

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sampah Organik

Sampah organik merupakan jenis sampah yang berasal dari bahan hayati dan dapat terurai secara alami oleh aktivitas mikroorganisme, seperti sisa makanan, sayuran, daun, dan buah-buahan (Hartati et al., 2019). Dari segi kandungan, sampah organik memiliki unsur karbon dan ikatan hidrogen yang membuatnya tergolong ramah lingkungan, karena dapat terurai secara alami oleh aktivitas bakteri tanpa perlu campur tangan manusia, dan proses dekomposisinya berlangsung relatif cepat. Sampah organik juga memiliki sifat mudah terurai atau terbakar secara alami, terutama ketika terkena panas, sehingga lebih mudah dikelola dibandingkan dengan sampah anorganik. (Adzim et al., 2023; Batubara et al., 2022).

Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) pada tahun 2022-2023, Indonesia menghasilkan timbulan sampah mencapai 68,7 juta ton per tahun yang didominasi sampah organik dari hasil aktivitas perdagangan, sisa makanan, dan sampah rumah tangga (Mubarak et al., 2024). Sampah organik menjadi salah satu jenis sampah penyumbang terbanyak di tempat pembuangan akhir (TPA) karena pengelolaannya yang tidak tepat (Qowasmi et al., 2023). Kurangnya kemajuan teknologi dan infrastruktur yang memadai juga menjadi pendukung adanya penumpukan sampah organik di tempat pembuangan akhir (TPA) (Haqq et al., 2022).

Pengelolaan sampah organik yang tidak tepat akan menimbulkan bau tidak sedap dan penyakit (Imelida et al., 2024). Tumpukan sampah organik di runag terbuka dapat menyebabkan berkurangnya ruang terbuka hijau (Fathurrohman et

al., 2023). Sampah organik yang dibiarkan saja akan mengalami pembusukan dan menghasilkan gas metana (CH₄) sebagai gas rumah kaca yang memiliki potensi penyebab perubahan iklim global (Utami et al., 2023). Tumpukan sampah organik di TPA dapat mencemari tanah dan air. Cairan lindi yang mengandung zat-zat berbahaya akan meresap ke dalam tanah dan mencemari sumber air tanah, sehingga dapat mempengaruhi kesuburan tanah serta dapat merusak kualitas air tanah tersebut (Sabilla et al., 2024).

Beberapa usaha yang sudah dilakukan dalam pengelolaan sampah organik menjadi lebih bermanfaat yaitu melalui pengomposan dan vermikomposting. Pengomposan adalah ketika bahan organik diuraikan secara biologis oleh mikroba dan digunakan sebagai energi sehingga menghasilkan kompos (Nisaa & Ritonga, 2022). Sedangkan vermikomposting merupakan perubahan bahan organik menjadi kompos dengan bantuan cacing tanah (Nabila et al., 2024). Kompos dihasilkan dari dekomposisi atau pelapukan dari bahan organik secara biologi yang terkontrol (dibuat dan diatur secara sengaja) sehingga menjadi bagian-bagian terhumuskan yang dapat bermanfaat untuk kesuburan tanah (Riza et al., 2023).

2.2 Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*)

Cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) adalah jenis hewan yang termasuk dalam Filum Annelida, Kelas Clitellata, Ordo Haplotaxida, Keluarga Lumbricidae, dan Marga *Lumbricus* (Anggada et al., 2019). Cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) merupakan hewan invertebrata yang tidak memiliki tulang belakang dan tubuhnya tersusun atas segmen-segmen berbentuk cincin (*annulus*), sehingga diklasifikasikan dalam filum Annelida. Spesies ini termasuk ke dalam subkelas *Oligochaeta* karena

memiliki jumlah seta yang sangat sedikit pada setiap segmen tubuhnya, yang ditandai dengan adanya rambut-rambut pendek dan kaku (Leu et al., 2021).



Gambar 2.1 Cacing Tanah (*Lumbricus rubellus*)
(Sumber: Gily et al., 2020)

Cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) umumnya ditemukan hidup di habitat tanah tropis yang memiliki struktur gembur dan kelembapan tinggi. Cacing ini memiliki bentuk tubuh simetris bilateral yang dilapisi oleh kutikula tipis. Ukuran tubuhnya tergolong kecil, dengan panjang sekitar 4–7 cm, serta terdiri dari 100 hingga 180 segmen. Setiap segmen dilengkapi dengan beberapa setae, yaitu rambut-rambut pendek yang berfungsi sebagai alat cengkeram untuk membantu pergerakan di dalam tanah. Di dalam tubuhnya, terdapat lendir yang dihasilkan oleh kelenjar epidermis yang berfungsi melumasi tubuh, mempermudah pergerakan, serta membantu proses pernapasan. Bagian dorsal tubuh *Lumbricus rubellus* berwarna merah muda hingga merah tua dan berbentuk bulat, sedangkan bagian ventralnya lebih pucat dan datar.

