

Uji Kualitas Pupuk Organik Cair Limbah Biodigester Dari Area Kuliner Cimanuk, Indramayu Jawa Barat

Faisal Al Asad^{*1}, Fina Dwimartina¹, Didi Carsidi¹, Teguh Iman Santoso²

¹Program Studi Agroteknologi, Universitas Wiralodra

²Program Studi Agribisnis, Universitas Wiralodra

*faisalalasad@unwir.ac.id

Abstrak

Biodigester adalah alat atau wadah tertutup yang berisi bahan organik yang difermentasikan untuk menghasilkan gas dan bahan organik. Salah satu hasil bahan organik dari biodigester adalah limbah cair. Limbah cair dari biodigester dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik cair (POC). Seluruh bahan organik dapat digunakan sebagai bahan baku fermentasi biodigester. Salah satu bahan organik yang dimanfaatkan adalah limbah organik dari sisa makanan dan minuman. Biodigester di Area Kuliner Cimanuk, Indramayu, Jawa Barat beroperasi dengan memanfaatkan limbah makanan dan minuman sekitar. Tujuan penelitian ini untuk mengevaluasi potensi limbah biodigester sebagai POC. Penelitian dilakukan dengan metode eksperimen yaitu membuat POC dari limbah bahan organik yang berasal dari area Kuliner Cimanuk, Indramayu Jawa Barat yang dimasukkan ke dalam biodigester. POC yang dihasilkan dari biodigester dianalisis secara kimia untuk diketahui kandungan N, P, K, C organik, dan pH. Hasil analisis kimia menunjukkan Pupuk Organik Cair (POC) yang dihasilkan mengandung unsur hara nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), dan karbon organik (C-organik), masing-masing sebesar 0,46%, 0,02%, 0,07%, dan 1,04%. Seluruh kandungan tersebut masih berada di bawah baku mutu minimal sebagaimana ditetapkan dalam Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261 Tahun 2019, yakni N, P, K sebesar 2–6% dan C-organik minimal 10%, sehingga perlu peningkatan kualitas bahan baku dan proses fermentasi. Namun demikian, nilai pH POC sebesar 9,1 menunjukkan bahwa pupuk tersebut telah matang dan secara kimiawi relatif stabil.

Kata kunci: Biodigester, POC, Kuliner Cimanuk, Indramayu, Jawa Barat.

Abstract

A biodigester is a device or closed container containing fermented organic materials to produce gas and organic matter. One of the organic materials produced by a biodigester is liquid waste. Liquid waste from a biodigester can be used as liquid organic fertilizer (POC). All organic materials can be used as raw materials for biodigester fermentation. One of the organic materials utilized is organic waste from food and beverage waste. The biodigester in the Cimanuk Culinary Area, Indramayu, West Java, operates by utilizing the surrounding food and

beverage waste. The purpose of this study was to utilize the potential of biodigester waste as POC. The study was conducted using an experimental method, namely making POC from organic waste originating from the Cimanuk Culinary Area, Indramayu, West Java, which was put into the biodigester. The POC produced from the biodigester was chemically analyzed to determine the content of N, P, K, organic C, and pH. The results of chemical analysis show that the Liquid Organic Fertilizer (POC) produced contains nitrogen (N), phosphorus (P), potassium (K), and organic carbon (C-organic), respectively, at 0.46%, 0.02%, 0.07%, and 1.04%. All of these contents are still below the minimum quality standards as stipulated in the Decree of the Minister of Agriculture of the Republic of Indonesia Number 261 of 2019, namely N, P, K of 2–6% and C-organic at least 10%, so it is necessary to improve the quality of raw materials and the fermentation process. However, the pH value of POC of 9.1 indicates that the fertilizer is mature and chemically relatively stable.

Keyword: Biodigester, POC, Cimanuk Culinary, Indramayu, West Java.

