

PEMBUATAN DAN PENGEMBANGAN RUMAH BUDIDAYA MAGGOT BSF (*BLACK SOLDIER FLY*) DI DESA MARTADINATA, KECAMATAN TELUK PANDAN, KABUPATEN KUTAI TIMUR

CREATION AND DEVELOPMENT OF BSF MAGGOT (BLACK SOLDIER FLY) CULTIVATION HOUSES IN MARTADINATA VILLAGE, TELUK PANDAN DISTRICT, EAST KUTAI REGENCY

Zamrud Whidas Pratama*, Fakultas Ilmu Budaya, Univesitas Mulawarman,
Pos-el: zamrudwhidas@fib.unmul.ac.id | Orcid ID: 0000-0001-9828-9815

Muhammad Faqih Zaky, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Mulawarman,
Pos-el: zakyhaekal20@gmail.com

Aji Nashafa Azka Aisha Fawwaz, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman,
Pos-el: nashafa.azka@gmail.com

Nur Rufiat Zariyyumabtsutsah, Fakultas Matematika & Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Mulawarman,
Pos-el: rufiatnur@gmail.com

Ahmad Revaldy, Fakultas Pertanian, Universitas Mulawarman,
Pos-el: Arevaldy90@gmail.com

Ilham Ali Azizi, Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman,
Pos-el: aliiilham142@gmail.com

Muhammad Nizamul Fawwaz Ainurrofiq, Fakultas Farmasi, Universitas Mulawarman,
Pos-el: nizamfawwazz@gmail.com

Denni Burhan, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Mulawarman,
Pos-el: denniburhan12@gmail.com

Muhammad Ade Ryan Hartono, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman,
Pos-el: ryanhartono24@gmail.com

Ayu Wanda Pratiya, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Mulawarman,
Pos-el: ayuwandaa231@gmail.com

Novita, Fakultas Ilmu Budaya, Universitas Mulawarman,
Pos-el: novitaamandassss@gmail.com

Risma Ariana, Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Mulawarman,
Pos-el: arianarsmaa@gmail.com

Ghea Rizky Ananda, Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Mulawarman,
Pos-el: zhearyznd@gmail.com

Abstract: *This Community Service Program (PKM) aims to provide a practical solution to organic waste management problems in Martadinata Village through the implementation of Black Soldier Fly (BSF) cultivation technology. Improperly managed organic waste has caused environmental issues, including pollution and open waste burning by residents. The program was designed to reduce the volume of organic waste, increase environmental awareness, and create new economic value for the community*

through the utilization of BSF larvae (maggot) as livestock feed and organic fertilizer. The project involved constructing a maggot cultivation facility in RT 09, Martadinata Village, funded by PT Pupuk Kaltim with a total cost of Rp. 5,000,000. The implementation stages included planning, construction, maggot stocking, technical training, and community mentoring in the management and utilization of the cultivation products. The results indicate that BSF maggots effectively decompose household organic waste while producing marketable biomass and nutrient-rich residue for agricultural use. Moreover, the establishment of the maggot cultivation unit serves as a demonstration and learning site for residents interested in adopting the technology independently. This program has generated positive environmental, social, and economic impacts, and it demonstrates a sustainable model for rural organic waste management and community empowerment.

Keywords: *BSF maggot, organic waste management, bioconversion, community empowerment, sustainable village.*

