

Pelatihan Pemanfaatan Limbah Sagu Sebagai Bahan Pembuatan Pupuk Organik dengan Bioreaktor *Bsfl* pada Kelompok Tani “Dwitrap” Kampung Tambat Kabupaten Merauke

Yosefina Mangera¹, Jamaludin²

^{1,2}Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Musamus, Merauke, Indonesia

Email: ¹mangera@unmus.ac.id, ²jamiluddin@unmus.ac.id

Abstract

The Dwitrap farmer group's sago processing industry in Tambat Village produces sago starch/sago flour products. Apart from producing its main product, the sago processing process also produces side products in the form of solid waste and liquid waste. Waste if not handled properly will have a negative impact on the environment. Solid waste from sago processing is in the form of sago dregs. Solid waste from the sago industry contains 56.86% cellulose and 37.70% lignin. Solid waste if disposed of and left unchecked will cause environmental problems such as odor and increased soil acidity (pH<4) which has an impact on inhibiting growth and even causing death in plants. Therefore, proper handling and management of sago industrial waste is needed to reduce the impact on the environment. The content in sago pulp waste is very useful for various purposes such as animal feed and raw material for making organic fertilizer both solid and liquid. Sago solid waste organic fertilizer can be used by the community as a safe fertilizer for plants in community gardens and also BSF larvae can be used as livestock and fish feed. In addition, the purpose of this activity is to provide knowledge to the community about the impact of waste generated and to provide skills in utilizing waste to make it more economical. The method used to achieve this target is socialization about the impact of sago waste and its potential utilization, training or hands-on practice in making liquid organic fertilizer using black soldier fly larvae bioreactor, activity evaluation, and community assistance. The results of the socialization show that there is a transfer of knowledge to the community. This is indicated by the number of questions asked by the participants to the presenters. After the presentation, the presenter gave feedback questions about the material and training that had just been carried out and the participants were able to answer them appropriately. This indicates an increase in public knowledge about the importance of processing sago waste into organic fertilizer, both solid and liquid. This understanding is important so that awareness arises about the importance of preserving the environment and the sustainability of agriculture in the future. In addition, the training also added new skills to the community, namely that the community could produce both solid and liquid organic fertilizer from kitchen waste and solid sago waste with a simple method.

Keywords: Organic Fertilizer, BSF Larvae, Solid Waste, Sago

Abstrak

Industri pengolahan sagu kelompok tani Dwitrap di Kampung Tambat menghasilkan produk pati sagu/tepung sagu. Selain menghasilkan produk utamanya, pada proses pengolahan sagu juga menghasilkan hasil samping berupa limbah padat dan limbah cair. Oleh sebab itu dibutuhkan penanganan dan pengelolaan limbah industri sagu yang tepat untuk mengurangi dampak pada lingkungan. Kandungan yang ada pada limbah ampas sagu sangat bermanfaat untuk berbagai keperluan seperti pakan ternak dan bahan baku pembuatan pupuk organik baik padat maupun cair. Selain itu tujuan dari kegiatan ini adalah memberikan pengetahuan kepada masyarakat tentang dampak limbah yang ditimbulkan dan memberikan keterampilan memanfaatkan limbah agar menjadi lebih ekonomis. Metode yang digunakan untuk mencapai target tersebut adalah sosialisasi tentang dampak limbah sagu dan potensi pemanfaatannya, pelatihan atau praktik secara langsung pembuatan pupuk organik cair dengan memanfaatkan bioreaktor larva lalat tentara hitam, evaluasi kegiatan, dan pendampingan masyarakat. Hasil sosialisasi menunjukkan adanya transfer pengetahuan kepada masyarakat. Hal ini ditunjukkan dengan banyaknya pertanyaan yang diutarakan oleh peserta kepada pemateri. Setelah pemaparan, pemateri memberi pertanyaan umpan balik tentang materi dan pelatihan yang baru saja dilakukan dan peserta dapat menjawabnya dengan tepat. Ini mengindikasikan

