

Production and Characterization of Compost Macro Nutrients from Mamasa Coffee Waste

Amir^{1*}, Dirhana Purnama¹, & Rita Kurnia Apindiati²

¹Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Universitas Sulawesi Barat, Indonesia;

²Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Tanjungpura, Indonesia;

Article History

Received : April 28th, 2024

Revised : May 01th, 2024

Accepted : June 01th, 2024

*Corresponding Author:

Amir, Program studi

Agroteknologi Universitas

Sulawesi Barat, Indonesia;

Email: ir149934@gmail.com

Abstract: The higher the productivity of the Mamasa coffee plant, the greater the waste produced and if it is not processed it will cause environmental problems. This research aims to produce and characterize the macro nutrient value in compost from Mamasa coffee waste using the microorganism bioactivator EM 4. This research was carried out by mixing coffee waste with EM-4, water and sugar in certain proportions. The composting process lasts for four weeks, with observations every week to trigger physical and chemical changes in the compost produced. The research results showed that the compost produced had good physical characteristics, namely black in color, not lumpy and odorless. Determination of macro nutrient levels in the organic material of Mamasa coffee waste before and after fermentation into compost showed a significant increase in the macro nutrients it contains, namely total organic C 25.59%; organic matter was 43.91%, Nitrogen was 2.53%, P₂O₅ was 1.95%, K₂O was 1.68%, C/N ratio was 9.48 and water content was 24.34%. Thus, Mamasa coffee waste can be processed into high quality compost using EM-4, thereby providing a sustainable solution for managing organic waste and increasing soil fertility.

Keywords: C/N ratio, Mamasa coffee plant, organic, productivity.

Pendahuluan

Kabupaten Mamasa adalah salah satu wilayah di Sulawesi Barat yang terkenal dengan produk kopi mamasa. Pada tahun 2018, tercatat lahan seluas 11.570.00 ha menghasilkan produk kopi arabika 1.057 ton sebanyak dan kopi robusta sebanyak 961 ton. Kopi mamasa terkenal sebagai produk kopi berkualitas tinggi di Sulawesi Barat bahkan di Indonesia. Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan yang paling banyak mendapatkan permintaan pasar dunia, karena volume konsumsi yang terus bertambah pada setiap tahunnya (Tsai dan Chen 2016).

Luas lahan perkebunan kopi di mamasa saat ini mencapai 33.589,79 ha, digarap oleh sejumlah petani yang mencapai 20.980 kepala keluarga (BPS, 2022). Banyaknya kepala keluarga yang terjun sebagai pengolah perkebunan kopi menunjukkan tingginya ketergantungan masyarakat Mamasa terhadap kopi. Banyaknya produksi kopi juga

menghasilkan limbah pertanian yang sangat banyak. Produksi kopi semakin besar pertahunnya menghasilkan limbah kopi dalam jumlah besar juga, meliputi kulit, pulp, dan sisa biji kopi yang tidak digunakan dalam produksi kopi. Limbah kopi memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan dalam berbagai keperluan, seperti untuk masker, bioplastik, adsorben dan pupuk tanaman. Limbah kopi menghasilkan sumber nutrisi bagi tanaman ketika diolah menjadi kompos.

Masyarakat Mamasa belum mengoptimalkan pemanfaatan limbah kulit kopi Mamasa sehingga hanya menjadi limbah, menumpuk di lahan kopi atau dibakar, yang menjadi sumber polutan pada wilayah sekitar. Jika dibiarkan terus menerus, akan berdampak buruk terhadap kesehatan (Purnamasari & Wahyuni, 2021). Untuk itu pembuatan kompos dari limbah kopi mamasa dapat menjadi solusi dalam mengurangi limbah kopi ke lingkungan.

Tujuan penelitian ini adalah memproduksi dan mengkarakterisasi kandungan makro hara dari kompos yang dibuat dari limbah kopi mamasa.

Bahan dan Metode

Jenis penelitian

Penelitian ini termasuk laboratorium dengan membuat formulasi kompos dan mengkarakterisasi makromineral pada kompos yang dihasilkan. Penelitian ini dilakukan dari bulan September-Nopember 2023.

