

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tandan Kosong Kelapa Sawit

Limbah industri kelapa sawit adalah limbah yang dihasilkan pada saat proses pengolahan kelapa sawit, yang digolongkan dalam tiga jenis yaitu limbah padat, limbah cair, dan limbah gas. Beberapa limbah yang digolongkan sebagai limbah padat yaitu TKKS, cangkang atau tempurung, serabut atau serat, sluge atau lumpur dan bungkil (Prayitno dkk, 2008).

Produksi minyak kelapa sawit menghasilkan limbah TKKS yang besar, jumlah TKKS yang dihasilkan di Indonesia diperkirakan sebesar 25 juta ton/tahun, atau sekitar 270 ton/hari untuk pabrik kelapa sawit berkapasitas 60 ton/jam (Herawan dan Rivani, 2013). TKKS merupakan limbah padat yang dihasilkan dalam industri minyak sawit. Persentase TKKS terhadap tandan buah segar adalah sekitar 20% dan tiap ton TKKS mengandung unsur hara 1.5% N, 0.5% P, 7.3% K dan 0.9% Mg (Kartika dkk, 2015). TKKS dihasilkan dari tandan brondolan, yaitu tandan buah segar yang terlalu matang sehingga buahnya terlepas dari tandannya ataupun dengan cara mekanis (perebusan), yang berpotensi dijadikan pupuk kompos organik (Sunarwan dan Juhana, 2013).

TKKS yang merupakan 23% dari tandan buah segar mengandung bahan lignoselulosa sebesar 55% - 60% berat kering, dengan produksi puncak kelapa sawit per hektar sebesar 20 - 24 ton tandan buah segar per tahun, berarti akan menghasilkan 2.5 – 3.3 ton bahan lignoselulosa. Material lignoselulosa memiliki kemampuan menyerap logam berat karena mengandung gugus-gugus aktif seperti OH dan COOH (Rahmalia dkk, 2006).

Simbolon dkk, (2015) mengatakan, TKKS merupakan bahan organik yang mengandung materi unsur hara 42.8% C, 2.90% K₂O, 0.80% N, 0.22% P₂O₅, 0.30% MgO serta unsur-unsur mikro antara lain 10 ppm B, 23 ppm Cu dan 51 ppm Zn (Sitio dkk, 2015). Pemanfaatan TKKS selama ini diaplikasikan sebagai mulsa yang langsung ditempatkan pada gawangan maupun piringan kelapa sawit. Secara fisik TKKS terdiri dari berbagai macam serat dengan komposisi antara lain sellulosa 45.95%; hemisellulosa 16.49% dan lignin 22.84% (Wardani dan Widiawati, 2013).



2.2 Mutu Pupuk Organik Kompos

Pupuk organik merupakan bahan pembenah tanah yang paling baik dibandingkan bahan pembenah lainnya. Nilai pupuk yang dikandung pupuk organik umumnya rendah dan sangat bervariasi, misalkan unsur nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K) dan mengandung unsur mikro esensial lainnya. Sebagai bahan pembenah tanah, pupuk organik membantu dalam mencegah terjadinya erosi dan mengurangi terjadinya retakan tanah (Sutanto, 2002). Kompos merupakan istilah untuk pupuk organik buatan dari proses pembusukan sisa-sisa buangan makhluk hidup (tanaman maupun hewan) dan pembuatan kompos sebenarnya meniru proses terbentuknya humus oleh alam dengan melalui rekayasa kondisi lingkungan, kompos dapat dibuat serta dipercepat prosesnya dalam jangka waktu 30-90 hari, waktu ini melebihi kecepatan pembentukan humus secara alami (Yuwono, 2009).

Proses pengomposan adalah proses mikrobiologi berupa penguraian selulose, hemiselulose, lemak, lilin, serta lainnya menjadi karbondioksida (CO_2) dan air, pengikatan unsur hara oleh mikroorganisme yang akan dilepaskan kembali jika mikroorganisme mati serta pembebasan unsur hara senyawa organik menjadi senyawa anorganik yang akan tersedia bagi tanaman (Musnamar, 2007). Kompos bermutu baik ciri-cirinya adalah berwarna coklat gelap hingga hitam, berbau tanah, partikelnya halus, pH normal, tidak mengandung logam, kaca, dan plastik (Djaja, 2008), diperoleh dari bahan-bahan dasar yang bermutu baik dan kompos yang telah matang tidak panas, perbandingan C/N rasio 15/1, mempunyai Kapasitas Tukar Kation (KTK) sekitar 60 me/100 gram, tidak mengandung bibit penyakit/hama, serta mampu mensuplai unsur hara makro maupun mikro ke dalam tanah (Supadma & Arthagama, 2008) dengan mengandung unsur hara makro $\text{N} > 1,5\%$, $\text{P}_2\text{O}_5 > 1\%$, dan $\text{K}_2\text{O} > 1,5\%$, C/N ratio 15 – 20 (Surtinah, 2013).

Kompos memiliki kandungan unsur hara yang terbilang lengkap karena mengandung unsur hara makro dan mikro, namun jumlahnya relatif kecil dan bervariasi tergantung dari bahan baku, proses pembuatan, bahan tambahan, tingkat kematangan dan cara penyimpanan. Mutu kompos tersebut dapat ditingkatkan dengan penambahan mikroorganisme yang bersifat menguntungkan

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

(Elfianti dan Siregar, 2010). Mutu kompos biasanya dilihat dari kandungan unsur hara yang ada di dalamnya, dimana kadarnya sangat bergantung dari bahan baku atau proses pengomposan, menurut standar kualitas kompos SNI : 19-7030-2004, kompos yang baik memiliki kandungan minimum 0,40% untuk unsur nitrogen, nilai rasio C/N 10-20 dan Karbon antara 9,80-32% dan kriteria mutu kompos kandungan fosfor tersedia yang bagus adalah lebih besar dari 15 ppm dan kalium lebih besar 1 ppm (Pramaswari dkk, 2011).