terjadi peningkatan knowledge masyarakat tentang pentingnya mengolah limbah sagu menjadi pupuk organik baik padat maupun cair. Pemahaman ini penting agar timbul kesadaran tentang pentingnya menjaga kelestarian lingkungan dan keberlanjutan pertanian dimasa yang akan datang. Selain itu pelatihan juga menambah keterampilan baru masyarakat yaitu masyarakat dapat memproduksi pupuk organik baik padat maupun cair dari limbah dapur dan limbah padat sagu dengan metode sederhana.

Kata Kunci: Pupuk Organik, Larva BSF, Limbah Padat, Sagu

A. PENDAHULUAN

Kampung Tambat merupakan kampung lokal yang terdapat pada Distrik Tanah Miring Kabupaten Merauke. Penduduk kampung Tambat adalah penduduk asli Merauke yaitu Suku Marind. Selain itu terdapat juga suku pendatang yaitu suku Mandobo yang telah direlokasi dari seberang kali Maro ketika pembentukan Kampung Tambat tahun 2003. Kampung ini terletak di utara kota Merauke dengan batas-batas wilayahnya yaitu bagian Utara berbatasan dengan jalan poros Jagebob, bagian selatan berbatasan dengan Kampung Wasur, bagian timur berbatasan dengan Kampung Soa, bagian barat berbatasan dengan Kampung Hidup Baru. Pada umumnya mata pencaharian penduduk Kampung Tambat ialah peramu. Namun masyarakat juga telah mulai mengembangkan usaha pertanian yang digunakan untuk konsumsi keluarga. Komoditi yang ditanam seperti pisang, ubi kayu, betatas (ubi jalar), cabai, terong, kacang panjang, jagung dan pepaya. Pangan pokok masyarakat Tambat ialah sagu dan beras.

Sagu selain menjadi makanan pokok, saat ini telah dikembangkan dan diproduksi secara masal untuk dipasarkan keluar kampung untuk menambah ekonomi masyarakat. Industri pengolahan sagu menjadi tepung sagu dilakukan oleh kelompok yang dibentuk oleh masyarakat. Nama kelompok industri pengolahan sagu ini adalah Dwitrap. Usaha tani kelompok tani Dwitrap telah mendapat pendampingan dari Dinas Pertanian Kabupaten Merauke dan telah didukung dengan penelitian-penelitian dari Universitas Musamus. Industri pengolahan sagu Dwitrap mulai dikenal di Kabupaten Merauke dan satu-satunya industri pengolahan tepung sagu saat ini. Hal ini menjadikan Dwitrap sangat berpotensi untuk berkembang.

Pada industri pengolahan sagu Dwitrap selain menghasilkan produk utamanya yaitu tepung sagu, industri ini juga menghasilkan dua jenis limbah yaitu limbah padat dan limbah cair. Limbah padat yang dihasilkan berupa residu serat sagu (ampas) dan kulit batang sagu, sedangkan limbah cair berupa air buangan dari pengendapan (Nurmalasari & Nur, 2017). Penanganan dan pengelolaan limbah sagu diharapkan dapat menjadikan dampak positif bagi lingkungan dan sedapat mungkin menambah nilai ekonomis pada masyarakat. Pada bidang pertanian limbah sagu dijadikan pakan ternak (Haedar & Kasran, 2017) dan bahan campuran pembuatan kompos (Zaimah & Prihastanti, 2012)). Sifat kimia limbah sagu (pengharkatan Balittanah 2009) dalam (Latuponu et al., 2012) diantaranya C-organik (54,1%), BO (93,63%), N total (0,42%), P₂O₅ total (1,6 ppm), K₂O total (0,11%), selulosa (54,28%), lignin (19,35%) C/N (129,30), kpk (53,11 cmol(+)kg⁻¹). Limbah padat ini berpotensi digunakan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik baik pupuk organik padat maupun cair dengan bantuan bioreaktor larva lalat tentara hitam (BSFL). Salah satu inovasi alami yang mulai digunakan untuk mendegradasi sampah organik adalah maggot. Maggot merupakan fase larva dari lalat tentara hitam atau *black soldier fly*-BSF (*Hermetia illucens* L.) yang termasuk dalam bangsa diptera, suku stratiomyidae (Nguyen et al., 2015). Dalam siklus hidup lalat BSF terdapat fase larva, dimana larva ini yang dimanfaatkan dalam penguraian sampah organik. Larva BSF memiliki aktivitas selulolitik dengan adanya bakteri pada ususnya, keberadaan bakteri dalam usus larva tersebut membantu larva dalam mengkonversi limbah organik dalam ususnya (Supriyatna & Putra, 2017).

