

**PEMBANGUNAN
PERTANIAN DAN PETERNAKAN
BERKELANJUTAN**

PEMBANGUNAN PERTANIAN DAN PETERNAKAN BERKELANJUTAN

Tim Editor :

Bernatal Saragih | Panggulu Ahmad Ramadhani Utoro

Agustu Sholeh Pujokaroni | Qurratu Aini



Cerdas, Bahagia, Mulia, Lintas Generasi.

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
SAMBUTAN DEKAN FAKULTAS PERTANIAN UNIVERSITAS MULAWARMAN	vii
DAFTAR ISI	ix
BAB I AGROEKOTEKNOLOGI.....	1
PERTANIAN DI WILAYAH TROPIKA.....	2
PEMANFAATAN LAHAN KERING UNTUK PENGEMBANGAN TANAMAN BAHAN PANGAN POKOK ALTERNATIF DI KALIMANTAN TIMUR	11
KARAKTER TANAMAN PADI LOKAL DI LINGKUNGAN TROPIKA: USAHA PENINGKATAN HASIL PADI LOKAL	28
UPAYA PERBAIKAN PRODUKTIVITAS PADI LOKAL KALIMANTAN TIMUR	35
PEMANFAATAN LAHAN SEMPIT DI KAWASAN URBAN DALAM MEWUJUDKAN KETAHANAN PANGAN KELUARGA	43
PERAN SUMBER DAYA GENETIK PADI LOKAL WARNA KALIMANTAN TIMUR TERHADAP PANGAN FUNGSIONAL.....	50
HILIRISASI PRODUK PERTANIAN PENUNJANG PEMBANGUNAN PERTANIAN KALIMANTAN TIMUR.....	57
PERKEMBANGAN SISTEM PERTANIAN DI INDONESIA DAN DINAMIKANYA	66
POTENSI INDUSTRI KERAJINAN BERBASIS PERTANIAN DI KALIMANTAN TIMUR	76

PESTISIDA NABATI SEBAGAI METODE ALTERNATIF PENGELOLAAN ORGANISME PENGGANGGU TANAMAN DI KALIMANTAN TIMUR	87
LOGAM BERAT PADA TANAH BEKAS TAMBANG BATUBARA DAN PENGARUHNYA TERHADAP PERTANIAN	100
AREN, BAMBU DAN ROTAN SEBAGAI TANAMAN SISIPAN LAHAN REKLAMASI TAMBANG BATUBARA UNTUK KESATUAN PRODUKSI GULA MERAH DAN KOLANG KALING.....	113
PUPUK ORGANIK DAN PRODUKTIVITAS LAHAN PASCA TAMBANG BATUBARA (Studi Skala Polybag dengan Tanaman Uji Padi Mayas Merah).....	131
KEMASAMAN TANAH DAN UPAYA PENANGGULANGANNYA.....	143
KARAKTERISTIK LAHAN, MORFOLOGI DAN KESUBURAN TANAH BERDASARKAN POSISI LERENG (TOPOSEQUENCE) DI KABUPATEN KUTAI TIMUR	157
POTENSI DAN PERMASALAHAN BUDI DAYA BAWANG MERAH (<i>Allium ascalonicum</i> L) ASAL UMBI dan <i>TRUE</i> <i>SHALLOT SEED</i> (TSS) DI KABUPATEN BULUNGAN	169
AKUAPONIK DI PEKARANGAN	179
ENTOMOPATOGEN SEBAGAI BIOPESTISIDA DALAM PENGELOLAAN HAMA TERPADU	188
PERANAN MUSUH ALAMI SEBAGAI SARANA PENGENDALI ORGANISME PENGGANGGU TUMBUHAN	202
CORPORATE FARMING DAN SMART AGRICULTURE (PERTANIAN KORPORASI CERDAS).....	211
BAB II AGRIBISNIS.....	225
MENDORONG PENINGKATAN PERAN PETANI MUDA (<i>MILENIAL</i>) DI KABUPATEN KUTAI KARTANEGARA.....	226
TRANSFORMASI SISTEM PENYULUHAN PERTANIAN ERA DIGITAL	236

