

Pemanfaatan Kotoran Kelelawar sebagai Pupuk Guano di Desa Bolok, Kupang Barat, Nusa Tenggara Timur

Sartika Tangguda*, Riris Yuli Valentine, Dimas Rizky Hariyadi, dan I Nyoman Sudiarsa

Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang

Jl. Kampung Baru, Pelabuhan Ferry Bolok, Kec. Kupang Barat, Kab. Kupang 85351

*Alamat korespondensi: tika.tangguda@gmail.com

INFO ARTIKEL

Diterima: 13-07-2022

Direvisi: 04-09-2022

Dipublikasi: 30-12-2022

ABSTRACT/ABSTRAK

Utilization of Bat Waste as Guano Fertilizer in Bolok Village, West Kupang, East Nusa Tenggara

Keywords:

Bat waste, Bolok Village, Guano fertilizer

Bat waste contains many high nutrients (N, P, K, Ca, Mg, S), but on the other hand, has a low C/N ratio so that a process is needed to increase the C/N ratio which in turn finally can be used by plants. This study aimed to determine the levels of nitrate and phosphate in guano fertilizer and its utilization for the growth of sea grapes (*Caulerpa racemose*). This research was conducted from October to November 2021 at the Cultivation Teaching Factory, Marine and Fisheries Polytechnic of Kupang, East Nusa Tenggara. Guano fertilizer was made using bat waste, EM4, brown sugar, shrimp paste, and fresh water as a solvent which was fermented for 12 days and sample testing was carried out every three days. The results showed that natural bat waste contained phosphate and nitrate levels of 1.030 mg/L and 2.308 mg/L, respectively. Phosphate and nitrate levels for 12 days of fermentation decreased and increased with phosphate and nitrate levels of 1.302 mg/L and 2.296 mg/L at the end of the fermentation. Increases and decreases in phosphate and nitrate levels were related to the activity of microorganisms present in EM4. The results showed that guano fertilizer contained levels of phosphate and nitrate which could be used as a source of nutrition for plants and was proven to increase the growth of sea grapes (*C. racemose*) by increasing the sea grapes weight as well as length and number of ramuli. Guano fertilizer obtained in this study can be used as an alternative to organic fertilizer which is relatively expensive in Kupang City.

Kata Kunci:

Desa Bolok, Kotoran kelelawar, Pupuk guano

Kotoran kelelawar mengandung banyak unsur hara yang tinggi (N, P, K, Ca, Mg, S), namun di sisi lain hasil buangan kelelawar ini mengandung C/N rasio yang rendah sehingga perlu dilakukan suatu proses untuk meningkatkan C/N rasio yang pada akhirnya dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar nitrat dan fosfat pada pupuk guano serta pemanfaatannya untuk pertumbuhan anggur laut (*Caulerpa racemose*). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober sampai November 2021 bertempat di Teaching Factory Budidaya, Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang, Nusa Tenggara Timur. Pembuatan pupuk guano dilakukan menggunakan kotoran kelelawar, EM4, gula merah, terasi, dan air tawar sebagai pelarut yang difermentasikan selama 12 hari dan dilakukan pengujian sampel setiap tiga hari sekali. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kotoran kelelawar secara alami mengandung kadar fosfat dan nitrat berturut-turut sebesar 1,030 mg/L dan 2,308 mg/L. Kadar fosfat dan nitrat selama 12 hari fermentasi mengalami penurunan dan kenaikan dan diperoleh hasil kadar

fosfat dan nitrat pada hari ke-12 sebesar 1,302 mg/L dan 2,296 mg/L. Peningkatan dan penurunan kadar fosfat dan nitrat berkaitan dengan aktivitas mikroorganisme yang terdapat di dalam EM4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk guano mengandung kadar fosfat dan nitrat yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman dan terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan anggur laut (*C. racemose*) dengan menaikkan bobot anggur laut dan panjang serta jumlah ramuli. Pupuk guano yang diperoleh dapat dijadikan alternatif pengganti pupuk organik yang harganya relatif mahal di Kota Kupang.