Kemampuan maggot/larva dalam mendegradasi sampah organik dapat dimanfaatkan untuk mengurangi limbah padat industri sagu Dwitrap. Limbah padat ini sangat berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pupuk organik cair maupun padat. Pemanfaatan sekaligus penanganan limbah ini selain dapat mengurangi limbah juga akan menjadi nilai tambah ekonomi bagi industri pengolahan sagu Dwitrap.

B. PELAKSAAN DAN METODE

Kegiatan pengabdian program PKM dilaksanakan di kampung Tambat Distrik Tanah Miring Kabupaten Merauke pada bulan September sampai dengan Oktober 2022. Pelaksanaan kegiatan pengabdian dilakukan dengan pendekatan *Participatory Rural Appraisal (PRA)* yang melibatkan masyarakat (mitra) dalam seluruh kegiatan. Rangkaian kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan ialah observasi awal; persiapan peralatan dan bahan; sosialisasi program; pelatihan pembuatan media ember tumpuk, penampungan lindi, serta penjemuran lindi untuk menjadi POC; pendampingan pasca pelatihan; monitoring dan evaluasi program.

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Survey dan koordinasi waktu kegiatan

Dari awal dimulainya industri pengolahan sagu hingga saat ini, limbah yang dihasilkan baik limbah cair maupun limbah padat hanya dibuang ke sekitar lingkungan pabrik. Oleh sebab itu, kami mensosialisasikan kepada masyarakat kampung Tambat salah satu alternatif pengolahan dari limbah padat selain untuk pakan ternak yaitu pengolahan limbah padat menjadi produk pupuk organik cair dan padat. Hal ini berpeluang besar untuk dikembangkan menjadi usaha sampingan produk tepung sagu dari limbahnya. Kegiatan koordinasi ini juga membicarakan tentang kesediaan kerjasama dan kesepakatan waktu tempat pelaksanaan kegiatan pelatihan pembuatan pupuk organik. Dari kesepakatan tersebut didapatkan bahwa pelaksanaan pengabdian ini pada hari Kamis 29 September 2022 di pabrik pengolahan tepung sagu Dwitrap. Pelaksanaan koordinasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Koordinasi pelaksanaan pengabdian dengan ketua Kelompok Tani Dwitrap

Pelaksanaan Sosialisasi dan Pelatihan

Kegiatan sosialisasi dan pelatihan dilaksanakan pada tanggal 29 September 2022 dengan dihadiri oleh masyarakat anggota kelompok Tani Dwitrap yang berjumlah 15 orang peserta. Selain itu kegiatan ini dibantu oleh 10 orang mahasiswa Program Studi Teknik Pertanian. Pelaksanaan pengabdian diawali dengan kegiatan sosialisasi tentang bahaya dan manfaat limbah sagu bagi masyarakat. Dalam kegiatan sosialisasi dijelaskan bahwa limbah padat pengolahan sagu berpotensi untuk dijadikan pupuk organik baik padat maupun cair dengan bantuan larva dari lalat tentara hitam (*Black Soldier Fly*), kemudian dilanjutkan dengan pelatihan pembuatan bioreaktor sederhana “ember tumpuk” sebagai media dalam menghasilkan air lindi dan pupuk organik padat. Dalam pelatihan peserta dibagikan *leaflet* yang berisikan prosedur pembuatan pupuk organik cair dan padat dengan bioreaktor larva BSF melalui metode ember tumpuk yang sederhana dan mudah dilakukan. Dalam *leaflet* tersebut juga dijelaskan cara aplikasi pupuk tersebut di lapangan.

