuk konde tidak berbeda karena C/N rasio pada kedua bahan ini yang tidak jauh berbeda. Hal ini sesuai dengan pernyataan Aditya (2013), bahwa nilai nitrat berbanding terbalik dengan C/N rasio sehingga apabila nilai C/N rasio tinggi maka nilai nitratnya rendah. Nilai nitrat pupuk kandang sapi dan pupuk hijau tusuk konde cenderung lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya, sehingga hasil oksidasi pupuk kandang sapi dan pupuk hijau tusuk konde akan sedikit juga. Pemberian pupuk organik mampu meningkatkan nitrat karena dimanfaatkan mikroorganisme yang berperan dalam proses nitrifikasi sebagai sumber energi.

3.6. Berat Kering Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemberian beberapa jenis pupuk organik memberikan pengaruh nyata terhadap perubahan nilai berat kering tanaman. Hasil menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik yang berasal dari hewan mampu meningkatkan nilai berat kering tanaman. Pemberian pupuk organik yang berasal dari tumbuhan seperti pupuk hijau tusuk konde, pupuk hijau jerami padi, pupuk hijau daun gamal menghasilkan nilai berat kering yang tidak berbeda nyata dengan tanpa pemberian pupuk organik (Gambar 6). Pemberian pupuk organik yang berasal dari tumbuhan menghasilkan berat kering tanaman yang tidak berbeda nyata dengan yang berasal dari hewan.

Pemberian pupuk organik mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara pada tanah dan meningkatkan pertumbuhan pada tanaman, sesuai dengan pernyataan Mengel et al. (2001) apabila hara dalam tanah meningkat maka jumlah hara yang dapat diserap tanaman juga akan meningkat, disertai dengan pembentukan jaringan tanaman. Pemberian pupuk yang berasal dari hewan mampu menambah N di dalam tanah sehingga kandungan hara N tersedia untuk pertumbuhan vegetatif lebih besar yang mampu menghasilkan berat kering yang lebih berat.

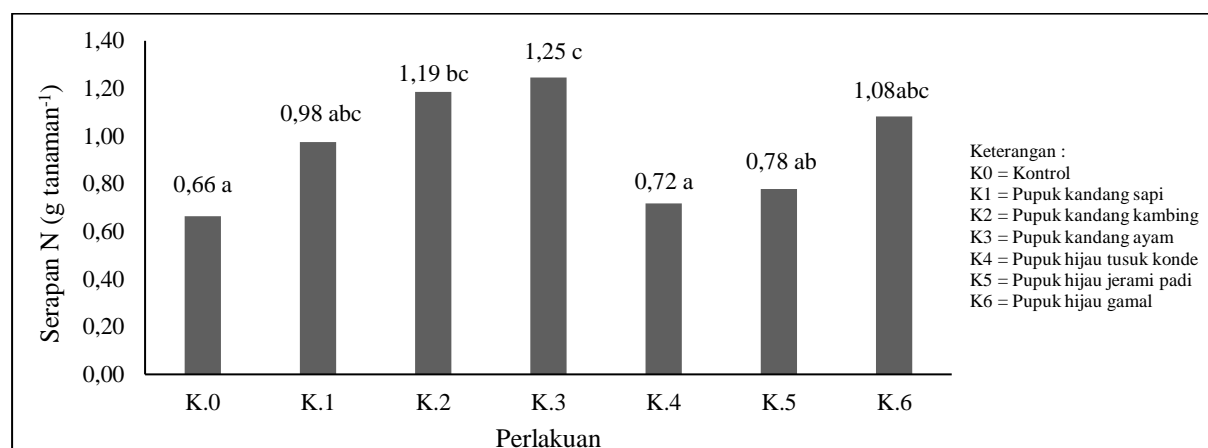
Hal ini diduga berat kering tanaman cenderung berkaitan dengan serapan N tanaman, dimana serapan N bergantung pada ketersediaan N terutama amonium. Hal ini sesuai dengan penelitian Lovihan dan Iskandar (2019) bahwa pemberian kotoran hewan mampu meningkatkan ketersediaan N pada tanah sehingga tanaman lebih banyak menyerap N dan mempengaruhi peningkatan berat kering tanaman. Pemberian pupuk organik yang berasal dari tumbuhan tidak nyata meningkatkan berat kering tanaman meskipun relatif ada kecenderungan meningkatkan. Hal ini diduga karena pupuk organik ini menghasilkan N mineral yang tidak terlalu banyak sehingga walaupun ada kecenderungan meningkatkan tapi belum signifikan peningkatannya.



