



**EFEKTIVITAS FERMENTASI BAHAN ORGANIK DALAM PENGELUPASAN JARINGAN
MESOFIL DAUN KUPU-KUPU (*Bauhinia purpurea* L.)**

Yuni Astuti, Devi Anugrah, Hilman Faruq

Prodi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Muhammadiyah Prof DR.
Hamka (UHAMKA) Jakarta, Jl. Tanah merdeka No. 20 Rt. 11/2, Rambutan, Kecamatan Pasarebo, Jakarta
Timur

Email korespondensi : yuni.astuti@uhamka.ac.id

Diterima: April 2020; Direvisi: Juli 2020; Disetujui: Agustus 2020

ABSTRAK

Daun Kupu-Kupu (*Bauhinia purpurea* L.) memiliki tekstur tulang daun yang indah dan kuat untuk dimanfaatkan sebagai bahan kerajinan lukisan. Ketersediaannya melimpah di lingkungan karena banyak ditemui sebagai tanaman peneduh jalan. Pembuatan tulang daun menggunakan bahan kimia dapat mencemari lingkungan sehingga perlu adanya bahan organik yang ramah lingkungan untuk mempercepat proses pengelupasan jaringan mesofil daun. Desain penelitian Rancangan Acak Lengkap (RAL) dalam penelitian eksperimental ini terdiri dari empat perlakuan dengan enam ulangan. Daun Kupu-kupu segar direndam dalam empat larutan bahan organik yaitu: 1) enceng gondok; 2) air cucian beras (air leri); 3) jerami padi; dan 4) lumpur. Enceng gondok dan jerami padi difermentasi terlebih dulu dengan campuran larutan EM4, gula, dan dedek. Selanjutnya perendaman daun dalam seluruh bahan organik dilakukan selama 14 hari. Data yang diperoleh dalam penelitian ini berupa persentase luas permukaan daun yang mengelupas diukur menggunakan kuadran dengan skala 10x10 cm. Data persentase luas pengelupasan daging daun diuji normalitas dan homogenitasnya. Data diuji ANOVA satu faktor dilanjutkan uji Tukey untuk mengetahui bahan organik yang lebih efektif dalam pengelupasan mesofil daun Kupu-Kupu. Berdasarkan hasil uji ANOVA diperoleh F_{hitung} sebesar 3,380. Bila dibandingkan dengan F_{tabel} (3,098) pada $\alpha=0,05$, maka $F_{hitung} > F_{tabel}$, artinya terdapat perbedaan pengaruh berbagai bahan organik terhadap pengelupasan mesofil daun Kupu-Kupu. Bahan organik berupa fermentasi jerami, air leri, dan lumpur efektif dalam mengelupaskan mesofil daun. Rata-rata persentase tertinggi ditemukan pada media fermentasi jerami padi (87%). Jadi, bahan organik fermentasi jerami lebih efektif daripada air leri dan lumpur dalam pengelupasan mesofil daun Kupu-kupu. Faktor yang mempengaruhi adalah suhu, pH media rendaman, dan keberadaan mikroorganisme. Namun, pengidentifikasian jenis mikroorganisme mengalami kendala sehingga diperlukan penelitian lanjutan. Bahan organik yang digunakan bersifat ramah lingkungan.

Kata Kunci : Bahan organik, Bauhinia sp., Fermentasi, Tulang daun.

**THE EFFECTIVENESS OF FERMENTATION OF ORGANIC MATERIALS IN DESTROY THE MESOPHYLL
TISSUE OF BUTTERFLY LEAVES (*Bauhinia purpurea*)**

ABSTRACT

Bauhinia purpurea leaf has a beautiful and strong leaf venation used as a craft of painting. Availability is abundant in the environment because many are found as a road shade plant. Making leaf venation using chemicals can pollute the environment so the need for environmentally friendly organic materials to accelerate the process of peeling tissue mesophyll leaves. The completely randomized design is used to experimental research was consisting of four treatment with six replications. Fresh *Bauhinia purpurea* leaves are soaked in four organic solutions: 1) eceng gondok; 2) rice water (leri); 3) straw; and 4) mud. The solutions of eceng gondok and straw first fermented with a mixture of EM4 solution, sugar, and dedek. Furthermore, deep leaf immersion all organic materials is done for 14 days. Data obtained in this