Kegiatan sosialisasi disambut dengan baik oleh para peserta. Hal tersebut terlihat dari antusiasme peserta untuk mempelajari materi sosialisasi dan banyaknya pertanyaan yang diajukan kepada pemateri. Materi pengabdian ini menjadi pengetahuan yang baru bagi para peserta. Pertanyaan yang diajukan lebih kepada bagaimana limbah-limbah tersebut berubah menjadi pupuk, bagaimana cara penambahan bahan organik baik limbah dapur maupun limbah sagu pada ember bagian atas, bagaimana cara pemanenan lindi, bagaimana cara penjemuran lindi untuk menjadi POC, bagaimana pupuk organik padat diperoleh, bagaimana mengetahui lindi sudah menjadi POC yang siap digunakan, dan bagaimana aplikasi di lapangan.

Salah satu teknologi paling inovatif dalam manajemen pengolahan sampah adalah biokonversi sampah menggunakan serangga (Čičková et al., 2015). Metode bioreaktor ember tumpuk ini menggunakan lalat tentara hitam (*Black Soldier Fly*) dalam proses degradasi sampah. Lalat tentara hitam memiliki nama latin *Hermetia illucens*, lalat ini banyak dikenal sebagai BSF atau lalat HI, yang merupakan serangga dari famili Stratiomyidae (Deshmukh, 2019). Lalat BSF banyak dimanfaatkan dalam pengolahan sampah organik, beberapa penelitian menyebutkan bahwa lalat BSF sangat potensial untuk mengubah sampah organik menjadi biomasa yang lebih bernilai ekonomi. Serangga ini diketahui dapat tumbuh dengan baik pada berbagai jenis bahan organik dan pupuk kandang. Hasil aktivitas lalat BSF selain menghasilkan pupuk organik cair maupun padat, juga dapat dimanfaatkan sebagai penghasil biogas, bahkan larva BSF dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak (Boccazzi et al., 2017).



Gambar 2. Sosialisasi oleh narasumber dari tim pengabdian

Kegiatan selanjutnya setelah sosialisasi yaitu pelaksanaan pelatihan pembuatan media ember tumpuk sebagai media yang sederhana dalam memproduksi lindi dari limbah dapur (limbah buah dan sayuran) dan limbah padat pengolahan sagu. Kandungan hara di dalam pupuk organik sangat ditentukan oleh bahan-bahan awal yang digunakan dalam proses pembuatan pupuk organik tersebut. Kriteria yang penting dalam pupuk organik adalah kandungan C-organik dan C/N rasio di dalam pupuk tersebut (Mangera & Ekowati, 2022). Tujuan pelatihan teknis ini yaitu peningkatan keterampilan dalam penguasaan teknologi pemanfaatan, pengurangan, dan pengolahan limbah menjadi produk yang berguna serta bernilai ekonomis. Pembuatan pupuk organik dengan bioreactor larva BSF dapat dilakukan dengan menggunakan media ember tumpuk. Tahapan dalam pembuatan media ember tumpuk adalah sebagai berikut:

Cara Membuat :