Pendahuluan

Pupuk organik cair (POC) adalah jenis pupuk yang dibuat atau diperoleh dari hasil pembusukan bahan-bahan organik. Pupuk organik cair ini mengandung unsur-unsur penting yang digunakan tanaman untuk pertumbuhan dan produksi tanaman (Widyabudiningsih *et al.*, 2021). Menurut Prasetyo dan Evizal (2021) POC merupakan larutan hasil dari pembusukan bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, kotoran hewan dan manusia yang kandungan unsur haranya lebih dari satu unsur. POC berisi berbagai zat yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Pupuk organik cair mengandung unsur hara, posfor, nitrogen, dan kalium yang dibutuhkan oleh tanaman serta dapat memperbaiki unsur hara dalam tanah (Kurniawan *et al.*, 2022). POC dibuat secara alami yakni dengan proses fermentasi, dimana akan menghasilkan pembusukan dari sisa tanaman maupun kotoran hewan. POC dapat menjadi pilihan yang tepat dalam meningkatkan pertumbuhan tanaman, memperbaiki

struktur tanah, serta menjadi pengganti pupuk kimia yang langka dan mahal (S Dri *et al.*, 2022).

POC dapat diproduksi dengan cara fermentasi. Fermentasi adalah suatu proses respirasi aerob maupun anaerob yang dilakukan oleh mikroorganisme yang bertujuan untuk mempercepat proses penyerapan nutrisi pada tumbuhan, dengan proses fermentasi maka proses dekomposisi bahan akan lebih cepat dan lebih mudah terurai. Proses fermentasi pembuatan pupuk organik cair dapat dilakukan dengan cara aerob maupun anaerob. Biodigester sering disebut bangunan biogas yaitu sebuah tangki tertutup (anaerob) tempat bahan organik difermentasi, sehingga menghasilkan gas bio sebagai energi disertai dengan bahan penyubur dari limbah organik (Artiani dan Handayasari, 2017). Sama halnya yang disebutkan oleh Amandasari *et al.*, (2016) bahwa biodigester merupakan teknologi pengolahan dengan penambahan mikroorganisme sebagai starter agar mempercepat proses dekomposisi material organik dengan cara anaerob. Salah satu hasil dari penggunaan biodigester adalah limbah cair yang dapat dimanfaatkan sebagai POC.

Pupuk organik cair mampu menyediakan unsur hara makro seperti nitrogen (N), fosfor (P), dan kalium (K) untuk tanah maupun tanaman. Pupuk organik cair lebih mudah terserap oleh tanaman, karena senyawa kompleks yang terdapat dalam pupuk cair sudah terurai dan dalam bentuk cair sehingga mudah diserap oleh tanaman, baik melalui akar ataupun daun (Rahmawati *et al.*, 2020). Pupuk organik cair memiliki kelebihan dibandingkan dengan pupuk padat yaitu unsur hara yang terkandung lebih cepat tersedia dan mudah diserap akar tanaman (Syafri *et al.*, 2017).

Kandungan nutrisi pada POC relatif lengkap, dan pada umumnya ketersediannya lebih rendah dibandingkan dengan pupuk anorganik, tetapi mempunyai efek yang menguntungkan bagi tanah diantaranya dapat memperbaiki kondisi tanah hingga tanah dapat menahan air lebih banyak dan menggemburkan tanah. Faktor jenis bahan baku juga menjadi penentu terkait kualitas atau kadar nutrisi pada suatu POC. Bahan organik pada biodigester yang berada di Area Kuliner Cimanuk Indramayu, Jawa Barat berasal dari sisa bahan organik makanan dan minuman. Biodigester di Area Kuliner Cimanuk, Indramayu telah menghasilkan biogas yang telah dimanfaatkan untuk menghidupi enam tungku kompor. Limbah cair yang dihasilkan baru sebagian dimanfaatkan sebagai POC untuk digunakan warga sekitar, sisa limbah cair yang dihasilkan ditampung pada wadah penampungan yang menimbulkan aroma tidak sedap karena bahan baku yang digunakan untuk menghasilkan POC adalah sampah dapur dari sisa makanan dan minuman.

Selain itu, kandungan nutrisi pada POC yang dihasilkan belum diketahui. Unsur N, P, dan K

merupakan contoh unsur hara penting yang diperlukan tanaman. Unsur-unsur tersebut pada POC kadarnya tidak selalu tetap tergantung bahan baku dan cara pembuatan (Nur *et al.*, 2016). Oleh karena itu, hasil penelitian ini harapannya dapat menjadi informasi awal terkait kandungan unsur hara pada limbah POC yang dihasilkan pada biodigester di Area Kuliner Cimanuk, Indramayu Jawa Barat guna pengembangan lebih lanjut kedepannya.

