

Pupuk Organik Cair Asal Limbah *Bio-Slurry* Di Desa Genengsari Kecamatan Polokarto Kabupaten Sukoharjo

Ade Salwa Aisyahrani*, Nosa Septiana Anindita, Wiwit Probowati

Bioteknologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

*Email: adesalwaaisyahrani@gmail.com

Abstrak

Bio-Slurry merupakan limbah yang dihasilkan dari luaran digester biogas. Sebelumnya para petani di desa Genengsari belum memanfaatkan limbah *bio-slurry* dengan maksimal. Biasanya, hanya mengandalkan pupuk kimia atau anorganik. Berdasarkan permasalahan tersebut, sejumlah penelitian telah dilakukan untuk memanfaatkan limbah dari digester biogas ini sebagai bahan untuk membuat pupuk organik yang dapat diperbaharui. Penelitian tersebut menggunakan urine sapi sebagai bahan baku pupuk organik cair. Pupuk organik cair yang dihasilkan dari urine sapi ini berbentuk cair dan mudah larut dalam tanah, membawa unsur-unsur esensial yang penting bagi kesuburan tanah. Makalah ini membahas penelitian mengenai usaha peningkatan produktivitas pertanian khususnya padi melalui fermentasi *bio-slurry* sapi untuk pembuatan pupuk organik cair.

Kata Kunci: Bio-Slurry; Pupuk Organik Cair; Kandungan Unsur Hara; Uji pH

Liquid Organic Fertilizer From Bio-Slurry Waste In Genengsari Village, Polokarto District, Sukoharjo Regency

Abstract

Bio-Slurry is waste produced from the outside of a biogas digester. Previously, farmers in Genengsari village had not utilized bio-slurry waste to its full potential. Usually, they only rely on chemical or inorganic fertilizers. Based on these problems, a number of studies have been conducted to utilize waste from this biogas digester as a material for making renewable organic fertilizers. The study used cow urine as a raw material for liquid organic fertilizer. Liquid organic fertilizer produced from cow urine is in liquid form and easily soluble in soil, carrying essential elements that are important for soil fertility. This paper discusses research on efforts to increase agricultural productivity, especially rice, through fermentation of cow bio-slurry for the manufacture of liquid organic fertilizers.

Keywords: Bio-Slurry; Liquid Organic Fertilizer; Nutrient Content; pH Test

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara kepulauan dan agraris yakni sebagian besar mata pencaharian penduduknya bercocok tanam atau petani. Tanah pertanian biasanya mengandung unsur hara yang penting sebagai nutrisi bagi tanaman. Keseimbangan nutrisi yang tersedia dapat memelihara produktivitas tanaman dan kelangsungan hidup lahan. Tanaman secara terus-menerus menyerap unsur hara dari tanah, sehingga petani perlu untuk menambahkan pupuk dalam kegiatan bercocok tanam, misalnya pupuk anorganik (Rahmad *et al.*, 2018). Biasanya, petani atau pengusaha pertanian sering mengandalkan pupuk anorganik, atau lebih dikenal sebagai pupuk kimia, sebagai solusi utama. Namun, penggunaan pupuk ini dapat memiliki dampak negatif pada lingkungan jika tidak digunakan dengan bijaksana dan berkelanjutan. Selain itu, seringkali sulit untuk menemukan pupuk kimia ini di pasaran saat dibutuhkan. Penggunaan pupuk kimia dalam jangka panjang juga dapat menyebabkan penurunan kandungan bahan organik dalam tanah, kerusakan struktur tanah, dan polusi lingkungan (Simanjuntak *et al.*, 2013).

Cara untuk mengurangi penggunaan pupuk anorganik adalah dengan menggunakan bahan organik yang berasal dari limbah tanaman maupun hewan, serta mikroorganisme sebagai pupuk organik. Menggunakan bahan organik ini dapat meningkatkan kesuburan tanah dan produksi tanaman dalam pertanian yang berkelanjutan dan ramah lingkungan (Itelima *et al.*, 2018). Salah satu jenis pupuk organik yang memiliki kandungan nutrisi tinggi adalah pupuk organik yang terbuat dari bio-slurry, yaitu limbah yang dihasilkan dari luaran digester biogas. Sejumlah penelitian telah dilakukan untuk memanfaatkan limbah dari digester biogas ini sebagai bahan untuk membuat pupuk organik yang dapat diperbaharui (Permatasari, 2021).