Persiapan alat dan bahan

Alat diperlukan: Komposter volume 20 L, baskom, pengaduk. Bahan-bahan yang diperlukan: Limbah kopi kulit buah dan daun kopi yang basah dan kering, gula merah, larutan EM-4 sebagai bioaktivator, sekam, dan kotoran sapi.

Posedur kerja

Penyiapan limbah kopi

Kompos limbah diproduksi dari limbah kopi yang dihasilkan dari berbagai tahapan produksi kopi, termasuk kulit buah kopi, pulp, dan sisa biji kopi. Limbah dibersihkan dari kontaminan lain seperti plastik dan batu.

Fermentasi dan pengomposan

Effective microorganism 4 (EM4) digunakan dalam penelitian ini. EM4 merupakan campuran dari berbagai mikroorganisme yang memiliki manfaat dan hidup normal sehingga digunakan sebagai inokulum untuk memperluas variasi mikroorganisme tanah (Mey, 2013). Pembuatan kompos menggunakan metode Jumar *et al.*, (2020) yang dimodifikasi, untuk 2 jenis limbah kopi yaitu limbah. Dibuat larutan aktivator (EM-4) bersama air dan gula dengan rasio 1 : 15 : 0,5, selanjutnya diaduk sampai homogen. Selanjutnya ke dalam wadah komposter, dimasukkan limbah kulit kopi, kotoran sapi dan tandan sawit yang telah dicacah dengan perbandingan 8 : 1 : 1.

Larutan EM-4 dituang ke dalam komposter berisi campuran bahan kompos, diaduk sampai homogen. Komposter ditutup dengan rapat dan campuran dibolak alik setiap minggu sambil melakukan pengecekan pH dan suhu. Jika campuran menjadi kering, dapat ditambahkan dengan air, pengomposan

dilanjutkan sampai sekitar 6 minggu, atau dihentikan setelah hasil fermentasi matang dan suhu turun dengan stabil. Kompos selanjutnya dikeringkan dan diayak (Surtinah 2013). Kriteria kompos yang dihasilkan berwarna hitam, tidak menggumpal, serta tidak menghasilkan bau tidak sedap. Karakteristik fisik pupuk kompos yang baik meliputi warna coklat kehitaman, tidak mengeluarkan bau tidak sedap, serta memiliki tekstur yang remah dan tidak menggumpal. (Ubaidillah *et al.*, 2018).

Karakterisasi komponen hara makro

Karakterisasi komponen hara makro dilakukan pada campuran bahan sebelum dan sesudah fermentasi pengomposan, meliputi penentuan kandungan unsur hara makro di laboratorium Sucofindo.

Pengumpulan data

Data pengukuran komponen hara makro sebelum dan sesudah pengomposan ditabulasi.

Analisis data

Data yang telah ditabulasi dianalisis dengan metode perbandingan antara kandungan makro hara pada bahan organik limbah kopi dan kompos yang telah difermentasi selama 6 minggu.

Hasil dan Pembahasan

Pengolahan sampah organik, pengomposan didasarkan pada penguraian alami bahan organik dari limbah pertanian. Interaksi yang memburuk ini memerlukan sejumlah investasi, sehingga harus diperbaiki agar waktu pengolahan tanah menjadi lebih cepat dan produktif. Perbaikan harus dapat dilakukan dengan bantuan pengolahan mikroba tanah atau bioaktivator EM-4. EM-4 gabungan dari komunitas berbagai organisme seperti mikroba fotosintetik, mikroba korosif laktat, yeast, actinomycetes dan parasit dewasa yang dapat berkontribusi terhadap berkembangnya jenis mikroorganisme tanah (Shitophyta *et al.*, 2021). Pemilihan pupuk sapi dalam meracik kotoran limbah kopi tergantung pada kemungkinan bahwa kotoran sapi lebih kaya akan nutrisi lain dan kaya akan mikroorganisme, dibandingkan dengan limbah pedesaan, sehingga proses pemupukan tanah akan saling menjaga

kandungan nutrisinya. Kandungan nutrisi pada kotoran sapi bervariasi tergantung pada jenis makanannya. Kompos sapi pada umumnya mengandung 0,5% N-lengkap; 0,25% P₂O₅ dan 5% K₂O (Hapsari *et al.*, 2013).

