

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Tahun 2021 luas areal perkebunan kelapa sawit di Indonesia mencapai 15.081.021 hektar dengan produksi sebesar 49.710.345 ton CPO (*Crude Palm Oil*) (Efendi et al., 2023). Setiap perkebunan kelapa sawit berskala besar umumnya dilengkapi dengan Pabrik Kelapa Sawit yang berfungsi mengolah Tandan Buah Segar menjadi *Crude Palm Oil*. Setiap Pabrik Kelapa Sawit yang memiliki daya tampung 60 ton/jam dapat mengolah tandan buah segar kurang lebih 1000 ton/hari (Mirnandaulia et al., 2022). Pengolahan TBS menjadi CPO (*Crude Palm Oil*) menghasilkan limbah antara lain 22 % tandan kosong (tankos); 6,5% cangkang dan 13% serat (Erivianto et al., 2016). Dari hal di atas menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara produsen dan negara eksportir minyak kelapa sawit terbesar di ASEAN maupun dunia, akan tetapi dengan banyaknya hasil produksi juga menyebabkan penumpukan limbah kelapa sawit sehingga berpengaruh pada lingkungan.

Limbah kelapa sawit berupa tandan kosong sawit memiliki beberapa kandungan kimia. Menurut Harahap et al., (2020) tandan kosong kelapa sawit memiliki komposisi kimia antara lain: selulosa 45,95%, hemiselulosa 22,84%, lignin 16,49%, minyak 2,41% dan abu 1,23%. Selama ini limbah tandan kosong hanya di dimanfaatkan secara terbatas dengan cara ditimbun (pembuangan terbuka) dan dibakar di *incinerator* (Salmina, 2017). Abu hasil pembakaran dimanfaatkan sebagai pupuk kalium karena mengandung 55,48% kalium dioksida lebih tinggi diantara jenis logam lainnya (Ananda et al., 2023). Proses pembakaran tandan kosong sawit di *incinerator* menyebabkan pencemaran lingkungan seperti abu terbang atau *fly ash*.

Cara penanggulangan mengurangi pencemaran lingkungan perlu dilakukan. Cara yang dapat dilakukan yaitu memanfaatkan limbah tandan kosong sawit sebagai pupuk (Hidayat et al., 2022). Tandan kosong sawit mengandung unsur hara cukup tinggi, antara lain Nitrogen 1,5%, Kalium 7,3%, Fosfat 0,5%, dan Magnesium 0,9% (Yerizam et al., 2021). Tandan kosong sawit dapat dimanfaatkan sebagai pupuk organik baik secara langsung maupun tidak langsung. Menurut

Salmina (2017) pemanfaatan secara langsung dengan cara menyebarkan tandan kosong sawit secara langsung pada daerah piringan, sedangkan secara tidak langsung dengan cara pengolahan pengomposan dan penambahan bahan lain seperti kotoran hewan.

Feses sapi adalah buangan dari hasil sisa kegiatan usaha yang berupa kotoran padat dan sisa pakan. Limbah kotoran ternak ini mempunyai potensi sebagai penyedia unsur hara tanaman, serta mengurangi pencemaran lingkungan dengan baik apabila diolah dengan baik (Rokhayati & Pateda, 2023). Menurut Melsasail et al., (2019) menyatakan bahwa kandungan unsur hara dalam feses sapi antara lain Nitrogen (0,68 %),  $P_2O_5$  (0,22%), dan  $K_2O$  (0,36%). Selain dengan cara tidak langsung dengan cara penambahan feses sapi untuk fermentasi, salah satu cara pemanfaatan secara langsung tankos (tandan kosong) dapat dilakukan secara langsung karena mengalami dekomposisi.