UTILITAS <i>PODCAST</i> : TRANSFORMASI MEDIA PENYULUHAN PERTANIAN DI ERA DIGITALISASI	249
KEMANDIRIAN PETANI: POSISI TAWAR PETANI DAN INTERVENSI KEBIJAKAN	257
DIVERSIFIKASI USAHATANI DENGAN POLA USAHATANI TIDAK KHUSUS SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN PENDAPATAN PETANI.....	266
RISIKO HARGA DALAM PEMASARAN PRODUK PERTANIAN	274
PENGEMBANGAN MASYARAKAT SEBAGAI UPAYA MEWUJUDKAN JELAI SEBAGAI KOMODITAS PENYANGGA PANGAN DI KALIMANTAN TIMUR	282
MANAJEMEN KEUANGAN DALAM USAHATANI	289
PEMBERDAYAAN MASYARAKAT EKONOMI KREATIF MELALUI PENGOLAHAN KOMODITAS BAYAM (<i>AMARANTHUS</i>) GUNA MENINGKATKAN KESEJAHTERAAN MASYARAKAT SERTA MENCEGAH STUNTING PADA BALITA (STUDI KASUS DESA KARANG TUNGGAL).....	296
BAB III PETERNAKAN	304
POTENSI GENETIK AYAM LOKAL KHAS DAYAK SEBAGAI SUPPORT DEFISIT SUPPLY DAGING DAN TELUR AYAM DI KAWASAN IBU KOTA NEGARA DI KALIMANTAN TIMUR	305
PROSPEK SORGUM SEBAGAI SUMBER HIJAUAN MAKANAN TERNAK DI KALIMANTAN TIMUR	321
SILASE SORGUM DAN KONSENTRAT HIJAU UNTUK PENGEMBANGAN PETERNAKAN RUMINANSIA DI LAHAN PASCA TAMBANG	332
PENERAPAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA PADA TANAMAN PAKAN DI LAHAN PASCA TAMBANG BATUBARA.....	340

HERBAL POTENSIAL ASAL KALIMANTAN TIMUR DAN POTENSINYA DALAM MENGATASI MASTITIS SUBKLINIS PADA TERNAK PERAH.....	353
PENGENDALIAN PENGGUNAAN <i>ANTIBIOTIC GROWTH PROMOTERS</i> (AGP) DAN ALTERNATIF PENGGANTINYA UNTUK Mendukung Keamanan Pangan Asal Ternak Unggas.....	364
TERNAK PROSPEKTIF: KLASIFIKASI CACING TANAH BERDASARKAN EKOLOGI YANG TEPAT UNTUK VERMIKOMPOS DAN POTENSINYA SEBAGAI PAKAN	377
EFISIENSI PENGELUARAN DARAH, PENANGANAN HEWAN PRA-SEMBELIH SERTA KESEJAHTERAAN HEWAN DALAM METODE PENYEMBELIHAN HALAL; <i>PENDEKATAN SECARA HOLISTIC TERHADAP KUALITAS DAGING</i>	387
TEKNOLOGI PEMBUATAN HAY SEBAGAI PAKAN TERNAK RUMINANSIA	416
BAB IV TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN	424
MERDEKA DARI KERAWANAN PANGAN	425
PENGOLAHAN PRODUK UMBI DAN SERELIA DI KALIMANTAN TIMUR	434
PROSES PENGERINGAN KAKAO (<i>Theobroma cacao L.</i>) DENGAN MENGGUNAKAN <i>COCOA DRYER</i>	442
BIOPLASTIK BERBASIS AGRO-POLIMER: ALTERNATIF SOLUSI PERMASALAHAN SAMPAH PLASTIK	451
UCAPAN TERIMA KASIH.....	461

TERNAK PROSPEKTIF: KLASIFIKASI CACING TANAH BERDASARKAN EKOLOGI YANG TEPAT UNTUK VERMIKOMPOS DAN POTENSINYA SEBAGAI PAKAN

Anhar Faisal Fanani
Jurusan/Program Studi Peternakan

Latar Belakang

Vermikompos adalah istilah yang diberikan untuk proses konversi materi *biodegradable* oleh cacing tanah menjadi vermicast atau kascing. Dalam prosesnya, nutrisi terkandung dalam bahan organik sebagian diubah menjadi lebih banyak bentuk yang tersedia secara hayati. Vermicast mengandung hormon yang diperolehnya selama perjalanan bahan organik melalui saluran pencernaan cacing tanah. Hormon tersebut dapat membantu merangsang pertumbuhan tanaman dan mencegah patogen tanaman. Secara keseluruhan, vermicast menjadi pupuk organik tanah yang sangat baik.