PENDAHULUAN

Penggunaan pupuk organik merupakan salah satu upaya untuk memperbaiki kesuburan tanah. Meskipun umumnya memiliki kandungan unsur hara yang tidak terlalu tinggi tetapi pupuk organik mempunyai keunggulan lain yaitu dapat memperbaiki sifat-sifat fisik tanah seperti permeabilitas tanah, porositas tanah, struktur tanah, daya menahan air dan kation-kation tanah (Roidah, 2013). Pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik yang berasal dari tanaman dan atau hewan yang dapat dirombak menjadi hara tersedia bagi tanaman atau telah melalui proses rekayasa yang digunakan untuk mensuplai bahan organik untuk memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Suriadikarta & Simanungkalit, 2006). Menurut Suriadikarta dan Simanungkalit (2006) dari pengertian tersebut menunjukkan bahwa pupuk organik lebih ditujukan kepada kandungan C-organik atau bahan organik daripada kadar haranya; nilai C-organik itulah yang menjadi pembeda dengan pupuk anorganik.

Pupuk organik dapat berbentuk padat atau cair. Pupuk organik cair (POC) adalah jenis pupuk yang tersedia dalam bentuk cair yang diekstrak dari berbagai unsur organik, dibuat secara alami melalui proses fermentasi sehingga menghasilkan larutan hasil pembusukan dari sisa tanaman maupun kotoran hewan (Rahayu, 2021). POC dapat diperoleh dari proses pengomposan (dekomposisi) bahan-bahan organik di dalam wadah komposter yang hasilnya dapat memenuhi kebutuhan unsur hara N, P, dan K (Hadisuwito, 2007). Kelebihan POC adalah cepat mengatasi defisiensi hara, tidak bermasalah dengan pencucian hara, dan mampu menyediakan hara secara cepat serta mudah diaplikasikan (Gunawan, 2019).

Guano merupakan bahan organik berupa tumpukan kotoran padat dan urin dari kelelawar atau burung-burung laut yang dapat ditemukan di

gua-gua yang menjadi habitat atau sarang dari hewan tersebut secara alami. Guano ini dapat dijadikan pupuk organik karena memiliki kandungan yang tinggi bahan yang bersifat efektif untuk menyuburkan tanah yaitu fosfor dan nitrogen (Azai dkk., 2018). Namun demikian, guano seperti kotoran kelelawar ini memiliki rasio C/N yang sangat rendah sehingga perlu ditambahkan dengan bahan-bahan lain yang memiliki rasio C/N tinggi untuk menaikkan rasio C/N agar mendekati rasio C/N tanah seperti jerami, arang sekam dan dedak pada saat pengomposan (Hayanti dkk., 2014).

Produk pupuk organik cair dengan bahan baku hijauan dan kotoran ternak dengan bahan tambahan terasi, gula merah, dan EM4 memiliki kandungan NPK tinggi masing-masing sebesar 0,16%, 0,015% dan 0,066% (Kasmawan dkk., 2018). Pupuk guano dilaporkan dapat memperbaiki kesuburan tanah karena memiliki kandungan N, P, dan K (7-17% N, 8-15% P, dan 1,5-2,5% K) sehingga baik untuk pertumbuhan tanaman (Syofiani & Oktabrina, 2017).

Perlakuan pupuk guano dapat meningkatkan tinggi tanaman, jumlah daun dan berat segar tanaman selada serta meningkatkan warna dan kerenyahan daun yang diduga dipengaruhi oleh ketersediaan unsur hara N yang cukup (Nugrahini, 2013). Hasil penelitian Hayanti dkk. (2014) menunjukkan bahwa kandungan unsur hara pada kompos kotoran kelelawar adalah hara N 4,89% (sangat tinggi), P 1,65% (sangat tinggi), K 1,89% (sangat tinggi), dan rasio C/N 5 (rendah) serta meningkatkan pertumbuhan tanaman kacang tanah.