1. Siapkan 2 ember bekas cat beserta tutupnya, ukuran ember 20 kg.
2. Ambil tutup ember 1, kemudian buatlah lubang-lubang kecil mengikuti pola melingkar yang teratur pada permukaan tutup ember 1 dengan menggunakan bor. Lakukan sampai seluruh permukaan tutup ember terlubangi sesuai dengan pola.
3. Pasang kran pada bagian bawah ember 1 dengan cara membuat lubang pada bagian bawah ember menggunakan bor. Lalu pasang kran kemudian rekatkan menggunakan lem. Tunggu sampai kering dan tidak bocor
4. Ambil ember 2, lubangi bagian dasar ember 2 mengikuti pola lubang pada tutup ember 1. Lakukan sampai seluruh dasar ember penuh dengan lubang (gunakan tutup ember 1 sebagai pola). Lubangi juga bagian atas ember tepat dibagian samping dekat mulut ember. Buat masing-masing 1 lubang dengan diameter 1 cm disetiap arah mata angin, sehingga terbentuk 1 lubang disetiap sisinya. Lubang ini berfungsi untuk masuknya lalat BSF. Tutup ember 2 tidak perlu dilubangi.
5. Pasangkan tutup ember 1 ke permukaan ember 1, dan tutup ember 2 ke permukaan ember 2
6. Susunlah dengan susunan ember 1 di bagian bawah dan ember 2 di bagian atas. Gunakan alas berupa papan untuk meninggikan ember sehingga memudahkan untuk mengambil air lindi.
7. Ember tumpuk siap digunakan untuk mengolah sampah
8. Masukkan sisa buah-buahan dan sayuran ke ember bagian atas (ember 2). Untuk 2 minggu pertama sebaiknya hanya dimasukkan buah-buahan saja. Setelah 2 minggu ini biasanya sudah ada lalat tantara (*Hermetia illucens*) yang hinggap ke permukaan sampah.
9. Setelah itu hingga 2 bulan masukkan sisa sampah sayuran atau buah-buahan lainnya dan juga limbah padat pengolahan sagu, dan akan terlihat larva *Hermetia illucens* yang biasa disebut magot yang berperan mendegradasi sampah, bersama mikroorganisme di dalamnya. Selama proses tersebut akan dihasilkan air lindi yang mengalir ke ember bawah (ember 1)
10. Setelah 2 bulan air lindi dapat dipanen.
11. Siapkan botol-botol air mineral ukuran 1,5 L untuk menyimpan air lindi. Buka kran lalu tadah air lindi menggunakan botol air mineral tersebut
12. Jemur botol yang berisi air lindi tersebut dengan tutup agak dikendorkan untuk membuang gas yang terkandung di dalamnya. Penjemuran dilakukan selama 1-2 bulan, atau sampai aroma yang tercium lembut (soft)
13. Biasanya air lindi menjadi berwarna agak gelap dan siap digunakan sebagai POC



Gambar 4. Praktek menyiapkan media ember tumpuk



Gambar 5. Persiapan limbah buah-buahan dan sayuran



Gambar 6. Memasukkan limbah buah-buahan dan sayuran pada ember bagian atas

Pengolahan sampah organik yang melibatkan lalat BSF memiliki potensi untuk dikembangkan dalam penyediaan pupuk organik yang ramah lingkungan. POC yang dihasilkan serta limbah padat yang dihasilkan dalam pengolahan sampah dengan BSF dapat dimanfaatkan sebagai kompos. Aplikasi POC yang diproses menggunakan lalat BSF mampu mengurangi setengah dosis pupuk kimia NPK yang direkomendasikan pada tanaman tebu. Diperlukan sebanyak 60 liter POC BSF untuk setiap hektar tanaman tebu yang diaplikasikan dapat mengurangi setengah dosis pupuk kimia NPK yang direkomendasikan (Pakpahan et al., 2020). Penelitian lain menyebutkan bahwa aplikasi limbah samping POC BSF dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman Pakcoi serta meningkatkan populasi mikroba pelarut fosfat serta meningkatkan aktivitas enzim PME-ase di tanah sekitar perakaran tanaman (Agustiyani et al., 2021). Menurut (Martínez-Alcántara et al., 2016), penggunaan pupuk organik cair (POC) dapat meningkatkan penyerapan makronutrien dan mikronutrien pada tanaman dan juga menambah kandungan bahan organik tanah. Penggunaan pupuk organik pada tanaman berpengaruh positif dalam meningkatkan kandungan karbohidrat (glukosa, fruktosa, dan sukrosa) terutama pada daun pada musim panas. Penelitian pada tanaman pakcoi menunjukkan bahwa aplikasi pupuk padat BSF dari limbah kopi mampu meningkatkan biomassa tanaman pakcoi, penyerapan N, P dan K (Kinasih et al., 2018).



