

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampah Organik

Dortmans (2017) menyatakan bahwa *biowaste* atau sampah organik adalah semua bahan yang dapat diuraikan dan tidak mencemari lingkungan. Pada konteks ini, bahan tersebut tidak termasuk sampah yang kandungan selulosanya tinggi (contohnya, sampah perkebunan, kayu, rumput, daun, dll.) Karena tidak dapat dengan mudah diserap sarinya oleh larva. Daur ulang sampah organik (*biowaste*) masih terbatas, khususnya di daerah berpendapatan rendah dan menengah, walaupun sampah tersebut yang menjadi kontributor terbesar dari sampah perkotaan yang dihasilkan.

Menurut Damanhuri (2010), bagian dari bahan organik sebagian besar terdiri atas sisa makanan, kertas, kardus, plastik, tekstil, karet, kulit, kayu, dan sampah kebun. Sedangkan, bahan anorganik sebagian besar terdiri dari kaca, tembikar, logam, dan debu. Sampah yang mudah terdekomposisi, terutama dalam cuaca yang panas, biasanya dalam proses dekomposisinya akan menimbulkan bau dan dapat mendatangkan koloni lalat.

2.2 Reaktor *Continuous Flow Bin*

Menurut Edwards (2011), reaktor dalam pengolahan sampah organik dengan cacing ada 2 yaitu sistem terbuka (*open system vermicomposting*), dan sistem bak (*in-container vermicomposting*). Teknologi pengomposan dengan bak terdiri dari beberapa jenis antara lain *bin* dan *batch*. Manyuchi (2013) menjelaskan bahwa reaktor vermikompos dengan metode *continuous flow bin* adalah reaktor vermikompos yang didukung dengan suplay oksigen. Edwards (1998) menjelaskan mengenai reaktor *continuous flow bin* pada umumnya berbentuk seperti rak yang diletakan secara tetap dan pada umumnya digunakan untuk penelitian skala laboratorium. Dalam reaktor *continuous flow* ketebalan *bedding* adalah sekitar 10 - 20 cm, dan untuk *feeding* di dalam raktor ini diberikan setiap satu minggu sekali (Chaoui, 2010). Edwards (2011)

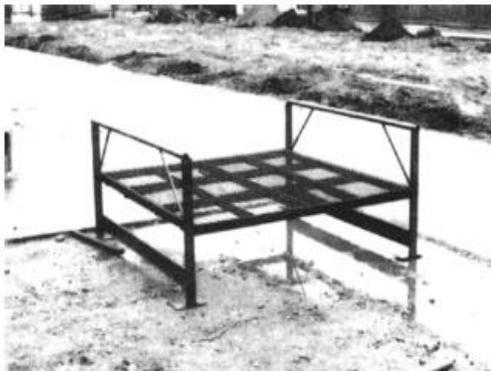
menyebutkan bahwa *feeding* adalah segala sesuatu atau substrat organik yang digunakan sebagai makanan bagi cacing, sedangkan *bedding* atau *vermibed* adalah media hidup cacing tanah baik berupa kotoran binatang, maupun lumpur IPAL.



(Sumber : Cathy's Crawly Composters, Toronto)

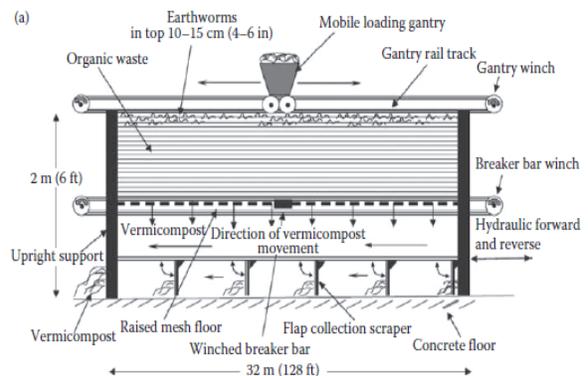
Gambar 2.1 Reaktor *Continuous Flow*

Proses vermikompos adalah suatu proses non eksotermik dimana tidak banyak terjadi perubahan temperatur yang harus dikontrol. Meskipun perpindahan dari cacing akan menyebabkan terjadinya proses aerasi, laju dari dekomposisi tetap dipengaruhi oleh adanya pergerakan dari udara yang menjadikan terjadinya aerasi (Abbasi, 2009). Di dalam proses vermikompos, sampah organik atau disebut *feeding* selanjutnya dicampur dengan *bedding* yang merupakan kotoran sapi yang berfungsi sebagai penyedia atau habitat bakteri yang akan membantu cacing dalam mempercepat proses vermikompos (Manyuchi, 2012).