Meskipun tidak memiliki mata, *Lumbricus rubellus* dilengkapi dengan prostomium, yaitu organ sensorik di bagian anterior tubuh yang berfungsi mendeteksi materi atau rangsangan dari lingkungan sekitar. Sistem pencernaannya terdiri dari prostomium yang berbentuk seperti bibir, faring, kerongkongan, tembolok, otot perut, usus, dan anus. Proses respirasi berlangsung melalui kulit, di mana oksigen dan karbon dioksida ditukar melalui pembuluh kapiler yang tersebar

di jaringan kutikula pada permukaan tubuh. Kutikula tersebut juga berfungsi menjaga kelembapan kulit dengan bantuan lendir dari epidermis. Oksigen yang terserap kemudian disalurkan ke seluruh tubuh melalui sistem peredaran darah tertutup. Dalam hal reproduksi, cacing tanah bersifat hermafrodit karena memiliki organ jantan dan betina dalam satu tubuh, tetapi tidak dapat melakukan pembuahan sendiri. Organ betina terdiri atas sepasang ovarium di segmen ke-13 dan sepasang infundibulum yang bermuara ke kantung telur di segmen ke-14. Sedangkan organ jantan terdiri dari dua pasang testis yang masing-masing terletak di segmen ke-10 dan ke-11 (Gily et al., 2020).

2.3 Vermikomposting

Vermikomposting adalah proses pengomposan dengan bantuan cacing tanah. Salah satu jenis cacing yang biasa digunakan dalam proses vermikomposting ini yaitu *Lumbricus rubellus* karena mereka memiliki kemampuan untuk menghancurkan sampah organik sebesar berat tubuh cacingnya (Afifah et al., 2021). Vermikomposting merupakan proses biodegradasi bahan organik non-termofilik dengan bantuan mikroorganisme dan cacing tanah. Setelah bahan organik diuraikan, cacing tanah dapat mengubah status fisik, kimia, dan biologinya, serta mengurangi rasio C:N-nya sehingga kemudian mempermudah mikroorganisme untuk memecahkannya. (Thakur et al., 2021). Dalam proses vermikomposting terdapat kerjasama antara cacing tanah dengan mikroorganisme, dimana hal ini akan memberikan dampak proses penguraian menjadi berjalan lebih baik (Rosadi & Mappanganro, 2022).

Vermikomposting oleh cacing tanah yang melibatkan pencernaan dan enzimatik menjadi cara cacing tanah menangani limbah. Cacing akan menggiling

limbah menjadi potongan kecil dan mengeluarkan enzim seperti protease, lipase, amilase, selulase, dan kitinase untuk menghasilkan *vermicast* (kotoran cacing) yang kaya nutrisi dari limbah organik (Nabila et al., 2024). Keuntungan yang bisa didapatkan dari vermikomposting sendiri yaitu dapat meningkatkan kemampuan tanah untuk menyerap dan menyimpan air, meningkatkan penyerapan nutrisi, memperbaiki struktur tanah, dan mengandung banyak mikroorganisme (Sallaku et al., 2009).

2.4 Pupuk Kascing

Pupuk kascing merupakan pupuk organik yang berasal dari bekas pemeliharaan cacing tanah atau kotoran cacing. Kascing berasal dari proses pencernaan tubuh cacing sehingga menghasilkan kotoran yang telah terfermentasi (Andriawan et al., 2022). Pemberian pupuk kascing pada tanah dapat memperbaiki struktur, porositas, permeabilitas, serta meningkatkan kemampuan menahan air (Ardhi et al., 2023; Sanda & Syam, 2018). Pupuk kascing dapat memperbaiki sifat kimia tanah, yaitu dengan meningkatkan kapasitas tukar kation sebagai sumber unsur hara makro dan mikro, serta menurunkan pH tanah. Selain itu, pupuk kascing juga berperan dalam memperbaiki sifat biologi tanah karena mengandung mikroba serta hormon-hormon yang merangsang pertumbuhan tanaman, seperti giberelin sebesar 2,75%, sitokinin 1,05%, dan auksin (Afsyah et al., 2021; Sanda & Syam, 2018).