study are percentage area leaf surface peeling is measured using a quadrant with a scale of 10x10 cm. Broad percentage data leaf flesh peel was tested for normality and homogeneity. Data tested by one-factor ANOVA followed by Tukey's test to find out which organic material is more effective in exfoliating the *Bauhinia purpurea's* mesophyll leaves. Based on the results ANOVA test obtained an F_{count} of 3.380. When compared with F_{table} (3.098) at $\alpha = 0.05$, then $F_{\text{counts}} > F_{\text{table}}$, meaning that there are differences in the influence of various organic materials to the mesophyll exfoliation of the *Bauhinia purpurea* leaves. Organic materials in the form of straw fermentation, rice water (leri), and mud is effective in peeling of tissue mesophyll leaves. Average the highest percentage was found in straw fermentation media (87%). The conclusion is straw fermentation is more effective than leri water and mud for peeling tissue mesophyll leaves. The influencing factors are temperature, pH of immersion media, and the presence of microorganisms. The identification of types of microorganisms encountered problems so that further research is needed. The organic material used is environmentally friendly.

Keywords: Organic materials, *Bauhinia* sp., Fermentation, Leaf Venation

Pendahuluan

Daun Kupu-Kupu (*Bauhinia purpurea* L.) merupakan salah satu tumbuhan yang banyak ditanam di taman kota atau tepi jalan karena memiliki bentuk tajuk, daun dan bunga yang bernilai estetika (Irsyam & Priyanti, 2016). Bentuk tulang daun Kupu-Kupu (*Bauhinia purpurea* L.) yang indah menyerupai sayap Kupu-Kupu menjadikan daunnya banyak diminati sebagai bahan baku kerajinan tangan, seperti bros, dan lukisan, melalui sistem pengolahan terlebih dulu menjadi tulang daun.

Pengolahan daun segar menjadi kreasi tulang daun dilakukan dengan dua cara yaitu menggunakan bahan kimia dan organik. Bahan kimia yang selama ini digunakan untuk merendam daun adalah NaOH atau KOH. Penggunaan bahan kimia dapat mempercepat waktu pengerjaan kurang lebih satu hari dengan kualitas baik. Namun penggunaannya akan berdampak pada rusaknya mikroorganisme tanah, jika limbah rendamannya di buang ke tanah. Selain itu, teknik perebusan daun memerlukan bahan bakar yang cukup banyak sehingga membutuhkan biaya lebih mahal.

Penggunaan bahan organik untuk perendaman daun dapat dijadikan alternatif karena bersifat ramah lingkungan. Media yang biasanya digunakan adalah air dan lumpur. Limbah daun dalam jumlah banyak dapat diolah menjadi daun transparan dengan hanya merendamnya ke dalam air atau lumpur dalam kurun waktu tertentu (Suryandari & Asmawi, 2017). Penggunaannya kurang diminati karena waktu perendaman relatif lama hingga satu bulan dengan kualitas produk tulang daun yang kurang baik. Aroma tulang daun sangat menyengat. Kekurangan tersebut membuat para pengrajin kreasi tulang daun lebih memilih perendaman daun menggunakan bahan kimia.

Hasil pengabdian masyarakat yang dilakukan oleh Rengga dan Eko memberikan harapan baru bagi kelestarian lingkungan karena menggunakan air bilasan beras yang bersifat alami dan tidak berbau menyengat. Penggunaan air bilasan beras dapat memfermentasi daun sirsak