Aplikasi pupuk guano juga dapat dikombinasikan dengan pupuk anorganik dimana hasil penelitian Taofik dkk. (2018) menunjukkan kombinasi pupuk guano dengan urea berpengaruh nyata terhadap tinggi tanaman, jumlah klorofil, umur berbunga, serta bobot polong tanaman buncis. Sementara itu, pada tanaman tomat kombinasi yang terbaik terhadap pertumbuhan dan produksi

tanaman tomat adalah dosis pupuk guano 12 ton/ha dengan NPK 250 kg/ha (Maulidani dkk., 2018).

Guano ini dapat menjadi alternatif jenis pupuk untuk tanaman sehingga dapat mengatasi kelangkaan pupuk dan mengurangi biaya produksi karena harga pupuk organik yang relatif mahal di Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur. Pupuk guano dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman, salah satunya rumput laut. Anggur laut (*Caulerpa racemose*) merupakan salah satu komoditas dari rumput laut yang memiliki prospek yang cerah untuk dikembangkan di Indonesia, khususnya Kupang-Nusa Tenggara Timur. Anggur laut ini sering dimanfaatkan sebagai makanan bagi masyarakat sekitar pantai (Yudasmara, 2014). Fermentasi kotoran kelelawar ini diharapkan dapat digunakan sebagai sumber nutrisi untuk pertumbuhan anggur laut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar nitrat dan fosfat pada pupuk guano serta pemanfaatannya untuk pertumbuhan anggur laut (*C. racemose*).

BAHAN DAN METODE

Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober sampai November 2021 berlokasi di Teaching Factory Budidaya, Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang, Nusa Tenggara Timur. Alat dan bahan yang digunakan merupakan alat dan bahan untuk pengomposan pupuk guano diantaranya wadah komposter, aerator, selang aerasi, timbangan, gelas ukur, kotoran kelelawar kering, terasi, gula merah, EM4 dan air tawar.

Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian deskriptif. Menurut Sugiyono (2011) metode deskriptif digunakan untuk memberikan atau menjabarkan suatu keadaan atau fenomena yang terjadi saat ini dengan menggunakan prosedur ilmiah untuk menjawab masalah secara aktual.

Pembuatan Pupuk Guano

Pupuk guano dalam penelitian ini disiapkan dari kotoran kelelawar yang dikumpulkan dari gua kelelawar di Desa Bolok, Kupang Barat, Nusa Tenggara Timur. Di tempat ini ditemukan banyak kotoran kelelawar yang tidak dimanfaatkan dan berpotensi digunakan sebagai bahan dasar pupuk guano. Namun, kotoran kelelawar ini masih

merupakan bahan organik mentah harus diproses terlebih dahulu melalui pengomposan sehingga menjadi hara tersedia yang dapat diserap oleh tanaman. Kotoran kelelawar sebagai bahan baku pupuk guano difermentasi dengan beberapa bahan lain yaitu EM4 (bakteri aktif/*effective microorganism* 4), terasi, gula merah, dan air tawar sebagai pelarut.

Pembuatan pupuk guano (PG) ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu: (1) Kotoran kelelawar kering sebanyak 1 kg dimasukkan ke dalam komposter, (2) Terasi dan gula merah masing-masing sebanyak 100 g dan 200 g dilarutkan dengan air dan dimasukkan ke dalam komposter, (3) Bakteri (EM4) sebanyak 200 mL ditambahkan ke dalam komposter, (4) Air sebanyak 4 L atau secukupnya ditambahkan ke dalam komposter sedemikian hingga diperoleh perbandingan campuran bahan organik dan air sekitar 2:1, dan (5) Komposter selanjutnya ditutup kencang dan dimasukkan ujung selang penghubung dengan botol berisi air.

Komposter tersebut kemudian disimpan di tempat sejuk dan teduh. Pengadukan dilakukan setelah dua hari pengomposan. Fermentasi dilakukan selama 12 hari sesuai dengan pendapat Setiawan (2009). Pengomposan yang berlangsung dengan sempurna akan dicirikan dengan adanya bau seperti bau tape yang sudah masak, dan pada saat ini pemanenan pupuk dapat dilakukan.