Bahan dan Metode

Penelitian menggunakan metode eksperimen dengan pendekatan deskriptif kuantitatif. Uji kadar N menggunakan metode Kjeldahl, uji P menggunakan metode destruksi basah dengan HNO_3 dan HClO_4 , dan uji K dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom (SSA). Penelitian dilaksanakan pada bulan Juni–September 2024 di Area Kuliner Cimanuk, Indramayu, Jawa Barat. Bahan organik berupa limbah makanan dan minuman dikumpulkan dan dimasukkan ke dalam biodigester tipe anaerob selama 30 hari dengan penambahan bioaktivator. POC yang dihasilkan kemudian dianalisis secara kimia di laboratorium untuk mengetahui kadar N, P, K, C-organik, dan pH. Hasil analisis selanjutnya dibandingkan dengan baku mutu pupuk organik cair berdasarkan Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261 Tahun 2019. Data disajikan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif.

Hasil dan Pembahasan

Hasil uji kimia POC Limbah biodigester di Area Kuliner Cimanuk, Indramayu Jawa Barat mengandung unsur N, P, dan K, namun kandungan nutrisi tersebut masih lebih rendah dibandingkan dengan baku mutu Menteri Pertanian Nomor 261 Tahun 2019. Berdasarkan tabel 1, hanya parameter pH yang sudah sesuai dengan baku mutu Menteri Pertanian Nomor 261 Tahun 2019.

Nitrogen (N)

Unsur nitrogen pada tanaman berperan penting terhadap pertumbuhan vegetatif. Unsur nitrogen dibutuhkan tanaman untuk menyusun 1–4 % bahan kering tanaman seperti batang, kulit dan biji (Magfirani *et al.*, 2024). Menurut Sofian (2006), nitrogen dalam bahan organik masih berbentuk protein, sedangkan nitrogen yang dapat diserap langsung oleh tanaman adalah bentuk N yang tersedia dalam bentuk nitrat (NO_3^+) atau amonium (NH_4^+) atau kombinasi dengan senyawa metabolisme karbohidrat di dalam tanaman dalam bentuk asam amino dan protein.

Kandungan nitrogen pada POC limbah biodigester di Area Kuliner Cimanuk Indramayu,

Jawa Barat yaitu sebesar 0,46 %, masih dibawah baku mutu yang ditentukan yaitu minimal 2 %. Diduga rendahnya kandungan nitrogen pada POC diakibatkan oleh rendahnya kandungan nitrogen bahan baku. Nitrogen telah habis digunakan mikroorganisme untuk aktivitasnya dalam mendekomposisi bahan dan adanya konversi nitrogen menjadi gas. Hal ini menyebabkan rendahnya kandungan produk akhir POC (Maghfirani et al., 2024). Selain itu, sifat nitrogen yang mudah menguap juga bisa menjadi faktor kadar nitrogen yang rendah.

Menurut Setyorini et al., (2006), mutu kandungan hara POC salah satunya ditentukan dari sumber bahan baku. Penelitian Nur et al., (2016) menunjukkan penggunaan bahan baku sayuran pada POC menghasilkan POC dengan kandungan N sebesar 0,19 %. Penggunaan bahan baku brangkasan kedelai pada pembuatan POC menghasilkan POC dengan kadar N sebesar 5,5 % dan pembuatan POC dengan bahan baku urin domba menghasilkan POC dengan kadar N sebesar 2,2 % (Prasetyo dan Evizal, 2021). Dengan demikian, untuk lebih meningkatkan kandungan unsur hara khususnya nitrogen, maka perlu ditambahkan bahan baku organik lainnya yang mengandung unsur N seperti famili legum dan tumbuhan azolla microphylla (Prasetyo dan Evizal, 2021; Al Arief et al., 2021).

