

ABSTRAK

MUHAMMAD FAUZAN BINTANG ANDASWARA. Aplikasi Bakteri Dekomposer Asal Keong Mas Kombinasi Rumen Kambing Untuk Pembuatan Kompos Tandan Kosong Kelapa Sawit (Di bawah bimbingan ibu **RUSMINI**).

Kalimantan Timur memiliki perkebunan kelapa sawit yang cukup luas, luasnya lahan perkebunan sawit tentunya akan menghasilkan limbah yang sangat besar salah satunya adalah limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS). TKKS disusun oleh senyawa selulosa yang cukup tinggi, kandungan selulosa pada TKKS mengakibatkan bahan ini sulit untuk terdekomposisi dan membutuhkan waktu yang relatif lama. Selulosa dapat diuraikan oleh aktivitas mikroorganisme, salah satu solusi pengelolaan limbah TKKS adalah dengan memanfaatkan organisme pengurai selulosa, berasal dari keong mas dan rumen kambing.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik sifat fisik dari kompos TKKS dengan menggunakan bakteri dekomposer asal keong mas kombinasi rumen kambing dan menguji kandungan unsur hara makro N, P, K, C-Organik dan C/N kompos dari TKKS dengan menggunakan bakteri dekomposer asal keong mas kombinasi rumen kambing pada perlakuan P1 sedangkan perlakuan P2 menggunakan bioaktivator komersil. Hasil pupuk setiap perlakuan dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia SNI 19-7030-2004. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Agronomi Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan dan Kebun Percontohan Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, pada bulan Juni sampai dengan bulan September 2023.

Hasil penelitian menunjukkan sifat fisik kompos limbah TKKS diperoleh kompos berwarna coklat kehitaman, tidak berbau dan bertekstur remah. Pengomposan limbah TTKS pada perlakuan P1 matang pada hari ke-42, sedangkan P2 kompos matang pada hari ke-46. Hasil analisis pada perlakuan P1 menghasilkan unsur N, P, K dan C/N memenuhi SNI 19-7030-2004. Pada perlakuan P2 menghasilkan unsur N dan P memenuhi SNI 19-7030-2004 tetapi tidak memenuhi pada unsur K dan C/N. Sedangkan C-Organik dan pH pada kedua perlakuan belum memenuhi SNI 19-7030-2004.

Kata kunci: *TKKS, Bakteri, Keong mas, Rumen kambing*

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBARAN HAK CIPTA	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN	v
ABSTRAK.....	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS).....	5
B. Keong Mas Kombinasi Rumen Kambing.....	5
C. Peranan Keong Mas Kombinasi Rumen Kambing Sebagai Biodekomposer.....	6
BAB III. METODE PENELITIAN	9
A. Tempat Waktu Penelitian	9
B. Alat dan Bahan	9
C. Prosedur Penelitian.....	9
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	14
A. Hasil.....	13
B. Pembahasan	18
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	31
A. Kesimpulan.....	31
B. Saran	31
DAFTAR PUSTAKA.....	32
LAMPIRAN	39

I. PENDAHULUAN

Berdasarkan data BPS tahun 2021, Kalimantan Timur memiliki luas perkebunan kelapa sawit mencapai 1.312.095 ha dengan total produksi hingga 3.750.607 ton. Luasnya lahan perkebunan sawit tentunya akan menghasilkan limbah yang sangat besar salah satunya adalah limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS).

TKKS disusun oleh senyawa selulosa yang cukup tinggi hingga mencapai 48,56% (Mardawati dkk., 2019). Tingginya kandungan selulosa pada TKKS mengakibatkan bahan ini sulit untuk terdekomposisi dan membutuhkan waktu yang relatif lama. Salah satu upaya pemanfaatan limbah TKKS adalah dengan cara pengomposan TKKS. Namun, dalam proses pengolahannya menjadi pupuk membutuhkan dekomposer yang dapat mempercepat proses dekomposisi. Kurniawan dan Gusmawartati (2021) melaporkan proses dekomposisi TKKS dapat dipercepat dengan cara menambahkan dekomposer seperti bakteri dan fungi yang berkemampuan tinggi dalam mendekomposisi bahan organik. Tang *et al.* (2017) melaporkan, bahwa selulosa dapat diuraikan oleh aktivitas mikroorganisme yang mampu menghidrolisis selulosa sebagai sumber energi seperti bakteri dan fungi. Salah satu solusi pengelolaan limbah TKKS adalah dengan memanfaatkan organisme pengurai selulosa, berasal dari keong mas dan rumen kambing.