Menurut Setiawan (2009), pada umumnya pupuk organik dapat dipanen setelah 12 hari pengomposan dimana lamanya waktu panen sangat bergantung kepada jenis bakteri yang digunakan. Data yang diambil pada penelitian ini adalah data kadar Nitrat (NO_3^-) dan Orthofosfat (PO_4^{2-}) pada sampel kotoran kelelawar kering, PG hari ke-0, PG hari ke-3, PG hari ke-6, PG hari ke-9, dan PG hari ke-12. Analisa data dilakukan secara deskriptif pada kadar Nitrat (NO_3^-) dan Orthofosfat (PO_4^{2-}) yang diperoleh pada sampel penelitian.

Pemanfaatan Pupuk Guano untuk Meningkatkan Pertumbuhan Anggur Laut

Pupuk guano yang diperoleh kemudian diuji dalam kemampuan meningkatkan pertumbuhan tanaman. Pupuk guano ini dimanfaatkan sebagai nutrisi untuk pertumbuhan anggur laut (*Caulerpa* sp.). Pengamatan deskriptif dilakukan terhadap perbedaan pertumbuhan anggur laut yang diberi perlakuan pupuk guano dibandingkan dengan yang tidak diberi perlakuan pupuk guano.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Nitrat dan Fosfat pada Kotoran Kelelawar dan Pupuk Guano

Hasil pengukuran kadar nitrat dan fosfat pada sampel kotoran kelelawar dan pupuk guano disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan data pada Tabel 1, kotoran kelelawar mengandung senyawa fosfat sebanyak 1,030 mg/L dan nitrat sebanyak 2,308 mg/L. Menurut Suwarno dan Idris (2007), meskipun masih ada sedikit perbedaan pendapat di antara para ahli mengenai kadar nitrogen dan fosfat dalam guano, kotoran kelelawar mengandung nitrogen (N) 7–17%, fosfor (P) 8–15%, dan kalium (K) 1,5–2,5% serta unsur hara makro lain seperti kalsium, magnesium dan belerang. Kandungan nitrat dan fosfat secara alami ini dapat dimanfaatkan untuk pertumbuhan tanaman. Banyak dilaporkan bahwa guano memiliki kandungan mineral mikro dan makro yang lengkap, dan pupuk guano juga memiliki unsur hara NPK yang tinggi sehingga menjadi alasan dalam memanfaatkan pupuk guano sebagai pupuk organik untuk mencukupi unsur hara di dalam tanah.

Pupuk organik cair kotoran kelelawar (pupuk guano) yang diperoleh serta data hasil analisis kandungan senyawanya disajikan pada Gambar 1 dan Tabel 1. Fermentasi selama 12 hari menunjukkan hasil fosfat dan nitrat yang berbeda setiap tiga hari waktu pengambilan sampel (Tabel 1). Pada hari ke-0 diperoleh hasil fosfat dan nitrat yang sangat tinggi yaitu 99,821 mg/L dan 30,306 mg/L, namun hasil pengukuran tersebut kemungkinan besar dipengaruhi oleh penambahan EM4 dalam proses pembuatan pupuk guano ini. Proses dekomposisi bahan organik dapat berlangsung secara

alami atau ditambahkan aktivator lain, seperti EM4 dan asam asetat untuk meningkatkan kualitas N, P, dan K yang dihasilkan. Fungsi EM4 adalah mempercepat fermentasi bahan organik (Hadisuwito, 2007). Dalam EM4 terdapat berbagai mikroorganisme yang bermanfaat, yaitu *Lactobacillus* sp., yeast-saccharomyces, actinomycetes, streptomyces yang berfungsi untuk memfermentasi bahan organik serta berfungsi untuk menghasilkan senyawa antibiotik yang bersifat toksik bagi bakteri patogen maupun melarutkan ion-ion fosfat dan ion-ion mikro lainnya. EM-4 selain memfermentasi bahan organik juga merangsang perkembangan mikroorganisme lainnya yang menguntungkan bagi kesuburan tanah dan bermanfaat bagi tanaman, misalnya bakteri pengikat nitrogen, pelarut fosfat dan mikro organisme yang bersifat antagonis terhadap penyakit tanaman (Irianto, 2013).