Phosfor (P)

Fosfor sangat penting dibutuhkan tanaman dalam berbagai proses seperti fotosintesis, asimilasi, dan respirasi (Lukman, 2010). Fosfor dimanfaatkan tanaman untuk membentuk sel pada jaringan akar dan tunas yang sedang tumbuh, serta dapat memperkuat batang sehingga tanaman tidak mudah rebah pada kondisi ekosistem alami (Thompson dan Troeh 1978, dan Aleel 2008). Tanaman kekurangan fosfor akan menyebabkan kerdil dan daun menguning. Selain itu, kekurangan fosfor pada tanaman juga dapat menghambat penyerapan unsur hara karena pertumbuhan akar tidak maksimal (Kusumo, 2019). Kadar fosfor dari POC limbah biodigester di Area kuliner Cimanuk, Indramayu, Jawa Barat ditunjukkan pada Tabel 1.

Kadar fosfor POC limbah biodigester di Area Kuliner Cimanuk yaitu sebesar 0,02 %. Kadar ini masih belum memenuhi baku mutu POC menurut Peraturan Menteri Pertanian No.261 tahun 2019, yaitu sebesar 2 – 6 %. Kandungan fosfor pada POC bergantung bahan penyusun yang digunakan (Maghfirani et al., 2024). POC dengan bahan utama urin sapi dan feses kelalawar menghasilkan kadar fosfor masing-masing sebesar 1,04 % dan 8-15 %. (Saunders, 1982; Diba et al., 2013; Prasetyo dan Evizal, 2021). Kadar fosfor yang rendah juga diduga pada komposisi perbandingan bahan baku limbah makanan dan minuman dari areal Kuliner Cimanuk untuk mendapatkan POC tidak lengkap. Bahan baku

yang digunakan adalah sampah dapur yang dominan dari nasi dan sayur. POC dengan kadar fosfor yang tinggi biasanya disebabkan oleh komposisi sampah yang berjenis tulang (Handayani et al., 2016; Simatupang 2021).

Kalium (K)

Kalium sangat dibutuhkan oleh tanaman sebagai salah satu pendukung pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Fungsi utama K bagi tanaman antara lain membantu perkembangan akar, membantu proses pembentukan protein, menambah daya tahan tanaman terhadap penyakit dan merangsang pengisian biji (Selian, 2008; Mu'min et al., 2016). Kalium berperan dalam memacu proses membuka dan menutupnya stomata melalui peningkatan aktivitas turgor sel, untuk memacu translokasi asimilat dari *source* ke *sink*, serta dapat menjaga tetap tegaknya batang yang memungkinkan terjadinya aliran unsur hara dan air dari dalam tanah ke dalam tubuh tanaman (Apriliani et al., 2016). Kekurangan unsur kalium pada tanaman dapat dengan melemahnya turgor batang, menguningnya ujung daun dan pinggir daun sebelah bawah, kerentanan terhadap serangan penyakit, dan rendahnya kualitas produksi buah. (Putri dan Pinaria, 2021).

Kadar kalium yang dihasilkan dari POC limbah biodigester di Area Kuliner Cimanuk yaitu sebesar 0,07 %, masih lebih rendah dengan baku mutu POC menurut Peraturan Menteri Pertanian No.261 tahun 2019, yaitu sebesar 2 – 6 %. Hal ini diduga karena komposisi perbandingan bahan limbah organik yang digunakan belum lengkap. Kadar kalium pada POC dari kulit pisang yaitu sebesar 6,05% (Widyabudiningsih et al., 2021). Semakin banyak tepung cangkang telur yang ditambahkan pada formula POC, maka semakin besar nilai kalium pada pupuk organik cair (Umadji et al., 2023). Unsur K juga akan dimanfaatkan oleh mikroba dalam proses dekomposisi sehingga semakin banyak penambahan EM₄ maka akan semakin banyak pemanfaatan K oleh mikroba (Nur et al., 2016).

C-Organik

C-organik berperan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme sehingga keberadaan C-organik berpengaruh pada proses dekomposisi bahan selama fermentasi (Criollo et al., 2011). C-organik digunakan sebagai unsur yang menyokong kesuburan tanah, meningkatkan kualitas fisik dan produktivitas tanah, dan indikator kesuburan. C-organik juga menjadi unsur yang dibutuhkan mikroorganisme untuk mengikat nitrogen yang dibutuhkan tanaman untuk peningkatan pertumbuhan tanaman (Salim & Asyari, 2023). Kadar karbon sangat berpengaruh kepada keaktifan mikroorganisme. Dimana tingginya

kadar karbon dapat mempengaruhi nutrisi bagi kehidupan mikroorganisme (Handayani *et al.*, 2016).