Gambar 7. Antusias peserta dalam melakukan praktek langsung



Gambar 8. Praktek cara panen lindi dan mengetahui ciri-ciri lindi yang sudah menjadi POC

Monitoring dan Evaluasi

Kegiatan pasca pelatihan yang penting adalah pembuatan produk untuk digunakan sendiri maupun untuk dipasarkan. Monitoring dan evaluasi dilakukan pada tanggal 13 Oktober 2022. Hasil evaluasi tim, ketua Kelompok Tani Dwitrap menyatakan bahwa mereka berharap kegiatan ini berkelanjutan. Oleh karena itu untuk keberlanjutan program ini yaitu: pertama, pendampingan kepada kelompok tani Dwitrap terus dilakukan agar dapat memanfaatkan limbah buah-buahan dan sayuran serta limbah padat pengolahan sagu untuk dijadikan pupuk organik padat dan cair. Tim program berharap kelompok dapat memproduksi pupuk organik secara mandiri dan kontinyu untuk digunakan anggota kelompok tani maupun untuk dipasarkan secara luas. Pada kegiatan monitoring dilakukan juga pemanenan lindi untuk pertama kali bersama oleh anggota kelompok tani Dwitrap dan juga anggota PKK kampung.



Gambar 9 . Pertemuan dengan anggota kelompok tani Dwitrap



Gambar 10. Mengajarkan langsung cara memanen lindi



Gambar 11. Mengajarkan cara menutup botol yang berisi lindi sebelum penjemuran

D. PENUTUP

Simpulan

Pengolahan limbah padat pengolahan sagu yang diubah menjadi pupuk organik cair maupun padat merupakan pengetahuan baru bagi masyarakat Kampung Tambat, Distrik Tanah Miring, Kabupaten Merauke. Pada pelaksanaan program pengabdian PKM telah terjadi penyaluran pengetahuan dan keterampilan teknologi kepada kelompok tani Dwitrap dan ibu-ibu PKK Kampung Tambat Kabupaten Merauke.

Saran

Perlu adanya pelatihan aplikasi pupuk organik cair dan padat pada lahan kebun masyarakat.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada LPPM Universitas Musamus yang telah memberikan pendanaan untuk kegiatan PKM 2022. Terima kasih juga kepada Kelompok Tani Dwitrap, Kampung Tambat, Distrik Tanah Miring, Merauke yang telah berdedikasi untuk pengembangan pupuk organik dari limbah padat sagu.