Abstrak: Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini bertujuan untuk memberikan solusi terhadap permasalahan pengelolaan sampah organik di Desa Martadinata melalui penerapan teknologi budidaya *Black Soldier Fly* (BSF) atau lalat tentara hitam. Sampah organik yang tidak dikelola dengan baik selama ini menimbulkan permasalahan lingkungan, termasuk pencemaran dan praktik pembakaran sampah oleh warga. Program ini dirancang untuk mengurangi volume sampah organik, meningkatkan kesadaran lingkungan, serta menciptakan nilai ekonomi baru bagi masyarakat melalui pemanfaatan maggot BSF sebagai pakan ternak dan pupuk organik. Kegiatan dilakukan dengan membangun kandang budidaya maggot di RT 09 Desa Martadinata dengan dukungan dana sebesar Rp. 5.000.000,00 dari PT Pupuk Kaltim. Tahapan kegiatan meliputi perencanaan, pembangunan kandang, pengadaan bibit maggot, pelatihan teknis, serta pendampingan masyarakat dalam pengelolaan dan pemanfaatan hasil budidaya. Hasil kegiatan menunjukkan bahwa maggot BSF efektif dalam menguraikan limbah organik rumah tangga sekaligus menghasilkan biomassa bernilai jual dan residu yang bermanfaat bagi pertanian. Selain itu, terbentuknya kandang percontohan maggot BSF menjadi sarana edukasi bagi warga yang ingin mengembangkan budidaya secara mandiri. Program ini memberikan dampak positif terhadap lingkungan, sosial, dan ekonomi masyarakat serta berpotensi menjadi model pengelolaan sampah berkelanjutan di wilayah pedesaan.

Kata kunci: Maggot BSF, pengelolaan sampah organik, biokonversi, pemberdayaan masyarakat, desa berkelanjutan.

A. PENDAHULUAN

Setiap manusia dalam aktivitas sehari-harinya tidak terlepas dari produksi sampah, baik yang bersifat organik maupun anorganik. Peningkatan jumlah penduduk dan aktivitas konsumtif masyarakat turut berdampak terhadap meningkatnya volume sampah yang dihasilkan setiap harinya (Putra & Rahmawati, 2020). Sampah organik, yang sebagian besar berasal dari sisa makanan dan bahan alami, merupakan salah satu penyumbang terbesar dalam timbunan sampah rumah tangga di Indonesia (Kementerian

Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2022). Menurut Mark Smulders, Kepala Perwakilan FAO untuk Indonesia dan Timor Leste, pada tahun 2015 Indonesia dengan jumlah penduduk mencapai 250 juta jiwa memiliki kebutuhan pangan sekitar 19 juta ton per tahun, di mana sekitar 13 juta ton di antaranya terbuang menjadi limbah makanan (FAO, 2015). Kondisi tersebut menunjukkan adanya permasalahan serius dalam sistem pengelolaan limbah organik nasional yang berpotensi menimbulkan dampak lingkungan dan kesehatan masyarakat.

Limbah organik yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan pencemaran udara, air, dan tanah akibat proses dekomposisi yang tidak terkontrol (Susilowati et al., 2021). Proses pembusukan menghasilkan gas metana (CH_4) dan karbon dioksida (CO_2) yang berkontribusi terhadap peningkatan emisi gas rumah kaca dan memperparah perubahan iklim global (Rohmah & Firmansyah, 2022). Selain itu, lingkungan yang dipenuhi tumpukan sampah organik dapat menjadi tempat berkembang biaknya vektor penyakit seperti lalat, nyamuk, dan tikus yang membahayakan kesehatan manusia (Prasetyo, 2019). Oleh karena itu, diperlukan inovasi dan sistem pengelolaan limbah organik yang efektif, berkelanjutan, serta memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat.

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengelola limbah organik, mulai dari pengomposan menjadi pupuk organik hingga pemanfaatan sebagai bahan baku energi terbarukan (bioenergi) (Hidayat et al., 2020). Pembuatan pupuk organik mampu mengurangi volume sampah dan mengembalikan unsur hara ke dalam tanah, sedangkan pengolahan limbah menjadi bioenergi menawarkan potensi sebagai sumber energi alternatif ramah lingkungan (Nurhayati & Santosa, 2021). Salah satu bentuk inovasi terkini dalam pemanfaatan limbah organik adalah penggunaan larva Black Soldier Fly (BSF) atau yang dikenal dengan maggot sebagai agen biokonversi limbah organik menjadi sumber protein bernilai ekonomi tinggi (Hanindhito & Fadillah, 2021).