menjadi tulang daun (Rengga & Eko, 2013). Tulang daun akan terlihat dengan jelas jika mesofil daunnya dirusak. Metabolisme mikroorganisme dimanfaatkan untuk mendekomposisi mesofil daun melalui proses fermentasi. Dengan adanya jamur dan bakteri dekomposer, maka akan mempercepat proses pengelupasan mesofil daun. Penambahan jumlah mikroorganisme bisa dilakukan dengan aktivator EM4 atau stardec seperti yang ditemukan oleh (Astuti, 2005), penggunaan aktivator buatan dapat mempercepat dekomposisi, hal tersebut ditunjukkan dengan penurunan nilai C/N dan perubahan fisik kompos yang lebih cepat. Stardec lebih banyak mengandung jamur sedang EM4 lebih banyak mengandung bakteri, sehingga mempengaruhi pola perubahan kimia pada proses dekomposisi. Hasil penelitian (Widiyaningrum & Lisdiana, 2015) juga menyatakan bahwa penggunaan activator EM4 dapat mempercepat proses pengomposan daun. Daun yang di kompos akan mengalami kerusakan pada lapisan terluarnya (kutikula) lebih dulu. Kutikula mengandung lignin yang akan dijadikan sebagai sumber energi bagi mikroorganisme. Mikroorganisme pendekomposisi sel daun juga banyak terdapat di bahan organik yang telah mengalami fermentasi. Pada umumnya, bahan organik ini terbuat dari dedaunan tumbuhan yang rontok, mengendap, dan hancur. Menurut Wididana, 1995; Karama et al, 1996 dalam (Astuti, 2005) penambahan bahan organik diharapkan mampu memperbaiki sifat fisik tanah, sehingga bersifat ramah lingkungan.

Bahan organik yang digunakan dalam pengelupasan mesofil daun sebaiknya menggunakan bahan yang mudah diperoleh dan banyak tersedia di lingkungan sekitar. Berdasarkan hal tersebut, maka digunakan media perendaman dari fermentasi eceng gondok, air leri, jerami padi, dan lumpur sebagai kebaruan dalam penelitian ini. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran bagi alternatif cara pengolahan sampah daun selain dikompos. Selain itu, dapat diketahui bahan organik yang efektif dan ramah lingkungan dalam pengolahan daun Kupu-Kupu (*Bauhinia*

purpurea L.) sebagai bahan baku kerajinan dan media pembelajaran.

Bahan dan Metode

Green house FKIP UHAMKA Jakarta dijadikan sebagai lokasi penelitian. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah *true experiment* dengan desain Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor. Faktornya adalah bahan organik yang terdiri atas 4 perlakuan (larutan fermentasi eceng gondok, larutan fermentasi jerami padi, air cucian beras (air leri), dan lumpur). Penelitian ini menggunakan 4 kombinasi dengan 6 kali pengulangan sesuai rumus Freederer.

Alat yang akan digunakan yaitu kuadran skala 10x10 cm dan mesin pencacah, thermometer, dan pHmeter. Bahan yang digunakan adalah EM4 dan daun Kupu-Kupu segar (*Bauhinia purpurea* L.). Penelitian dimulai dengan memfermentasi eceng gondok dan jerami padi menggunakan larutan EM4, gula, dan dedek. Kemudian, daun Kupu-kupu segar direndam dalam air leri, lumpur, serta larutan fermentasi eceng gondok dan jerami padi. Pencucian dilakukan setelah daun direndam selama 14 hari.

Data dianalisis dengan menghitung persentase luas pengelupasan mesofil daun menggunakan kuadran skala 10x10 cm. Data tersebut dilakukan uji prasyarat untuk mengetahui

normalitas dan homogenitas data. Karena data terdistribusi normal dan homogen, maka dilanjutkan dengan uji ANOVA satu faktor untuk mengetahui perbedaan pengaruh berbagai bahan organik terhadap pengelupasan mesofil daun Kupu-Kupu (*Bauhinia purpurea* L.). Setelah itu, dilakukan uji Tukey untuk mengetahui urutan efektivitas penggunaan bahan organik sebagai rendaman dalam proses pengelupasan mesofil daun.

Hasil dan Pembahasan

Data hasil uji ANOVA memperlihatkan perolehan F_{hitung} sebesar 3,381 sedangkan F_{tabel} sebesar 2,845 sehingga $F_{hitung} > F_{tabel}$ pada taraf signifikansi 0,05, artinya H_0 ditolak. Uji tersebut menyimpulkan bahwa terdapat perbedaan antara pengaruh berbagai bahan organik terhadap pengelupasan daging daun Kupu-Kupu (*Bauhinia purpurea* L.). *Superscript* pada Tabel 1. menunjukkan bahwa jerami padi, air leri, dan lumpur mempunyai efektivitas yang sama dalam pengelupasan mesofil daun. Bila dilihat dari rata-rata persentasenya, maka efektivitas tertinggi dijumpai pada daun yang direndam dalam larutan fermentasi jerami padi sebesar 87%. Sementara fermentasi eceng gondok tidak terlalu efektif dalam pengelupasan mesofil daun.