Pupuk organik cair (POC) adalah jenis pupuk organik yang dihasilkan melalui proses fermentasi dan berbentuk cair. Keunggulan utamanya adalah kemampuannya yang lebih mudah diserap oleh tanaman, serta mengandung unsur hara makro dan mikro yang cepat tersedia (Febrianna *et al.*, 2018). Secara umum, air merupakan komponen utama dalam pembuatan pupuk organik cair, dimana fungsinya adalah untuk melarutkan semua bahan yang digunakan dalam proses pembuatan. Kualitas dan kandungan air dipengaruhi oleh sumbernya, dan beberapa faktor yang mempengaruhi kualitas air meliputi aspek fisik, kimia, dan biologi (Kusuma, M. E dan Kastalani, K. 2020). Salah satu jenis air yang dapat digunakan adalah limbah bio-slurry yang sebelumnya telah mengandung unsur hara tetapi belum mencapai standar kualitas yang dibutuhkan untuk pupuk organik cair (POC).

Hingga 29 Mei 2020, data Direktorat Jenderal EBTKE menunjukkan sudah terpasang 47.505 unit biogas rumah tangga di seluruh Indonesia. Unit-unit ini secara kolektif memproduksi sekitar 75.044,2 meter kubik per hari, setara dengan sekitar 26,72 juta meter kubik biogas per tahun. Tidak hanya itu, KESDM (Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral) berhasil mendirikan sistem biogas komunal yang tersebar di 10 provinsi sejak tahun 2016 sebanyak 20 pesantren (EBTKE, 2020). Dari jumlah digester yang sudah terpasang, belum banyak yang memanfaatkan bio-slurry cair (limbah luaran digester) sebagai pupuk organik cair (POC). Padahal, satu unit reaktor biogas mampu menghasilkan bio-slurry cair sebanyak 125 liter setiap harinya, yang mengandung 1.3% kandungan NPK. Apabila bio-slurry tersebut menggantikan urea sebagai pupuk, maka berpotensi mengurangi konsumsi urea sekitar 250 kilogram setiap tahunnya (Singgih, 2018). Bio-slurry yang diperoleh dari bagian luar reaktor mempunyai potensi untuk dimanfaatkan langsung sebagai pupuk.

Menurut data yang diperoleh dari Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan, populasi sapi telah mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Dengan meningkatnya jumlah sapi, jumlah limbah yang dihasilkan juga meningkat, terutama dalam bentuk kotoran dan urine sapi yang belum dimanfaatkan secara optimal. Penggunaan urine ternak merupakan salah satu strategi dalam penerapan zero waste management. Urine ternak yang biasanya dibuang tanpa dimanfaatkan memiliki potensi besar sebagai pupuk organik cair (POC). Berdasarkan permasalahan-permasalahan yang tengah terjadi maka dilakukan pemanfaatan bio-slurry cair sebagai pupuk organik cair (POC) dengan metode fermentasi anaerob. Selain itu, produksi pupuk ini juga dapat memberikan peluang wirausaha yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat lokal dan menawarkan potensi keuntungan yang besar.

2. Metode

2.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di BPP Polokarto yang bertempat di Desa Genengsari, Kecamatan Polokarto, Kabupaten Sukoharjo, Provinsi Jawa Tengah. Penelitian ini dilakukan mulai tanggal 6 September 2024-30 Desember 2025.

2.2 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain ember atau wadah disertai tutup, kayu pengaduk, saringan, kertas lakmus, sarung tangan, dan alat tulis. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu air 10 L, *bio-slurry* cair 1 L, urea 1 Kg, molase atau tetes tebu ½ L, dan EM4 sebanyak 3 tutup botol.

2.3 Pembuatan Pupuk Organik Cair

Dalam pembuatan pupuk organik cair dilakukan proses fermentasi secara anaerob yaitu dengan mencampurkan semua bahan yang sudah dipersiapkan kedalam tangki (drum) pencampur tanpa adanya udara. Langkah pertama yaitu, siapkan bahan organik (limbah Bio-Slurry) 1 L. Campurkan bahan tadi dengan EM4 3 tutup botol, molase $\frac{1}{2}$ L, Urea 1 Kg, dan air bersih 10 L. Kemudian aduk minimal 30X dengan arah berlawanan jarum jam. Fermentasi selama 10 hari dengan suhu 50°C. Lakukan pengecekan pH dengan kertas lakmus (pH normal 7>). Catatan yang perlu diperhatikan: Fermentasi secara semi-anaerob. Proses pembuatan pupuk organik cair tidak terkena sinar matahari maupun hujan. Indikator keberhasilan pembuatan pupuk yaitu akan menguap jika diberi mkp dan bau yang dikeluarkan sangat menyengat disertai perubahan warna coklat tua.