Mikroorganisme asal keong mas kombinasi rumen kambing memiliki kemampuan untuk menguraikan limbah TKKS menjadi bahan organik. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk menggali potensi organisme pengurai tersebut dalam mendekomposisi bahan organik. Hama keong mas berisi protein dan lemak tinggi sehingga berpotensi menjadi sumber mikroorganisme lokal dan sangat baik

dijadikan sebagai dekomposer dalam proses pengomposan (Chimsung and Tantikitti, 2014). Suhastyo dkk. (2013) melaporkan, mikroorganisme lokal (MOL) dari keong mas mengandung dan *Aspergillus niger* yang berpotensi menghasilkan enzim selulase yang berfungsi untuk mendegradasi selulosa.

Pengomposan TKKS berbahan dekomposer asal keong mas menghasilkan C-Organik 26,9 %, dan C/N 21,18 sesuai dengan kriteria Peraturan Menteri Pertanian Nomor 70/Permentan/SR.140/10/2011 (Abdilah, 2021). Cairan rumen mengandung banyak bakteri, salah satunya adalah bakteri selulolitik yang memiliki kemampuan untuk mendegradasi selulosa (Sukumaran *et al.*, 2005). Keanekaragaman dan komposisi mikroba yang melimpah seperti bakteri, jamur, dan protozoa dalam rumen kambing (Langda *et al.*, 2020). Pancapalaga *et al.* (2021) melaporkan, hasil penelitian menunjukkan penambahan rumen 15 % dalam pengomposan, memiliki C/N 19,24 %, kandungan tersebut telah memenuhi SNI 19-7030-2004. Napoleon *et al.* (2020) melaporkan, pemberian rumen dalam proses pengomposan menghasilkan nisbah C/N 13 %. Nurmayanti dan Narwati (2017) melaporkan, penambahan dekomposer rumen sapi dan bonggol pisang menghasilkan nisbah C/N 16,70 yang memenuhi SNI 19-7030-2004.