C-organik yang dihasilkan pada POC limbah biodigester di Area Kuliner Cimanuk yaitu 1,04 %, masih dibawah baku mutu Peraturan Menteri Pertanian No.261 tahun 2019, yaitu minimal 10 %. Hal ini diduga karena komposisi perbandingan bahan untuk mendapatkan pupuk organik tidak lengkap. POC berbahan utama kulit buah akan menghasilkan POC dengan kadar C-organik yang lebih besar dibandingkan dengan bahan organik selain kulit buah. Hal ini sejalan dengan Widyabudiningsih *et al.*, (2021), yang menyatakan bahwa POC berbahan baku kulit buah menghasilkan kadar C-organik diatas 10 %, dan POC berbahan kulit buah mangga menghasilkan kadar C-organik paling tinggi dibandingkan kulit buah lainnya, yaitu sebesar 23 %.

pH

Derajat kemasaman (pH) merupakan indikator yang menunjukkan aktivitas mikroorganisme selama fermentasi dan menentukan kualitas POC (Maghfirani *et al.*, 2024). Menurut Sutanto (2002) pada awal proses fermentasi, pH POC akan menurun karena adanya aktivitas mikroba dalam merubah bahan organik menjadi asam-asam organik yang

bersifat asam sehingga dapat menurunkan pH, seiring berjalannya waktu pH akan naik kembali karena munculnya mikroorganisme yang akan mengkonversikan asam organik yang telah terbentuk dan pH akan mendekati netral setelah POC matang. Hal ini sejalan dengan penelitian Riansyah (2012), yang menyatakan bahwa bahan organik yang dirombak oleh jasad renik jenis tertentu menghasilkan asam-asam organik sederhana sehingga terbentuk suasana asam. Dalam proses selanjutnya jasad renik jenis lainnya akan memakan asam organik tersebut sehingga menyebabkan tingkat pH naik kembali.

Hasil analisa pH pada POC limbah biodigester di Area Kuliner Cimanuk menunjukkan nilai pH sebesar 9,1, dimana nilai ini sedikit melebihi baku mutu baku mutu POC menurut Peraturan Menteri Pertanian No.261 tahun 2019 yaitu sebesar 4-9. Namun dengan pH yang basa ini menandakan jika POC yang dihasilkan sudah matang. pH yang ideal pada POC yang siap untuk digunakan adalah netral, karena pH yang terlalu tinggi akan menyebabkan konsumsi oksigen naik dan akan memberikan hasil yang buruk bagi lingkungan. Sebaliknya jika pH terlalu rendah akan menyebabkan sebagian mikroorganisme mati.

Tabel 1. Hasil analisis kandungan kimia POC limbah biodigester di Area Kuliner Cimanuk, Jawa Barat..

No	Parameter	Metode	POC Limbah Biodigester	Baku Mutu MenTan No 261 Tahun 2019*	Keterangan
1	N	Kjeldhal	0,46 %	2 – 6 %	Rendah
2	P	HNO ₃ dan HClO ₄	0,02 %	2 – 6 %	Rendah
3	K	HNO ₃ dan HClO ₄	0,07 %	2 – 6 %	Rendah
4	C Organik	Walkey & Black	1,04 %	Minimum 10 %	Rendah
5	pH	Eloktrode glass	9,10	4 - 9	sesuai

Sumber : Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, *Kriteria persyaratan teknik minimal pupuk organik cair menurut Keputusan Menteri Pertanian No 261 Tahun 2019.