Unsur hara makro limbah kopi

Makronutrien memiliki persentase C/N yang cukup tinggi pada limbah espresso, 34,72. Proporsi C/N yang tinggi akan menyulitkan penguraian sehingga diperlukan bahan yang dapat menurunkan proporsi C/N yang disebut dengan aktivator. Berapa banyak bahan organik, seperti nitrogen (N) dan karbon (C), dalam suatu bahan mempengaruhi seberapa cepat bahan tersebut terurai. Karena mikroorganisme menggunakan nitrogen (N) dalam proses metabolisme, aktivitasnya sangat terbatas. Tingkat mineralisasi rendah bila rasio C/N lebih besar dari 25. Mikroorganisme akan melumpuhkan sumber nitrogen dalam tanah, sedangkan fiksasi nitrogen hanya bersifat sementara. Mikroorganisme yang mati akan berubah menjadi unsur sederhana lainnya jika rasio C/N kurang dari 20, dan nitrogen akan termineralisasi (Purnomo *et al.*, 2017).

Tabel 1. Kandungan unsur hara makro pada bahan organik limbah kopi

Uraian unsur hara	Kandungan
N total	1.03
P ₂ O ₅	0.85%
K ₂ O	1.01%
C-organik	40.54%
Bahan organik	68.37%
Rasio C/N	39.35
Air	13.34%

Unsur hara makro dalam pupuk kompos

Unsur hara makro dalam jumlah besar pada pupuk kompos. Kompos dari limbah kopi dan cacahan tandan sawit, menggunakan aktivator EM-4 dan kotoran sapi memiliki kandungan C-organik sekitar 16-35%, N-total sekitar 1.9%, P₂O₅ sekitar 1.1%, dan K₂O antara 0,7-1,7%.

Tabel 2. Kandungan unsur hara makro kompos limbah kopi

Uraian unsur hara	Kandungan
N total	2.53
P ₂ O ₅	1.95%

K ₂ O	1.68%
C-organik	25.59%
Bahan organik	43.91%
Rasio C/N	10.11
Air	24.34%

Kandungan C-Organik

Selama waktu yang dihabiskan untuk pencernaan dan penggandaan sel oleh mikroba, komponen C-organik berubah menjadi sumber energi. Zat C-organik akan diubah oleh mikroba untuk menghasilkan limbah berupa asam alami dan minuman keras. Mikroorganisme ini mengkonsumsi bahan alami dari kotoran ternak sebagai hotspot energi untuk penataan sel dengan mengeluarkan CO₂ dan H₂O (Widarti *et al.*, 2015). Tumbuhan mengambil suplemen melalui akar atau daun. Bagian karbon (C) dan oksigen (O) dapat diambil dari udara sebagai CO₂ melalui stomata daun pada saat fotosintesis, sedangkan bagian hidrogen (H) diambil dari air tanah dari partikel H₂O oleh akar tanaman. Udara juga dapat dikonsumsi melalui daun namun dalam jumlah terbatas.

Siklus karbon

Karbon dipertukarkan antara tanah dan iklim melalui pola fotosintesis dan penghancuran. Tumbuhan menyesuaikan diri dengan CO₂ dan menyimpan karbon sambil membawa oksigen selama fotosintesis. Karbon yang dikonsumsi oleh tanaman kemudian dipindahkan ke tanah melalui akar selama masa pertumbuhan tanaman. Terlebih lagi, karbon disimpan dalam tanah seiring pertumbuhan tanaman yang sedikit demi sedikit bergabung dengan tanah melalui siklus humifikasi dan kombinasi untuk membentuk tanah habis yang tidak mudah dipulihkan. Ada pola yang kuat dalam pemeliharaan, deklarasi, dan perubahan karbon di udara dan tanah melalui tanaman (Herman, 2014).

Bahan organik

Bahan organik menambah aksesibilitas dalam tanah berhubungan dengan siklus mineralisasi yang merupakan fase terakhir dari kerusakan bahan alam. Siklus mineralisasi, mineral suplemen tanaman seperti N, P, K, Ca, Mg, dan S serta suplemen mini dikirimkan dalam jumlah yang meragukan dan cukup

terbatas. Bahan alam merupakan sumber energi bagi tanah dalam skala besar dan mikrofauna. Aktivitas mikrobiologi dan populasi tanah akan meningkat akibat penambahan bahan organik, secara khusus terkait dengan mineralisasi dan pemecahan zat organik. Beberapa mikroorganisme yang berperan dalam pembusukan bahan alami adalah makhluk organik, actinomycetes, dan organisme (Harahap *et al.*, 2020).