2.4 Pengujian Kualitas Pupuk Organik Cair

Pengujian kualitas pupuk organik cair (POC) sangat penting untuk memastikan efektivitasnya dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman. Salah satu parameter penting adalah pH, yang dapat diukur dengan kertas lakmus. Kertas lakmus memberikan indikasi kasar tentang tingkat keasaman atau kebasaan POC, meskipun pengukuran yang lebih akurat memerlukan pH meter. Selain pH, uji keberhasilan POC juga dapat dilakukan melalui uji MKP (Mono Kalium Fosfat). Uji MKP mengukur jumlah bahan padat yang tersisa setelah pengeringan POC, yang mencerminkan kandungan nutrisi dan bahan organik di dalamnya. Kandungan MKP yang tinggi biasanya menunjukkan kualitas POC yang baik. Kombinasi uji pH dan MKP memberikan gambaran komprehensif tentang kualitas POC, memastikan bahwa pupuk tersebut aman dan efektif untuk digunakan pada tanaman.

3. Hasil dan Pembahasan

Pupuk cair organik dari limbah slurry biogas adalah produk yang dihasilkan dari proses fermentasi anaerobik limbah organik, seperti kotoran ternak, dalam instalasi biogas. Proses ini menghasilkan gas metana sebagai sumber energi, dan sisa prosesnya berupa lumpur yang dikenal sebagai bio-slurry. Bio-slurry ini mengandung berbagai nutrisi penting yang bermanfaat untuk pertumbuhan tanaman. Nutrisi makro menurut Agus (2020), yang dibutuhkan dalam jumlah yang banyak seperti Nitrogen, Phospor (P), Kalium (K), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), dan Sulfur (S), serta nutrisi mikro yang hanya diperlukan dalam jumlah sedikit seperti Besi (Fe), Mangan (Mn), Tembaga (Cu), dan Seng (Zn). Bio-slurry biogas mengandung bahan organik 68,59%, C-org 17,87%, N 1,47 %, P 0,52%, K 0,38%, dan C/N 9,09 % yang sangat diperlukan oleh tanaman.

Disamping cukup tingginya kandungan asam humat yang dimiliki, pendapat Agus (2020), bio-slurry memiliki beberapa keunggulan jika dibandingkan dengan kotoran hewan atau pupuk kandang biasa, diantaranya : bermanfaat menyuburkan tanah pertanian dengan kemampuannya menetralkan tanah yang asam dengan baik, menambah kadar humus untuk kesuburan tanah sebanyak 10-12% sehingga tanah lebih bernutrisi dan mampu menyimpan air, mendukung aktivitas perkembangan cacing dan mikroba tanah yang bermanfaat bagi tanaman. Kandungan nutrisi bio-slurry terutama nitrogen (N) lebih baik jika dibandingkan dengan pupuk kandang/kompos atau kotoran segar. Kandungan nitrogen dalam bio- slurry lebih banyak dan lebih mudah diserap oleh tanaman. Disamping itu, bakteri yang terkandung dalam bio-slurry bersifat bebas bakteri pembawa penyakit bagi tanaman. Adanya proses fermentasi Kohe didalam reaktor biogas mampu membunuh organisme yang menyebabkan penyakit tanaman dan bersifat berlawanan dengan kohe segar (pupuk kandang).