Hasil penelitian Rusmini *et al.* (2022) melaporkan, bioaktivator keong mas kombinasi rumen kambing menghasilkan 15 jenis isolat bakteri, pada penelitian tersebut diperoleh penghasil enzim selulase tertinggi isolat P106, P102, P104, P205 dan P202. Dari beberapa penelitian tersebut, mikroba asal keong mas kombinasi rumen kambing memiliki potensi sebagai dekomposer limbah TKKS karena mengandung bakteri selulolitik yang mampu mempercepat proses pengomposan TKKS.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik sifat fisik dari kompos TKKS dengan menggunakan bakteri dekomposer asal keong mas kombinasi rumen kambing dan menguji kandungan unsur hara makro N, P, K, C-Organik dan C/N. Hasil yang diharapkan pada penelitian ini ialah penggunaan isolat bakteri P106, P102, P104, P205 dan P202 koleksi asal keong mas kombinasi rumen kambing akan dapat mempercepat proses dekomposisi limbah TKKS sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik. Selain itu, penggunaan mikroba asal keong mas kombinasi rumen kambing dalam mengelola limbah TKKS juga dapat membantu mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, M. H. 2021. "Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Berbagai Efektif Mikroorganisme Lokal". *Agrotechno: Jurnal Ilmiah Teknologi Pertanian* Vol. 6, No. 1, 2021. Hal. 17-24. <https://doi.org/https://doi.org/10.24843/JITPA.2021.v06.i01.p03>
- Aini, D. N., Hanifa, H., Mulfa, D. S., dan Linda, T. M. 2021. "Pengaruh Bioaktivator Selulolitik Untuk Mempercepat Pengomposan Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.)" *Biota : Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*, 1–7. <https://doi.org/10.24002/biota.v6i1.3023>
- Alam, H. E. Y., & Zulaika, E. 2021. "Studi Literatur Potensi Bakteri Endogenik Lahan Gambut Sebagai *Biofertilizer* untuk Memperbaiki Nutrisi Lahan". *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 9 (2), E1-E6. DOI: 10.12962/j23373520.v9i2.55624
- Alexander M. 1977. "Introduction to Soil Microbiology". 2nd Ed. New York: John Wiley and Sons.
- Amnah, R., & Friska, N. 2019. "Pengaruh aktivator terhadap kadar unsur C, N, P dan K kompos pelepah daun salak sidimpuan". *Jurnal Pertanian Tropik*, 6 (3), 342-347.
- Anugrah, R., Mardawati, E., Putri, S.H., Yuliani, T. 2020. "Karakterisasi bioetanol tandan kosong kelapa sawit dengan metode pemurnian adsorpsi (adsorpsi menggunakan adsorben berupa zeolit)". *Jurnal Industri Pertanian*, 2 (1), 113 – 123. ISSN (Online) 2656-6559.
- Aprianis, Y. 2011. "Produksi dan Laju Dekomposisi Serasah *Acacia crassicarpa* A. Cunn di PT. Arara Abadi". *Tekno Hutan Tanaman*, 4 (1), 41–47.
- Badan Pusat Statistik. 2021. "Luas Lahan Kelapa Sawit dan Produksi Tanaman Kelapa Sawit Kalimantan Timur". Kalimantan Timur.
- Basri, E. 2017. "Potensi Dan Pemanfaatan Rumen Sapi Sebagai Bioaktivator". Prosiding Seminar Nasional Agroinovasi Spesifik Lokasi Untuk Ketahanan Pangan Pada Era Masyarakat Ekonomi ASEAN hal. 1053-1059. Lampung: *Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Lampung*.
- Bernal, M. P., Albuquerque, J. A., and Moral, R. 2009. "Composting Of Animal Manures and Chemical Criteria For Compost Maturity Assessment". *A review Bioresource Technology*. 100 (22): 5444-5453. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.11.027>
- Beveridge, M.C.M. 1996. *Cage Aquaculture Fishing. Second Edition. News Books. London.*

- Castillo, A., Gerding, M., Oyarzúa, P., Zagal, E., Gerding, J., and Fischer, S. 2019. "Plant growth-promoting rhizobacteria able to improve NPK availability: selection, identification and effects on tomato growth" *Chil. J. Agric. Res.*, vol. 79, no. 3, pp. 473–485. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-58392019000300473>
- Chimsung, N., and Tantikitti, C. 2014. "Fermented Golden Apple Snails as an Alternative Protein Source in Sexreversed Red Tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. mossambicus*) diets". *Walailak Agric Technol Biol Sci*, 11(1), 41–49. doi:10.14456/WJST.2014.26
- Faesal, Nurashiah, D. dan soenartiningasih. 2017. "Seleksi efektivitas bakteri dekomposer terhadap limbah tanaman jagung". *Penelitian Pertanian Tanaman Pangan*, 1 (2), 105-114. DOI: 10.21082/jpntp.v1n2.2017.p105-114
- Haq, A. S. A., Nugroho, A. N., Luthfi, M. 2014. "Pengaruh Perbedaan Sudut Rak Segitiga pada Pengomposan Sludge Biogas Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Kompos". *Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis dan Biosistem: Vol. 2 No. 3*
- Hau LJ, Shamsuddin R, May AKA, Saenong A, Lazim AM, Narasimha M, and Low A. 2020. "Mixed Composting of Palm Oil Empty Fruit Bunch (EFB) and Palm Oil Mill Effluent (POME) with Various Organics: An Analysis on Final Macronutrient Content and Physical Properties. *Waste and Biomass Valorization*". 11(10):5539–5548. doi:10.1007/s12649-020-00993-8
- Hidayati, Y. A., Kurnani, T. B. A., Marlina, E. T., & Harlia, E. 2011. "Kualitas Pupuk Cair Hasil Pengolahan Feses Sapi Potong Menggunakan *Saccharomyces cereviceae*". *Jurnal Ilmu Ternak Universitas Padjadjaran*, 11 (2). <https://doi.org/10.24198/jit.v11i2.387>
- Juanda, Irfan, dan Nurdiana. 2011. "Pengaruh Metode Dan Lama Fermentasi Terhadap Mutu MOL (Mikroorganisme Lokal)". *J. Floratek* 6: 140 - 143 J.
- Kaswinarni, F. dan S. Nugraha. 2020. "Kadar fosfor, kalium dan sifat fisik pupuk kompos sampah organik pasar dengan penambahan starter EM4, kotoran sapi dan kotoran ayam". *Jurnal Ilmiah Milti Sciences*. 12(1) :16. <https://doi.org/10.30599/jti.v12i1.534>
- Kesumaningwati, R., Arpendi A. 2020. "Pengaruh Pemberian bokashi Dengan Menggunakan Bioaktivator Larutan Mikroorganisme (Mol) Keong Mas Terhadap Sifat Kimia Vermikompos". *Jurnal Agroteknologi Tropika Lembab*, ISSN, 2622, 3570. Vol 2, No 2. <http://dx.doi.org/10.35941/jatl.2.2.2020.2802.94-98>
- Kumalasari, R., & Zulaika, E. (2016). "Pengomposan daun menggunakan konsorsium azotobacter". *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 5 (2). DOI : 10.12962/j23373520.v5i2.20679