Kesimpulan

Pupuk organik cair (POC) yang dihasilkan dari limbah biodigester di Area Kuliner Cimanuk, Indramayu, Jawa Barat mengandung unsur hara N, P, K, dan C-organik, masing-masing sebesar 0,46%, 0,02%, 0,07%, dan 1,04%. Seluruh kandungan tersebut masih berada di bawah baku mutu minimal sebagaimana ditetapkan dalam Keputusan Menteri Pertanian Republik Indonesia Nomor 261 Tahun 2019, yakni N, P, K sebesar 2–6% dan C-organik minimal 10%. Namun demikian, nilai pH POC sebesar 9,1 menunjukkan bahwa pupuk tersebut telah matang dan secara kimiawi relatif stabil. Hasil ini menunjukkan bahwa kualitas POC dari limbah biodigester tersebut belum memenuhi standar sebagai pupuk organik cair yang layak digunakan secara optimal, sehingga perlu peningkatan kualitas bahan baku dan proses fermentasi.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada Universitas Wiralodra atas Program Hibah Internal Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Wiralodra 2024. Terima kasih LPPM Universitas Wiralodra yang telah memfasilitasi penelitian ini. Terima kasih kepada PT Polytama Propindo Indramayu yang telah membantu pelaksanaan penelitian ini. Terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Al Arif, F., H. Susanto, dan H. Pujiswanto. (2021). Pengaruh pupuk kandang kambing dan sapi terhadap pertumbuhan *Azolla microphylla*. *Jurnal Agrotropika*. 20(1): 35-41.
- Aleel, K.G. (2008). Phosphate accumulation in plant: signaling. *Plant Physiol*. 148(1):3-5.
- Amandasari, N., Ainun, S., & Hartati, E. (2016). Studi Komparasi Sistem Pengelolaan Sampah dengan Biodigester Kelurahan Cibangkong dan Kelurahan Cilengkrang. *Jurnal Reka Lingkungan*. 4(2) : 1-11.
- Aprialini, IN., Heddy, S., dan Suminiarti, E. (2016). Pengaruh kalium pada pertumbuhan dan hasil dua varietas tanaman ubi jalar (*Ipomea batatas* (L.) Lamb). *Jurnal Produksi Tanaman*. 4(4): 264-270.
- Artiani, GP., dan Handayasari, I. (2017). Optimalisasi pengolahan sampah organik dengan teknologi biodigester sebagai upaya konservasi lingkungan. *Jurnal Kilat*. 6(2): 95 – 105.
- Criollo, H., Lagos, T., & Piarpuezan, E. (2011). The effect of three liquid bio-fertilizers in the production of lettuce (*Lactuca Sativa* L.) and cabbage (*Brassica Oleracea* L. Var . *Capitata*) efecto de tres biofertilizantes líquidos en la producción de lechuga. *Agronomia Colombiana*. 29(3): 415–421.
- Diba, P.F., E.B. Susatyo, dan W. Pratjojo. (2013). Peningkatan kadar N, P dan K pada pupuk organik cair dengan pemanfaatan bat guano. *Indo. J. Chem. Sci*. 2(1): 56-60.
- Handayai, NA., Ainun S., dan Hartati E. (2016). Studi komparasi sistem pengelolaan sampah dengan biodigester (Kelurahan Cibangkong Dan Kelurahan Cilengkrang). *Jurnal Reka Lingkungan*. 4(2): 1-11.
- Kurniawan, A., Dewi, R., dan Jannah, R. (2022). Tantangan pengelolaan sampah rumah tangga di era modern. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 11(1): 76-90.
- Kusumo, R. A. (2019). Pengaruh volume dan frekuensi pemberian air cucian beras terhadap pertumbuhan bibit tanaman karet (*Hevea Brasiliensis* Muell.) Klon Gt 1. *Jurnal Ilmiah Pertanian*. 6 (2): 9–15.
- Lukman, L. (2010). Efek pemberian fosfor terhadap pertumbuhan dan status hara pada bibit manggis. *Jurnal Hortikultura*. 20(1): 18-26.
- Maghfirani, NN., Novitrie, NA., Setiani, V., dan Lesmana, I. (2024). Analisis variasi bahan terhadap kualitas pupuk organik cair (POC) dari sisa makanan. *Jurnal Pengendalian Pencemaran Lingkungan*. 6(2) : 81- 90
- Mu'min, MIA., Joy, B., dan Yuniarti, A. (2016). Dinamika kalium tanah dan hasil padi sawah (*oryza sativa* l.) akibat pemberian npk majemuk dan penggenangan pada fluvaquentic epiaquepts. *Soilrens*. 14(1): 11-15.
- Nur, T., Noor, AR., dan Elma, M. 2016. Pembuatan pupuk organik cair dari sampah organik rumah tangga dengan penambahan bioaktivator EM₄. *Konversi*. 5(2): 5-12.
- Putri, RS., dan Pinaria, AG. (2021). Penggunaan kompos *chromolaena odorata* untuk meningkatkan kalium tanah. *Jurnal Agroekoteknologi Terapan*. 1(1): 15-17.
- Prasetyo, D., dan Evizal, R. (2021). Pembuatan dan upaya peningkatan kualitas pupuk organik cair. *Jurnal Agrotropika*. 20(2): 68-80.
- Rahmawati, I., A. Asriany, & S. Hasan. 2020. Kandungan Kalium dan Rasio C/N Pupuk Organik Cair (POC) Berbahan DaunDaunan dan Urine Kambing Dengan Penambahan Bioaktivator Ragi Tape (*Saccharomyces cerevisiae*). *Jurnal Unhas*, 14 (2): 50–60.
- Salim, A., dan Asyari, H. (2023). Optimasi pemberian media pupuk kandang dan pupuk organik cair daun lamtoro pada tanaman bibit vanili. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*. 23(1): 47-54.
- Saunders, WHM. (1982). Effects of cow urine and its major constituents on pasture properties. *New Zealand journal of agricultural research*. 25(1): 61-68.