Studi (Gajalakshmi dan Abbasi, 2004; dan Gajalakshmi dan Abbasi, 2002) mengonfirmasi laporan bahwa vermikompos lebih bermanfaat berdampak pada tanaman daripada kompos. Cacing tanah memiliki peranan yang penting dalam menghancurkan bahan organik sehingga dapat memperbaiki aerasi dan struktur tanah. Akibatnya lahan menjadi subur dan penyerapan nutrisi oleh tanaman menjadi baik. Keberadaan cacing tanah dapat meningkatkan populasi mikroorganisme yang bermanfaat bagi tanaman. Cacing tanah juga dapat mendekomposisi bahan organik untuk siap digunakan oleh tanaman (Sharma *et al.*, 2005). Vermikompos mengandung banyak aktivitas, populasi, dan keanekaragaman mikroorganisme. Vermikompos juga mengandung beberapa enzim seperti protease, amilase, lipase, selulase, dan kitinase (Subler *et al.*, 1998), serta

zat pengatur tumbuh seperti giberelin, sitokinin, dan auksin (Tomatti *et al.*, 1988).

Pada bidang peternakan, penggunaan cacing tanah dimanfaatkan sebagai agen pengomposan dengan media kotoran ternak yang pada akhirnya menghasilkan cacing dan pupuk organik dengan C/N rasio yang baik. Cacing tanah memiliki kandungan nutrient yang tinggi jika dimanfaatkan sebagai pakan sumber protein yang potensial pengganti bahan pakan konvensional yang umumnya masih impor dan harga yang semakin naik.

Taksonomi Cacing Tanah

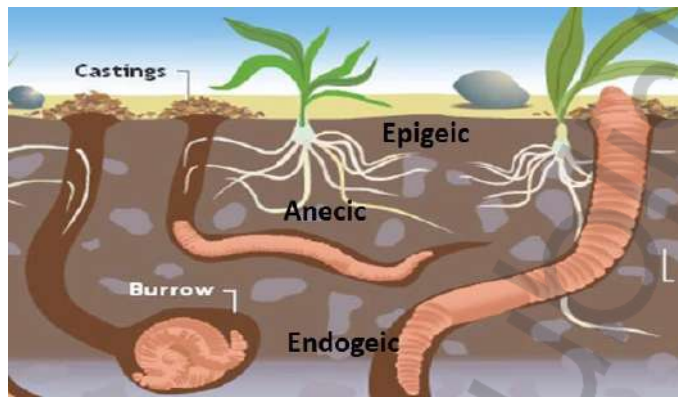
Cacing tanah adalah invertebrata darat yang termasuk ke dalam Filum Annelida, Kelas Clitellata, Sub Kelas Oligochaeta (Brusca & Brusca 2003). Cacing tanah terbagi ke dalam 5 famili, yaitu *Moniligastridae*, *Megascolecidae*, *Eudrilidae*, *Glossoscolecidae*, dan *Lumbricidae*.

Distribusi Geografis

Cacing tanah ditemukan di sebagian besar belahan dunia dengan pengecualian gurun (yang jarang ditemukan), daerah di bawah salju dengan es konstan, pegunungan, daerah yang tidak memiliki tanah dan tumbuhan. Fitur tersebut adalah hambatan alami terhadap penyebaran atau migrasi spesies cacing tanah, dan begitu juga lautan, karena kebanyakan spesies tidak dapat mentolerir air asin bahkan untuk waktu yang singkat atau wilayah yang dipengaruhi oleh air asin. Beberapa spesies tersebar luas, namun terdapat spesies yang hanya ada di wilayah tertentu dan tidak dapat menyebar luas telah diistilahkan endemis.

Klasifikasi Cacing Tanah secara Ekologi

Spesies cacing tanah yang berbeda memiliki sejarah hidup yang berbeda dan menempati relung ekologi yang berbeda (Tabel 1). Lee (1985) mengelompokkan spesies cacing tanah ke dalam tiga kategori ekologi berdasarkan strategi mencari makanan dan membuat liang, yaitu jenis epigeic, endogeic, dan anecic (Gambar 1).