Tabel 1. Hasil Persentase Luas Pengelupasan Mesofil Daun Kupu-Kupu (*Bauhinia purpurea* L.)

Sampel Daun	Persentase Luas Pengelupasan Daging Daun Kupu-Kupu			
	Fermentasi Eceng Gondok	Air Leri	Fermentasi Jerami Padi	Lumpur
1	57	86	82	88
2	53	83	87	88
3	89	96	94	44
4	46	84	76	90
5	78	98	88	84
6	63	68	95	95
Rata-rata	64,33 ^b	85,83 ^a	87,00 ^a	81,50 ^a

Catatan: a dan b menandakan perbedaan efektivitas bahan organik terhadap pengelupasan mesofil daun Kupu-kupu

Daun Kupu-Kupu (*Bauhinia purpurea* L.) tersusun dari kandungan lignin dan selulosa pada dinding sel daunnya. Lignin sulit untuk dirombak karena strukturnya yang heterogen dan sangat kompleks (Devianti & Tjahjaningrum, 2017). Mikroorganisme tertentu dapat membantu mencerna lignin. Media perendaman yang berasal dari fermentasi jerami padi dapat merusak mesofil daun Kupu-Kupu dengan tingkat pengelupasan mencapai 87%. Jerami padi mengandung polisakarida sebagai nutrisi mikroorganisme. Polisakarida terfermentasi akan lebih mudah

dimanfaatkan oleh mikroorganisme pendekomposisi bahan organik. Mikroorganisme contohnya *Clostridium roseum* dimungkinkan terdapat dalam jerami padi karena ditemukan padatan putih menyerupai hifa jamur. Mikroorganisme tersebut dapat mencerna sel parenkim mesofil yang terdapat pada dinding sel daun (Whittenberger & Naghski, 1948). Dengan demikian, dapat memisahkan ikatan antara lapisan epidermis dan tulang daun dari protoplas parenkim. Keberadaan jamur dalam jerami padi membantu mempermudah kerja bakteri dengan

cara membuka jalan bagi bakteri untuk menyusup ke celah sel pada permukaan daun. Luka pada tumbuhan dan lubang alami (stomata) dapat disusupi jamur. Selain itu, jamur juga dapat menembus langsung ke permukaan jaringan tumbuhan yang utuh (Nurwahyuni, Hastuti, & Witjoro, 2015). Jamur memanfaatkan unsur karbon dan nitrogen di dalam rendaman jerami sebagai energi untuk mempercepat pertumbuhannya. Selain itu, jamur juga menguraikan senyawa yang tahan dan tidak dapat diurai oleh bakteri, contohnya selulosa dan lignin (Hanafi, Yulipriyanto, & Ocatvia, 2014) yang terkandung dalam daun Kupu-Kupu.

Hasil pengelupasan daun pada rendaman air leri (air cucian beras) juga menghasilkan tulang daun yang baik kualitasnya. Hal tersebut terlihat dari tingkat pengelupasan mesofil sebesar 85,83%. Pada permukaan air leri ditemukan hifa jamur berwarna putih yang kemungkinan dari jenis *white-rot fungi*. *White-rot fungi* mampu memanfaatkan selulosa di dalam air leri sebagai sumber karbon untuk substrat pertumbuhannya dan mempunyai kemampuan mendegradasi lignin, contohnya *Phanerochaete chrysosporium* dan *Coriolus versicolor*. Selulosa yang menyusun dinding luar sel epidermis dapat dihancurkan secara enzimatis oleh jamur. Penelitian terbaru menjelaskan bahwa *white-rot fungi* memiliki kemampuan yang sangat baik dalam mendegradasi lignin karena jamur ini dapat memproduksi *lignocellulolytic CAZymes* (Kameshwar & Qin, 2018). Adanya jamur tersebut dapat mempercepat perusakan dinding sel sehingga jaringan mesofil daun mudah terpisah dari tulang daunnya. Hasil penelitian (Devianti & Tjahjaningrum, 2017) menjelaskan bahwa Kondisi air leri yang asam (4,67) dengan suhu mencapai 32,80 °C menguntungkan bagi metabolisme jamur. Rentang maksimum pH untuk jamur adalah 5-8 (Zaman & Sutrisno, 2007). Suhu air leri masih dalam kisaran suhu yang optimum bagi kerja mikroorganisme yaitu 29-33°C (Kumalasari & Zulaika, 2016).