Tabel 1. Hasil analisa nitrat dan fosfat pada kotoran kelelawar dan pupuk guano

Jenis sampel	Hasil pengukuran	
	Fosfat (mg/L)	Nitrat (mg/L)
Kotoran kelelawar	1,030	2,308
PG H0	99,821	30,306
PG H+3	0,109	1,347
PG H+6	0,166	1,667
PG H+9	1,881	1,644
PG H+12	1,302	2,296

Keterangan: PG H0 = Pupuk Guano hari ke-0, PG H+3 = Pupuk Guano hari ke-3, PG H+6 = Pupuk Guano hari ke-6, PG H+9 = Pupuk Guano hari ke-9, PG H+12 = Pupuk Guano hari ke-12.



Gambar 1. Pupuk organik cair kotoran kelelawar (pupuk guano) hasil fermentasi selama 12 hari

Pada hari ke-3 sampai hari ke-9 terjadi peningkatan kadar fosfat dan nitrat pada sampel pupuk guano, namun pada hari ke-12 terdapat

penurunan kadar fosfat namun terjadi peningkatan kadar nitrat, dimana kadar fosfat menjadi 1,302 mg/L dan kadar nitrat menjadi 2,296 mg/L. Hasil

penelitian Pintami dkk. (2015) menyatakan bahwa air media budidaya yang proses fermentasinya secara alami (tanpa penambahan aktivator EM4) menghasilkan kadar nitrat dan fosfat yang lebih tinggi dibandingkan air media budidaya yang proses fermentasinya menggunakan aktivator EM4, namun produk fermentasi tanpa aktivator tersebut belum memenuhi standar pupuk organik cair. Guano kelelawar memiliki kelebihan dibanding pupuk organik lain, namun proses dekomposisi dan mineralisasi guano kelelawar membutuhkan waktu yang relatif lama, sehingga membutuhkan bantuan mikroflora (Nkongolo *et al.* 2016). EM4 mengandung mikroorganisme pengurai bahan organik secara alami (Sarungu dkk., 2020).

Hasil menunjukkan bahwa senyawa nitrat (NO_3^-) mengalami peningkatan dan penurunan selama fermentasi 12 hari. Hal ini disebabkan oleh terjadinya proses nitrifikasi dan denitrifikasi oleh mikroba yang terkandung di dalam kotoran kelelawar dan EM4. Perubahan kadar fosfat (PO_4^{2-}) pada fermentasi kotoran kelelawar disebabkan oleh adanya aktivitas bakteri pelarut fosfat yang melepaskan ikatan kimianya sehingga fosfat tersedia bagi tanaman dan dapat diserap oleh tanaman.

Adanya aktivitas dari bakteri asam laktat (*Lactobacillus* sp.) yang terdapat dalam EM4 mendorong terjadinya fermentasi senyawa organik menjadi senyawa asam laktat yang berfungsi untuk mempercepat perombakan fosfat. Adanya kerjasama bakteri asam laktat dan jamur yang terkandung dalam EM4 dapat mempercepat proses penguraian senyawa organik menjadi senyawa organik yang lebih sederhana (Munawaroh dkk., 2013). Menurut Widyabudiningsih dkk. (2021), peningkatan kadar fosfor dipengaruhi oleh adanya aktivator EM4 yang mengandung bakteri pelarut fosfat yang bertujuan untuk membantu dalam pelarutan fosfat bahan organik sehingga dapat menghasilkan kadar fosfor yang lebih tinggi.