Nitrogen dalam jumlah besar diperlukan sebagai unsur hara yang mendukung pertumbuhan tanaman, seperti ammonium, urea, dan nitrat. Nitrogen juga berperan dalam pembentukan protein, enzim, asam amino, klorofil, dan nukleotida. Hal ini juga disampaikan oleh Fuady dan Isfannur (2017), bahwa tanaman kekurangan nitrogen dapat menyebabkan pertumbuhan tanaman yang terhambat, akar yang terbatas, serta daun yang menguning dan gugur. Kekurangan nitrogen juga dapat memperlambat kematangan tanaman, membuat batang mudah roboh, dan mengurangi daya tahan terhadap penyakit. Nitrogen dalam tanah hadir dalam berbagai bentuk, termasuk dalam protein. Pendapat Mulyono (2016), tentang fosfor berperan dalam mempercepat pertumbuhan akar pada tanaman muda dan memperkuat serta mempercepat pertumbuhan pada tanaman dewasa. Selain itu, fosfor berkontribusi pada

peningkatan kualitas tanaman biji-bijian dan mempengaruhi pembentukan inti sel. Unsur fosfor ini cenderung berinteraksi dengan zat besi dan aluminium dalam tanah, tetapi serapan oleh akar tanaman terbilang sulit. Unsur hara lainnya yaitu kalium, pemberian kalium bagi tanaman berperan untuk menghasilkan bunga dan buah melalui proses fotosintesis, perkembangan sel, regulasi stomata, pengaturan ketersediaan air, pembentukan protein, sintesis karbohidrat dan gula, serta meningkatkan ketahanan tanaman terhadap penyakit. Urine sapi digunakan karena mengandung nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), dan bahan organik yang berfungsi untuk memperbaiki struktur tanah.

Larutan EM4 mengandung berbagai jenis mikroorganisme yang terlibat dalam proses fermentasi. Hal ini diperkuat oleh Rasmito *et al.* (2019), bahwa Jumlah mikroorganisme fermentasi dalam EM4 sangatlah banyak, mencapai sekitar 80 genus yang berbeda. Dari sekian banyak mikroorganisme tersebut, terdapat lima golongan utama yang menjadi komponen utama dalam EM4, yaitu bakteri fotosintetik, *Lactobacillus sp.*, *Streptomyces sp.*, ragi (yeast), dan *Actinomycetes*. EM4 merupakan suatu campuran kultur mikroorganisme yang beragam, yang digunakan sebagai inokulan untuk meningkatkan keberagaman mikroorganisme dalam tanah serta untuk memperbaiki kesehatan dan kualitas tanah. Sejalan dengan penelitian Pradiksa *et al.* (2022), bahwa Pemberian EM4 dalam pembuatan pupuk organik bertujuan untuk merangsang pertumbuhan populasi bakteri dengan tujuan mempercepat degradasi bahan organik kompleks. Hal ini berdampak pada peningkatan kandungan C-organik, nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), dan juga rasio C/N. Menurut pendapat Meriatna *et al.* (2019), dengan menggunakan EM4 bersama dengan bahan organik, pertanian organik dan berkelanjutan dapat dipromosikan, karena tanaman mendapatkan nutrisi yang cukup dan tanah tetap sehat tanpa bergantung pada pupuk kimia dan pestisida sintetis.

Putra *et al.* (2023), menjelaskan bahwa molase atau tetes tebu atau gula berperan sebagai sumber karbon utama yang diperlukan pada tahap awal pertumbuhan mikroorganisme selama proses fermentasi. Gula merah mengandung glukosa dan fruktosa, dua jenis gula sederhana yang langsung dapat dimanfaatkan oleh mikroorganisme pada fase awal pertumbuhan. Keberadaan glukosa dan fruktosa sebagai sumber karbon dalam substrat organik dapat merangsang pertumbuhan mikroorganisme dengan lebih cepat, mengurangi waktu adaptasi mikroorganisme terhadap substrat organik, sehingga senyawa organik kompleks dalam substrat dapat lebih cepat terurai, dan waktu fermentasi dapat dioptimalkan. Singgih (2018), menyatakan bahwa bio-slurry yang dihasilkan oleh reaktor biogas umumnya berbentuk cair namun dapat berubah menjadi bentuk padat atau semi padat. Bio-slurry memiliki ciri-ciri yang berbeda, antara lain: Mempunyai beragam warna, mulai dari yang berwarna coklat muda hingga hijau tua. Tidak banyak mengandung gelembung gas yang signifikan, mungkin tidak ada sama sekali. Tidak memiliki bau yang menyengat dan bebas dari serangga. Memiliki tekstur yang lengket, kuat, dan tampilannya kurang mengkilap.