(Sumber : Edwards, 2011 hlm. 94-95)

Gambar 2.2 Reaktor *Continuous Flow* Sederhana



Gambar 2.3 Reaktor *Continuous Flow* Otomatis

2.3 Kompos dan Vermicompost

Pengomposan dan vermikompos adalah dua metode terbaik dalam proses stabilisasi sampah organik. Pengomposan adalah proses pengolahan sampah organik secara biologi dengan menggunakan mikroorganisme yang dimana dalam prosesnya terjadi dalam temperature 45 – 65°C (Edwards, 2011).

Banyak metode yang dapat dilakukan untuk mengurai sampah organik, salah satu alternatif pengelolaan sampah dari bahan organik yaitu *vermicomposting*. *Vermicomposting* merupakan suatu proses pengomposan yang selain adanya aktivitas mikroorganisme juga menggunakan cacing tanah sebagai bio agen dalam menguraikan bahan organik dengan baik. Menurut Gaddie dan Douglas (1975), metode ini tidak hanya berperan sebagai pengolah limbah organik dan menolong mengurangi permasalahan lingkungan dari proses pembakaran ataupun bentuk pengolahan lainnya, akan tetapi juga menghasilkan pupuk yang baik yaitu kascing (*vermicompost*). Pada prinsipnya metode pada proses *vermicomposting* adalah salah satu alternatif pengelolaan limbah padat berupa sampah organik yang dapat dilakukan. Akan tetapi, metode ini dipilih karena tidak jauh berbeda dengan mekanisme alamiah, yang merupakan tantangan bagi suatu teknologi pengelolaan limbah padat (Tchobanoglous et al., 1993).



Gambar 2.4 Proses Pengomposan Konvensional



Gambar 2.5 Proses *Vermicomposting*

Menurut Tognetti (2007), kombinasi dari pengomposan dan vermikompos pada akhirnya telah diperhatikan sebagai langkah untuk memperoleh substrat yang telah stabil. Pengomposan memberikan dampak stabilisasi, sterilisasi terhadap limbah

organik, dan penghilangan senyawa toksik. Sedangkan vermikompos berfungsi untuk mereduksi volume dan ukuran partikel serta meningkatkan kandungan nutrient. Sebagai tambahan, adanya cacing tanah sebagai agen *vermicomposting* akan mengurangi biaya dan mempersingkat waktu pengomposan terutama pada fase termofilik yang terjadi pada saat *treatment*.

2.4 Klasifikasi *Lumbricus rubella*

Cacing tanah seperti yang banyak dikenal masyarakat dan menempati bagian permukaan tanah yang lembab termasuk dalam klasifikasi hewan tingkat rendah karena tidak mempunyai tulang belakang (avertebrata). Dalam klasifikasi biologi, cacing tanah termasuk dalam filum Annelida atau hewan beruas-ruas atau bergelang-gelang. Cirinya yaitu tubuh simetris bilateral, silindris memanjang, bersegmen-segmen (sekitar 115-200 segmen), dan pada bagian permukaan tubuh terdapat sederetan sekat atau dinding tipis (Sugiantoro, 2012).



Gambar 2.6 Cacing Tanah (*Lumbricus rubella*)

Menurut Sihombing (2002), Siklus produktif dari cacing tanah berkisar selama 40-60 hari. Hal ini dikarenakan cacing tanah yaitu salah satunya *Lumbricuss rubellus* memiliki kemampuan untuk memperbanyak jumlahnya dalam waktu yang singkat. Cacing tanah yang telah berumur 35-45,5 hari (dewasa kelamin) akan menghasilkan kokon setiap 7-10 hari sekali melalui alat reproduksinya (*klitelium*). Butuh waktu 14-21 hari bagi kokon agar menetas, dan setiap kokon akan menghasilkan 1-8 ekor anak.