Pemanfaatan secara langsung tandan kosong sawit sebagai material penutup budidaya untuk menjaga kelembaban tanah (mulsa) (Salmina, 2017). Namun pengolahan tersebut menjadi pupuk organik membutuhkan waktu yang lama karena adanya kandungan lignoselulosa. Proses dekomposisi memiliki waktu yang lama sehingga dapat menciptakan masalah baru, karena tumpukan tandan kelapa sawit berfungsi sebagai tempat tinggal bagi kumbang tanduk (*Oryctes rhinocerus*) yang merupakan hama pada tanaman kelapa sawit (Sarwono et al., 2023). Untuk mempercepat proses tersebut, dapat digunakan mikroorganisme *Fungi* untuk menguraikan selulosa dan lignin dengan proses fermentasi menjadi kompos. Namun fungsi kompos hanya memperbaiki sifat fisik tanah seperti pembentukan agregat atau granulasi tanah saja (Bachtiar & Ahmad, 2019) tidak mempercepat penyerapan unsur hara oleh tanaman, sehingga diperlukan bantuan cacing tanah untuk membuat pupuk casting agar tanah menjadi lebih subur dan tumbuh lebih cepat serta dengan penambahan feses sapi.

Cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) dapat menguraikan beberapa jenis bahan organik dengan cara memakannya. Dekomposisi bahan organik menggunakan cacing disebut dengan *vermicomposting*. *Vermicomposting* adalah proses penguraian sampah organik yang dihasilkan dari proses pencernaan dalam tubuh cacing, yaitu berupa kotoran yang telah terfermentasi dan hasilnya berupa

vermikompos disebut kascing atau *casting* (Arohman et al., 2023; Hazra et al., 2018). *Casting* memiliki kandungan nitrogen, fosfor, kalium, kalsium, dan magnesium, selain kandungan unsur haranya cukup tinggi, kascing sangat baik untuk pertumbuhan tanaman karena mengandung auksin (Wahyudin & Irwan, 2019). Penggunaan pupuk kascing atau casting ini lebih bagus dibandingkan pupuk kimia. Pupuk kimia memiliki dampak pada lingkungan melalui saluran air dan dapat memengaruhi kehidupan akuatik (Ayilara et al., 2020). Sehingga diperlukan adanya alternatif yang lebih aman berupa pembuatan pupuk kompos, sehingga pengomposan atau fermentasi sampah tankos sawit dapat membantu menjaga lingkungan.

Fermentasi tankos sawit perlu dilakukan inovasi dengan penambahan feses sapi dan bioaktivator EM-4 (*effective microorganism-4*) dan molase. Penggunaan mikroorganisme EM-4 dapat digunakan untuk mempercepat proses pengomposan (Imanuddin, 2024). EM-4 mengandung berbagai mikroorganisme yang berfungsi meruraikan sampah organik dan tentunya ramah terhadap lingkungan. Kandungan mikroba dalam EM4 terdiri dari bakteri yang melakukan fotosintetik (*Rhodopseudomonas sp.*), bakteri penghasil asam laktat (*Lactobacillus sp.*), ragi (*Saccharomyces sp.*), *Actinomycetes*, serta jamur yang terlibat dalam proses fermentasi (*Aspergillus* dan *Penicillium*) (N. P. Sari et al., 2021; Sarwono et al., 2023).

Pada proses penelitian ini ditambahkan bioaktivator molase ketika fermentasi tankos sawit. Molase merupakan produk sampingan dari pengolahan gula dari tebu (Hidayati et al., 2022). Kandungan gula yang masih terdapat di dalam molase dapat mempercepat aktivitas mikroba, sehingga proses dekomposisi bahan organik tandan kosong berlangsung lebih cepat. Molase memiliki fungsi meningkatkan kualitas akhir pada masa pengomposan dengan cara menjaga keseimbangan mikroba selama proses fermentasi berlangsung (Lee et al., 2021). Namun, perlu dipahami bahwa kandungan setiap jenis bahan organik berbeda beda, dari segi kandungan nutrisi dan tingkat dekomposisinya. Misalnya pada sampah sayur cenderung memiliki kadar serat rendah, berbanding terbalik dengan tandan kosong kelapa sawit yang memiliki serat tinggi, sehingga dapat mempengaruhi proses pencernaan cacing dan kualitas pupuk kascing yang dihasilkan (Novita et al., 2021).