Gambar 1. Klasifikasi cacing tanah berdasarkan kategori ekologi (Lee, 1985)

1. Cacing tanah epigeic

Pada dasarnya merupakan cacing tanah penghuni sampah. Cacing tanah ini hidup di dalam atau dekat permukaan tanah dan memakan bahan organik yang kasar, serta sejumlah sampah yang belum terurai. Jenis ini fitofag dan umumnya tidak berpengaruh pada struktur tanah karena tidak bisa menggali ke dalam tanah. Ukurannya kecil dengan pewarnaan seragam. Tubuhnya berukuran kecil dan berpigmen. Laju metabolisme dan reproduksinya tinggi. Hal itu menggambarkan daya adaptasinya tinggi terhadap perubahan kondisi lingkungan pada permukaan tanah. Beberapa spesies cacing tanah yang termasuk ke dalam kategori ini adalah *L. rubellus*, *E. fetida*, *E. andrei*, *Dendrobaena rubida*, *Eudrilus eugeniae*, *Perionyx excavatus*, dan *Eiseniella tetraedra* (Bouche 1977; Lee 1985). Cacing ini lebih cocok untuk mengkomposkan sisa kotoran ternak.

2. Cacing tanah anecic

Hidup di dalam sistem liang vertikal yang lebih permanen, yang dapat meluas beberapa meter ke dalam tanah (Gambar 1). Cacing tanah jenis ini dapat di temukan di dalam liang yang dangkal atau dalam tergantung pada kondisi tanah yang baik sebagai habitatnya. Cacing tanah anecic mengeluarkan sisa pencernaannya (*casting*) pada permukaan tanah dan muncul di malam hari untuk memakan sampah pada permukaan tanah, kotoran, dan bahan organik lain yang diturunkan ke dalam liangnya. Laju reproduksinya relatif lambat, terbukti dari produksi kokonnya. Cacing tanah anecic memiliki peran yang sangat besar dalam dekomposisi

bahan organik, siklus makanan, dan pembentukan tanah (Lavelle 1988). *Lumbricus terrestris*, *Aporrectodea trapezoids*, dan *Allolobophora longa* termasuk dalam kelompok kategori ini.

3. Cacing tanah endogeic

Hidup di dalam tanah yang lebih dalam dan memakan tanah serta kumpulan bahan-bahan organik (Gambar 1). Cacing tanah jenis ini tidak memiliki pigmen tubuh, dan membuat liang horizontal yang bercabang ke dalam. Cacing tanah endogeic tidak memiliki pengaruh yang besar dalam penguraian sampah karena cacing tanah ini memakan bahan-bahan di bawah permukaan tanah. Beberapa spesies cacing tanah yang termasuk ke dalam kategori ini adalah *Allolobophora caliginosa*, *A. rosea*, *Octolasion cyaneum* (Bouche 1977), *Metaphire posthuma*, dan *Octochaetona thurstoni* (Ismail 1997).

Tabel 1. Karakteristik tiga cacing tanah berdasarkan ekologi.

Keterangan	Tipe Ekologi		
	Epigeic	Anecic	Endogeic
Karakter			
Ukuran	kecil	sedang	besar
Menggali	kurang	sangat berkembang	berkembang
Sensitive pada cahaya	lemah	sedang	kuat
Mobilitas	cepat	sedang	kurang
Kelembapan kulit	baik	baik	kurang
Pigmentasi	homochromik	Punggung anterior	Tidak nampak
Reproduksi	tinggi	sedang	rendah
Kematangan	cepat	sedang	lambat
Respirasi	tinggi	sedang	lemah

Gajalakshmi dan Abbasi (2004).

Cacing Tanah sebagai Ternak Prospektif

Pada umumnya cacing tanah yang digunakan pada proses vermikompos adalah cacing tanah jenis epigeic. Cacing tanah epigeic merupakan cacing tanah pemakan sampah (Lee 1985). Cacing tanah

epigeic memiliki produktivitas tertinggi dibandingkan dengan cacing tanah anecic dan endogeic (Bhattacharjee & Chaudhuri 2002). *Eudrelus fetida* atau cacing tiger, *Eudrelus eugeniae* atau cacing ANC (*African Night Crawler*) dan *Lumbiricus rubellus* atau cacing merah merupakan cacing tanah yang tergolong ke dalam kelompok epigeic (Lee 1985), serta *Pheretima sp.* belum diketahui statusnya di dalam klasifikasi berdasarkan kategori ekologi.

