

Pengaruh Pemberian Biourin Sapi dan Lama Inkubasi Terhadap Ketersediaan Hara Nitrogen dan Fosfor pada Tanah Podsolik

Nadya Nabila Rahma, Abdul Haris*, Abdul Hadi

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

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

Informasi Artikel

Received 07 Februari 2024

Accepted 25 Februari 2024

Published 25 Februari 2024

Online 25 Februari 2024

Keywords:

Decomposition; Mineralization; Nitrification; Retention; Soil acidity

Abstract

Podzolic soil is characterized by acidic condition, low base saturation, and low CEC and nutrient contents. The use of chemical fertilizers in agriculture may damages soil and environment and may eventually affect the health of humans. The objective of this study was to quantify the effect of cow urine on changes in pH, available N (NH_4^+ and NO_3^-), and available P of Podzolic soil. This study employed the completely randomized design two factors, in which first factor was the amounts of applied cow biourine: control (without biourine, 5.2, 10.4 and 15.6 mL of biourine), while the second factor was the incubation period: 2 and 4 weeks. Following the completion of each incubation period, soil pH, contents of ammonium, nitrate, and available phosphorus were determined for each treatment. Results of this study showed that the application of cow biourine with an incubation time of two and four weeks significantly influenced the ammonium and nitrate contents in soil. The higher amount of biourine applied, the higher ammonium and nitrate contents in the soil. The research results also showed that the application of cow biourine had an influence on available P content, but had no effect on changes in soil pH.

1. Pendahuluan

Tanah Podsolik dicirikan dengan memiliki horizon B argilik dan memiliki kejenuhan basa (KB) <30% pada penampang 125 cm dari permukaan tanah pada horizon B. Tanah Podsolik umumnya tersebar pada daerah dengan curah hujan 2.500-3.000 mm per tahun dengan topografi bergelombang sampai berbukit pada lanskap tua >25 m dari permukaan laut, terdapat vegetasi hutan hujan tropik, dan didominasi oleh vegetasi berupa alang-alang, melastoma, dan pakis (Brock et al., 2020).

Tanah Podsolik memiliki pH yang rendah berkisar 3,6–4,9 yang diklasifikasikan masam dan sulit untuk dinaikkan lebih dari 4,9 sebab didominasi oleh pelapukan bahan induk yang mengandung logam Fe dan Al. Ketersediaan unsur hara sangat dipengaruhi oleh dinamika pH tanah. Tanah yang bersifat masam akan sulit menyediakan unsur hara, sebab hara telah terikat kuat pada jerapan kation H^+ dan logam (Weber et al., 2017).

Bertambah luasnya lahan pertanian berpengaruh terhadap peningkatan penduduk serta peningkatan intensifikasi di dunia yang secara langsung berkaitan dengan penggunaan pupuk yang meningkat setiap tahunnya. Jenis pupuk yang digunakan untuk mendukung kegiatan pertanian sangat beragam jenisnya. Namun, penggunaan pupuk kimia untuk mendukung kegiatan pertanian sangat mengkhawatirkan. Penggunaan pupuk kimia dapat menyebabkan meningkatnya pencemaran tanah yang pada akhirnya berdampak pada kesehatan manusia (Husain et al., 2023). Hal yang ditimbulkan dari penggunaan pupuk kimia secara berkelanjutan yaitu dapat menyebabkan tanah mengeras karena menumpuknya sisa atau residu pupuk kimia sehingga tanah sulit mengurai (Putro et al., 2016).

Salah satu faktor penting dalam kegiatan budidaya pertanian untuk mendukung keberhasilannya adalah masalah pemupukan. Masalah umum dengan pemupukan adalah rendahnya efisiensi serapan hara tanaman. Peningkatan penggunaan pupuk dapat dicapai melalui prinsip tepat jenis, tepat takaran, tepat cara, tepat waktu aplikasi dan seimbang sesuai kebutuhan tanaman (Siwanto et al., 2015).