Penelitian terdahulu yang memiliki relevansi, menurut Sarwono et al., (2023), tandan kosong kelapa sawit dapat digunakan sebagai bahan pembuatan pupuk kompos karena memiliki kandungan unsur hara yang dibutuhkan oleh tanaman. Penambahan bahan feses sapi dilakukan dengan rasio 50%:50% dengan tandan kosong sawit (Nasrullah, 2023). Proses fermentasi anaerob dilakukan selama 30 hari (Suherman et al., 2014), dengan perlakuan konsentrasi EM-4 terhadap karakteristik kompos tandan kelapa sawit, dan di hancurkan dengan ukuran 2- 4 cm (E. Kurniawan et al., 2022). Limbah tandan kosong sawit yang digunakan menunjukkan bahwa sampel perbandingan EM-4 dengan molase dapat diidentifikasi sebagai starter terbaik, dengan perbandingan komposisi perbandingan EM4:Air:Molase sebesar 1 : 1 : 5 (Suherman et al., 2014). Teknik *vermicomposting* yang dapat digunakan untuk tandan kosong kelapa sawit adalah *Continuous Flow Bin* yang dimodifikasi pada produksi kokon, biomassa, dan eksmeat dengan penebaran 90 gram cacing tanah, penelitian ini berdampak pada berat cacing tanah dan kecepatan habis pakan (Mashur et al., 2020). Menurut Kuvaini (2020), proses fermentasi menggunakan cacing menggunakan cacing jenis *Lumbriscus rubellus*. Berdasarkan beberapa penelitian terdahulu terdapat beberapa kesamaan dalam pengambilan sampel yaitu tandan kosong sawit dengan penambahan biokativator EM-4:Molase:Air. Namun, ada beberapa hal keterbaharuan yaitu dengan penggunaan cacing tanah yaitu *Lumbriscus rubellus* dikarenakan kebanyakan penelitian terdahulu hanya sampai pada proses fermentasi dan menghasilkan kompos sehingga penelitian ini mengangkat keterbaharuan pengelolaan tandan kosong kelapa sawit dan feses sapi yang sudah menjadi (*digestate slurry*) digunakan sebagai pakan cacing yang menghasilkan pupuk casting/kascing yang dilakukan selama 7 hari. Selain terdapat hal yang sama dari penelitian sebelumnya, namun bisa saja hasil yang akan ditemukan berbeda.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kecepatan penguraian tandan kosong kelapa sawit setelah diberikan perlakuan perbandingan EM-4 dan molase paling efektif agar peneliti dapat memberikan informasi penting dari segi lingkungan yang dijadikan sumber utama untuk mengelola tandan kosong kelapa sawit agar di dimanfaatkan menjadi pupuk. Hasil penelitan ini memberikan informasi mengenai pembuatan *vermicomposting* agar dijadikan sumber bacaan masyarakat

tentang pembuatan pupuk casting/kascing dari cacing tanah dalam upaya mengoptimalkan pengelolaan tandan kosong kelapa sawit dan pada bidang pendidikan menjadi alternatif sumber belajar biologi terutama pada materi pencemaran lingkungan kelas X SMA .