Nitrogen (N-total)

Nitrogen berperan penting dalam menyemangati proses pergantian vegetasi tanaman, menjadikan daun tanaman berwarna hijau kusam, dan berperan dalam pembentukan protein sebagai penyusun plasma sel. Kekurangan N memberikan efek samping tanaman seperti terhambatnya perkembangan, terhambatnya perkembangan akar, dan daun berwarna kuning muda (Sari *et al.*, 2021).

Mikroba simbiotik dan non-simbiotik yang menyuplai tanah melalui tanaman inangnya setelah mereka mati dan fiksasi fisik dan kimia N₂ di atmosfer, yang disuplai ke tanah melalui hujan, menyediakan unsur hara N. Sel-sel mati tersebut beserta sisa-sisa tumbuhan/makhluk hidup akan menjadi bahan alami yang layak untuk diurai dan melalui serangkaian proses mineralisasi (aminisasi, amonifikasi dan nitrifikasi) akan menghasilkan mineral N (NH₄⁺ dan NO₃⁻) yang kemudian diserap oleh sel-sel tersebut. tanaman atau mikroorganisme. Jika gas garam berbau yang dihasilkan dari siklus aminisasi tidak segera diamonisasi, gas tersebut akan segera hilang dalam jumlah besar, begitu pula dengan gas N₂ di iklim. Nitrogen dikonsumsi oleh tanaman sebagai NO₃-atau NH₄⁺ dari kotoran (Hapsari, 2013)

Fosfor (P)

Fosfor adalah suplemen berskala besar yang penting untuk perkembangan tanaman. Tumbuhan menyerap fosfor dari tanah sebagai partikel fosfat, khususnya H₂PO₄-dan (HPO₄)²⁻ yang terlacak dalam susunan tanah. Selain partikel-partikel tersebut, tanaman juga dapat menyerap fosfor sebagai fitin, asam nukleat dan fosfohumat. Fosfor pada pupuk organi berfungsi pada siklus respirasi tanaman dan fotosintesis, perkembangan korosif

nukleat, pengaturan benih, dan penciptaan produk alami. Selain itu, Fosfor juga merangsang perkembangan akar sehingga tanaman lebih tahan terhadap penguapan musim dan mempercepat waktu panen (Pane *et al.*, 2022).

Kalium (K)

Kalium dibutuhkan tanaman dan ditangkap sebagai partikel K⁺. Kalium adalah komponen yang bergerak pada tumbuhan, baik di dalam sel, jaringan, maupun di xilem dan floem, serta dilacak secara melimpah di sitoplasma. Tugor sel dikendalikan kalium berhubungan dengan fiksasi kalium di vakuola. Kalium pada sitoplasma dan kloroplas diperkirakan dapat mematikan susunan tersebut sehingga pH berada pada kisaran 7-8. Karena menggerakkan enzim, ini juga penting untuk pertumbuhan tanaman.

Stok kalium dalam tanah sangat berfluktuasi tergantung sifat tanah seperti bahan dan jenis tanah, bahan induk tanah, bahan alam, limbah, dan batas perdagangan kation (KTK). Kadar kalium dalam tanah berkisar antara 0,5-2,5%, 90-98% pada bangunan tidak dapat diakses, 1-10% pada bangunan mudah diakses, dan 1-2% pada bangunan mudah diakses. Jenis kalium yang efektif diperoleh adalah K pada susunan tanah dan K yang teradsorpsi oleh koloid tanah, sedangkan strukturnya yang lambat tersedia berupa mineral tanah (Saidi, 2022).

Rasio C/N

Pengolahan interaksi tanah, material alami akan rusak dan banyak CO₂ yang dihasilkan, sementara nitrogen tetap ada sehingga proporsi C/N berkurang. Siklus ini terus berlangsung hingga terbentuklah humus yang merupakan produk akhir penguraian bahan alam. Menurunnya nilai proporsi C/N disebabkan oleh menurunnya jumlah karbon yang digunakan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme untuk menguraikan atau merusak bahan alam. Rasio C/N kompos menunjukkan seberapa matang kompos tersebut (Surtinah, 2013) . Rasio C/N yang lebih tinggi berarti kompos belum terurai sempurna atau belum matang.