E. DAFTAR PUSTAKA

- Agustiyani, D., Agandi, R., Arinafril, Nugroho, A. A., & Antonius, S. (2021). The effect of application of compost and frass from Black Soldier Fly Larvae (*Hermetia illucens* L.) on growth of Pakchoi (*Brassica rapa* L.). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 762(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/762/1/012036>
- Boccazzi, I. V., Ottoboni, M., Martin, E., Comandatore, F., Vallone, L., Sprangers, T., Eeckhout, M., Mereghetti, V., Pinotti, L., & Epis, S. (2017). A survey of the mycobiota associated with larvae of the black soldier fly (*Hermetia illucens*) reared for feed production. *PLoS ONE*, 12(8), 1–15. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0182533>
- Čičková, H., Newton, G. L., Lacy, R. C., & Kozánek, M. (2015). The use of fly larvae for organic waste treatment. *Waste Management*, 35, 68–80. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2014.09.026>
- Deshmukh, S. (2019). *Biology of black soldier fly Hermetia illucens (L.) (Diptera : Stratiomyidae) on muskmelon fruit Members Copy Not for Commercial Sale. January*. <https://doi.org/10.5958/0974-8172.2019.00012.9>
- Haedar, H., & Kasran, M. (2017). Kelayakan Financial dan Ekonomi Usaha Pembuatan Pakan Ternak Limbah Ampas Sagu (Metroxylon Sago). *Jurnal Manajemen STIE Muhammadiyah Palopo*, 3(1), 37–51. <https://doi.org/10.35906/jm001.v3i1.202>
- Kinasih, I., Putra, R. E., Permana, A. D., Gusmara, F. F., & Nurhadi, M. Y. (2018). *Growth Performance of Black Soldier Fly Larvae (Hermetia illucens) Fed on Some Plant Based Organic Wastes*. 25(2), 79–84. <https://doi.org/10.4308/hjb.25.2.79>

- Latuponu, Shiddieq, Syukur, & Hanudin. (2012). Pemanfaatan Limbah Sagu Sebagai Bahan Aktif Biochar Untuk Meningkatkan P Tersedia dan Pertumbuhan Jagung Di Ultisol. *Jurnal Pembangunan Pedesaan*, 12(2).
- Mangera, Y., & Ekowati, N. Y. (2022). Analysis of the Nutrient Content of Liquid Organic Fertilizer (POC) Household Organic Waste in Rimba Jaya Village, Merauke Regency Using the Stacked Bucket Method. *Jurnal Agronomi Tanaman Tropika*, 4(1), 206–214. <https://doi.org/https://doi.org/10.36378/juatika.v4i1.1833>
- Martínez-Alcántara, B., Martínez-Cuenca, M. R., Bermejo, A., Legaz, F., & Quiñones, A. (2016). Liquid organic fertilizers for sustainable agriculture: Nutrient uptake of organic versus mineral fertilizers in citrus trees. *PLoS ONE*, 11(10), 1–20. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161619>
- Nguyen, T. T. X., Tomberlin, J. K., & Vanlaerhoven, S. (2015). Ability of Black Soldier Fly (Diptera: Stratiomyidae) Larvae to Recycle Food Waste. *Environmental Entomology*, 44(2), 406–410. <https://doi.org/10.1093/ee/nvv002>
- Nurmalasari, & Nur, A. (2017). Briket Kulit Batang Sagu (Metroxylon sagu) Menggunakan Perekat Tapioka dan Ekstrak Daun Kapuk (Ceiba pentandra). *Jurnal Dinamika*, 08(1), 1–10.
- Pakpahan, A., Widowati, R., & Suryadinata, A. (2020). Black soldier fly liquid biofertilizer in bunga mayang sugarcane plantation: From experiment to policy implications. *MOJ Ecology & Environmental Sciences*, 5(2), 89–98. <https://doi.org/10.15406/mojes.2020.05.00180>
- Supriyatna, A., & Putra, R. E. (2017). Estimasi Pertumbuhan Larva Lalat Black Soldier (*Hermetia illucens*) dan Penggunaan Pakan Jerami Padi yang Difermentasi dengan Jamur *P. chrysosporium*. *Jurnal Biodjati*, 2(2), 159. <https://doi.org/10.15575/biodjati.v2i2.1569>
- Zaimah, F., & Prihastanti, E. (2012). Uji Penggunaan Kompos Limbah Sagu terhadap Pertumbuhan Tanaman Strawberry (*Fragaria vesca* L) di Desa Plajan Kab. Jepara. *Buletin Anatomi Dan Fisiologi*, 20(1), 18–28.