- Kurniawan, C. A., dan Gusmawartati, G. 2021. "Uji Isolat Bakteri Selulolitik Sebagai Dekomposer Pada Dekomposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit. Metamorfosa": *Journal of Biological Sciences*, 8 (2), 253. <https://doi.org/10.33096/agrotek.v5i1.159>
- Kusnoputranto, H. 2020. "Analisis Kualitas Kompos dengan Penambahan Bioaktivator EM4 dan Molase dengan Metode Takakura". *Poltekita: Jurnal Ilmu Kesehatan*, 16(1).67-73. <https://doi.org/10.33860/jik.v16i1.1039>
- Lamid, M., Chuzaemi, S., Puspaningsih, N., Kusmantono. 2006. "Inokulasi Bakteri Xilanolitik Asal Rumen Sebagai Upaya Peningkatan Nilai Nutrisi Jerami Padi". *Jurnal Protein*. 14 (2): 122-128. <http://repository.unair.ac.id/id/eprint/42830>
- Langda, S., Zhang, C., Zhang, K., Gui, B., Ji, D., Deji, C., Cuoji, A., Wang, X., and Wu, Y. 2020. "Diversity and Composition of Rumen Bacteria, Fungi, and Protozoa in Goats and Sheep Living in The Same High-Altitude Pasture". *Animals*, 10 (2), 186. <https://doi.org/10.3390/ani10020186>
- Mardawati, E., Putri, A. V., Yuliana, T., Rahimah, S., Nurjanah, S., dan Hanidah, I. 2019. "Effects of Substrate Concentration on Bioethanol Production From Oil Palm Empty Fruit Bunches With Simultaneous Saccharification and Fermentation (SSF)". *International Conference on Green Agroindustry and Bioeconomy*. IOP Conf. Ser.: *Earth Environ. Sci.* 230 012079. DOI 10.1088/1755-1315/230/1/012079
- Masniawati, Musdalifah, dan Fahrudin. 2013. "Pertumbuhan Populasi Bakteri pada Dekomposisi Daun ki Hujan Samanea saman". *Jurnal Hutan dan masyarakat*, vol.8, No.2:81-88.
- Murbandono, HS, L. 2008. "Membuat kompos". Ed. Revisi. *Penebar swadaya*, Jakarta. hal 30.
- Musafa, M. K., Aini, L. Q. L. Q., & Prasetya, B. 2015. "Peran mikoriza arbuskula dan bakteri *Pseudomonas fluorescens* dalam meningkatkan serapan P dan pertumbuhan tanaman jagung pada andisol". *Jurnal tanah dan sumberdaya lahan*, 2 (2), 191-197.
- Napoleon, A., Hermawan, A., Sulistyani, D. P., Legowo, M. L., and Hidayatullah, D. 2020. "Study of The Utilization of Ruminant Ruments as A Bioactivator For Palm Oil Frond Compost Quality". In: *Proceedings The 4th International Conference on Green Agro-Industry, 22 - 23 Oktober 2019, Grand Inna Malioboro, Yogyakarta*. <http://eprints.upnyk.ac.id/id/eprint/22775>
- Notohadiprawiro T. 1999. "Tanah dan Lingkungan". Jakarta: *Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan*.