Proses fermentasi dalam pembuatan pupuk organik cair (POC) dapat diidentifikasi oleh tanda-tanda tertentu. Hal ini diperkuat menurut Febriyantiningrum *et al.* (2018), salah satunya adalah munculnya lapisan putih di permukaan, aroma khas seperti tape, serta perubahan warna dari hijau menjadi kecoklatan, menghasilkan pupuk berwarna kuning kecoklatan. Lapisan putih tersebut merupakan tanda pertumbuhan *Actinomycetes*, jenis jamur yang berkembang setelah fermentasi pupuk terjadi. Karakteristik fisik yang menandai kualitas baik dari pupuk cair adalah warna kuning kecoklatan dan aroma yang berasal dari bahan-bahan organik yang telah mengalami dekomposisi.



Gambar 17. Uji pH Pupuk Organik Cair

Sebelum aplikasi pupuk organik cair (POC) dari limbah *bio-slurry*, pengujian pH sangat penting untuk memastikan kesesuaiannya dengan kebutuhan tanaman. Hasil analisis menunjukkan bahwa pupuk organik cair (POC) pada fermentasi hari ke-21 memiliki pH 7, yang ideal untuk sebagian besar tanaman karena berada dalam rentang netral. Namun, pada fermentasi hari ke-28, pH meningkat menjadi 8, menandakan kondisi basa. Menurut hasil diskusi dengan petugas penyuluh, pH yang terlalu rendah (asam) atau terlalu tinggi (basa) dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan ketersediaan nutrisi di dalam tanah. Hal ini sejalan dengan literatur yang menyatakan bahwa pH tanah mempengaruhi ketersediaan unsur hara esensial bagi tanaman. Pada pH yang tidak optimal, nutrisi seperti nitrogen, fosfor, dan kalium mungkin tidak tersedia dalam bentuk yang dapat diserap oleh akar tanaman (Brady dan Weil, 2016). Selain itu, pH ekstrem dapat mempengaruhi aktivitas mikroorganisme tanah yang berperan penting dalam siklus nutrisi dan kesehatan tanah (Sylvia *et al.*, 2005). Oleh karena itu, penting untuk memantau dan menyesuaikan pH POC sebelum aplikasi agar sesuai dengan kebutuhan tanaman dan mencegah dampak negatif pada pertumbuhan.



Gambar 18. Uji MKP Pupuk Organik Cair



Gambar 19. Hasil Uji MKP

Uji keberhasilan ini bertujuan untuk mengukur seberapa efektif pupuk organik cair (POC) yang dibuat dari limbah *bio-slurry*, dengan penambahan pupuk MKP (Mono Kalium Fosfat), dalam meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Secara sederhana, kita ingin melihat apakah pupuk buatan kita ini benar-benar memberikan nutrisi yang dibutuhkan tanaman dan menghasilkan hasil panen yang lebih baik. Pupuk akan menguap jika diberi MKP dan mengeluarkan bau yang menyengat juga warna yang berubah menjadi kecoklatan setelah melalui proses fermentasi, hal ini merupakan indikator keberhasilan dalam pembuatan pupuk organik cair.

4. Kesimpulan

Berdasarkan tujuan dan hasil pelaksanaan kegiatan Proyek Pupuk Organik Cair dari Limbah Bio-Slurry Sapi kepada Kelompok Tani Krandon Desa Genengsari Kecamatan Polokarto Kabupaten Sukoharjo dapat disimpulkan bahwa Pupuk Cair Organik dari Limbah Bio-Slurry memiliki manfaat yang sangat signifikan dalam meningkatkan kesuburan tanah, produksi tanaman, dan menjaga kelestarian lingkungan. Penggunaan pupuk organik cair ini juga berpotensi untuk memperkuat ekonomi petani di wilayah tersebut.

Diharapkan proyek serupa dapat terus dikembangkan dan diperluas cakupannya. Selain itu, perlu dilakukan sosialisasi secara intensif kepada petani mengenai pentingnya penggunaan pupuk organik cair. Pemerintah juga perlu memberikan dukungan kebijakan yang kondusif untuk mendorong penggunaan pupuk organik di kalangan petani.