Daun yang direndam dalam lumpur juga menghasilkan tulang daun yang berkualitas baik, dengan tingkat pengelupasan mesofil sebesar 81,50%. Lumpur diperoleh dari permukaan tanah kebun yang dicampur air. Permukaan tanah mengandung bahan organik, seperti amilum, selulosa, dan protein, yang berasal dari tanaman dan hewan yang mati. Bahan organik tersebut dicerna oleh bakteri yang banyak terdapat di permukaan tanah. Pada sampel tanah dengan kedalaman 10 cm ditemukan isolat bakteri untuk mendegradasi bahan organik yang berpotensi amilolitik, proteolitik, dan selulolitik (Utomo & Shovitri, 2014). Dengan demikian, selulosa dalam dinding sel di daun dapat dicerna oleh bakteri

selulolitik sehingga mempermudah pelepasan jaringan mesofil daun. Bakteri mengeluarkan enzim protease, selulose, ligninase. Enzim tersebut berfungsi untuk menghancurkan molekul-molekul organik kompleks, contohnya protein dan karbohidrat, dari tumbuhan mati (Saibi & Tolangara, 2017).

Rendaman eceng gondok menghasilkan tulang daun yang kurang baik kualitasnya karena hanya 64,33% jaringan mesofil yang terkelupas. Eceng gondok mengandung selulosa, hemiselulosa, dan lignin seperti yang juga terkandung di dalam jerami (Sari & Suparti, 2017). Senyawa tersebut merupakan nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan jamur. Tapi pada permukaan air rendaman eceng gondok tidak terdapat hifa jamur seperti yang ditemukan pada air rendaman jerami padi. Berdasarkan temuan tersebut, dapat diprediksi bahwa di dalam air rendaman eceng gondok tidak terdapat jamur yang dapat membantu mencerna lignin pada daun Kupu-kupu. Ketiadaan jumlah jamur memperlambat perusakan sel pada permukaan daun karena tidak ada yang merusak lignin pada permukaan sel mesofil daun. Hal tersebut akan berdampak pada bakteri yang sulit masuk ke dalam jaringan mesofil daun sehingga proses perendaman membutuhkan waktu lebih lama.

Terdapat kekurangan dari metode perendaman ini karena air rendaman menghasilkan aroma yang sangat menyengat. Aroma tersebut merupakan hasil samping dari proses metabolisme mikroba secara anaerob. Perombakan senyawa organik tersebut menghasilkan gas metana dan karbondioksida (Manurung, 2004). Penelitian ini mempunyai kelemahan karena tidak mengidentifikasi jenis bakteri dan jamur yang terdapat dalam air rendaman. Dengan demikian, diperlukan adanya penelitian lanjutan untuk mengatasi kelemahan tersebut.

Kesimpulan

Efektivitas rendaman bahan organik yang berasal dari larutan rendaman air leri, fermentasi jerami padi, fermentasi eceng gondok, dan lumpur berbeda secara signifikan terhadap pengelupasan mesofil daun Kupu-Kupu (*Bauhinia purpurea* L.). Simpulan tersebut sesuai dengan hasil uji ANOVA, perolehan F_{hitung} sebesar 3,381 sedangkan F_{tabel} sebesar 2,845 sehingga $F_{hitung} > F_{tabel}$ pada taraf signifikansi 0,05. Rendaman yang menghasilkan kualitas tulang daun paling baik adalah fermentasi jerami padi sebesar 87% tingkat pengelupasan mesofil daunnya. Faktor yang mempengaruhi adalah suhu, pH media rendaman, dan keberadaan mikroorganisme. Pengidentifikasian jenis mikroorganisme mengalami kendala sehingga diperlukan penelitian lanjutan. Bahan

organik yang digunakan bersifat ramah lingkungan.

Ucapan Terimakasih

Peneliti mengucapkan terimakasih kepada Lemlitbang UHAMKA Jakarta yang telah memberikan bantuan dana penelitian. Kaprodi Program Studi Pendidikan Biologi UHAMKA sudah sangat membantu peneliti dalam memfasilitasi penggunaan *green house*.