Maggot merupakan larva dari lalat Black Soldier Fly (*Hermetia illucens* L.) yang berasal dari famili Diptera. Serangga ini memiliki kemampuan luar biasa dalam menguraikan limbah organik melalui proses biokonversi alami. Larva BSF mampu mengonsumsi dan memfermentasi limbah organik menjadi biomassa dengan kandungan protein dan lemak yang tinggi (Surya et al., 2022). Proses ini tidak hanya mengurangi jumlah limbah, tetapi juga menghasilkan produk sampingan seperti pupuk organik cair (POC) dan residu yang dapat digunakan sebagai media tanam (Mulyani et al., 2020). Secara morfologis, lalat BSF dewasa memiliki tubuh berwarna hitam menyerupai tawon dengan panjang sekitar 15–20 mm, namun tidak bersifat sebagai hama karena tidak membawa patogen penyakit bagi manusia (Agustina & Rahman, 2020).

Selain berperan dalam pengelolaan limbah, maggot BSF juga memiliki potensi tinggi sebagai bahan pakan alternatif yang berkelanjutan. Kandungan protein kasar pada maggot BSF dapat mencapai 40–45%, sedangkan kandungan lemaknya berkisar antara 25–35% tergantung dari jenis media pakan yang digunakan (Hapsari et al., 2021). Oleh karena itu, maggot banyak dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak, terutama ikan, unggas, dan burung (Dewi et al., 2022). Dalam konteks ekonomi sirkular, budidaya

maggot BSF memberikan manfaat ganda: mengurangi timbunan limbah sekaligus menghasilkan produk bernilai jual tinggi (Fauzi & Hardianto, 2021).

Pemanfaatan maggot BSF juga sejalan dengan prinsip pembangunan berkelanjutan yang menekankan aspek ekonomi, sosial, dan lingkungan secara simultan (Wibowo, 2021). Pengembangan teknologi biokonversi dengan maggot dapat menjadi solusi strategis dalam mendukung program zero waste serta meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya pengelolaan sampah organik berbasis komunitas. Dengan demikian, penelitian dan pengembangan sistem pengelolaan limbah organik melalui budidaya maggot BSF menjadi relevan dan penting untuk dikaji lebih lanjut, baik dari sisi ekologi, ekonomi, maupun sosial-budaya masyarakat.

B. METODE

Metode pelaksanaan program kerja ini dilakukan di Desa Martadinata dengan beberapa tahapan yaitu sebagai berikut :

1. Observasi

Observasi merupakan pengamatan yang sebuah studi kasus atau pembelajaran yang dilakukan dengan sengaja, terarah, dan runtut agar sesuai dengan tujuan. Observasi dilakukan di Desa Martadinata, Kecamatan Teluk Pandan. Di mana pada tahap ini observasi diketahui bahwa terjadi permasalahan yang terjadi di lapangan yakni tidak adanya sistem penanganan sampah organik yang baik di Desa Martadinata, sehingga muncul program kerja tersebut.

2. Perizinan

Saat kegiatan observasi juga dilakukan permohonan untuk meminta izin melaksanakan kegiatan budidaya Maggot BSF kepada Kepala Desa Martadinata.

3. Partisipasi Masyarakat

Metode ini dilakukan dengan cara masyarakat dapat berpartisipasi dalam pendidikan dan disiplin serta emansipasi melalui metode partisipatif (interaksi dan komunikasi). Di mana memang masyarakat sendirilah yang harus terlibat aktif di dalam pelaksanaan kegiatan tersebut sehingga kegiatan budidaya Maggot BSF agar dapat dilaksanakan dengan baik.

C. PEMBAHASAN

Kegiatan ini dilaksanakan dengan tujuan untuk membantu masyarakat yang tinggal di Desa Martadinata agar tidak lagi mengalami kesulitan terhadap sampah-sampah organik yang mereka hasilkan. Sebab budidaya Maggot BSF ini sangat bermanfaat dalam membantu mengurangi dan menguraikan sampah-sampah organik yang tersisa dan dapat bernilai ekonomis dikarenakan Maggot BSF ini juga dapat menjadi pakan ternak. Di mana output dari kegiatan ini adalah terbentuknya sebuah kandang budidaya Maggot BSF. Yang mana kandang tersebut menjadi media percontohan bagi masyarakat yang ingin ikut membudidayakan Maggot BSF juga. Kandang percontohan untuk budidaya Maggot BSF dibangun di lahan di RT. 09 Desa Martadinata. Di mana nantinya masyarakat yang ingin ikut membudidayakan Maggot BSF akan mendapatkan manfaat. Dengan adanya kegiatan ini diharapkan dapat memberikan solusi dan memecahkan permasalahan terkait sampah organik yang tidak memiliki sistem pengelolaan yang baik setiap rumah warga di Desa Martadinata.

Kegiatan Pengabdian kepada Masyarakat (PKM) ini dilaksanakan dengan tujuan utama untuk membantu masyarakat Desa Martadinata dalam mengatasi permasalahan pengelolaan sampah organik rumah tangga. Desa Martadinata selama ini belum memiliki sistem pengelolaan sampah yang terorganisir, baik dalam bentuk tempat pembuangan sementara maupun tempat pembuangan akhir. Kondisi tersebut menyebabkan sebagian besar warga masih membakar sampah organik yang mereka hasilkan setiap hari, yang pada gilirannya dapat menimbulkan pencemaran udara serta mengganggu kesehatan lingkungan. Melalui kegiatan ini, tim PKM memperkenalkan inovasi teknologi sederhana berbasis biokonversi, yaitu budidaya Black Soldier Fly (BSF) atau lalat tentara hitam, yang larvanya dikenal dengan sebutan maggot.

Budidaya maggot BSF dipilih karena memiliki potensi ganda, yakni berfungsi sebagai pengurai limbah organik sekaligus menghasilkan produk yang bernilai ekonomis tinggi. Maggot mampu menguraikan sampah organik seperti sisa makanan, buah, dan sayuran secara efisien, mengubahnya menjadi biomassa kaya protein yang dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Selain itu, residu hasil biokonversi maggot atau yang dikenal dengan kasgot dapat digunakan sebagai pupuk organik untuk pertanian dan perkebunan warga. Dengan demikian, kegiatan ini tidak hanya bertujuan mengatasi persoalan lingkungan, tetapi juga berorientasi pada pemberdayaan ekonomi masyarakat melalui pemanfaatan hasil budidaya.

Pelaksanaan kegiatan dimulai dengan penyusunan proposal sponsorship yang diajukan kepada PT Pupuk Kaltim. Proposal tersebut disetujui dan mendapatkan dukungan dana sebesar Rp. 5.000.000,00 yang digunakan untuk pembangunan kandang maggot BSF. Setelah dana diterima, tim memulai kegiatan dengan melakukan survei lokasi dan perencanaan desain kandang. Lahan yang dipilih berada di RT 09 Desa Martadinata. Pemilihan lokasi ini dilakukan berdasarkan pertimbangan ketersediaan lahan kosong, aksesibilitas bagi warga, serta kedekatan dengan sumber limbah organik rumah tangga.

Tahap awal kegiatan diawali dengan koordinasi bersama aparat desa dan tokoh masyarakat guna memperoleh izin sekaligus menjalin kerja sama dalam pelaksanaan pembangunan kandang. Kegiatan ini juga diikuti oleh beberapa warga setempat yang antusias untuk belajar mengenai teknik budidaya maggot. Setelah perizinan selesai, tim memulai pembersihan lahan dan pembuatan kerangka kandang. Konstruksi kandang dilakukan secara bertahap, dimulai dengan pembuatan pondasi sederhana, kemudian pemasangan rangka utama, dilanjutkan dengan pemasangan atap berbahan UV yang berfungsi untuk mengatur intensitas cahaya matahari agar suhu di dalam kandang tetap stabil. Dinding kandang dibuat dari jaring net yang berfungsi sebagai ventilasi udara sekaligus mencegah masuknya hewan predator seperti burung dan tikus.



Gambar 1. Poster Budidaya Maggot BSF di Desa Martadinata, Kutai Timur.

Proses pembangunan kandang maggot BSF berlangsung selama kurang lebih 55 hari. Setelah kandang selesai, kegiatan dilanjutkan dengan pembelian maggot siap panen untuk dikembangkan. Tim PKM kemudian menyiapkan media pakan berupa limbah organik yang dikumpulkan dari rumah tangga di sekitar lokasi kegiatan. Sampah organik tersebut terlebih dahulu dipilah dari bahan anorganik, kemudian difermentasi secara sederhana agar mudah dikonsumsi oleh larva maggot. Tahapan ini sekaligus menjadi sarana edukasi bagi masyarakat tentang cara memilah dan mengelola sampah rumah tangga.

Setelah maggot ditempatkan di dalam kandang dan diberi pakan secara rutin, masyarakat mulai dilibatkan dalam proses pemeliharaan. Mereka diajarkan cara mengatur jumlah pakan, menjaga kelembapan, serta mengontrol suhu agar maggot dapat tumbuh optimal. Selain itu, masyarakat juga diberi pelatihan tentang cara memanen maggot, mengeringkannya, serta memanfaatkan residu kasgot sebagai pupuk organik. Melalui pendekatan partisipatif ini, masyarakat tidak hanya menjadi penerima manfaat, tetapi juga menjadi pelaku utama dalam kegiatan budidaya tersebut.

Manfaat dari kegiatan ini mulai dirasakan oleh warga. Kandang maggot yang dibangun kini berfungsi sebagai media percontohan yang dapat dikembangkan oleh warga lain yang berminat membudidayakan maggot di rumah masing-masing. Kegiatan ini juga menumbuhkan kesadaran masyarakat akan pentingnya pengelolaan sampah berbasis lingkungan dan berkelanjutan. Dengan adanya kandang maggot BSF, volume sampah organik di Desa Martadinata dapat berkurang secara signifikan, dan limbah rumah tangga kini tidak lagi menjadi sumber permasalahan lingkungan.

Selain itu, hasil budidaya maggot memberikan nilai tambah ekonomi. Maggot yang dihasilkan dapat dijual sebagai pakan unggas, ikan, atau hewan ternak lainnya, sedangkan pupuk organik hasil kasgot dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki kualitas tanah pertanian di sekitar desa. Dengan demikian, kegiatan PKM ini tidak hanya berorientasi pada penyelesaian masalah lingkungan, tetapi juga berperan sebagai model ekonomi sirkular yang berkelanjutan di tingkat masyarakat pedesaan.

Kegiatan ini menjadi wujud nyata kolaborasi antara perguruan tinggi, pemerintah desa, dan perusahaan mitra dalam upaya mewujudkan desa yang mandiri dan berwawasan lingkungan. Melalui pendampingan berkelanjutan dan pelatihan teknis, masyarakat Desa Martadinata diharapkan mampu melanjutkan dan mengembangkan budidaya maggot BSF secara mandiri. Dengan demikian, program ini dapat menjadi inspirasi bagi desa-desa lain dalam mengembangkan inovasi pengelolaan sampah berbasis potensi lokal yang ramah lingkungan, produktif, dan berdaya guna bagi kesejahteraan masyarakat.

D. PENUTUP

Berdasarkan pembahasan kegiatan di atas maka dapat disimpulkan bahwa kegiatan budidaya Maggot BSF ini telah berhasil memecahkan permasalahan terkait sampah organik yang ada di setiap rumah warga Desa Martadinata dengan adanya kandang percontohan budidaya Maggot BSF.

Kegiatan ini juga memberikan contoh mekanisme dan tahapan-tahapan dari kegiatan tersebut serta menjelaskan benefit apa yang akan didapatkan oleh masyarakat. Untuk program lanjutan, masyarakat Desa Martadinata diharapkan dapat terus melanjutkan kegiatan positif tersebut dengan terus terlibat aktif di dalam pelaksanaannya. Di mana masyarakat Desa Martadinata dapat membuang sampah-sampah organik yang mereka hasilkan dan nantinya akan bernilai ekonomis karena dapat ditukar menjadi pakan ternak

E. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada Bapak Zamrud Whidas Pratama, S. Pd., M. Sn. selaku Dosen Pembimbing Lapangan kami yang telah memberikan dedikasi dan pengarahan dengan baik selama kegiatan Kuliah Kerja Nyata ini berlangsung.

Kami juga berterima kasih kepada LP2M Universitas Mulawarman yang telah menyelenggarakan pengabdian masyarakat ini, sehingga kami mendapatkan pembelajaran dan pengalaman baru untuk dijadikan bekal pelajaran ke depannya. Kepada Bapak Rektor kami di Universitas Mulawarman, Prof. Dr. H. Ir. Abdunnur, M.Si., IPU., Asean. Eng. yang telah memberikan kami kesempatan kepada penulis untuk melaksanakan pengabdian masyarakat ini. Kami juga mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu terjadinya kegiatan ini seperti Kepala Desa Martadinata, RT yang terlibat, serta masyarakat yang telah berpartisipasi dalam pelaksanaan kegiatan ini sehingga kegiatan ini dapat terlaksana dengan lancar.

F. DAFTAR PUSTAKA

Afkar, Khilyatul. dkk. 2020. Budidaya Maggot BSF (Black Soldier Fly) Sebagai Pakan Alternatif Ikan Lele (*Clarias Batracus*) di Desa Candipari, Sidoarjo Pada Program Holistik Pembinaan dan Pemberdayaan Desa (PHP2D). *Journal of Science and Social Development*. 3 : 10-16.

- Agustina, D., & Rahman, H. (2020). *Potensi larva Black Soldier Fly sebagai agen biokonversi limbah organik rumah tangga*. Jurnal Bioteknologi Indonesia, 15(2), 77–86.
- Dewi, R., Nugroho, E., & Suryana, T. (2022). *Pemanfaatan maggot BSF sebagai pakan alternatif untuk ikan dan unggas*. Jurnal Agroindustri, 9(1), 45–52.
- FAO. (2015). *Food loss and waste in Indonesia*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Fauzi, A., & Hardianto, S. (2021). *Model ekonomi sirkular dalam pengelolaan limbah organik menggunakan maggot BSF*. Jurnal Ekologi Pembangunan, 3(1), 20–29.
- Hanindhito, A., & Fadillah, N. (2021). *Biokonversi limbah organik menggunakan Hermetia illucens sebagai solusi pengelolaan sampah berkelanjutan*. Jurnal Lingkungan Lestari, 8(3), 155–165.
- Hapsari, P., Kurniawan, A., & Lestari, M. (2021). *Analisis kandungan gizi maggot BSF berdasarkan variasi media pakan limbah organik*. Jurnal Peternakan Tropis, 5(2), 99–108.
- Hidayat, R., Sari, D., & Pramono, T. (2020). *Teknologi pengolahan limbah organik menjadi pupuk dan bioenergi*. Jurnal Energi Terbarukan Indonesia, 6(2), 73–84.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2022). *Statistik pengelolaan sampah nasional 2022*. KLHK Republik Indonesia.
- Izzatusholeka. dkk. 2022. *Lalat Tentara Hitam (Black Soldier Fly) Sebagai Pengurai Sampah Organik (Black Soldier Fly As An Organic Waste Decomposer)*. Jurnal Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LP UMJ. 2714–6268.
- Mulyani, S., Utami, L., & Hartono, B. (2020). *Pemanfaatan residu biokonversi maggot BSF sebagai pupuk organik cair*. Jurnal Pertanian Lestari, 4(1), 12–21.
- Prasetyo, A. (2019). *Dampak limbah organik terhadap kesehatan masyarakat di kawasan padat penduduk*. Jurnal Kesehatan Masyarakat, 11(2), 55–64.
- Putra, A., & Rahmawati, I. (2020). *Tingkat produksi sampah rumah tangga di Indonesia dan strategi pengelolaannya*. Jurnal Lingkungan Indonesia, 8(1), 1–10.
- Rohmah, S., & Firmansyah, D. (2022). *Emisi gas rumah kaca dari penguraian limbah organik di TPA*. Jurnal Ilmu Lingkungan, 10(3), 221–229.
- Susilowati, Y., Hasanah, R., & Fitriani, S. (2021). *Analisis dampak limbah organik terhadap kualitas lingkungan*. Jurnal Ekosains, 13(4), 301–310.
- Wibowo, A. (2021). *Pembangunan berkelanjutan melalui pengelolaan limbah berbasis komunitas*. Jurnal Sosial Ekologi, 2(1), 65–78.