Kualitas kascing yang baik menunjukkan pH, tekstur remah, warna hitam kecoklatan hingga hitam, dan tidak berbau dengan kandungan C:N < 20 (Afsyah et al., 2021). Secara umum, kascing mengandung berbagai unsur hara penting seperti nitrogen (N) 0,63%, fosfor (P) 0,35%, kalium (K) 0,2%, kalsium (Ca) 0,23%,

mangan (Mn) 0,003%, magnesium (Mg) 0,26%, tembaga (Cu) 17,58%, seng (Zn) 0,007%, besi (Fe) 0,79%, dan molibdenum (Mo) 14,48%. Selain itu, kascing juga mengandung bahan organik sebesar 21%, kapasitas tukar kation (KTK) 35,80%, kapasitas penyimpanan air 41,23%, serta asam humat sebesar 13,88% (Mulat, 2004). Selain mengandung unsur hara dan hormon pertumbuhan tanaman, pupuk kascing juga kaya akan mikroorganisme yang bermanfaat dalam meningkatkan kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman (Arohman et al., 2023; Rosmiah et al., 2024; Setiawati et al., 2017; Wahyuni et al., 2024).

2.5 Mikroba

Mikroba merupakan organisme hidup berukuran sangat kecil, dengan diameter kurang dari 0,1 mm, sehingga hanya dapat diamati menggunakan mikroskop. Mikroba dapat berupa organisme uniseluler (tersusun atas satu sel) maupun multiseluler (tersusun atas beberapa sel). Kelompok mikroba mencakup bakteri, virus, fungi, protozoa, alga mikroskopis (mikroalga), dan archaea. Bakteri, virus, dan archaea termasuk dalam kelompok prokariot, sedangkan fungi, protozoa, dan mikroalga tergolong eukariot. Mikroba dapat ditemukan di berbagai lingkungan seperti udara, debu, tanah, dan air, serta dapat hidup sebagai endofit atau simbiosis dalam tubuh manusia, hewan, maupun tumbuhan (Nurhayati et al., 2022).

Mikroba sangat mudah mengalami perubahan sifat sehingga menyebabkan mudahnya muncul strain baru berbeda dari yang pertama. Hal ini menjadikan mikroba memiliki biodiversitas yang tinggi (Machmud, 2001). Mikroba memiliki beragam jenisnya dari mikroba yang dapat bermanfaat bagi manusia hingga mikroba yang dapat merugikan manusia. Mikroba sebagai dekomposer menjadi

salah satu contoh kebermanfaatan mikroba untuk manusia dalam mengatasi pencemaran lingkungan. Bentuknya yang kecil, cepat berkembang biak, sangat mudah tersebar di alam, dan dapat bertahan hidup di luar inang menjadikan mikroba sangat menguntungkan dalam pengelolaan lingkungan. Mikroba seperti bakteri dan jamur memainkan peran penting dalam proses penguraian untuk mengurangi tingkat pencemaran yang ada di lingkungan (Jekti, 2018).

2.5.1 Bakteri

Bakteri adalah kelompok organisme mikroskopis yang tidak dapat diamati dengan mata telanjang tetapi dapat dilihat dengan mikroskop. Bakteri biasanya bersel tunggal, tidak memiliki membran intisel, tidak berklorofil, dan biasanya memiliki dinding sel (Febriza et al., 2021). Bakteri merupakan mikroorganisme yang memiliki peran penting dalam menguraikan sampah organik melalui proses dekomposisi. Mikroorganisme ini bekerja dengan memecah senyawa kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana. Bakteri tanah berperan penting dalam menguraikan bahan organik, dimana pada proses dekomposisi ini akan dihasilkan senyawa-senyawa yang dapat digunakan oleh tumbuhan sebagai sumber nutrisi (Usman et al., 2023). Melalui proses dekomposisi tersebut, bakteri tidak hanya dapat mengurangi volume limbah tetapi juga meningkatkan kualitas hasil pengolahan limbah organik.

Berdasarkan morfologinya, bakteri dapat dikelompokkan menjadi tiga golongan utama, yaitu basil, kokus, dan spiril. Bakteri basil (*bacillus*) memiliki bentuk seperti tongkat pendek atau silindris. Basil dapat tersusun memanjang dan membentuk rantai yang disebut streptobasil, berpasangan dua-dua disebut diplobasil, atau berdiri sendiri-sendiri. Bakteri kokus (*coccus*) berbentuk bulat

menyerupai bola kecil. Kokus dapat membentuk berbagai pola, seperti rantai panjang (*streptokokus*), berpasangan (*diplokokus*), berkelompok empat (*tetrakokus*), membentuk untaian tak beraturan (stafilokokus), atau mengelompok seperti kubus (*sarcina*). Sementara itu, bakteri spiril (*spirillum*) memiliki bentuk melengkung atau spiral, dan merupakan kelompok dengan ukuran tubuh paling kecil dibandingkan basil dan kokus (Dwidjoseputro, 2005; Waluyo, 2016).