Kadar air

Kelembapan berperan penting pada siklus metabolisme mikroba dan secara tidak langsung mempengaruhi suplai oksigen. Rendahnya kelembapan menyebabkan produktivitas dekomposisi akan berkurang karena tidak adanya air untuk menguraikan bahan organik sehingga akan dirusak mikroorganisme sebagai sumber energi.

Parameter lingkungan

Suhu Pengomposan

Organisme yang bekerja pada suhu 10-45°C disebut mikroorganisme mesofilik (Widawati, 2005). Dengan memperkecil ukuran partikel bahan organik, mikroba ini mempercepat proses pengomposan dan mengurangi luas permukaan bahan. Suhu tanah pemupukan puncak adalah 45-60°C, di mana organisme termofilik dengan cepat mengisi tumpukan kotoran. Organisme ini bertanggung jawab mengonsumsi karbohidrat dan protein sehingga bahan alami kotoran segera rusak dan suhu mencapai puncaknya.

Kelembaban kompos

Kelembaban kompos akan menurun dengan adanya aktivitas mikroorganisme, karena memanfaatkan udara dalam menguraikan bahan organik. Kelembapan 40-60% merupakan kisaran ideal untuk pencernaan mikroba (Widarti et al., 2015).

pH kompos

Siklus pemupukan tanah akan berada pada kisaran 6,5 – 7,5, sebagai pH ideal bagi mikroorganisme dalam menguraikan bahan alami menjadi asam alami. Jamur yang menguraikan lignin dan selulosa bahan organik untuk menghasilkan kompos akan tumbuh subur di lingkungan asam ini.

Kesimpulan

Hasil pengukuran kadar hara makro sebelum dan sesudah pengomposan limbah kopi Mamasa dengan menggunakan EM4 menunjukkan terjadinya peningkatan unsur hara mikro setelah proses pengomposan. Perubahan lingkungan pengomposan dominan dipengaruhi oleh aktivitas mikroorganisme dalam proses dekomposisi bahan organik. Penentuan kadar hara makro pada bahan organik limbah kopi

mamasa sebelum dan sesudah difermentasikan menjadi kompos menunjukkan peningkatan yang signifikan pada unsur hara makro yang dikandungnya, yaitu total C organik 25,59%; bahan organik sebesar 43,91%, Nitrogen sebesar 2,53%, P₂O₅ sebesar 1,95%, K₂O sebesar 1,68%, C/N rasio sebesar 9,48 dan kadar air adalah sebesar 24,34%. Dengan demikian, Limbah kopi Mamasa dapat diolah menjadi kompos berkualitas tinggi dengan menggunakan EM-4, sehingga memberikan solusi berkelanjutan untuk pengelolaan limbah organik dan peningkatan kesuburan tanah.

Ucapan Terimakasih

Terima kasih kepada LPPM Universitas Sulawesi Barat atas dukungan dana dan moril selama kegiatan penelitian.

Referensi

- Chairuddin, Z., & Abdullah, N., (2023). Analisis Skalogram: Pengembangan Kopi Mamasa Berbasis Kesesuaian Lahan dan Sarana Fasilitas Penunjang di Kabupaten Mamasa. *Jurnal Ecosolum*, 12(1): 86-104. <https://doi.org/10.20956/ecosolum.v12i1.25663>
- Hapsari, A.Y. (2013). Kualitas dan Kuantitas Kandungan Pupuk Organik Limbah Serasah dengan Inokulum Kotoran Sapi Secara Semianaerob. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Harahap, F.S., Walida, H., Dalimunthe, B.A., Rauf, A., Sidabuke, S.H., & Hasibuan, R. (2020). Penggunaan Kompos Sampah Kota Dalam Upaya Merehabilitasi Tanah Sawah Terdegradasi Di Desa Aras Kabu, Kecamatan Beringin, Kabupaten Deli Serdang. *Agrinula Jurnal Agroteknologi dan Perkebunan*, 3 (1). <https://doi.org/10.36490/agri.v3i1.85>
- Jumar., Saputra, R. A., & Wafiuddin, M. S. (2020). Teknologi pengomposan limbah kulit durian menggunakan EM4. *EnviroScientiae*, 16(2), 241-251. <http://dx.doi.org/10.20527/es.v16i2.9656>
- Mey D. 2013. Uji Efektivitas Mikroorganisme terhadap laju dekomposisi limbah Jambu mete sebagai pupuk organik di Sulawesi Tenggara. *Jurnal Agriplus* 23 (2): 85-91.