- Nurmayanti, D., dan Narwati, N. 2017. "Penambahan Jenis Starter Dalam Meningkatkan Kualitas Kompos Dari Eceng Gondok (*Eichornia crassipes Solms*)". *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes* Volume VIII.
- Nuryanto, E., B. Wirjosentono, T. Herawan dan H. Agusnar. 2013. "Ekstraksi dan Karakterisasi Selulosa Dari Tandan Kosong Kelapa Sawit Serta Pemanfaatannya Untuk Produksi Selulosa Asetat", *J.pen. Kelapa Sawit*, 21 (1) : 40-48.
- Okalia, D., Nopsagiarti, T., & Ezward, C. 2018. "Pengaruh Ukuran Cacahan Tandan Kosong Kelapa Sawit Terhadap Karakteristik Fisik Kompos Tritankos (Triko Tandan Kosong)". *Jurnal Agroqua*, 16 (2), 132–142. <https://doi.org/10.32663/ja.v16i2.523>
- Pancapalaga, W., Suyatno, S., and Sedlacek, D. 2021. "The Use of Rumen Contents as Bio-Activators for Fermentation in Goat Manure Fertilizer Production". In *E3S Web of Conferences* Vol. 226, p. 00048. EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202122600048>
- Prajapati, K. B., and Modi, H. A. 2019. "Isolation and characterization of potassium solubilizing bacteria from ceramic industry soil". *CIBTech J Microbiol*, vol. 1, pp. 8–14.
- Purba, M.,P., BR. 2018. "Sintesis dan karakterisasi CMC (*Carboxymethyl Cellulose*) dari selulosa batang pisang raja (*Musa Paradisiaca*) dengan variasi natrium monokloroasetat". Skripsi. Jurusan Farmasi. Fakultas Farmasi. Universitas Sumatera Utara, Medan.
- 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". *Doctoral dissertation*, Diponegoro University.
- Rao, N. S. S. 2010. "Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan". Universitas Indonesia.
- Rao, S, N, S. "Mikroorganisme Tanah dan Pertumbuhan Tanaman Edisi Kedua", Universitas Indonesia Press. Jakarta. 2007.
- Rivani, M., T. Herawan, Nasrullah dan H. Buntaran. 2013. "Kinetika reaksi hidrolisis selulosa tandan kosong kelapa sawit menggunakan sulfat encer", *J. pen. Kelapa Sawit*, 21 (3) : 155-123.
- Rochsun, R., Argarini, D. F., Cipta, D. A. S., Ramadani, D. F., dan Ulla, R. A. 2022. "Pembuatan Komposter Menggunakan Sampah Organik Dengan Aktivator EM4". *JPM PAMBUDI*, 6 (02), 142-146. <https://doi.org/10.33503/pambudi.v6i02.2663>
- Rusmini dan Nur Hidayat. 2019. "Potensi Kulit Udang Sebagai Kompos Untuk Menunjang Pertanian Organik". *Garis Putih Pratama*, Makasaar, hal 107