Pendidikan merupakan usaha yang terencana dalam memberikan suasana yang menyenangkan dimana guru harus aktif berperan dalam proses pembelajaran agar siswa secara aktif dapat mengembangkan potensi yang dia miliki, dapat berupa berpikir kritis, bertanggung jawab dan memiliki akhlak yang baik (Pristiwanti et al., 2022). Peralihan dari Kurikulum 2013 (K-13) ke Kurikulum Merdeka secara tak langsung mendorong para pendidik, terutama yang mengajar biologi, untuk lebih siap dalam menyusun bahan ajar yang akan disampaikan. (Firmansyah, 2023). Contoh perbedaannya terdapat pada capaian pembelajaran pada materi pencemaran lingkungan kelas X semester 2 kurikulum merdeka fase E, peserta didik diharapkan memiliki kemampuan untuk responsif terhadap isu-isu global dan berperan aktif dalam memberikan penyelesaian masalah (Anggraini et al., 2024).

Implementasi pemanfaatan sumber belajar saat ini belum dimaksimalkan oleh pengajar untuk dijadikan sumber belajar yang lebih menarik dan sesuai demi mendukung pencapaian belajar. Pendidik atau guru hanya mengukur kemampuan peserta didik melalui modul yang berisikan soal latihan tanpa penggambaran yang menarik sehingga membuat peserta didik menjadi jenuh dan bosan, menjadikan mereka kesusahan untuk mengembangkan pengetahuan dan ketrampilan yang dia miliki (Puspitasari & Salamah, 2021). Kreativitas pelajar dapat ditingkatkan dengan cara berpikir proaktif, yaitu dengan memanfaatkan lingkungan sekolah serta potensi pencemaran lingkungan sebagai sarana untuk belajar. (Irwandi & Fajeriadi, 2019).

Penggabungan isu pencemaran lingkungan dalam proses pembelajaran dimaksudkan supaya para siswa dapat mengembangkan dan mengelola masalah pencemaran dengan baik agar meningkatkan sikap peduli pada lingkungan (Sawitri et al., 2024). Selain itu, pemanfaatan materi sumber belajar yang digunakan di sekolah sekarang ini kebanyakan di bidang keilmuan pendidikan bukan dari bidang ilmu sains (murni) (Sastrawan, 2018). Sehingga hasil penelitian ini di harapkan dapat memberikan hal baru dengan cara uji coba praktik pada pembelajaran materi isu-isu lingkungan pada kelas X agar menambah pengetahuan dan ketrampilan

peserta didik. Peserta didik kebanyakan lebih menyukai gaya belajar praktik dari pada mendengarkan guru menyampaikan materi pembelajaran. Menurut pernyataan Amina & Simatupang, (2016) bahwa peserta didik dengan gaya belajar kinestik memiliki presentasi tinggi sebesar 41,4%, peserta didik dengan gaya belajar kinestik lebih menyukai praktik secara langsung dari pada mendengarkan guru menjelaskan materi, mereka lebih menyukai aktivitas diluar kelas yang memiliki banyak gerakan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh fermentasi tandan kosong sawit dan feses sapi terhadap kecepatan habis pakan dan berat tubuh *Lumbricus rubellus*?
2. Bagaimanakah pemanfaatan hasil penelitian Pengaruh Dosis Fermentasi Tandan Kosong Sawit dan Feses Sapi Terhadap Kecepatan Habis Pakan dan Berat *Lumbricus rubellus* Sebagai Sumber Belajar Biologi?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Mengetahui pengaruh fermentasi tandan kosong sawit dan feses sapi terhadap kecepatan habis pakan dan berat tubuh *Lumbricus rubellus*
2. Menganalisis hasil penelitian “Pengaruh Dosis Fermentasi Tandan Kosong Sawit dan Feses Sapi Terhadap Kecepatan Habis Pakan dan Berat *Lumbricus rubellus* Sebagai Sumber Belajar Biologi” yang dapat dijadikan sebagai sumber belajar biologi

## 1.4. Manfaat Penelitian

### 1.4.1 Secara Teoritis

1. Memberikan pengetahuan ilmiah terkait pengelolaan tandan kosong kelapa sawit dan feses sapi dengan penambahan EM-4 dan molase terhadap pertumbuhan berat tubuh dan kecepatan habis pakan cacing tanah (*Lumbricus rubellus*)
2. Mengetahui pembuatan pupuk vermicompost dengan bantuan cacing tanah secara efektif