2.5.2 Jamur

Jamur merupakan mikroorganisme eukariotik yang tidak termasuk dalam kelompok tumbuhan. Jamur mampu bertahan hidup di berbagai lingkungan dan media, serta memperoleh nutrisi dari substrat tempat ia tumbuh. Beberapa jenis jamur hidup pada sisa-sisa tumbuhan di dalam tanah, sementara yang lain menempel pada organisme lain sebagai parasit atau simbiot. Jamur memiliki beragam kemampuan dan fungsi yang berbeda-beda, tergantung pada jenis dan lingkungannya. Salah satu peran penting jamur adalah dalam proses dekomposisi sampah organik (Darliana & Wilujeng, 2020).

Peran jamur dalam penguraian sampah organik dikarenakan jamur memiliki kemampuan unik untuk mendegradasi bahan organik kompleks seperti lignin, selulosa, dan hemiselulosa yang sulit diuraikan oleh bakteri. Jamur memiliki peran penting dalam menjaga kesuburan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman dimana berfungsi dalam proses dekomposisi bahan organik, pengikatan nitrogen, serta pelepasan nutrisi yang esensial bagi tanaman (N. A. Puspitasari & Rezeki, 2024). Fungsi jamur di dalam tanah sangat penting karena dapat menjaga ketersediaan unsur karbon (C) sebagai sumber energi, baik bagi dirinya sendiri maupun bagi organisme tanah lainnya. Sisa-sisa tumbuhan yang mengandung

lignin, selulosa, dan hemiselulosa akan diuraikan oleh jamur menjadi polisakarida, oligosakarida, dan monosakarida. Senyawa-senyawa tersebut selanjutnya menjadi sumber energi utama bagi mikroorganisme tanah (Darliana & Wilujeng, 2020).

Jamur dapat diklasifikasikan melalui identifikasi morfologi secara makroskopis maupun mikroskopis. Identifikasi makroskopis dilakukan untuk mengamati jamur yang membentuk koloni, dengan menilai karakteristik seperti warna permukaan koloni (yang mencakup miselium vegetatif dan konidia), pigmentasi miselium, tekstur permukaan, bentuk koloni, waktu pertumbuhan, serta diameter koloni. Tahap selanjutnya adalah pengamatan mikroskopis yang dilakukan melalui pembuatan kultur slide, guna mengamati struktur hifa serta bentuk dan ukuran konidia jamur (Tjampakasari et al., 2024). Berdasarkan morfologinya, jamur dibedakan menjadi tiga kelompok utama. Pertama, cendawan, yaitu jamur berukuran besar yang dapat diamati dengan mata telanjang, seperti jamur tiram. Kedua, kapang, yaitu jamur mikroskopis dengan struktur miselium dan spora yang terlihat jelas. Ketiga, khamir, yaitu jamur uniseluler berukuran mikroskopis yang umumnya tidak membentuk miselium (Fujita, 2013).