Penggunaan pupuk yang tidak tepat dapat mengakibatkan proses produksi yang tidak maksimal. Penggunaan

pupuk yang tidak tepat dapat meningkatkan biaya produksi bertambah, tetapi hasilnya tidak maksimal seperti yang diharapkan. Selain itu, penggunaan pupuk anorganik (kimia sintetis) dalam jangka yang panjang dan tidak terkendali dapat memberikan dampak negatif terhadap kesuburan tanah dan lingkungan di area pertanian (Purba, 2016).

Sebaliknya, penerapan sistem pertanian organik memiliki dampak yang baik bagi lingkungan karena berasal dari bahan-bahan alami di alam dengan unsur-unsur alam. Bahan produksi yang digunakan dalam pertanian organik sebagian besar diperoleh dari kotoran hewan yang tersedia (Ratriyanto et al., 2019). Pupuk organik padat dapat berupa kotoran sapi dan pupuk hijau. Jenis pupuk ini telah banyak digunakan dalam bidang pertanian dan mampu memberikan pengaruh yang baik terhadap perubahan kesuburan tanah (Dahlianah, 2014). Penggunaan pupuk anorganik untuk meningkatkan produktivitas tanaman dapat ditekan dengan beralih menggunakan pupuk organik. Namun, ada jenis lain dari pupuk organik yang belum banyak dimanfaatkan misalnya urin sapi dari ternak (Rohani et al., 2016).

Urin sapi dapat digunakan sebagai bahan utama untuk pembuatan pupuk organik cair. Urin sapi dapat digunakan sebagai pupuk organik cair untuk menghasilkan produk pertanian yang lebih bermanfaat yang biasanya dikenal dengan bio-urin. Seekor sapi bisa menghasilkan sekitar 5 liter urin dalam satu hari dan hanya terbuang tidak termanfaatkan. Urin sapi yang melimpah dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik berupa biofertilizer. Biourin mengandung unsur hara mikro yaitu nitrogen, fosfor dan kalium, serta unsur hara mikro berupa seng, besi, mangan dan tembaga. Biourin yang digunakan untuk lahan pertanian dapat meningkatkan hasil produksi usaha tani hampir sama seperti lahan pertanian yang diberikan pupuk organik dari tanaman (Perdana et al., 2015).

Pada dasarnya urin sapi merupakan hasil dari metabolisme sapi yang kotor dan berbau busuk, sehingga selama ini urin sapi hanya dibuang saja dan tidak dimanfaatkan. Ternyata urin sapi merupakan bahan berharga, karena mengandung unsur hara yang dapat berguna bagi penunjang pertumbuhan tanaman yaitu unsur hara nitrogen. Unsur hara ini berguna dalam pemupukan tanah. Pada tanah yang diberikan sebanyak 45% urin sapi mampu menaikkan pertumbuhan tanaman secara maksimal, sehingga pada dasarnya perlu dilaksanakan penelitian lanjutan untuk mengetahui pengaruh biourin sapi di bawah 45% dan di atas 45% sehingga didapatkan dosis optimal yang baik digunakan untuk lahan pertaniannya (Januantari et al., 2016). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pemberian urin sapi terhadap perubahan nilai pH, N-tersedia (NH_4^+ dan NO_3^-), dan P-tersedia pada tanah Podsolik.

2. Bahan dan Metode

2.1. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2021 sampai dengan bulan Juni 2021. Perlakuan inkubasi dilakukan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian ULM dan analisis tanah dilakukan di Laboratorium Tanah Fakultas Pertanian Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru.