- Rusmini, Daryono, dan Mudi, L. 2022. "Isolation and Characterization of Decomposer Bacterial Morphology of the Combination of Golden Apple Snail and Goat Rumen". *Proceedings Book International Aegean Conferences On Natural dan Medical Sciences-Vi. Turkiye International Aegean Conferences*. page 161.
- Rusmini, Daryono, Mudi L., Abidin Z., dan Amwar R.. 2024. "Proses Pembuatan Kompos Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Isolat Bakteri Asal Rumen Kambing". Politeknik Pertanian Negeri Samarinda. No. Paten IDS000008403.
- Rusmini, L. M., Abidin, Z., & Daryono, R. A. 2024. "Potential of Bacteria from Goat Rumen as Growth Promoters, Nitrogen Fixation, Phosphate Solubilizers, and Biological Controllers". *Nongye Jixie Xuebao/Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery*, 55 (3). DOI : 10.62321/issn.1000-1298.2024.03.01
- Rusmini, R., Manullang, R. R., & DARYONO, D. (2017). Development of shrimp shells-based compost and plant-based pesticide using bio-activators from Golden Apple Snails and their effects on the kenaf plant growth and pest population. *Nusantara Bioscience*, 9 (3), 260-267. <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n090304>
- Rusmini, Rita, M. R., dan Daryono. 2020. "Proses Pembuatan Kompos Kulit Udang Dengan Bioaktivator Keong Mas dan Pestisida Nabati". Politeknik Pertanian Negeri Samarinda. No. Paten IDP000068876.
- Rusmini, Rita, M. R., Daryono, dan Ali, S. 2019. "Peningkatan Kualitas Bioaktivator Keong Mas dengan Penambahan Buah Maja. Prosiding Seminar Nasional Ke-2 hal. 32-40. Samarinda: *Balai Riset dan Standardisasi Industri Samarinda*.
- Sakiah, S., Saragih, D. A., dan Sinaga, R. P. 2020. "Karakteristik Kompos Bahan Baku Tandan Kosong dan Pelelah Kelapa Sawit dengan Komposisi yang Berbeda". *AGRIUM: Jurnal Ilmu Pertanian*, 22 (3), 162-165. <https://doi.org/10.30596/agrium.v22i3.4688>
- Sapalina, F., Ginting, E. N., & Hidayat, F. 2022. "Bakteri penambat nitrogen sebagai agen biofertilizer". *War. Pus. Penelit. Kelapa Sawit*, 27 (1), 41-50. <https://doi.org/10.22302/iopri.war.warta.v27i1.80>
- Sapareng, S., dan Amir M, A. M. 2022. "Dekomposisi Tandan Kosong Kelapa Sawit Menggunakan Cendawan Pelapuk". *Journal TABARO Agriculture Science*, 6 (1), 718.
- Saraswati, R., & Praptana, R. H. 2017. "Percepatan proses pengomposan aerobik menggunakan biodekomposer". *Perspektif*, 16 (1), 44-57. DOI:10.21082/psp.v16n1.2017.44-57