Daftar Pustaka

- Agus, S. (2020). Evaluasi Sistem Irigasi di Lahan pertanian. *Jurnal Pertanian Lahan Basah*. 12(1): 45-59.
- Brady, N. C., dan Weil, R. R. (2016). *The nature and properties of soils*. Pearson Education.
- Febriyantiningrum, K., Nurfitriya, N., & Rahmawati, A. (2018). Studi potensi limbah sayuran pasar baru tuban sebagai pupuk organik cair. *Prosiding SNasPPM*, 3(1), 221-224.
- Febrianna, M., Prijono, S., & Kusumarini, N. (2018). Pemanfaatan Pupuk Organik Cair untuk Meningkatkan Serapan Nitrogen serta Pertumbuhan dan Produksi Sawi (*Brassica juncea* L.) pada Tanah Berpasir.

- Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan, 5(2), 1009-1018
- Fuady, Z. dan Isfannur. 2017. Evaluasi Sifat Kimia Tanah pada Lahan Budidaya Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis*). Jurnal Ilmiah Sains, Teknologi, Ekonomi, Sosial dan Budaya. 1 (1): 15-26.
- Itelima, J.U., Bang, W.J., Sila, M.D, Onyimba, L.A., Egbere, O.J. 2018. A review: biofertilizer; a key player in enhancing soil fertility and crop productivity. *J Microbiol Biotechnol Rep.* 2(1): 22-28.
- Kusuma, M. E., & Kastalani, K. (2020). Efektifitas berbagai sumber air sebagai pelarut terhadap kualitas pupuk organik cair (POC) dari limbah RPH. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika (Journal Of Tropical Animal Science)*, 9(2): 88-93,
- Meriatna, M., Suryati, S., & Fahri, A. (2019). Pengaruh waktu fermentasi dan volume bio aktivator EM4 (effective microorganism) pada pembuatan pupuk organik cair (POC) dari limbah buah-buahan. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 7(1) : 13-29.
- Mulyono. 2016. Membuat MOL dan Kompos dari Sampah Rumah Tangga. Agromedia Pustaka. Jakarta. 122 hal.
- Permatasari, s.d.i. dan Gofar, n., 2021. Pengaruh sterilisasi media dan berbagai kombinasi media tanam organik terhadap hasil microgreens tanaman lobak (*raphanus sativus L.*) (Doctoral dissertation, Sriwijaya University).
- Pradiksa O.L., W.A. Setyati, Widianingsih. 2022. Pengaruh bioaktivator EM4 terhadap proses degradasi pupuk organik cair serasah *Cymodocea serrulate*. *Journal of Marine Research*, Vo. 11, No. 2: 136-144.
- Putra, R. P., Sukainah, A., Rahmah, N., Rivai, A. A., Lestari, N., & Rauf, R. F. (2023). Pelatihan Pembuatan Pupuk Organik Berbahan Baku Limbah Pertanian Dan Limbah Organik Rumah Tangga Di Desa Batulaya Kabupaten Tinambung Sulawesi Barat. *Haga: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 81-92.
- Rahmad, R., A. Karim, N. La Nafie, and M. Jayadi, M. 2018. Synthesis of liquid organic fertilizer based on chicken manure using Biosca and fungus bioaktivator *Trichoderma harzianum*. *Jurnal Akta Kimia Indonesia*, 11(2): 28-41.
- Rasmito, A., Hutomo, A., Dan Hartono, P. (2019). Pembuatan Pupuk Organik Cair dengan Cara Fermentasi Limbah Cair Tahu, Starter Filtrat Kulit Pisang dan Kubis, dan Bioaktivator EM4. *Jurnal IPTEK*, 23(1), 55-62.
- Rasyid, W. (2017). Kandungan Fosfor (P) Pupuk Organik Cair (POC) Asal Urin Sapi dengan Penambahan Akar Serai (*Cymbopogon citratus*) Melalui Fermentasi. Skripsi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Sylvia, D. M., Fuhrmann, J. J., Hartel, P. G., & Zuberer, D. A. (2005). *Principles and applications of soil microbiology*. Pearson Prentice Hall.
- Simanjuntak, A., Ratna R. Lahay, dan Edison Purba. 2013. Respon Pertumbuhan Dan Produksi Bawang Merah (*Allium ascalonicum L.*) Terhadap Pemberian Pupuk NPK Dan Kompos Kulit Buah Kopi. *Jurnal Online Agroekoteknologi*, 1 (3): 363-373.
- Singgih, B. (2018). Utilization of Residu/Ampas Biogas Production from Bio- Slurry as Organic Fertilizer Resources. Inovasi Pembangunan: *Jurnal Kelithangan*, 6(02) : 139-148.