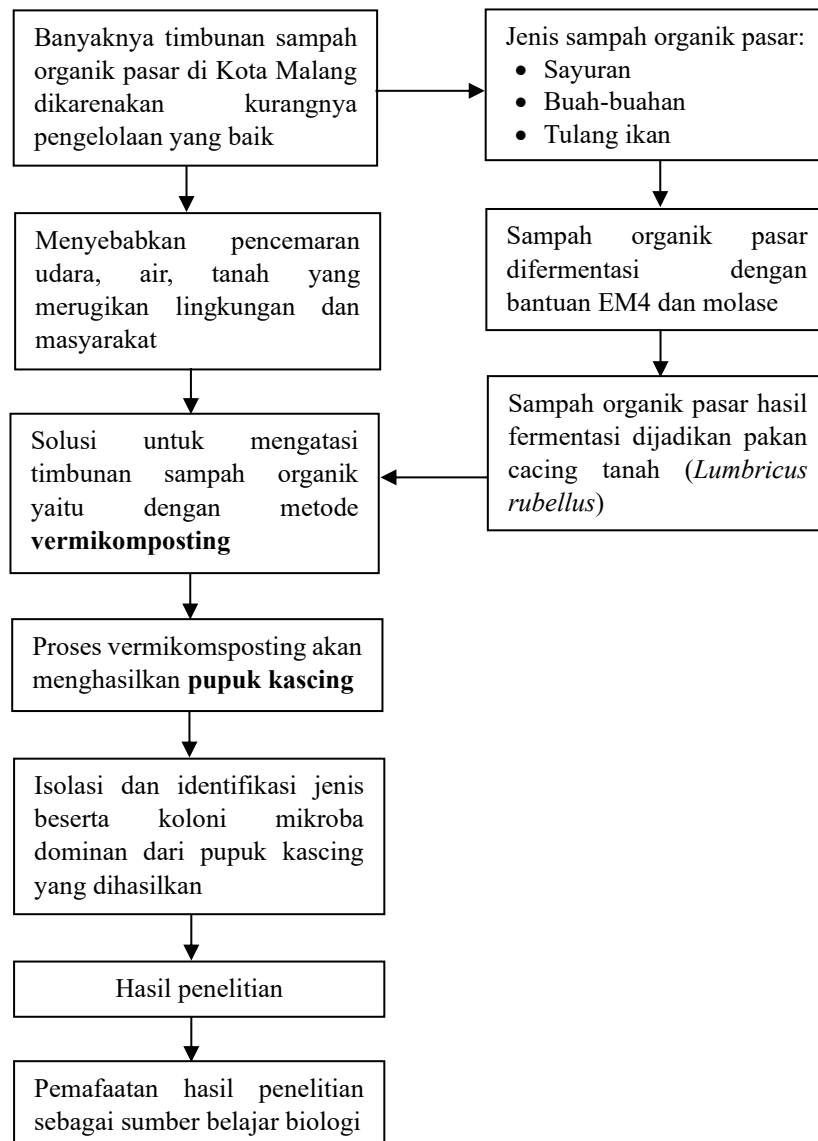
2.6 Sumber Belajar Biologi

Sumber belajar adalah semua sumber seperti pesan, orang, bahan, alat, teknik, dan latar yang dimanfaatkan peserta didik sebagai sumber untuk kegiatan belajar dan dapat meningkatkan kualitas belajarnya (Ginantara & Aguss, 2022). Sumber belajar dapat juga didefinisikan sebagai segala sumber yang bermanfaat, termasuk data, orang, alat, bahan, dan lingkungan yang dapat membantu proses pembelajaran. Sumber belajar ini menjadi sangat penting bagi guru dan peserta didik. Bagi guru, sumber belajar terdiri dari segala sesuatu yang dapat membantu

mereka belajar, mengajar, dan menampilkan kemampuan mereka. Sementara bagi peserta didik, sumber belajar sangat penting untuk kegiatan pembelajaran di kelas dan belajar mandiri karena dapat membantu mereka lebih memahami apa yang mereka pelajari (Febriani & Widodo, 2021).

Sumber belajar biologi adalah segala sesuatu, baik benda maupun gejalanya, yang dapat digunakan untuk belajar dalam memecahkan masalah biologi tertentu. Sumber belajar biologi dalam proses pembelajarannya dapat diperoleh dalam kelas atau di luar kelas (Suhardi, 2007). Syarat sumber belajar biologi mengacu pada Suhardi (dalam Habibah & Salamah, 2022) yaitu memiliki kejelasan potensi (ketersediaan objek dan permasalahan), kesesuaian dengan tujuan pembelajaran, sasaran materi dan peruntukannya, informasi yang akan diungkap, pedoman eksplorasi, dan perolehan yang akan dicapai, serta harus sesuai dengan kurikulum pendidikan biologi yang berlaku. Dalam pembelajaran biologi, guru dituntut dapat memanfaatkan potensi alam dan fenomena lingkungan sebagai sumber belajar. Hal ini dikarenakan pada dasarnya pembelajaran biologi memiliki keterkaitan dengan alam dan fenomena lingkungan sekitar. Guru memotivasi dan membimbing peserta didik untuk berpartisipasi dalam kegiatan penginderaan seperti mengamati, menerima, menggali, dan mengolah informasi yang mereka temui. Ketika peserta didik dapat memahami dan mengingat informasi tersebut, belajar akan menjadi bermakna karena informasi yang didapatkan dapat dimengerti dan diingat (Suryaningsih, 2018).

2.7 Kerangka Konseptual



Gambar 2.2 Kerangka Konseptual

2.8 Hipotesis

- 1) Terdapat perbedaan hasil jenis dan koloni mikroba dominan pada pupuk kascing dari pemberian pakan dari hasil fermentasi sampah organik pasar yang berbeda.