3. Meningkatkan pemahaman peneliti mengenai penulisan ilmiah dan memberikan referensi untuk penelitian lebih lanjut dalam bidang lingkungan dan pendidikan biologi

#### 1.4.2 Secara Praktis

1. Bagi Pendidikan memberikan alternatif sumber belajar kepada guru mata pelajaran biologi dalam proses belajar mengajar untuk mencapai capaian pembelajaran tentang permasalahan lingkungan. Selain itu sebagai sumber alternatif penunjang belajar untuk peserta didik yang berkaitan dengan materi permasalahan lingkungan dalam bentuk praktikum.
2. Bagi masyarakat memberikan alternatif pembuatan pupuk dari bahan sampah organik tandan kosong kelapa sawit khususnya para petani kelapa sawit agar memiliki kemampuan untuk responsif terhadap isu-isu global dan berperan aktif dalam memberikan penyelesaian masalah.

#### 1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini menentukan batasan penelitian sebagai berikut:

1. Tandan kosong sawit (tankos) diperoleh dari di Pt. Sawit Arum Madani Blitar dan di cacah terlebih dahulu dengan ukuran 2-4 cm
2. Feses sapi diperoleh dari peternak susu sapi di Daerah Dermo, Mulyoagung, Kec. Dau dengan umur feses 1 hari pengeluaran
3. Dosis fermentasi hanya menggunakan variasi EM-4 : Molase : Air sebanyak 100:100:1L (X1), 200:200:1L (X2), 300:300:1L (X3)
4. Suhu, kelembapan, dan pH media di control pada suhu 20-29°C, Kelembapan 40-60 %, dan pH 5-7
5. Starter fermentasi dengan menggunakan EM4 (*effective microorganism 4*) yang diperoleh dari membeli di toko pertanian tri jaya 3 Kota Malang dan Molase produk dari proses sampingan pembuatan gula tebu diperoleh dari membeli di toko Daerah Mojorejo, Kec. Junrejo, Kota Batu.
6. Cacing tanah yang digunakan hanya dari spesies *Lumbricus rubellus* berumur 2,5-3 bulan ditandai dengan adanya *klitelum* (gelang putih) yang melingkar di tubuhnya yang diperoleh dari membeli di budidaya CV. RAJ organik Sukun, Kota Malang dengan wadah ukuran 53 cm x 38 cm x 15 cm diisi dengan 100 gram cacing tanah (*Lumbricus rubellus*)

## 1.6 Definisi Istilah

Definisi istilah yang muncul dalam penelitian ini sebagai berikut.

1. Tandan Kosong sawit adalah limbah utama dari proses pengolahan kelapa sawit yang tidak digunakan dari proses pemisahan tandan yang sudah direbus dari buahnya yang di ambil dari Pt. Sawit Arum Madani.
2. Feses sapi adalah limbah hasil peternakan yang diperoleh dari proses pencernaan sapi yang dapat digunakan sebagai pupuk.
3. Kecepatan habis pakan adalah laju konsumsi pakan dalam suatu periode waktu tertentu.
4. Berat tubuh adalah ukuran massa tubuh yang dimiliki pada spesies tertentu dan salah satu indikator penting dalam menilai kondisi kesehatan dan pertumbuhan pada hewan.
5. Cacing tanah (*Lumbricus rubellus*) adalah cacing merah yang tubuhnya memanjang membulat dan memipih yang hidup ditempat permukaan lembab seperti tanah dan sampah.
6. Sumber belajar adalah segala sesuatu yang dapat memudahkan proses belajar siswa sehingga siswa dapat menemukan informasi, pengetahuan dan memahami materi yang diberikan, terutama pada materi pencemaran lingkungan pada kelas X SMA kurikulum merdeka.