Namun Khusnuryani (2008), penurunan kadar fosfat dapat terjadi karena proses dekomposisi oleh bakteri, dimana bakteri tersebut memanfaatkan fosfat sebagai sumber energi, fosfat berfungsi menghasilkan energi metabolisme untuk pertumbuhan dan reproduksi bagi kehidupan bakteri. Penurunan kadar nitrogen dapat terjadi dikarenakan unsur nitrogen yang terkandung di dalam pupuk akan hilang dalam bentuk NH_3 yang menguap ke udara. Mikroorganisme menggunakan bahan organik untuk aktivitas metabolisme hidupnya (Widyabudiningsih dkk., 2021). Dengan

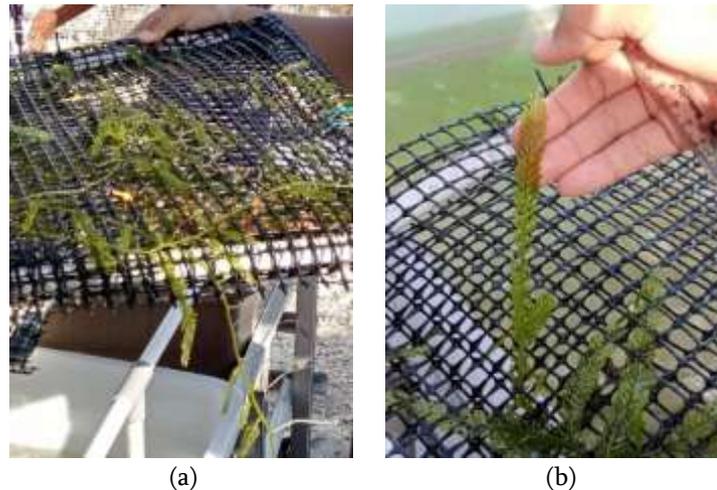
demikian, terjadinya peningkatan dan penurunan kadar fosfat dan nitrat disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang terdapat di dalam EM4 dalam merombak bahan organik pada kotoran kelelawar.

Pertumbuhan Anggur Laut (*Caulerpa racemose*)

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa anggur laut yang ditambahkan pupuk guano mengalami rata-rata pertambahan bobot dari 126,67 g menjadi 143,33 g selama tujuh hari pemeliharaan. Panjang ramuli juga mengalami pertambahan dari 9,4 cm menjadi 14,1 cm (Gambar 2). Jumlah ramuli anggur laut juga bertambah dari 51 buah menjadi 60 buah. Jumlah ramuli anggur laut ini merupakan salah satu indikator pertumbuhan anggur laut yang optimal.

Menurut Masyahoro dan Mappiratau (2010), kandungan nutrisi utama yang dibutuhkan rumput laut seperti nitrat dan fosfat sangat berpengaruh pada stadia reproduksinya, apabila kedua unsur hara tersebut tersedia maka kesuburan rumput laut meningkat secara cepat. Menurut Alamsjah dkk. (2009), nitrat merupakan komponen yang sangat penting untuk pertumbuhan *thallus* rumput laut, sedangkan fosfat menyebabkan laju pertumbuhan rumput laut menjadi tinggi. Hasil fermentasi kotoran kelelawar pada hari ke-12 yaitu 1,302 mg/L fosfat dan 2,296 mg/L nitrat. Hal ini sesuai dengan pendapat Pong-Masak dan Sarira (2018) yang menyatakan bahwa kisaran nitrat untuk pertumbuhan optimum rumput laut yaitu 0,9-3,5 mg/L serta kadar fosfat di perairan untuk budidaya rumput laut adalah 0,2-1,0 mg/L (Aslan, 1998).

Hasil ini menunjukkan bahwa pupuk guano yang diperoleh dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman. Meskipun demikian, hasil penelitian ini belum maksimal karena penelitian berlangsung selama musim hujan sehingga penyerapan unsur hara kurang maksimal. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penggunaan kompos guano dapat meningkatkan pertumbuhan vegetatif tanaman secara signifikan (Hayanti dkk., 2014). Disebutkan juga bahwa guano merupakan pupuk organik yang penting karena mengandung unsur hara utama yang dibutuhkan oleh tanaman untuk pertumbuhan dan peningkatan hasil dimana unsur N dan P dalam guano jauh lebih tinggi dibandingkan dengan yang terdapat dalam pupuk kandang maupun limbah pertanian. Penggunaan guano sebagai pupuk organik sebanyak 7 ton/ha meningkatkan bobot tongkol jagung dengan hasil 10,39 ton/ha (Lukman, 2022).