Syarat-syarat biologi cacing tanah yang digunakan dalam proses vermicompos terdiri atas: tingkat produksi kokon yang tinggi, waktu perkembangan kokon yang pendek, keberhasilan penetasan kokon yang tinggi, dan memiliki laju reproduksi yang tinggi (Bhattacharjee & Chaudhuri 2002). Selain itu, tingkat konsumsi bahan organik yang tinggi pada cacing tanah dan toleran terhadap perubahan lingkungan yang luas juga merupakan sebagian syarat biologi cacing tanah yang dapat dimanfaatkan untuk mendekomposisi bahan organik (Edwards 1998; Dominguez *et al.* 2000).

Beberapa spesies cacing tanah yang memenuhi syarat biologi dan digunakan dalam proses vermicompos adalah: *E. fetida* (Albanell 1988), (Reinecke *et al.* 1992), (Gunadi *et al.* 2003), (Garg *et al.* 2005), (Aira *et al.* 2006a); *E. Andrei* (Dominguez *et al.* 2000); *L. rubellus* (Delgado *et al.* 1995); *L. terrestris*, *Eudrilus eugeniae* (Banu *et al.* 2008); *Perionyx excavatus*, dan *P. sansibaricus* (Suthar 2007a; Suthar & Singh 2008).

E. fetida dan *L. rubellus* merupakan spesies cacing tanah epigeic yang sangat toleran terhadap suhu lingkungan (Reinecke *et al.* 1992). Potensi *E. fetida* dan *L. rubellus* dalam mendekomposisi sampah organik telah dipelajari oleh beberapa peneliti (Albanell 1988; Reinecke *et al.* 1992; Delgado *et al.* 1995; Gunadi *et al.* 2003; Garg *et al.* 2005; Aira *et al.* 2006a). Spesies cacing tanah dari genus *Pheretima* yang mendominasi wilayah Indonesia belum banyak diketahui potensinya dalam mengelola bahan organik.

Di alam, beberapa spesies cacing tanah yang berbeda dapat hidup pada habitat yang sama, masing-masing cacing tanah menempati relung yang berbeda dan menggunakan substrat yang berbeda sebagai bahan makanan. Oleh karena itu, pemanfaatan campuran beberapa spesies cacing tanah (spesies kombinasi) pada proses vermicompos kemungkinan dapat mencapai stabilisasi bahan organik yang lebih tinggi daripada spesies tunggal.

Kombinasi beberapa spesies cacing tanah dapat mendekomposisi bahan organik lebih efisien (Sinha *et al.* 2002; Khwairakpam dan Bhargava 2009). Akan tetapi, Loehr *et al.* (1985) menemukan bahwa kombinasi beberapa spesies tidak menunjukkan keunggulan yang signifikan dibandingkan dengan biakan spesies tunggal dalam proses vermicompos.

Potensi Cacing Tanah sebagai Pakan Pengganti Bahan Konvensional

Di berbagai kegiatan pertanian dan peternakan memiliki dampak pada lingkungan. Pemberian pakan ternak dalam proses produksi menjadi penyebab utama dampak lingkungan karena menyumbang produksi metan. Konsumsi pakan sumber protein merupakan kunci dalam pencapaian produksi. Bungkil kedelai, tepung daging tulang, dan tepung ikan yang ketersediaannya didatangkan dari luar negeri dipandang kurang berkelanjutan karena berdampak pada lingkungan dalam prosesnya serta harga yang semakin naik.

Dalam 25 tahun terakhir, para peneliti mencari alternatif sumber protein yang fokus pada serangga, ganggang, dan invertebrata seperti cacing tanah. Pengujian cacing tanah pada unggas dan ikan telah dilakukan (Tabel 2). Kandungan nutrisi pada cacing tanah yang tinggi terutama pada protein diperoleh dari bahan organik sebagai media tempat hidup.

Tabel 2. Kandungan nutrisi cacing tanah.

Jenis cacing	Komposisi nutrisi (%)						Sumber
	BK	PK	LK	Metionin	Lisin	Arginin	
<i>E. foetida</i>	-	65,68	0,7	1,2	4,44	4,41	Bahadori <i>et al.</i> , 2017
<i>E. foetida</i>	17,79	61,3	1,56	2	6,1	5,9	Kostecka <i>et al.</i> , 2022
<i>L. rubellus</i>	11,43	55,87	16,39	-	-	-	Istiqomah <i>et al.</i> , 2017

Berkat cacing tanah, limbah organik dari produk samping dalam kegiatan peternakan dapat memiliki nilai sebagai sumber pakan dalam perspektif berkelanjutan. Baik pada unggas dan ikan, biasanya yang dievaluasi adalah bobot badan, laju pertumbuhan, konsumsi pakan, konversi pakan dan tingkat kesukaan. Beberapa pengujian dengan

penambahan sampai 30% masih memperoleh kinerja produksi yang baik tanpa mempengaruhi kualitas produk (Tabel 3).