Kokon dari cacing tanah berdiameter sekitar 1.2 cm. Palungkun (2010) mengatakan bahwa siklus hidup dari cacing tanah dimulai dari fase kokon, lalu menjadi cacing muda (*juvenile*), cacing produktif, dan terakhir menjadi cacing tua. Lama siklus hidup ini tergantung pada kesesuaian kondisi lingkungan, cadangan makanan, dan jenis cacing tanah. Dari berbagai penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, diperoleh lama siklus hidup cacing tanah *Lumbricus rubellus* mulai kokon hingga mati adalah 1-5 tahun.

Salah satu teknologi yang tepat dalam pengomposan adalah dengan menggunakan vermikompos yang dapat dimanfaatkan menjadi pupuk organik dan penyubur tanaman. Vermikompos adalah produk turunan dari pengolahan sampah organik dengan symbiosis antara bakteri dengan cacing tanah (Orozco dkk.,1996). Menurut Edwards (2011), cacing tanah yang salah satunya adalah *Lumbricuss rubellus* merupakan makroorganisme yang habitatnya berada di kadar air di media sekitar 70-80 % dengan suhu optimal 20-35°C.

Cacing tanah akan mengeluarkan kotoran saat melakukan metabolisme yang disebut dengan kascing yang bermanfaat bagi kesuburan tanah, selain itu kascing juga mengandung unsur makro yang lebih mudah diserap oleh tanaman (Tiwari dkk., 1989). Cacing tanah, salah satunya jenis *Lumbricuss rubellus* rentan terhadap pH asam karena pada pH asam dapat menyebabkan adanya hama seperti tangau (Pattnaik, 2010). Cacing *Lumbricuss rubellus* memiliki kriteria fisik dalam tanah tertentu untuk dapat menunjang kehidupan cacing tersebut antara lain temperatur, kadar air, dan pH. Kisaran pH yang baik untuk daur hidup cacing *Lumbricuss rubellus* adalah 5 hingga 9 (Edwards, 2011).

2.5 Hasil Akhir Vermikompos

Vermikompos adalah proses *bio-oxidative* dimana koloni bakteri berinteraksi dengan populasi cacing yang ada di dalam reaktor secara intensif dalam proses dekomposisi, dan mempercepat proses stabilisasi sampah organik. Cacing pada

umumnya termasuk *Lumbricuss rubellus* mampu mereduksi bakteri secara keseluruhan selama proses vermikompos. Adanya cacing tanah membantu aktivitas bakteri karena dapat menyediakan makanan karena proses dekomposisi yang dilakukan cacing terlebih dahulu (Dominiguez, 2011). Di dalam proses vermikompos, cacing mengeluarkan kotoran dalam proses eksresi, dan hasil eksresi cacing disebut dengan *casting* sedangkan campuran *vermibed* dan *casting* yang telah matang disebut dengan *vermicast* (Arancon, 2004). Pada Tabel 2.1 tersaji karakteristik kimia dari kotoran hewan yaitu babi untuk kemudian digunakan sebagai referensi dalam pengujian karakteristik kimia kotoran hewan lainnya yang sesame ruminansia.

Tabel 2.1 Karakteristik Kimia Hasil *Vermicomposting* Kotoran Babi Dibandingkan dengan Tanah Media Tanam Biasa.

Parameter	MM ₃₆₀	Vermikompos Kotoran Babi
Konduktivitas (mmhos/cm)	1,35	11,76
pH	5,90	5,30
C - Organik (%)	31,78	27,38
Total N (%)	0,43	2,38
P (%)	0,15	4,5
K (%)	1,59	0,4
Ca (%)	1,03	8,60
Fe (%)	2,58	0,80
Mg (%)	3,52	0,50
Cu (µg/g)	34,09	378,8
Mn (µg/g)	526,04	1170
Zn (µg/g)	115,26	824,
B (µg/g)	41,85	45,3