Gambar 2. Pertumbuhan anggur laut, (a) tanpa pemberian pupuk guano, (b) dengan pemberian pupuk guano

SIMPULAN

Guano atau kotoran kelelawar secara alami mengandung kadar fosfat dan nitrat masing-masing sebesar 1,030 mg/L dan 2,308 mg/L. Kadar fosfat dan nitrat dalam pupuk guano yang difermentasikan selama 12 hari mengalami penurunan dan kenaikan dengan kadar fosfat dan nitrat masing-masing sebesar 1,302 mg/L dan 2,296 mg/L. Peningkatan dan penurunan kadar fosfat dan nitrat disebabkan oleh aktivitas mikroorganisme yang terdapat di dalam EM4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pupuk guano mengandung kadar fosfat dan nitrat yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi bagi tanaman dan terbukti dapat meningkatkan pertumbuhan anggur laut (*C. racemose*) dengan menaikkan bobot dan jumlah serta panjang ramuli anggur laut. Pupuk cair guano yang diperoleh dapat dijadikan alternatif pengganti pupuk organik yang harganya relatif mahal di Kota Kupang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Politeknik Kelautan dan Perikanan Kupang atas bantuan dana penelitian serta kepada Laboratorium Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Nusa Cendana-Kupang atas bantuan pengujian sampel penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Alamsjah, MA, W Tjahjaningsih, dan AW Pratiwi. 2009. Pengaruh kombinasi pupuk NPK dan TSP terhadap pertumbuhan, kadar air, dan

klorofil A *Gracilaria verrucosa*. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan. 1(1): 103–116.

Aslan, ML. 1998. Budidaya Rumput Laut. Kanisius. Yogyakarta.

Azai, M, N Hafizah, dan Mahdiannoor. 2018. Aplikasi berbagai dosis dan dua jenis guano pada budidaya tanaman jagung pakan (*Zea mays* L.) di lahan podsolik. Rawa Sains. 8(1): 41–53.

Gunawan. 2019. Peran Pupuk Organik Cair dalam Meningkatkan Produksi dan Memperbaiki Kesuburan Tanah. Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumberdaya Manusia Pertanian (BPPSDMP) Kementerian Pertanian. Tersedia online pada <http://cybex.pertanian.go.id/artikel/98480/pupuk-organik-cair/>. Diakses 20 November 2022.

Hadisuwito, S. 2007. Membuat Pupuk Kompos Cair. AgroMedia. Jakarta.

Hayanti, EDN, Yuliani, dan H Fitrihidayati. 2014. Pengaruh kompos kotoran kelelawar (guano) untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea*). LenteraBio. 3(1): 7–11.

Irianto, IK. 2013. Peranan Effective Microorganism 4 (Em-4) dalam pengelolaan Sampah Tinjauan dari Perspektif Pengelolaan Lingkungan secara Berkelanjutan. Universitas Warmadewa. [Tidak dipublikasikan]

Kasmawan, IGA., GN Sutapa, dan IM Yuliara. 2018. Pembuatan pupuk organik cair menggunakan teknologi komposting sederhana. Buletin Udayana Mengabdi. 17(1): 103–107.

Khusnuryani, A. 2008. Mikrobial sebagai agen penurun fosfat pada pengolahan limbah cair