Gambar 6. Pengaruh pemberian beberapa jenis pupuk organik terhadap perubahan berat kering tanaman. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT dengan taraf kepercayaan 95%.

3.7. Serapan N Tanaman

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan pemberian beberapa jenis pupuk organik memberikan pengaruh nyata terhadap perubahan serapan N tanaman. Hasil menunjukkan bahwa pemberian pupuk organik yang berasal dari pupuk kandang ayam mampu meningkatkan nilai serapan N tanaman. Pemberian pupuk organik yang berasal dari hewan cenderung meningkatkan serapan N tanaman yang lebih tinggi daripada yang diberi pupuk organik dari tumbuhan (Gambar 7).



Gambar 7. Pengaruh pemberian beberapa jenis pupuk organik terhadap perubahan serapan N tanaman. Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama, tidak berbeda nyata berdasarkan DMRT dengan taraf kepercayaan 95%.

Peningkatan serapan N tanaman berkaitan dengan peningkatan bobot kering tanaman (Wahyudi, 2009). Peningkatan serapan N tanaman salah satunya disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi nitrogen tersedia di dalam tanah (Putra et al., 2015). Pemberian pupuk organik yang berasal dari hewan berpengaruh nyata meningkatkan serapan N, hal ini sejalan dengan analisis berat kering tanaman yang diberi perlakuan berasal dari hewan pada penelitian ini yang menunjukkan berat kering tanaman lebih tinggi. Kemudian hal ini sesuai juga dengan pendapat Makka et al. (2015) bahwa meningkatnya bobot berat kering tanaman dipengaruhi oleh peningkatan konsentrasi serapan N tanaman. Pemberian pupuk organik yang berasal dari tumbuhan tidak

berpengaruh nyata terhadap tanpa perlakuan. Hal ini diperjelas oleh Mukmina et al. (2017), bahwa pupuk hijau dapat menyebabkan tanah selalu basah sehingga respirasi akar menjadi anaerob dan menyebabkan penyimpanan dan transfer energi kimia dalam sel (ATP) sedikit sehingga unsur hara yang diserap sedikit.

4. Kesimpulan

Pemberian berbagai pupuk organik (pupuk kandang sapi, pupuk kandang kambing, pupuk kandang ayam, pupuk hijau tusuk konde, pupuk hijau jerami padi dan pupuk hijau daun gamal) dapat meningkatkan pH, KTK, N-tersedia, berat kering tanaman, dan serapan N tanaman jagung. Pemberian pupuk hijau daun gamal mampu menekan kelarutan Al. Pemberian pupuk organik yang berasal dari hewan memiliki kemampuan lebih baik dalam meningkatkan N-amonium, berat kering tanaman, dan serapan N tanaman jagung. Pemberian pupuk organik yang berasal dari tumbuhan memiliki kemampuan lebih baik dalam meningkatkan pH, KTK, N-nitrat dan menurunkan Al-dd.