(Sumber : Atiyeh, *et.al.*, Biores. Techno. 81 : 103-108, 2002)

2.6 Penelitian Terdahulu

Dalam penelitian digunakan berbagai referensi yang terkait dengan pengolahan sampah organik, pengomposan khususnya *vermicomposting*. Secara ringkas, beberapa studi terkait ditunjukkan pada Tabel 2.2 berikut :

Tabel 2.2 Referensi Penelitian Terdahulu Terkait *Vermicomposting*

Judul	Tahun	Penulis	Hasil
<i>Effects of Earthworms on Physicochemical Properties and Microbial Profiles during Vermicomposting of Fresh Fruit and Vegetables Wastes</i> (Elsevier Journal)	2014	^a Kui Huang ^b Fusheng Li ^c Yongfen Wei ^d Xuemin Chen	Penelitian ini menggunakan sampah organik yang berasal dari buah dan sayuran sebagai <i>feeding</i> . Fokus penelitian ini adalah mengetahui aktivitas bakteri dengan metode PCR - EDGE dan karakteristik fisika-kimia selama proses vermikompos berlangsung. Penelitian ini menggunakan kotoran domba sebagai <i>vermibed</i> dan hasil C/N dari penelitian ini adalah 14,1 %.
<i>Feasibility of Vermicomposting for Vegetable Greenhouse Waste Recycling</i> (Elsevier Journal)	2010	^a Manuel J. Fernández Gómez ^b Ezperanza Romero ^c Rogerio Nogales	Penelitian ini menggunakan cacing jenis <i>Eissena andrei</i> dengan hasil baik terhadap penguraian sampah tomat, Dengan menggunakan metode DGDE diketahui bahwa meskipun cacing jenis ini lambat dalam berkembang biak namun cepat menghasilkan <i>cocoon</i> dan enzim yang bermanfaat bagi bakteri baik. Dengan metode DGDE juga diketahui bahwa vermikompos merupakan salah satu teknik bio stabilisasi yang baik terhadap sampah organik.

Judul	Tahun	Penulis	Hasil
<p><i>Vermicomposting efficiency and Quality of Vermicompost with Different Bedding Materials and Worm Food Sources as Substrate</i></p>	<p>Januari, 2016</p>	<p>^a Mannaig Elena M.</p>	<p>Setelah penelitian selesai diketahui bahwa <i>bedding</i> terbaik adalah dengan limbah gergaji (limbah meubel) dan kotoran babi. Kotoran ruminansia lebih baik daripada kotoran ayam untuk dijadikan <i>bedding</i> dalam vermikompos.</p>
<p>Pengelolaan Sampah Pasar Tradisional Menjadi Kompos dengan Suplemen Limbah Cair Pabrik Spiritus : Studi Kasus Pasar Pakem dan Sekitarnya</p>	<p>2010</p>	<p>^a Bambang Agus Irawan</p>	<p>Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa adanya penambahan dari limbah pabrik spiritus dalam kegiatan proses pengomposan sampah Pasar yang berada di Pakem meningkatkan unsur hara nitrogen dan kalium pada konsentrasi limbah spiritus antara 20% - 40%, namun menurunkan kandungan bahan organik, c-organik, dan fosfor.</p>
<p><i>Municipal Solid Waste (MSW) Vermicomposting with an Epigeic Earthworm Perionyx ceylanensis Mich.</i></p> <p>(Elsevier Journal)</p>	<p>2011</p>	<p>^a J.A. John Paul ^b N. Karmegam ^c Thilagavathy Daniel</p>	<p>Pada jurnal ini proses vermikompos dilakukan selama 50 hari dengan rasio <i>cowdung</i> dengan <i>MSW</i> yaitu 10 : 1, hasil uji C/N yang diperoleh adalah dari 41,8 menjadi 17,6 dan yang reactor kedua dari 38,8 menjadi 15,4.</p>