Pengambilan urin sapi dilakukan di tempat ternak sapi di Kecamatan Banjarbaru Utara Kota Banjarbaru Kalimantan Selatan, dengan cara menampung urin, kemudian dilakukan fermentasi dengan larutan urin sapi sebanyak 1500 mL yang dicampur dengan EM₄ satu tutup botol dan gula pasir, dan kemudian ditambahkan *aquades* 1.500 ml. Campuran urin sapi, EM₄, gula pasir dan *aquades* selanjutnya dimasukkan ke dalam wadah kapasitas tiga liter, dan kemudian ditutup rapat dan diinkubasi selama 3 minggu. Tempat inkubasi setiap harinya dibuka dan diaduk untuk mengeluarkan gas-gas yang dihasilkan dari proses perombakan. Ciri-ciri proses fermentasi selesai adalah baunya sudah tidak menyengat dan larutan berwarna kecokelatan (Pahlawati et al., 2022).

Sampel tanah yang digunakan untuk penelitian diambil di Kecamatan Mataraman Kabupaten Banjar Kalimantan Selatan. Sampel tanah diambil pada kedalaman 0-20 cm dari permukaan dari beberapa titik untuk mewakili lokasi pengambilan, lalu dikering-udarkan. Tanah tersebut ditumbuk dan diayak melalui ayakan dengan diameter lubang 2 mm. Tanah dikomposit menjadi satu dan dilakukan analisis pendahuluan.

2.2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan menggunakan Rancangan Acak Lengkap Faktorial, di mana faktor pertama adalah lama inkubasi (A) dan faktor kedua adalah jumlah biourin sapi (B) yang diaplikasikan. Faktor pertama terdiri dari dua tingkat, yaitu: (1) A₀= dua minggu, dan (2) A₁= empat minggu. Sedangkan faktor kedua terdiri dari empat tingkat, yaitu: (1) B₀ = tanpa biourin (kontrol), (2) B₁= biourin 5,2 ml (0,5%).*polybag*⁻¹, (3) B₂= biourin 10,4 ml (1%).*polybag*⁻¹, dan (4) B₃= biourin 15,6 ml (1,5%).*polybag*⁻¹. Masing-masing perlakuan akan diulang sebanyak tiga kali ulangan, sehingga terdapat 24 satuan percobaan

2.3. Pelaksanaan penelitian

Tanah yang sudah dikering-udarkan, dan lolos dari ayakan ditimbang sebanyak 1,0 kg dan dimasukkan ke dalam *polybag*. Kemudian biourin sapi sesuai dengan perlakuan ditambahkan ke dalam tanah di *polybag*, dan kemudian ditambahkan *aquades* untuk mencapai 70% kapasitas lapang. Penambahan biourin sapi dilakukan dengan cara

disemprotkan ke dalam *polybag* yang berisi tanah meresap ke dalam tanah dan merata di seluruh permukaan tanah.

Inkubasi dilakukan selama satu bulan yang dibagi menjadi dua minggu dan empat minggu lama inkubasi. *Polybag* yang sudah diberikan perlakuan dijaga kelembapannya untuk mempertahankan kadar air kapasitas lapang dengan cara penyiraman menggunakan *aquades*. Pengambilan sampel tanah setelah setiap masa inkubasi selesai. Pengambilan sampel tanah untuk analisis sifat kimia tanah dilakukan sebanyak 2 kali, yaitu dua minggu inkubasi dan empat minggu inkubasi. Tanah yang sudah selesai diinkubasi dikeluarkan dari *polybag*, kemudian di kering-anginkan untuk analisis kandungan amonium, nitrat, dan fosfor tersedia.

2.4. Analisis data

Pengaruh perlakuan terhadap data-data hasil pengamatan dianalisis melalui analisis ragam (*analysis of variance*). Uji Bartlett dan Shapiro-Wilk dilakukan sebelum dilakukan analisis ragam untuk memastikan bahwa semua data memiliki ragam homogen dan mempunyai distribusi yang normal. Setelah dilakukan analisis ragam, dilakukan uji beda nilai tengah perlakuan Duncan untuk perlakuan yang mempunyai pengaruh yang signifikan terhadap variabel yang diamati.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. pH Tanah