Tabel 3. Pemberian cacing tanah pada unggas dan ikan.

Pemanfaatan	Jenis cacing	Pengganti bahan	Hasil	Sumber
Broiler	<i>E. foetida</i>	Tepung ikan	+	Bahadori <i>et al</i> 2017
Puyuh pedaging	<i>L. rubellus</i>	Tepung ikan	+	Prayogi, 2011
Puyuh petelur	<i>L. rubellus</i>	Fermentasi dedak padi dan susu skim	+	Istiqomah <i>et al</i> 2017
Ikan <i>Poecilia reticulata</i>	<i>E. foetida</i>	Biovit (pakan komersil)	+	Kostecka dan Pączka, 2006
Ikan nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	<i>L. rubellus</i>	Tepung ikan	+	Reynaldy <i>et al</i> 2019

Keterangan: + menunjukkan bahwa substitusi tidak mengganggu performa.

Kesimpulan

Cacing tanah dapat bermanfaat mengonversi bahan organik sisa produksi peternakan menjadi pupuk siap pakai yang disebut dengan proses vermicompos. Hasil dari vermicompos berupa biomassa cacing dan *castings*/kascing. Keuntungan pada proses ini adalah adanya hormon pengatur pertumbuhan yang bermanfaat untuk tanaman seperti auksin, giberelin dan sitokinin. Cacing tanah dibagi dalam tiga kategori ekologi berdasarkan strategi mencari makanan dan membuat liang, yaitu spesies *epigeic*, *anecic*, dan *endogeic*. Jenis *epigeic* atau cacing sampah merupakan cacing yang umum dibudidayakan diantaranya adalah *Eudrelus fetida* atau cacing tiger, *Eudrelus eugeniae* atau cacing ANC (*African Night Clawler*) dan *Lumbiricus rubellus* atau cacing merah. Cacing tanah memiliki nutrisi yang baik sebagai pakan sumber protein yang dapat diberikan pada unggas dan ikan tanpa mempengaruhi performanya. Sehingga, prospek budi daya cacing tanah mendukung peternakan yang berkelanjutan.

Daftar Pustaka

Aira M, Monroy F, dan Dominguez J. 2006. C to N ratio strongly affects population structure of *Eisenia fetida* in vermicomposting systems. Eur J Soil Biol, 42:127-131.

- Albanell E, Plaixats J, dan Cabrero T. 1988. Chemical changes during vermicomposting (*Eisenia fetida*) of sheep manure mixed with cotton industrial waste. *Biol Fertil Soils*, 6:266-269.
- Banu J R, Yeom I T, Esakkiraj S, Kumar N, dan Logakanthi S. 2008. Biomangement of sago-sludge using an earthworm, *Eudrilus eugeniae*. *J Environ Biol*, 9:143-146.
- Bhattacharjee G dan Chaudhuri P S. 2002. Cocoon production, morphology, hatchling pattern and fecundity in seven tropical earthworm species a laboratorybased investigation. *J Biosci*, 27:283-294.
- Brusca C R dan Brusca G J. 2003. *Invertebrates*. Sunderland: Sinauer Associates, Inc.
- Delgado M, Bigeriego M W I, dan Calvo R. 1995. Use of the California red worm in sewage sludge transformation. *Turrialba*, 45:33-41.
- Dominguez J, Edwards C A, dan Webster M. 2000. Vermicomposting of sewage sludge: effect of bulking materials on the growth and reproduction of the earthworm *Eisenia andrei*. *Pedobiologia*, 44:24-32.
- Gajalakshmi S dan Abbasi S A. 2002. Effect of the application of water hyacinth compost/vermicompost on the growth and flowering of *Crossandra undulaefolia*, and on several vegetables, *Bioresour Technol*. 85: 197-199.
- Gajalakshmi S dan Abbasi S A. 2004a. Neem leaves as a source of fertilizer-fum-pesticide vermicomposting, *Bioresour Technol*. 92: 291-296.
- Gajalakshmi S dan Abbasi S A. 2004b. Earthworms and vermicomposting. *Indian Journal of Biotechnology*. 3: 486-494.
- Garg V K, Chand S, Chhillar A, dan Yadav A. 2005. Growth and reproduction of *Eisenia fetida* in various animal wastes during vermicomposting. *Appl Ecol Environ Res*, 3:51-59.
- Gunadi B, Edwards CA, dan Blount C. 2003. The influence of different moisture levels on the growth, fecundity and survival of *Eisenia fetida* (Savigny) in cattle and pig manure solids. *Eur J Soil Biol*, 39:19-24.
- Ismail S A. 1997. *Vermicology: The biology of earthworms* (Orient Longman, Hyderabad). 1-92.
- Istiqomah L, A A Sakti, A E Suryani, M F Karimy, A S Anggraeni, dan H Herdian. 2017. Effect of feed supplement containing earthworm meal (*Lumbricus rubellus*) on production performance of quail (*Coturnix*