- rumah sakit. Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi. IST AKPRIND. Yogyakarta.
- Lukman. 2022. Pemanfaatan pupuk guano dalam sistem pertanian berkelanjutan dan dampaknya pada pertumbuhan dan hasil tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata* L.). Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia. 27(4): 590–595.
- Masyahoro, dan Mappiratu. 2010. Respon pertumbuhan pada berbagai kedalaman bibit dan umur panen rumput laut *Eucheuma cottonii* di perairan Teluk Palu. Media Litbang Sulsei. 3(2): 104–111.
- Maulidani, A, Jumini, dan T Kurniawan. 2018. Pengaruh dosis pupuk guano dan NPK terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian. 3(4): 26–33.
- Munawaroh, U, M Sutisna, dan K Pharmawati. 2013. Penyisihan parameter pencemar lingkungan pada limbah cair industri tahu menggunakan efektif mikroorganisme (EM4) serta pemanfaatannya. Reka Lingkungan. 1(2): 93–104.
- Nkongolo, M, K Lumpungu, Kizungu, J Tshimbombo, and K Mukendi. 2016. Evaluation of the effect of two forms (dissolved and undissolved) comparative bat guano to diammonium phosphate (DAP) on the cultivation of corn (*Zea mays* L. Var Mus) in the humid tropics of the DRC (Region De Gandajika). European Journal of Biotechnology and Bioscience. 4: 1–5.
- Nugrahini, T. 2013. Pengaruh pemberian pupuk guano terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) pada dua metode vertikultur. Jurnal Dinamika Pertanian. 28(3): 211–216.
- Pintami, M Hasbi, dan Budijono. 2015. The effectiveness of EM4 and acetic acid activator addition in processing aquaculture waste into liquid fertilizer for the growth of *Azolla microphylla* biomass. JOM Faperika. 2(2): 1–6.
- Pong-Masak, PR, dan NH Sarira. 2018. Seleksi rumput laut *Kappaphycus alvarezii* (Rhodophyceae) dalam upaya penyediaan bibit unggul untuk budidaya. Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada. 20(2): 79–85.
- Rahayu, YS. 2021. Pupuk Organik Cair. Badan Penyuluhan dan Pengembangan Sumberdaya Manusia Pertanian (BPPSDMP) Kementerian Pertanian. Tersedia online pada <http://cybex.pertanian.go.id/artikel/98480/pupuk-organik-cair/>. Diakses 20 November 2022.
- Roidah, IS. 2013. Manfaat Penggunaan Pupuk Organik Untuk Kesuburan Tanah. Jurnal Universitas Tulungagung BONOROWO. 1(1): 30–42.
- Sarungu, YT, A Ngatin, dan RP Sihombing. 2020. FERMENTASI JERAMI SEBAGAI PAKAN TAMBAHAN TERNAK RUMINANSIA. Jurnal Fluida. 13(1): 24–29.
- Setiawan, E. 2009. Pengaruh empat macam pupuk organik terhadap pertumbuhan sawi (*Brassica juncea* L.). Embryo. 6(1): 27–34.
- Sugiyono. 2011. Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D. Alfabeta. Bandung.
- Suriadikarta, DA dan RDM Simanungkalit. 2006. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Suwarno dan Idris, K. 2007. Potensi dan Kemungkinan Penggunaan Guano secara Langsung sebagai Pupuk di Indonesia. *Jurnal Tanah dan Lingkungan*. 9(1): 37–43.
- Syofiani, R, dan G Oktabriana. 2017. Aplikasi pupuk guano dalam meningkatkan unsur hara N, P, K, dan pertumbuhan tanaman kedelai pada media tanam tailing tambang emas. Prosiding Seminar Nasional Fakultas Pertanian UMJ. 8 November 2017. Hlm. 98–103.
- Taofik, A, Y Setiati, dan L Purnama. 2018. Kombinasi guano kelelawar dengan pupuk urea dalam budidaya buncis, *Phaseolus vulgaris*. Seminar Nasional Fakultas Pertanian Universitas Jambi “Pembangunan Pertanian Berkelanjutan Berbasis Sumberdaya Lokal”. Jambi. Hlm. 156–168.
- Widyabudiningsih, D, L Troskialina, S Fauziah, Shalihatunnisa, Riniati, NS Djenar, M Hulupi, L Indrawati, A Fauzan, dan F Abdilah. 2021. Pembuatan dan pengujian pupuk organik cair dari limbah kulit buah-buahan dengan penambahan bioaktivator EM4 dan variasi waktu fermentasi. Indonesia Journal of Chemical Analysis. 4(1): 30–39.
- Yudasmara, GA. 2014. Budidaya anggur laut (*Caulerpa racemose*) melalui media tanam rigid quadrant nets berbahan bambu. Jurnal Sains dan Teknologi. 3(2): 468–473.