Hasil analisis ragam yang telah dilakukan terhadap pH tanah memperlihatkan bahwa perlakuan biourin sapi tidak memberikan pengaruh terhadap pH tanah. Biourin sapi merupakan pupuk organik dengan kandungan unsur hara yang dapat membantu proses pertumbuhan tanaman. Perdana et al. (2015) menyatakan bahwa biourin sapi dapat memberikan peningkatan hasil tanaman karena sifatnya yang sama dengan bahan penyubur tanah (BPT). Penggunaan biourin sapi sebagai pupuk atau bahan penyubur tanah akan memberikan berbagai keuntungan yaitu, harganya murah, mudah didapat serta mudah dalam pengaplikasiannya ke dalam tanah. Biourin sapi memiliki kandungan hara yang dibutuhkan tanaman untuk tumbuh dan berkembang (Pahlawati et al., 2022). Menurut Januarntari et al. (2016), biourin sapi mengandung unsur hara tertentu yang dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman karena mengandung lebih banyak unsur hara N dan K dibandingkan dengan pupuk kandang sapi padat.

Data pada hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemberian biourin sapi tidak memberikan pengaruh terhadap peningkatan pH tanah Podsolik. Hal yang menyebabkan permasalahan ini yaitu karena fungsi penyangga dari bahan organik berperan meminimalkan perubahan pH sehingga larutan tanah akan tetap mampu mempertahankan pH tanah apabila terjadi penambahan asam atau basa di dalam tanah (Dvořáčková et al., 2022).

Biourin sapi memiliki keunggulan sebagai sumber hara bagi tanaman telah dibuktikan dalam beberapa percobaan lapang. Hasilnya menunjukkan bahwa pemberian urin sapi dengan dosis 7.500 liter ha⁻¹ mampu meningkatkan biomassa rumput raja sebesar 90,18% dibanding tanpa pemupukan dan ternyata pada pengamatan biomassa rumput raja yang diberi urea sebanyak 250 kg ha⁻¹ (Adijaya et al., 2007).

3.2. Amonium (NH₄⁺)

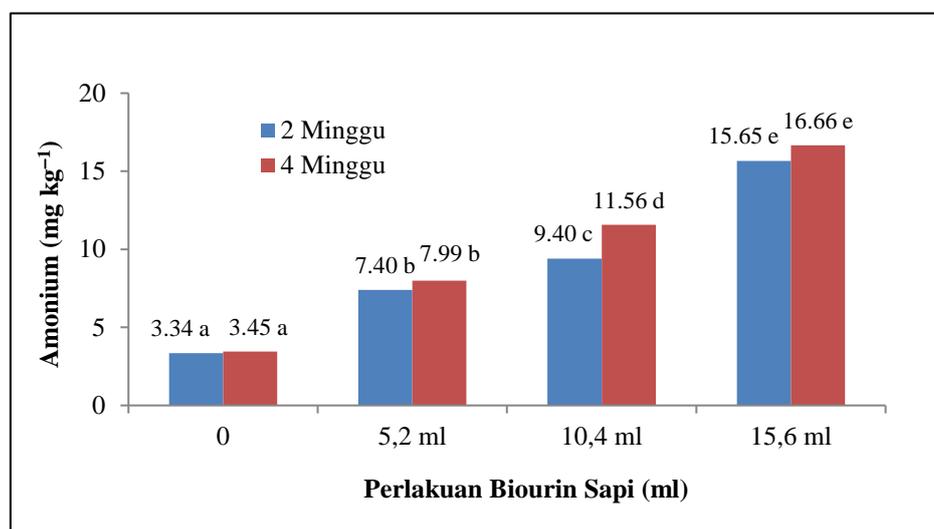
Hasil analisis ragam memperlihatkan bahwa pemberian biourin sapi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah amonium di dalam tanah. Gambar 1 memperlihatkan kandungan amonium pada perlakuan 15,6 ml biourin lebih tinggi dibanding perlakuan lain.

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa kontrol sangat berbeda nyata dengan perlakuan 5,2 mL, 10,4 mL dan 15,6 mL biourin baik yang diinkubasi selama dua minggu maupun empat minggu. Perlakuan 5,2 ml biourin yang diinkubasi selama dua minggu tidak berbeda nyata dengan yang diinkubasi selama empat minggu. Pada perlakuan 10,4 ml biourin yang diinkubasi selama dua minggu berbeda nyata dengan yang diinkubasi selama empat minggu (Gambar 1). Sedangkan perlakuan 15,6 ml biourin yang diinkubasi selama dua minggu tidak berbeda nyata dengan yang diinkubasi selama empat minggu (Gambar 1).

Urin sapi dapat dijadikan salah satu bahan pupuk organik yang cukup potensial sebagai sumber hara bagi tanaman seperti N, P dan K. Cairan urin sapi memiliki kandungan hara yang lebih tinggi dibandingkan dengan kotoran padatnya (Siburian et al., 2016). Selain terdapat kandungan hara, urin sapi juga terdapat *indole asetat acid* (IAA) sebanyak 704,26 mg liter⁻¹ (Tamba et al., 2019). Penggunaan urin sapi dalam keadaan segar jarang dilakukan karena menimbulkan bau yang kurang sedap, sehingga perlu dilakukan proses fermentasi selama satu atau dua minggu dengan tujuan untuk mengurangi bau serta untuk meningkatkan kualitas urin sapi yang digunakan (Bahri dan Bimasri, 2019). Pahlawati et al. (2022) menyatakan bahwa biourin sapi tidak hanya mengandung unsur hara makro seperti N, P, K, Ca, Mg dan S tetapi juga mengandung unsur hara mikro seperti Mn, Zn, Fe, Cu, Cl.

Pemberian biourin sapi secara tunggal mampu meningkatkan kandungan amonium di dalam tanah. Pemberian biourin sapi pada kontrol yang di inkubasi selama dua minggu berbeda nyata dengan perlakuan pemberian biourin

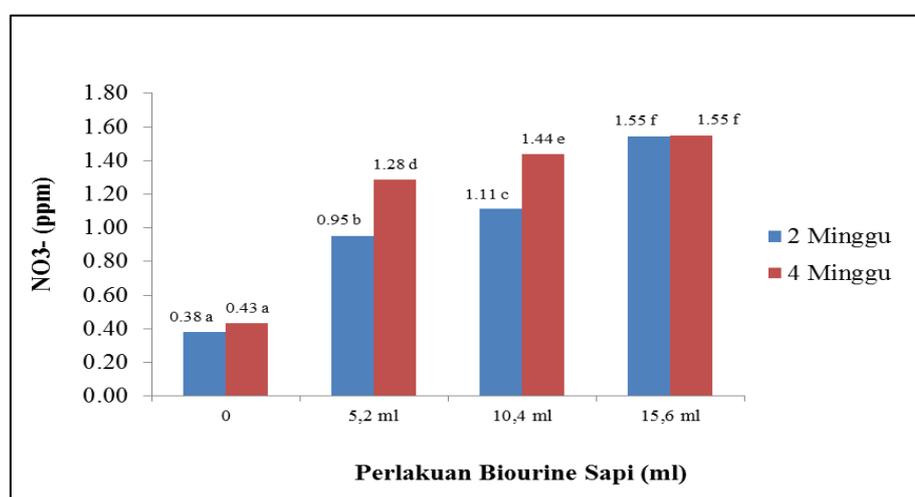
sapi sebanyak 15,6 ml yang diinkubasi selama empat minggu (Gambar 1). Pada perlakuan kontrol kandungan amonium sebanyak 3,3 mg kg⁻¹ sedangkan kandungan amonium pada perlakuan 15,6 ml adalah sebesar 16,68 mg kg⁻¹. Pada masa inkubasi empat minggu kandungan amonium dengan dosis biourin yang sama lebih tinggi dibandingkan dengan yang diinkubasi selama dua minggu. Pemberian konsentrasi biourin dan pupuk anorganik tunggal mampu meningkatkan N tanah, karena mikroorganisme yang terdapat dalam biourin merombak senyawa organik yang terdapat dalam biourin (Adriani dan Novra, 2017).



Gambar 1. Pengaruh pemberian biourin sapi terhadap kandungan amonium (NH₄⁺) di dalam tanah

3.3. Nitrat (NO₃⁻)

Analisis ragam yang dilakukan pada penelitian ini memperlihatkan bahwa pemberian biourin sapi dapat meningkatkan kandungan nitrat di dalam tanah. Kandungan nitrat pada berbagai perlakuan yang diinkubasi selama 2 dan 4 minggu dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh pemberian biourin sapi terhadap kandungan NO₃⁻ di dalam tanah

Pemberian biourin yang diinkubasi pada 2 dan 4 minggu mampu meningkatkan kandungan nitrat di dalam tanah. Perlakuan 5,2 mL dan 10,4 mL biourin yang diinkubasi selama dua minggu berbeda nyata dengan yang diinkubasi selama empat minggu. Sebaliknya, perlakuan 15,6 mL biourin yang diinkubasi selama dua minggu tidak berbeda nyata dengan yang diinkubasi selama empat minggu (Gambar 2).

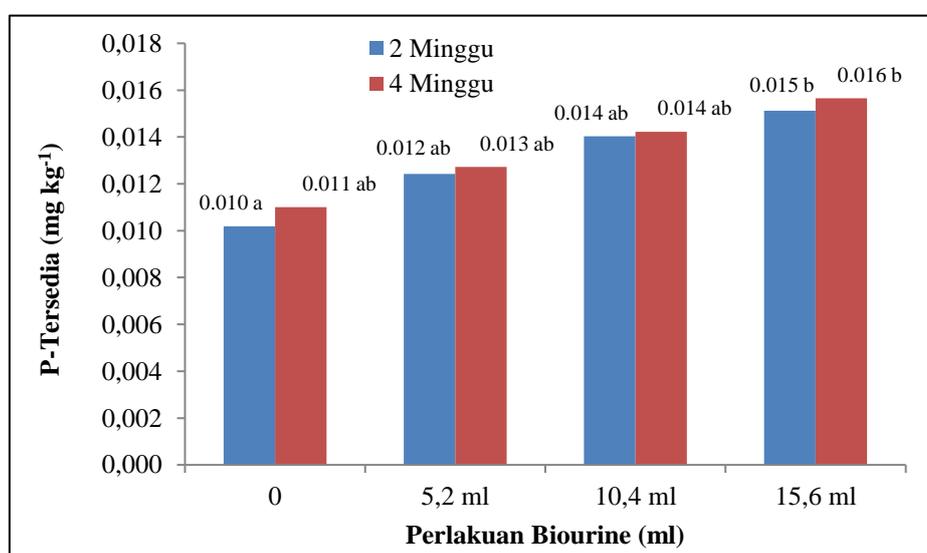
Nitrogen merupakan unsur hara makro yang sangat diperlukan oleh tanaman dalam proses pertumbuhan. Nitrat merupakan salah satu bagian dari nitrogen yang merupakan unsur utama dalam proses pertumbuhan tanaman (Bahri dan Bimasri, 2019). Pada penelitian ini, pemberian biourin sapi ke dalam tanah mampu meningkatkan

kandungan nitrat di dalam tanah. Perlakuan kontrol dengan masa inkubasi dua minggu sangat berbeda nyata dengan perlakuan pemberian 15,6 mL biourin sapi yang diinkubasi selama empat minggu. Kontrol dengan masa inkubasi dua minggu memiliki nilai nitrat sebanyak $0,38 \text{ mg kg}^{-1}$ sedangkan kontrol dengan masa inkubasi empat minggu kandungan nitratnya adalah $0,43 \text{ mg kg}^{-1}$. Hasil penelitian ini memperlihatkan bahwa pemberian biourin sapi mampu meningkatkan ketersediaan nitrat di dalam tanah yang dapat membantu proses pertumbuhan dan perkembangan tanaman.

3.4. P-Tersedia

Hasil analisis ragam juga memperlihatkan bahwa pemberian biourin sapi ke dalam tanah berpengaruh terhadap peningkatan jumlah kandungan P-tersedia di dalam tanah. Kandungan P-tersedia setelah aplikasi biourin dapat dilihat pada Gambar 3.

Pada dasarnya tujuan dari pemberian biourin sapi ini adalah untuk meningkatkan kesuburan tanah. Pada inkubasi 2 minggu, pemberian biourin sapi sampai dengan dosis 10,2 mL tidak mampu meningkatkan ketersediaan P di dalam tanah, dan P-tersedia baru mengalami peningkatan ketika jumlah biourin yang diaplikasikan ditingkatkan menjadi 15,6 mL (Gambar 3). Pemberian biourin sapi pada kontrol yang diinkubasi selama empat minggu tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Gambar 3).



Gambar 3. Pengaruh pemberian biourin sapi terhadap kandungan P-tersedia di dalam tanah

Fosfor (P) merupakan unsur hara makro yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang banyak. Fosfor yang dapat diserap tanaman adalah dalam bentuk P-tersedia. Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa pemberian biourin sapi dapat mempengaruhi jumlah P-tersedia di dalam tanah. Meningkatnya P-tersedia di dalam tanah seiring dengan meningkatnya jumlah pemberian dosis biourin sapi ke dalam tanah. Pada perlakuan pemberian biourin sapi sebanyak 15,6 mL dengan masa inkubasi selama empat minggu sangat berbeda nyata dengan kontrol yang diinkubasi selama dua minggu. Kandungan P-tersedia pada perlakuan 15,6 ml biourin sapi dengan masa inkubasi selama empat minggu adalah $0,016 \text{ mg kg}^{-1}$ sedangkan pada perlakuan kontrol yang diinkubasi selama dua minggu adalah $0,010 \text{ mg kg}^{-1}$.

5. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh dapat diambil kesimpulan bahwa pemberian biourin sapi dengan waktu inkubasi dua dan empat minggu memberikan pengaruh terhadap kandungan amonium dan nitrat di dalam tanah. Semakin tinggi jumlah biourin yang diaplikasikan akan semakin tinggi kandungan amonium dan nitrat di dalam tanah. Hasil penelitian juga memperlihatkan bahwa pemberian biourin sapi memberikan pengaruh terhadap kandungan P-tersedia, tetapi tidak berpengaruh terhadap perubahan pH tanah.

Daftar Pustaka

Adijaya, N., Yasa, I.R., Guntoro, S. 2007. Pemanfaatan bio urine dalam produksi hijauan pakan ternak (rumpun raja). Prosiding Seminar Nasional Percepatan Transformasi Teknologi Pertanian untuk Mendukung Pembangunan Wilayah. Balai Besar Pengkajian dan Pengembangan Teknologi Pertanian bekerjasama

dengan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Bali.

- Adriani, A., Novra, A. 2017. Peningkatan Kualitas biourin dari ternak sapi yang mendapat perlakuan *Trychoderma harzianum*. Jurnal Ilmu-ilmu Peternakan 20(2), 77-84.
- Bahri, S., Bimasri, J. 2019. Aplikasi bio urine dan pupuk nitrogen pada tanaman jagung manis (*Zea mays sacharata*) di lahan rawa. Prospek Agroteknologi 7(1), 9-18.
- Brock, O., Kalbitz, K., Absalah, S., Jansen, B. 2020. Effects of development stage on organic matter transformation in Podzols. Geoderma 378, 114625. <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2020.114625>
- Dahlianah, I. 2014. Pupuk hijau salah satu pupuk organik berbasis ekologi dan berkelanjutan. Klorofil 9(2), 54-56.
- Dvořáčková, H., Dvořáček, J., González, P.H., Vlček, V. 2022. Effect of different soil amendments on soil buffering capacity. PLOS ONE 17(9), e0274858. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0274858>
- Husain, F., Megawati, M., Safir, A., Renaldy, M., Kadir, R., Fatimah, M.A., Sabrina, I.A., Shabrina, P.A.N., Lembang, M.A.M. 2023. Pembuatan elsitor biosaka sebagai salah satu inovasi dalam pengurangan penggunaan pupuk kimia. Jurnal Pengabdian Masyarakat Hasanuddin 4(2), 82-91. <https://doi.org/10.20956/jpmh.v4i2.30699>
- Januantari, N.N., Setiawan, G.A.N., Santiasa, I.M.P. 2016. Pengaruh pemberian biourine sapi dan ekstrak bawang merah terhadap pertumbuhan tanaman tomat (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Jurnal Pendidikan Biologi 3(2), 7914.
- Pahlawati, M., Mahbub, M., Syarbini, M. 2022. Pengaruh pemberian biourin sapi terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman kangkung darat (*Ipomoea reptans* Poir) pada tanah Ultisol. Acta Solum 1(1), 41-46. <https://doi.org/10.20527/actasolum.v1i1.1383>
- Perdana, S.N., Yamika, W.S.D., Santoso, M. 2015. Pengaruh aplikasi biourine dan pupuk terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.). Jurnal Produksi Tanaman 3(6), 457-463.
- Purba, I. 2016. Pengaruh Pemberian Beberapa Formula Pupuk untuk Peningkatan Produksi dan Mutu Sawi Hijau (*Brassica juncea* L.) di Tanah Inceptisol, Desa Pegok, Denpasar. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Udayana, Denpasar.
- Putro, B.P., Samudro, G., Nugraha, W.D. 2016. Pengaruh penambahan pupuk NPK dalam pengomposan sampah organik secara aerobik menjadi kompos matang dan stabil diperkaya. Jurnal Teknik Lingkungan 5(2), 1-10.
- Ratriyanto, A., Widyawati, S.D., Suprayogi, W.P.S., Prastowo, S., Widyas, N. 2019. Pembuatan pupuk organik dari kotoran ternak untuk meningkatkan produksi pertanian. Jurnal SEMAR 8(1), 9-13.
- Rohani, S., Sirajuddin, S.N., Said, M.I., Mide, M.Z., Nurhapsa. 2016. Model pemanfaatan urine sapi sebagai pupuk organik cair Kecamatan Liburen Kabupaten Bone. Jurnal PanritaAbdi 1(1), 11-15.
- Siburian, I.S., Suntari, R., Prijono, S. 2016. Pengaruh aplikasi urea dan pupuk organik cair (urin sapi dan teh kompos sampah) terhadap serapan N serta produksi sawi pada Entisol. Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan 3(1), 303-310.
- Siwanto, T., Sugiyanta., Melati, M. 2015. Peran pupuk organik dalam peningkatan efisiensi pupuk anorganik pada padi sawah (*Oryza sativa* L.). J. Agron. Indonesia 43(1), 8-14.
- Tamba, R.A.S., Martino, D., Sarman. 2019. Pengaruh pemberian auksin (NAA) terhadap pertumbuhan tunas tajuk dan tunas cabang akar bibit karet (*Hevea brasillensis* Muell. Arg) okulasi mata tidur. Agroecotenia 2(2), 11-20.
- Weber, J., Kocowicz, A., Debicka, M., Jamroz, E. 2017. Changes in soil morphology of Podzols affected by alkaline fly ash blown out from the dumping site of an electric power plant. J Soils Sediments 17, 1852–1861. <https://doi.org/10.1007/s11368-016-1599-7>