- coturnix japonica*). IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science, 101. Doi:10.1088/1755-1315/101/1/012032
- Khwairakpam M, dan Bhargava R. 2009. Vermitechnology for sewage sludge recycling. J Hazardous Mat, 161:948-954.
- Kostecka J, M Garczyńska, G Pączka, dan A Mazur-Pączka. 2022. Chemical Composition of Earthworm (*Eisenia fetida* Sav.) Biomass and Selected Determinants for its Production. Journal of Ecological Engineering, 23(7), 169–179. DOI: <https://doi.org/10.12911/22998993/149940>.
- Kostecka J dan G Pączka. 2006. Possible use of earthworm *Eisenia fetida* Sav. biomass for breeding aquarium fish. European Journal of Soil Biology 42: 231–233. DOI: 10.1016/j.ejsobi.2006.07.029
- Lavelle P. 1988. Earthworm activities and the soil system. Biol Fertil Soils, 6:237-251.
- Lee K E. 1985. Earthworms: Their Ecology and Relationship with Soils and Land Use. Sydney: Academic Pr.
- Loehr R C dan Neuhauser E F, Malecki M R. 1985. Factors affecting the fermistabilization process. Water Res, 19:1311-1317.
- Prayogi H S. 2011. The effect of eartworm meal supplementation in the diet on quail's growth performance in attempt to replace the usage of fish meal. International Journal of Poultry Science, 10(10): 804-806.
- Reynaldy G F, K Mardiansah, M W Lazuardi, E U Prasetiawan, Agustono, M Lamid, W P Lokapirnasari, and Moh. A Al Arif. 2019. Substitution of Fish Meal with Earthworm Meal (*Lumbricus rubellus*) on Feed Toward Unsaturated Fatty Acids, Triglyceride, Low-Density Lipoprotein and High-Density Lipoprotein Content on Nile Tilapia's (*Oreochromis niloticus*) Meat. Journal of Aquaculture and Fish Health, 8(1): 24-39
- Reinecke A, Viljoen S A, dan Saayman R J. 1992. The suitability of *Eudrilus eugeniae*, *Perionyx excavatus*, and *Eisenia fetida* (Oligochaeta) for vermicomposting in southern Africa in terms of their temperature requirements, Soil Biol Biochem. 24: 1295-1307.
- Sharma S, Pradhan K, Satya S, dan Vasudevan P. 2005. Potentiality of earthworms for waste management and in other uses. J Am Sci, 1:4-16.

- Sinha R K, Herat S, Agarwal S, Asadi R, dan Carretero E. 2002. Vermiculture and waste management: study of action of earthworms *Eisenia fetida*, *Eudrilus euginae* and *Perionyx excavatus* on biodegradation of some community wastes in India and Australia. *The Environmentalist*, 22:261-268.
- Subler S, Edwards C A, dan Metzger J. 1998. Comparing vermicomposts and composts. *Bio Cycle* 39:63-66.
- Suthar S. 2007. Influence of different food sources on growth and reproduction performance of composting epigeic: *Eudrilus eugeniae*, *Perionyx excavates* and *Perionyx sansibaricus*. *Appl Ecol Environ Res*, 5:79-92.
- Suthar S, dan Singh S. 2008. Vermicomposting of domestic waste by using two epigeic earthworms (*Perionyx excavatus* and *Perionyx sansibaricus*). *Int J Environ Sci Tech*, 5:99-106.
- Tomatti U, Grapelli A, dan Galli E. 1988. The hormone like effect of earthworm casts on plant growth. *Biol Fertil Soils*, 5:228-294.