- Simatupang, UC. (2021). Analisa kelayakan kadar n, p, k pupuk organik cair setelah didekomposisi selama 30 hari. *Agroprimatech*. 4(2): 51-57.
- S, Dri, A., Riski, MH., Cibro, RJ., dan Ilahi, FR. (2022). Pemanfaatan limbah dapur sebagai pupuk organik cair (poc) untuk budidaya tanaman di lingkungan perkarangan masyarakat kelurahan surabaya kecamatan sungai serut. *Journal of Community Services*. 3(2): 101-107.
- Selian, A. R. K. (2008). Analisa Kadar Unsur Hara Kalium (K) dari Tanah Perkebunan Kelapa Sawit Bengkalis Riau Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara. Medan. Sumber <http://repository.usu.ac.id> (Diakses pada Tanggal 25 Mei 2025).
- Setyorini, D., R. Saraswati dan E.K. Anwar. 2006. Kompos. Dalam Simanungkalit, R.D.M., D.A. Suriadikata, R. Saraswati, D. Setyorini, dan W. Hartatik. Pupuk Organik dan Pupuk Hayati. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor. p 11-40.
- Sofian. (2006). Sukses Mmbuat Kompos dari Sampah. Agro Media Pustaka. Jakarta Selatan.
- Sutanto, R. (2005). Penerapan Pertanian Organik Pemasarakatan dan Pengembangannya. Kanisius. Yogyakarta
- Syafri, A., Chairil., dan Simamora. (2017). Analisa unsur hara makro pupuk organik cair (poc) dari limbah industri keripik nenas dan nangka desa kualu nenas dengan penambahan urin sapi dan EM 4. *Jurnal Photon*. 8(1): 99 – 104.2
- Thompson, L.M. and F.R. Troeh. (1978). Soil and Fertility. New York, Mc Graw-Hill Book Company. 368 p.
- Umadji, NIR., Badu, RR., dan Rahman, A. (2023). Kandungan unsur hara pupuk organik cair dengan penambahan limbah cangkang telur ayam broiler. *Jambura Edu Biosfer Journal*. 5(2): 42-47.
- Widyabudiningsih, D., Troskialina L., Fauziah, S., Shalihattunnisa., Riniati., Djenar, NS., Hulupi, M., Indrawati, L., Fauzan, A., dan Abdilah, F. (2021). Pembuatan dan pengujian pupuk organik cair dari limbah kulit buah-buahan dengan penambahan bioaktivator em4 dan variasi waktu fermentasi. *Indonesian Journal of Chemical Analysis*. 4(1): 30-29.
- Riansyah, E. (2011). Pemanfaatan Lindi Sampah sebagai Pupuk Cair. Skripsi [tidak diterbitkan]. Prodi Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan. Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur.