

PEMANFAATAN PUPUK HAYATI DARI BAHAN/LIMBAH RUMAH TANGGA SEBAGAI TEKNOLOGI RAMAH LINGKUNGAN

Nadratun Nikmah^{1*}, Ieke Wulan Ayu²

^{1,2}Fakultas Pertanian, Universitas Samawa Sumbawa Besar

n.nikmah1990@gmail.com^{1*},_jekewulanayu002@gmail.com²

Abstrak

Pupuk hayati (*biofertilizer*) merupakan salah satu upaya untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan yang disebabkan oleh penggunaan pupuk kimia. Dampak negative penggunaan pupuk kimia menyebabkan berbagai masalah lingkungan seperti kontaminasi air tanah, erosi tanah, dan masalah degradasi. Untuk mengatasi hal tersebut pemanfaatan pupuk hayati yang dibuat dari bahan-bahan alami yang tersedia di dapur dapat digunakan sebagai pupuk cair organik dalam budidaya tanaman yang ramah lingkungan. Khalayak sasaran dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah mahasiswa Faperta UNSA yang tergabung dalam Himpunan Mahasiswa Agroteknologi dan Agribisnis. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk; (1) meningkatkan pengetahuan dan keterampilan khalayak sasaran tentang teknologi pembuatan pupuk hayati dari bahan-bahan alami serta limbah rumah tangga, (2) memberikan pemahaman kepada khalayak sasaran terkait pentingnya pupuk hayati untuk melestarikan lingkungan dan menyelamatkan bumi, dan (3) memberikan pengetahuan kepada khalayak sasaran tentang aplikasi *biofertilizer* dalam budidaya tanaman yang ramah lingkungan. Kegiatan pelatihan dan pendampingan telah meningkatkan pengetahuan dan keterampilan khalayak sasaran tentang teknologi pembuatan pupuk hayati dari bahan yang tersedia di dapur atau limbah rumah tangga dan pentingnya *biofertilizer* untuk melestarikan lingkungan dan meyehtakan bumi. Khalayak sasaran juga telah mampu mengaplikasikan *biofertilizer* dalam budidaya tanaman yang ramah lingkungan.

Kata Kunci : *pupuk hayati, limbah rumah tangga, ramah lingkungan.*

1. PENDAHULUAN

Saat ini produksi pertanian yang baik menjadi kebutuhan setiap masyarakat. Produksi pertanian yang sehat tergantung pada berbagai faktor seperti kualitas tanah, air dan pupuk. Pupuk merupakan hal terpenting yang mempengaruhi produksi pertanian. Pupuk adalah sejenis bahan kimia atau alami yang membantu dalam produksi tanaman. Namun, untuk mencapai hasil pertanian yang cepat biasanya menggunakan pupuk kimia yang sangat responsif terhadap pupuk hayati tetapi pupuk kimia tidak ramah lingkungan sebagai pupuk hayati. Penggunaan pupuk kimia menyebabkan berbagai masalah lingkungan seperti kontaminasi air tanah, erosi tanah, masalah degradasi, dan keberadaan sisa bahan kimia pada makanan (Zhang, et al., 2010 dalam Susanto, et al., 2023). Pupuk hayati merupakan pupuk yang ramah lingkungan karena tidak merusak lingkungan dan juga membantu mengembalikan kesuburan tanah yang asli. Salah satu upaya untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan dilakukan dengan mengurangi jumlah penggunaan pupuk kimia melalui penggunaan pupuk hayati (*biofertilizer*). Pupuk hayati melindungi lingkungan tanah dengan unsur hara mikro dan makro tingkat tinggi melalui fiksasi nitrogen, pelepasan zat pengatur tumbuh, pelarutan fosfor dan mineralisasi kalium, biodegradasi bahan organik tanah,

dan produksi antibiotik. (Kartikawati, Trisilawati, and Darwati, 2017 dalam Pakpahan, Hidayatullah, and Mardiana, 2022).

Pupuk hayati merupakan pupuk yang mengandung mikroorganisme seperti *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Rhizobium*, *Azospirillum*, *Azotobacter*, *Mycorhizae*, dan *Trichoderma*. Komunitas mikroba terdiri dari mikroorganisme yang dapat hidup sendiri-sendiri atau dikombinasikan dengan mikroba lain. Pupuk hayati adalah salah satu dari beberapa komponen yang sangat penting untuk meningkatkan sistem pasokan nutrisi di bidang pertanian. Mikroorganisme tanah yang biasa digunakan sebagai pupuk hayati antara lain bakteri pengikat nitrogen non-simbiotik, bakteri nitrogen simbiosis, jamur mikoriza, dan bakteri pelarut fosfat. Jika digunakan dalam kombinasi yang tepat dalam sistem pertanian organik, mikroorganisme tanah ini dapat memberikan dampak positif terhadap ketersediaan unsur hara yang dibutuhkan tanaman, mengendalikan hama dan penyakit, serta meningkatkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman (Setyorini, et.al., 2006 dalam Sudiarti, 2017).

Hal yang terpenting dalam mempersiapkan tanah sebelum penanaman untuk meminimalkan potensi kehilangan hasil dan masalah kerusakan tanaman akibat hama, stres, dan faktor lingkungan lainnya dimana kandungan medium mempengaruhi pertumbuhan tanaman (Wahidah and Saputra, 2015 dalam Wahyono, et al., 2022). Tanaman membutuhkan tiga unsur hara untuk hidup dan tumbuh yaitu kalium, fosfor, dan nitrogen. Bahan alami dalam pembuatan pupuk hayati untuk menyuburkan tanaman mudah didapat. Bahan-bahan ini seringkali juga menjadi limbah. Menurut tinjauan literatur, produk yang digunakan dalam pembuatan pupuk hayati dari bahan pangan seperti daun kelor (Susanto, et al., 2023), cangkang telur (Rofi'ah, Djuhari, and Arfarita, 2023) dan limbah rumah tangga (Pakki, et al., 2021; Wahyono, et al., 2022). Dalam penelitian ini menggunakan bahan pangan telur dalam pembuatan pupuk hayati.

Telur adalah sumber protein hewani yang lezat, mudah dicerna, dan bergizi. Komponen utama telur adalah cangkang telur, putih telur (protein), dan kuning telur (*yolk*). Komposisi ketiga komponen ini berbeda-beda tergantung jenis telurnya. Komposisi telur sebagian besar terdiri dari air, dengan unsur penting lainnya (protein, lemak, karbohidrat, vitamin dan mineral) sehingga dapat dikatakan telur merupakan sumber protein yang baik. Telur kaya akan asam amino, karbohidrat, lemak, vitamin, dan mineral (Jin, et al., 2022). Berdasarkan uraian tersebut, telur memiliki kandungan protein, vitamin dan mineral yang juga dibutuhkan oleh tanah sehingga telur digunakan sebagai bahan alami dalam pembuatan pupuk hayati. Sebelumnya, telur belum pernah digunakan sebagai bahan pembuatan pupuk hayati. Oleh karena itu, dilakukan sosialisasi guna membuat masyarakat mengerti akan khasiat dari telur yang selama ini hanya digunakan sebagai bahan pangan saja. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini melibatkan mahasiswa yang tergabung dalam Himpunan mahasiswa program studi agroteknologi dan agribisnis Fakultas Pertanian yang diharapkan nantinya dapat menjadi agen perubahan di daerah masing-masing. Oleh karena itu perlu diberikan bekal khususnya dalam pembuatan pupuk hayati yang sangat berguna baik dalam pelestarian lingkungan, penyelamatan bumi, dalam kehidupan sehari-hari, maupun dalam bidang pertanian. Pupuk hayati yang disebut sebagai *biofertilizer* ini juga memberikan dampak yang luas bagi lingkungan secara global maupun ditinjau dari segi ekonomi karena mengurangi penggunaan pupuk anorganik yang harus dibeli oleh petani.

Dalam kegiatan ini bertujuan untuk; (1) meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mahasiswa Faperta yang tergabung dalam Himpunan Mahasiswa Agroteknologi dan Agribisnis dalam membuat pupuk hayati, (2) memberikan pemahaman kepada mahasiswa Faperta tersebut bahwa pentingnya membuat pupuk hayati untuk pelestarian lingkungan dan menyelamatkan bumi, dan (3) meningkatkan pengetahuan dan keterampilan mereka dalam

pemanfaatan pupuk hayati sebagai pupuk organik pada budidaya tanaman sebagai teknologi ramah lingkungan.

2. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan hilirisasi sosialisasi mengenai pemanfaatan bahan pangan sebagai biofertilizer untuk diterapkan dalam bercocok tanam. Kegiatan pelatihan kepada partisipan. Partisipannya merupakan mahasiswa yang tergabung dalam Himpunan Mahasiswa Agroteknologi dan Agribisnis. Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dilaksanakan di Laboratorium Kebun Percobaan Faperta UNSA Kecamatan Sumbawa Provinsi Nusa Tenggara Barat. Pemaparan materi dan diskusi tentang pembuatan *biofertilizer* berbahan dasar bahan-bahan rumah tangga dan pemanfaatannya dalam budidaya tanaman dilaksanakan di Laboratorium Kebun FAPERTA. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif. Teknik pengambilan data yang berupa observasi, dokumentasi.

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini terdiri dari: telur, *monosodium glutamate* (MSG), *Effective Mikroorganisme-4* (EM4), air bersih, polibag ukuran 40 cm x 50 cm, benih bayam. Alat yang digunakan meliputi: pisau, parang, baskom, pengaduk, gelas ukur, botol plastik ukuran 1500 ml, saringan, timbangan, kamera, dan alat tulis menulis.

Pembuatan Biofertilizer

Pada tahapan ini *biofertilizer* dibuat oleh tim pengabdian bersama mitra. Mulai dari mengumpulkan bahan utama yaitu telur, MSG, EM4 dan air untuk diproses menjadi *biofertilizer*. Setelah mencampur bahan tersebut dilakukan pengocokan dalam botol plastik hingga berbusa kemudian didiamkan selama 15-30 hari dibawah sinar matahari (tetap melakukan pengocokan setiap harinya) hingga larutan berwarna merah. Kemudian, *biofertilizer* siap diaplikasikan ke tanaman.

Sosialisasi dan Pengolahan Media Tanam

Tim pengabdian masyarakat akan melakukan sosialisasi tahap awal terkait sistem pertanian organik. Sosialisasi dilakukan dengan pelatihan SOP penanaman secara organik. Dalam metode pelaksanaan metode ini pembagian peran tim pengabdian masyarakat dan mitra dilaksanakan sesuai dengan kepakaran masing-masing dan pengalaman, pembagian tim dibagi berdasarkan fokus dan tugas pada program pengabdian seperti program pengembangan media tanam, pengerjaan lapangan, hingga pasca panen.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan kali ini dengan memanfaatkan bahan-bahan yang ada di dapur yang mudah didapatkan. Tujuannya untuk menunjang bahan alami sebagai bentuk meminimalisir penggunaan pupuk berbahan kimia selain dapat meningkatkan kesuburan tanah namun juga menyeimbangkan komunitas mikroorganisme sekaligus. Sebelum percobaan pembuatan pupuk hayati menggunakan bahan-bahan rumah tangga beberapa penelitian sebelumnya juga menunjukkan hasil yang serupa terkait pemanfaatan *biofertilizer* dengan menggunakan bahan yang berbeda tapi tetap dengan tema bahan alami. (Lin, et al., 2013; Kadir, Rahman, and Azhari, 2016; Yan, et al., 2023; Roopnarain and Adeleke, 2017 dalam Sharma, et al., 2023).

Kegiatan pengabdian ini dilakukan dengan mengusung tema Implementasi pengelolaan limbah rumah tangga sebagai *biofertilizer* dalam penanaman berbasis teknologi ramah lingkungan. Pelatihan tentang pembuatan *biofertilizer* berbahan dasar bahan yang tersedia di dapur dan jenis-jenis limbah rumah tangga yang sesuai untuk digunakan dalam pembuatan *biofertilizer* telah dilakukan secara langsung dengan khalayak sasaran yaitu mahasiswa Faperta UNSA yang tergabung dalam Himpunan mahasiswa agroteknologi dan agribisnis. Pada umumnya peserta (khalayak sasaran) di kegiatan pelatihan ini belum banyak mengetahui tentang *biofertilizer*. Hal ini yang membuat peserta sangat antusias dan proaktif, baik dalam diskusi, mempersiapkan bahan, maupun membuat *biofertilizer*.

Penggunaan bahan-bahan yang ada di dapur seperti telur yang mana memiliki kandungan protein, vitamin mineral yang dibutuhkan oleh tanah. Protein telur merupakan protein berkualitas tinggi dan mudah dicerna. Pada telur, kuning telur lebih banyak mengandung protein yaitu 16,5%, dan putihnya 10,9%. Sebaliknya hampir seluruh lemak terdapat pada kuning telur, proporsinya mencapai 32%, sedangkan putih telur mengandung sedikit lemak. Artinya, putih telur merupakan sumber protein dan kuning telur merupakan sumber lemak. Kuning telur mengandung air, protein, lemak, dan beberapa mineral. Lemak dalam telur terdiri dari trigliserida (lemak netral), fosfolipid (biasanya dalam bentuk lesitin), dan kolesterol. Proporsi asam lemak tak jenuh lebih tinggi dibandingkan pangan hewani. Asam lemak terpenting adalah asam oleat, asam palmitat, asam linoleat, dan asam stearat. Telur mengandung hampir semua vitamin kecuali vitamin C. Vitamin yang larut dalam lemak (A, D, E, K), vitamin yang larut dalam air (tiamin, riboflavin, asam pantotenat, niasin, asam folat, vitamin B12). Telur tidak hanya menjadi sumber vitamin, tapi juga mineral. Mineral yang terdapat pada telur adalah zat besi, fosfor, kalsium, tembaga, yodium, magnesium, mangan, kalium, natrium, seng, klorida, dan belerang (Z. Wulandari and I. I. Arief, 2022). Selain telur, MSG juga ditambahkan sebagai bahan pembuatan *biofertilizer* yang mana memiliki kandungan nitrogen, fosfor, dan kalium yang tinggi. Berbagai asam amino yang dibutuhkan tanaman juga ditemukan dalam msg membuat daun tanaman menjadi lebih hijau karena bertambahnya klorofil sebagai akibat dari pemberian msg yang mengandung asam glutamat.



Gambar 1. *Biofertilizer* yang telah dicampurkan (kiri) dan setelah didiamkan selama 15-30 hari dibawah sinar matahari (kanan)

Salah satu bahan pembuatan *biofertilizer* adalah EM4 yang berfungsi untuk memperbaiki kualitas tanah, mampu mempercepat dekomposisi limbah dan sampah organik,

meningkatkan ketersediaan nutrisi tanaman, meningkatkan keragaman mikrobial yang menguntungkan dan menekan mikroorganisme patogen (Sulistyaningsih and Harsono, 2018). Semua bahan tersebut dicampur seperti terlihat pada Gambar 1 (kiri). Saat penyimpanan *biofertilizer* yang telah dibuat harus di bawah sinar matahari agar membentuk bakteri fotosintesis atau *photosynthetic bacteria* (PSB) yang merupakan bakteri *autotroph* yang dapat berfotosintesis. PSB memiliki pigmen yang disebut bakteriofil a atau b yang dapat memproduksi pigmen warna merah, hijau, hingga ungu untuk menangkap energi matahari sebagai bahan bakar fotosintesis seperti yang terlihat pada Gambar 1 (kanan). Selain itu, bakteri fotosintetik merupakan bakteri yang dapat mengubah bahan organik menjadi asam amino atau zat bioaktif dengan bantuan sinar matahari. Pigmen yang berperan menangkap cahaya matahari untuk fotosintesis adalah bakterioklorofil yang berada pada membran fotosintesis. Bakteri ini memiliki sistem membran yang terbentuk akibat invaginasi membran sitoplasma. Bakteri ini dapat hidup pada kondisi aerob maupun anaerob, dan dapat melakukan fotosintesis maupun fermentasi.

Pelatihan tentang pemanfaatan pupuk hayati berbahan dasar bahan-bahan rumah tangga serta limbahnya dan cara aplikasinya untuk pelestarian lingkungan diwujudkan dalam kegiatan penyemprotan pupuk hayati ke tanaman. Pupuk hayati sangat bermanfaat dalam berbagai hal, termasuk dalam bidang pertanian. Di bidang pertanian pupuk hayati dapat sebagai penyubur tanah karena mengandung mikroorganisme yang dapat memperbaiki sifat fisik, kimia dan biologi tanah, juga sebagai pupuk dan pestisida nabati. Berdasarkan definisi tersebut, pupuk hayati mencakup mikroorganisme pengikat N yang bersimbiosis dan non-simbiotik, mikroorganisme pelarut fosfat, mikroorganisme penghasil fitohormon, dan jamur mikoriza. Prinsip penggunaan pupuk hayati adalah memanfaatkan kerja mikroorganisme tertentu di dalam tanah yang berperan sebagai perusak bahan organik dan mendukung proses mineralisasi dengan cara memfiksasi unsur hara yang dapat merangsang pertumbuhan tanaman, atau menjalin hubungan simbiosis dengan tanaman (Simarmata and Yuwalia, 2007 dalam Sulistyaningsih and Harsono, 2018).

Pada kegiatan ini, peserta melakukan penyemaian benih bayam. Setelah berumur 21 hari, benih yang telah tumbuh dipindahkan ke polibag. Media tanam yang digunakan yaitu bokhasi dan pemupukan dilakukan dengan menyemprotkan pupuk hayati pada tanaman tersebut. Demikian juga untuk mengendalikan OPT, penyemprotan dilakukan setiap hari. Berdasarkan riset sebelumnya yang telah dijelaskan diatas, memang diperlukan hilirisasi kepada petani khususnya di pedesaan. Berguna untuk mengedukasi dan membantu petani desa dalam menggunakan pupuk yang lebih ramah lingkungan dengan harga yang lebih terjangkau pula.

4. KESIMPULAN

Pembuatan dan pemanfaatan *biofertilizer* berbahan dasar bahan-bahan yang ada di dapur serta limbah rumah tangga untuk mendukung pertanian organik mendapat sambutan positif dari setiap anggota Himpunan Mahasiswa Agroteknologi dan Agribisnis. Metode yang diterapkan mampu meningkatkan hasil panen dan kualitas media pasca panen masih layak dipakai karena tidak dominan menggunakan pupuk kimia. Pemanfaatan pupuk hayati sangat berpotensi dilakukan di lingkungan masing-masing mahasiswa dan juga potensial dilakukan setelah mereka kembali ke daerah masing-masing sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan termasuk pencemaran udara akibat pemakaian pupuk anorganik dan limbah rumah tangga yang tidak dimanfaatkan. Selain itu juga dapat mengurangi pengeluaran dalam pembelian pupuk organik cair karena dapat memproduksi pupuk sendiri.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Jin, Jiaming, Qianqian Zhou, Fangren Lan, Junying Li, Ning Yang, and Congjiao Sun. 2022. "Microbial Composition of Egg Component and Its Association with Hatchability of Laying Hens." *Frontiers in Microbiology* 13(October):1–12. doi: 10.3389/fmicb.2022.943097.
- Kadir, A. A., N. A. Rahman, and N. W. Azhari. 2016. "The Utilization of Banana Peel in the Fermentation Liquid in Food Waste Composting." *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 136(1). doi: 10.1088/1757-899X/136/1/012055.
- Kartikawati, Andriana, O. Trisilawati, and I. Darwati. 2017. "Pemanfaatan Pupuk Hayati (Biofertilizer) Pada Tanaman Rempah Dan Obat." *Jurnal Prespektif* 16(1):33–43. doi: 10.21082/psp.v16n1.2017.
- Lin, Carol Sze Ki, Lucie A. Pfaltzgraff, Lorenzo Herrero-Davila, Egid B. Mubofu, Solhy Abderrahim, James H. Clark, Apostolis A. Koutinas, Nikolaos Kopsahelis, Katerina Stamatelatou, Fiona Dickson, Samarthia Thankappan, Zahouily Mohamed, Robert Brocklesby, and Rafael Luque. 2013. "Food Waste as a Valuable Resource for the Production of Chemicals, Materials and Fuels. Current Situation and Global Perspective." *Energy and Environmental Science* 6(2):426–64. doi: 10.1039/c2ee23440h.
- Pakki, Terry, Robiatul Adawiyah, Agung Yuswana, Namriah, Muhammad Arief Dirgantoro, and Agustono Slamet. 2021. "Pemanfaatan Eco-Enzyme Berbahan Dasar Sisa Bahan Organik Rumah Tangga Dalam Budidaya Tanaman Sayuran Di Pekarangan." *Prosiding PEPADU 2021: Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat* 3(November):126–34.
- Pakpahan, Tience E., Taufiq Hidayatullah, and Eva Mardiana. 2022. "Effect of Biofertilizer and Inorganic Fertilizer on Growth and Productivity of Shallot (*Allium Cepa* L.)." *Jurnal Biologi Tropis* 22(3):824–33. doi: 10.29303/jbt.v22i3.3491.
- Rofi'ah, Vivin Hafidatur, Djuhari Djuhari, and Novi Arfarita. 2023. "Pengaruh Pupuk Hayati VP3 Dengan Persentase Limbah Cangkang Telur Berbeda Terhadap Pertumbuhan Bibit Tanaman Terong (*Solanum Melongena* L.) (Hasil Optimalisasi Suhu Pembuatan Pelet Pupuk Hayati VP3 Berbahan Dasar Limbah Cangkang Telur)." *Jurnal Sumberdaya Alam Dan Lingkungan* 10(2):79–87. doi: 10.21776/ub.jsal.2023.010.02.4.
- Roopnarain, Ashira, and Rasheed Adeleke. 2017. "Current Status, Hurdles and Future Prospects of Biogas Digestion Technology in Africa." *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 67:1162–79. doi: 10.1016/j.rser.2016.09.087.
- Sharma, Pooja, Ambreen Bano, Kajal Verma, Mamta Yadav, Sunita Varjani, Surendra Pratap Singh, and Yen Wah Tong. 2023. "Food Waste Digestate as Biofertilizer and Their Direct Applications in Agriculture." *Bioresource Technology Reports* 23(June):101515. doi: 10.1016/j.biteb.2023.101515.
- Sudiarti, Diah. 2017. "The Effectiveness of Biofertilizer on Plant Growth Soybean 'Edamame' (*Glycin Max*)." *Jurnal SainHealth* 1(2):97. doi: 10.51804/jsh.v1i2.110.97-106.
- Sulistyaningsih, Catur Rini, and Sri Harsono. 2018. "Penentuan Pemakaian Dosis Dan Macam Biofertilizer Dalam Pembuatan Pupuk Organik Padat Terhadap Kandungan Unsur Makro Nutrien Dan Analisis Finansial." *Berkala Ilmiah AGRIDEVINA* 6(2):191–205. doi: 10.33005/adv.v6i2.1041.
- Susanto, Hendra, Ahmad Taufiq, Ari Gunawan, and Moch Sholeh. 2023. "Pemanfaatan

- Biofertilizer Kelor Untuk Efektivitas Smart Farming Berbasis Green House.” *Semanggi: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 2(September 2022):13–22. doi: 10.38156/sjpm.v2i02.129.
- Wahyono, Eko, Binti Nasikhatul Ummatin, Ega Fitri Qur’aini, and Widya Rochmi. 2022. “Pertanian Ramah Lingkungan Dengan Pemanfaatan Limbah Rumah Tangga Sebagai Bahan Alami Pada Pupuk Organik Cair.” *Jurnal Abdi Panca Marga* 3(2):38–42.
- Yan, Miao, Hailin Tian, Shuang Song, Hugh T. W. Tan, Jonathan T. E. Lee, Jingxin Zhang, Pooja Sharma, Yong Wei Tiong, and Yen Wah Tong. 2023. “Effects of Digestate-Encapsulated Biochar on Plant Growth, Soil Microbiome and Nitrogen Leaching.” *Journal of Environmental Management* 334(February):117481. doi: 10.1016/j.jenvman.2023.117481.
- Z. Wulandari, and I. I. Arief. 2022. “Review: Tepung Telur Ayam: Nilai Gizi, Sifat Fungsional Dan Manfaat.” *Jurnal Ilmu Produksi Dan Teknologi Hasil Peternakan* 10(2):62–68. doi: 10.29244/jipthp.10.2.62-68.