- Novita, E., Fathurrohman, A., Pradana, H. A. (2018). Pemanfaatan kompos blok limbah kulit kopi sebagai media tanam. *Jurnal Agrotek*, 4(2), 61-72. <https://doi.org/10.33096/agrotek.v2i2.62>
- Pane, R. D. P., Noviandi Ginting, E., & Hidayat, F. (2022). Mikroba Pelarut Fosfat Dan Potensinya Dalam Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman. *Warta Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, 27(1), 51-59. <https://doi.org/10.22302/iopri.war.warta.v27i1.81>
- Purnomo, E.A., Sutrisno, E., & Sumiyati. S. (2017). Pengaruh Variasi C/N Rasio Terhadap Produksi Kompos Dan Kandungan Kalium (K), Pospat (P) Dari Batang Pisang Dengan Kombinasi Kotoran Sapi Dalam Sistem Vermicomposting. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 6 (2).
- Riga, R., Sari, T. K., Agustina, D., Fitri, B. Y., Ikhsan, M. H., Pratama, F. E. & Oktria, W. (2022). Pembuatan Pupuk Kompos dari Limbah Kulit Kopi di Daerah Penghasil Kopi Nagari Koto Tuo, Sumatera Barat. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 7(3), 584-591. <https://doi.org/10.30653/002.202273.145>
- Saidi, B.B. 2022. Evaluasi Status Hara dan Rekomendasi Pemupukan Padi Sawah Di Kecamatan Batin III Ulu Kabupaten Bungo Jambi, *Jurnal Ilmiah Ilmu Terapan*, 6 (2). <https://doi.org/10.22437/jiituj.v6i2.22966>
- Sari, S.M., Kumolontang, E.J.N., & Warouw, V.R.Ch. (2021). Analisis Kadar Hara Nitrogen Total Pada Tanah Sawah Di Tapadaka Kecamatan Dumoga Tenggara Kabupaten Bolaang Mongondow. *Soil Environmental*, 21 (3). <https://doi.org/10.35791/se.21.3.2021.38762>
- Shitophyta, L. M., Amelia, S., & Jamilatun, S. (2021). Pelatihan pembuatan pupuk kompos dari sampah organik diranting Muhammadiyah Tirtonirmolo, Kasihan, Yogyakarta. *Communnity Development Journal*, 2(1), 136-140. <https://doi.org/10.31004/cdj.v2i1.1405>
- Sofyan A, Nurjaya, Kasno A. (2011). Status hara tanah sawah untuk rekomendasi pemupukan. Tanah Sawah dan Pengelolaannya. Balai Penelitian Tanah. Bogor
- Surtinah 2013. Pengujian kandungan unsur hara dalam kompos yang berasal dari serasah tanaman jagung manis (*Zea mays saccharata*). *Jurnal Ilmiah Pertanian* 11 (1): 16-25. <https://doi.org/10.31227/osf.io/mwaqj>
- Tsai D. M., & Chen W. L. (2016). Coffee plantation area recognition in satellite image using fourier transform. *Journal Computers and Electronics in Agriculture*. <https://doi.org/10.1016/j.compag.2016.12.020>
- Ubaidillah, Maryadi, M., & Dianita, R. (2018). Karakteristik fisik dan kimia phospho-kompos yang diperkaya dengan abu serbuk gergaji sebagai sumber kalium (Physical and Chemical Characteristics of Phospho-compost Enriched with Sawdust Ash as Potassium Source). *Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Perternakan*, 21(2), 98-109. <https://doi.org/10.22437/jiip.v21i2.6774>
- Widarti BN, Wardah KW, & Edhi S. (2015). Pengaruh rasio C/N bahan baku pada pembuatan kompos dari kubis dan kulit pisang. *Jurnal Integrasi Proses*, 5 (2): 75-80. <http://dx.doi.org/10.36055/jip.v5i2.200>