Daftar pustaka

Astuti, A. (2005). Aktivitas Proses Dekomposisi Berbagai Bahan Organik dengan Aktivator Alami dan Buatan. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*.

Devianti, O. K., & Tjahjaningrum, I. T. (2017). Studi Lanjut Dekomposisi Serasah pada Hutan Pinus di Kawasan Wisata Taman Safari Indonesia II Jawa Timur. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 6(2), E87-E91.

Hanafi, Y., Yulipriyanto, & Ocatvia, B. (2014, Desember). Pengaruh Penambahan Air Lindi terhadap Laju Dekomposisi Sampah Daun yang Dikomposkan dalam Vessel. *Jurnal Bioedukatika*, 2(2), 28-33.

Irsyam, A. S., & Priyanti. (2016). Suku Fabaceae di Kampus Universitas Islam Negeri (UIN) Syarif Hidayatullah, Jakarta, Bagian 1: Tumbuhan Polong Berperawakan Pohon. *Al-Kaunyah Jurnal Biologi*, 9(1), 44-56. Retrieved from <http://journal.uinjkt.ac.id/index.php/kaunyah>

Kameshwar, A. K., & Qin, W. (2018). Comparative Study of Genome-wide Plant Biomass-Degrading CAZymes in White Rot, Brown Rot and Soft Rot Fungi. *Mycology*, 9(2), 93-105. doi:<https://doi.org/10.1080/21501203.2017.1419296>

Kumalasari, R., & Zulaika, E. (2016). Pengomposan Daun Menggunakan Konsorsium Azotobacter. *Jurnal Sains dan Seni*, 5(2), 64-66.

Manurung, R. (2004). *Proses Anaerobik sebagai Alternatif untuk Mengolah Limbah Sawit*. Sumatera Utara: Universitas Sumatera Utara.

Nurwahyuni, R., Hastuti, U. S., & Witjoro, A. (2015). Isolasi dan Identifikasi Kapang Pada Bercak Di Daun Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L.) dari Kecamatan Jatirogo Kabupaten Tuban. *Jurnal Ilmu Hayati UM*, 1(1), 1-9.

Rengga, W. D., & Eko, S. (2013, Desember). Pemanfaatan Daun Sirsak (*Annona muricata*): Obat Tradisional dan Lampu Hias dari Tulang Daun. *Rekayasa*, 11(2), 89-94.

Saibi, N., & Tolangara, A. (2017, Mei). Dekomposisi Serasah *Avecennia lanata* pada Berbagai Tingkat Kedalaman Tanah. *Techno*, 06(01), 11-17.

Sari, I. P., & Suparti. (2017). *Pertumbuhan Miselium Bibit F2 Jamur Tiram Putih (Plerotus ostreatus) dan Jamur Merang (Volvariella volvaceae) pada Media Eceng Gondok (Eichhornia crassipes) dan Media Kardus*. Surakarta: Electric Thesis and Dissertations Universitas Muhammadiyah Surakarta. Retrieved from <http://eprints.ums.ac.id/id/eprint55697>

Suryandari, P., & Asmawi, T. (2017, Juni). Pengembangan Limbah Daun Transparan sebagai Hiasan Dinding bagi Interior. *Arsitron*, 08(01), 8-13. Retrieved from <https://journal.budiluhur.ac.id>

Utomo, M. A., & Shovitri, M. (2014). Bakteri Tanah Pendegradasi Bahan Organik Desa Talango, Pulau Poteran, Sumenep. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 3(2), E80-E83.

Whittenberger, R., & Naghski, J. (1948). Separation and Mounting of Leaf Vein Skeletons and Epidermis. *American Journal of Botany*, 35(10), 719-722.

Widiyaningrum, P., & Lisdiana. (2015, Desember). Efektivitas Proses Pengomposan Sampah Daun dengan Tiga Sumber Aktivator Berbeda. *Rekayasa: Jurnal Penerapan Teknologi dan Pembelajaran*, 13(2), 107-113. doi:<https://doi.org/10.15294/rekayasa.v13i2.5604>

Zaman, B., & Sutrisno, E. (2007). Studi Pengaruh Pencampuran Sampah Domestik, Sekam Padi, dan Ampas Tebu dengan Metode Mac Donald terhadap Kematangan Kompos. *Jurnal Presipitasi*, 2(1), 1-7.