Judul	Tahun	Penulis	Hasil
Vermikompos Sampah Kebun dengan Menggunakan Cacing Tanah <i>Eudrilus eugeneae</i> dan <i>Eisenia fetida</i>	2016	^a Etik Rahmawati ^b Weli Herimurti	Optimalisasi penurunan volume sampah dengan menggunakan metode ini belum dapat diketahui secara pasti. Fokus penelitian yang ada hanya lingkup mempelajari produksi cacing. <i>Eisenia</i> sp. dapat meningkatkan degradasi sampah kebun pada proses pengomposan sebesar 14,35%, sedangkan <i>Eudrilus</i> sp. dapat meningkatkan degradasi sampah kebun sebesar 6,77%. Penambahan cacing juga dapat meningkatkan konsentrasi nitrat sebesar 34% pada penambahan cacing <i>Eisenia</i> sp. dan 28% pada penambahan cacing <i>Eudrilus</i> sp.
<i>Direct Vermicomposting of Vegetables Waste Using the Concept of High-rate Vermireaktor Operation</i>	Januari 2014	^a M. Nayeem Shah ^b S. Gajalakshmi ^c S.A. Abassi	Konsentrasi air yang mengalir dari limbah sayuran menyebabkan kematian cacing meskipun telah dilakukan pengeringan. Pada rasio antara limbah sayur dengan tanah 1 : 1 menyebabkan mortalitas 100%. Rasio optimal antara limbah sayur dengan tanah adalah 1 : 7 dengan hanya 7 % mortalitas.
<i>A New Process of the Rapid and Direct Vermicomposting of the Aquatic Weed Salvinia (Salvinia molesta)</i>	2014	^a T. Ganeshkumar ^b M. Premalatha ^c S. Gajalakshmi ^d S.A. Abassi	Reaktor dengan konsep High-rate vermicompos mampu melakukan pemangkasan waktu yang awalnya 2 – 3 bulan menjadi 15 – 20 hari.

Judul	Tahun	Penulis	Hasil																				
<p><i>Earthworm Production in Cattle Dung Vermicomposting System under Different Stocking Density Load</i></p> <p>(Springer-Verlag Journal)</p>	2012	^a Surindra Suthar	<p>Penelitian pada jurnal ini menggunakan metode vermikompos dalam melakukan pengolahan sampah organik dengan bantuan cacing <i>Perionyx excavates</i>. Kepadatan cacing yang digunakan adalah sebagai berikut :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">Treatment</th> <th colspan="2">Stocking density (mg live weight cm⁻³)</th> </tr> <tr> <th>Initial</th> <th>Final</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>T₁</td> <td>0.068</td> <td>0.097</td> </tr> <tr> <td>T₂</td> <td>0.139</td> <td>0.183</td> </tr> <tr> <td>T₃</td> <td>0.205</td> <td>0.254</td> </tr> <tr> <td>T₄</td> <td>0.274</td> <td>0.347</td> </tr> <tr> <td>T₅</td> <td>0.342</td> <td>0.407</td> </tr> </tbody> </table> <p>Tabel diatas adalah mencakup juga hasil dari pertambahan bobotnya.</p>	Treatment	Stocking density (mg live weight cm ⁻³)		Initial	Final	T ₁	0.068	0.097	T ₂	0.139	0.183	T ₃	0.205	0.254	T ₄	0.274	0.347	T ₅	0.342	0.407
Treatment	Stocking density (mg live weight cm ⁻³)																						
	Initial	Final																					
T ₁	0.068	0.097																					
T ₂	0.139	0.183																					
T ₃	0.205	0.254																					
T ₄	0.274	0.347																					
T ₅	0.342	0.407																					
<p>Efektivitas Cacing Tanah (<i>Lumbricuss rubellus</i> Hoff.) dalam Degradasi Karbon Organik Sampah Sayur Pasar Tanjung Jember</p>	2017	^a Umi Fadilah ^b Joko Waluyo ^c Wahyu Subchan	<p>Penelitian ini menggunakan cacing <i>Lumbricuss rubellus</i> yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan pemberian <i>feeding</i> yaitu sampah sayur pasar yang telah di fermentasi terlebih dahulu (<i>pre treatment</i>) sebanyak 140 g/minggu dan 280 g/minggu menunjukkan degradasi karbon sebanyak 14,74 % dan 17,19 %. Penelitian ini dilaksanakan selama 28 hari.</p>																				