Daftar Pustaka

- Abdillah, M.H., Aldi, M. 2020. Aplikasi limbah padat karet remah pada tanah Podsolik merah kuning terhadap ketersediaan hara makro dan perbaikan sifat fisika tanah. *EnviroScientae* 6(12), 264-275.
- Aditya, I.S., Adji, F.F., Kamillah. 2019. Karakteristik kimia dan fisika tanah PMK (Podsolik Merah Kuning) akibat penggunaan lahan yang berbeda. *Agrienvi* 13(1), 1-7.
- Aditya, A.R. 2013. Peranan Ekstrak Kulit Telur, Daun Gamal, Bonggol Pisang Sebagai Pupuk Organik Terhadap Pertumbuhan Tanaman Cabai dan Populasi *Aphis craccivora* pada Fase Vegetatif. Skripsi Universitas Hasanuddin. Makasar.
- Ansori. 2000. Pengaruh Bahan Organik pada Sifat Biologi Tanah. Medan. USU Press.
- Basevich, V.F., Makarov, I.B., Fisenko, F.F. 2021. Anthropogenic changes in podzolic soils of different biogeocenoses. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 862, 012073. doi.org/10.1088/1755-1315/862/1/012073
- Bayer, C., Martin-Neto L.P., Mielniczuk, J., Pillon, C.N., Sangoi, L. 2001. Changes in soil organic matter fractions under subtropical no-till cropping systems. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 65, 1473-1478. doi.org/10.2136/sssaj2001.6551473x
- Blanco, J.A., Duran, M., Luquin, J., Emeterio, L.S., Yeste, A., Canals, R.M. 2023. Soil C/N ratios cause opposing effects in forests compared to grasslands on decomposition rates and stabilization factors in southern European ecosystems. *Science of The Total Environment*, 888, 164118. doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164118
- Brady, N.C., Weil, R.R. 2002. *The Nature and Properties of Soils*. 13th ed. Pearson Education, Inc., New Jersey, USA.
- Brust, G.E. 2019. Chapter 9 - Management Strategies for Organic Vegetable Fertility in Safety and Practice for Organic Food. Academic Press. United States. pp. 193-192. doi.org/10.1016/B978-0-12-812060-6.00009-X
- Hanafiah, K.A. 2005. *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Jakarta. PT. Raja Grafindo Persada.
- Jayalath, N., Mosley, L.M., Fitzpatrick, R.W., Marschner, P. 2016. Addition of organic matter influences pH changes in reduced and oxidised acid sulfate soils. *Geoderma* 265, 125132
- Lazcano, C., Zhu-Barker, C., Decock, C. 2021. Effects of organic fertilizers on the soil microorganisms responsible for N₂O emissions: A review. *Microorganisms* 9(5), 983. doi.org/10.3390/microorganisms9050983
- Lovihan, F., Iskandar, T. 2019. Pengkayaan Biochar Tongkol Jagung, sekam Padi dan Pupuk Kandang Kotoran Ayam dengan Penambahan Amonium Nitrat (NH₄ NO₃). Malang. *Jurnal Penelitian Mahasiswa Teknik Sipil dan Teknik Kimia*.
- Lumbangtobing, R., Hidayat, B., Lubis, A. 2020. The effect of cow manure and cow dung biochar application on P available and growth of corn plants in Ultisol. *Jurnal Pertanian Tropik* 7(3), 335-344. doi.org/10.32734/jpt.v7i3.6328
- Makka, A.A., Patadungan, Y.S., Prahastuti, S.W. 2015. Pengaruh pupuk kandang ayam terhadap serapan nitrogen oleh tanaman kubis bunga (*Brassica oleracea L.*) pada oxic dystrodepts Lembangtoaga. *Agroland: Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian* 22(2), 138-146.
- Mengel, K., Kirkby, E.A., Kosegarten, H., Appel, T. 2001. *Principle of Plant Nutriion*. Academic Publ., London.

- Mulyani, S. 2006. Anatomi Tumbuhan. Kanisius. Yogyakarta.
- Mukmina, S., Yuwono, N.W., Ma'as, A. 2017. Pengaruh Campuran Arang Sekam dan Pupuk Hijau Legum terhadap Serapan N Bawang Merah pada Tanah Pasir Pantai Samas Bantul. Yogyakarta. Skripsi Universitas Gadjah Mada.
- Muthmainnah, Padjung, R., Nasaruddin, Asrul, L., Kurniawan, Setiani, U.E. 2021. Effect of compost application on soil fertility parameters and productivity of cocoa (*Theobroma cacao* L.). OP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci. 807, 042014. doi.org/10.1088/1755-1315/807/4/042014
- 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.
- Sandrawati, A., Marpaung, T., Devnita, R., Machfud, Y., Arifin, M. 2018. Pengaruh macam bahan organik terhadap nilai pH, pH0, retensi P dan P tersedia pada Andisol asal Ciater. Jurnal Ilmiah Lingkungan Tanah Pertanian 16(2), 50-56. doi.org/10.24198/soilrens.v16i2.20861
- 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.
- Wang, H., Xu, J., Liu, X., Zhang, D., Li, L., Li, W., Sheng, L. 2019. Effects of long-term application of organic fertilizer on improving organic matter content and retarding acidity in red soil from China. Soil and Tillage Research 195, 104382. doi.org/10.1016/j.still.2019.104382