- Sari, N.P., Rinaldi, Rodhiyah, Z. 2021. "Pengaruh Perbedaan Tinggi Tumpukan Kompos Terhadap Jumlah Bakteri *Escherichia coli* dan *Salmonella* sp. pada Kompos Sampah Organik Pasar dan Limbah Padat Rumah Potong Hewan". *J Eng.* 3 (1) : 44–55.
- Shinoj, S.P.S., Kochubabu, M., and Visvanathan, R. 2011. "*Oil palm fiber (OPF) and its Composites*". A review. *Ind. Crops Prod.*, 33, 7–22, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.09.009>
- Sihombing, Lilis S. 2022. "Pengaruh Penambahan EM4 Terhadap Kualitas Kompos Berbahan Dasar Feses Sapi, Limbah Kubis Dan Kulit Kopi". *Diss. Peternakan*. <https://repository.unja.ac.id/id/eprint/29938>
- Siswati, N. D., & Theodorus, H. 2009. "Kajian penambahan Effective Microorganisms (EM4) pada proses dekomposisi limbah padat industri kertas". *Buana Sains*, 9 (1), 63-68. <https://doi.org/10.33366/bs.v9i1.225>
- Subula, R., Uno, W. D., & Abdul, A. 2022. "Kajian Tentang Kualitas Kompos Yang Menggunakan Bioaktivator EM4 (*Effective Microorganism*) Dan Mol (Mikroorganisme Lokal) Dari Keong Mas". *Jambura Edu Biosfer Journal*, 4 (2), 54-64. <https://doi.org/10.34312/jebj.v4i2.7753>
- Suhardjadinata, S., dan Pangesti, D. 2016. "Proses Produksi Pupuk Organik Limbah Rumah Potong Hewan dan Sampah Organik". *Jurnal Siliwangi Seri Sains dan Teknologi*, 2 (2). <https://doi.org/10.37058/jssainstek.v2i2.96>
- Suhardjadinata, S., Pangesti, D., & Tedjaningsih, T. 2018. "Aplikasi Pupuk Organik Limbah Rumah Potong Hewan Untuk Meningkatkan Kesuburan Tanah dan Produktivitas Padi". *Jurnal Agro*, 5 (1), 39-47. <https://doi.org/10.15575/1675>
- Suhastyo, A. A., Anas, I., Andreas Santosa, D., & Lestari, Y. 2013. "Studi Mikrobiologi dan Sifat Kimia Mikroorganisme Lokal (MOL) yang Digunakan pada Budidaya Padi Metode SRI (*System of Rice Intensification*)". *Sainteks*, X (2), 29–39.
- Suhastyo, Arum Asriyanti dan Bondan Hary Setiawan. 2013. "Aplikasi Pupuk Cair MOL Pada Tanaman Padi Metode SRI (*System Of Rice Intensification*)". *Agritech*. Vol. XIX. No. 1. ISSN: 1411-1063.
- Sukumaran, R.K., Singhanian, R.R and Pandey, A. 2005. "*Microbial Celluloses Production, Application and Challenges*". *Journal of Scientific and Industrial Research*". 65:832-844.
- Sulfianti, S., Berlian, M. dan Priyantono, E. 2018. "Efektivitas Pupuk Organik Cair Keong Mas Pada Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Padi". *Jurnal Agrotech*, 8 (2), 56–61. <https://doi.org/10.31970/agrotech.v8i2.18>

- Sulistiyawati, Endah, Mashita, Nusa & Choesin DN. 2008. "Pengaruh Agen Decomposer terhadap kualitas Hasil pengomposan sampah organik rumah Tengga". Makalah dipresentasi pada seminar Nasional Penelitian Lingkungan Universitas Trisakti : Jakarta.
- Sun, X. 2006. "Nitrogen transformation in food-waste composting". *Faculty of Graduate Studies and Research, University of Regina*.
- Tang, C., Chenjie Z., Hanjie Y., and Jun L. 2017. "Sustainable biobutanol production using alkali-catalyzed organosolv pretreated cornstalks". *Industrial Crops and Products*, 95, 383-92. DOI: 10.1016/j.indcrop.2016.10.048
- Ward BB and Jensen MM, 2014. "The Microbial Nitrogen Cycle". *Frontiers in Microbiology*; 5: 1-2. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.00553>
- Wati, M.A. 2018. "Kandungan Karbon, Nitrogen, Fosfor, dan Kalium Kompos dari bahan Limbah Organik yang Berbeda". Skripsi. Fakultas Pertanian dan Peternakan, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau, Pekanbaru. <http://repository.uin-suska.ac.id/id/eprint/16093>
- Widiyaningrum, P. 2016. "Penggunaan EM4 dan MOL limbah tomat sebagai bioaktivator pada pembuatan kompos". *Life Science*, 5 (1), 18-24.
- Widiyaningrum, P., & Lisdiana, L. 2015. "Efektivitas proses pengomposan sampah daun dengan tiga sumber aktivator berbeda". *Rekayasa: Jurnal Penerapan Teknologi dan Pembelajaran*, 13 (2). <https://doi.org/10.15294/rekayasa.v13i2.5604>
- Williams, A. G., and Withers, S. E. 1993. "Changes in the Rumen Microbial Population and its Activities During the Refaunation Period After the Reintroduction of Ciliate Protozoa into the Rumen of Defaunated Sheep". *Canadian Journal of Microbiology*, 39 (1), 61-69. <https://doi.org/10.1139/m93-009>
- Yuniwati, M.; Iskarima, F.; Padulemba, A. 2012. "Optimasi kondisi proses pembuatan kompos dari sampah organik dengan cara fermentasi menggunakan EM4". *Jurnal Teknologi* 2012, 5, 172-181.