2.3 Dekomposer *Effective Microorganism* (EM-4)

Larutan EM-4 ditemukan pertama kali oleh Teruo Higa dari Universitas Ryukyus, Jepang (Kharisma, 2006), merupakan mikroorganisme (bakteri) pengurai yang dapat membantu dalam pembusukan sampah organik. EM-4 berisi sekitar 80 genus mikroorganisme fermentasi, di antaranya bakteri fotosintetik, *Lactobacillus sp.*, *Streptomyces sp.*, *Actinomycetes sp.* dan ragi. EM-4 digunakan untuk pengomposan modern. EM-4 diaplikasikan sebagai inokulan untuk meningkatkan keragaman dan populasi mikroorganisme di dalam tanah dan tanaman yang selanjutnya dapat meningkatkan kesehatan, pertumbuhan, mutu dan kuantitas produksi tanaman. Kompos yang dihasilkan dengan cara ini ramah lingkungan berbeda dengan kompos anorganik yang berasal dari zat-zat kimia. Kompos ini mengandung zat-zat yang tidak dimiliki oleh pupuk anorganik yang baik bagi tanaman (Ardiningtyas, 2013).

Produk EM-4 merupakan kultur EM dalam medium cair berwarna cokelat kekuning-kuningan yang menguntungkan untuk pertumbuhan dan produksi ternak dengan ciri-ciri berbau asam manis, EM terbuat dari kultur campuran spesies mikroorganisme alami yang terdapat dalam lingkungan alam dimanapun dan EM bukan hasil rekayasa genetik (Juliansyah, 2011). EM-4 dapat meningkatkan fermentasi limbah dan sampah organik, meningkatkan ketersediaan unsur hara tanaman, menekan aktivitas serangga, hama dan mikroorganisme patogen. EM-4 merupakan inokulum yang dapat meningkatkan keragaman mikroorganisme tanah yang bermanfaat bagi kesuburan tanah dan tanaman (Jumiati, 2009).

EM adalah suatu sistem bioteknologi yang diperkenalkan kepada petani untuk menekan pertumbuhan mikroba yang menimbulkan penyakit dan

meningkatkan efisiensi penggunaan bahan organik oleh tanaman, teknologi EM-4 ini terbukti dapat memperbaiki mutu tanah, pertumbuhan, jumlah dan mutu hasil tanaman (Telew dkk, 2013).

Tingginya kandungan lignin dan selulosa dalam TKKS menyebabkan bahan tersebut sulit mengalami proses dekomposisi oleh karena itu memerlukan bahan pengurai seperti EM-4 yang dapat mempercepat proses pengomposannya. Budihardjo (2006) mengatakan bahwa, EM-4 merupakan salah satu aktivator yang dapat membantu mempercepat proses pengomposan dan bermanfaat meningkatkan unsur hara kompos.

2.4 Fermentasi.

Fermentasi mempunyai pengertian aplikasi metabolisme mikroba untuk mengubah bahan baku menjadi produk yang bernilai tinggi, seperti asam-asam organik, protein sel tunggal, antibiotika, dan biopolymer dengan proses yang relatif murah (Puspitasari dan Sidik, 2009). Lama fermentasi dipengaruhi oleh faktor-faktor yang secara langsung maupun tidak langsung berpengaruh terhadap proses fermentasi, ada banyak faktor yang mempengaruhi fermentasi antara lain substrat, suhu, pH, oksigen, dan mikroba yang digunakan (Azizah dkk, 2012). Anggaini dkk, (2015) mengatakan, waktu dalam sistem produksi diartikan sebagai waktu kerja aktual yang dijadwalkan atau tersedia pada pusat kerja selama periode tertentu dan efisiensi waktu adalah waktu yang mengukur performansi terhadap standar yang ditetapkan dan dihitung dengan membandingkan waktu proses dan hasil.

Menurut Santi (2008), mikroorganisme yang digunakan untuk fermentasi mempunyai beberapa syarat sebagai berikut: 1) Mempunyai kemampuan untuk memfermentasi karbohidrat yang cocok secara cepat, 2) Bersifat membentuk flokulasi dan sedimentasi (misal sel-sel yeast selalu ada pada bagian bawah tangki fermentasi), 3) Mempunyai genetik yang stabil (tidak mudah mengalami mutasi), 4) Bersifat osmotolerans artinya mikroorganisme tersebut toleran terhadap tekanan osmosa yang tinggi, 5) Toleran terhadap kadar alkohol yang tinggi (14%-15 %), 6) Mempunyai sifat regenerasi yang cepat.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

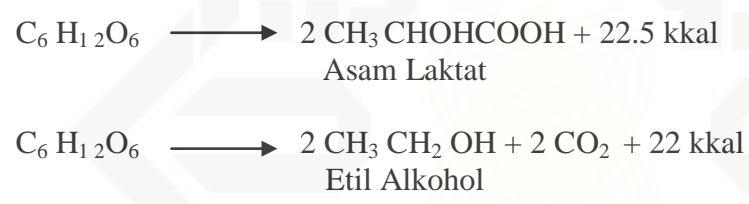
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Winarno dan Fardiaz (1993) mengatakan bahwa, sel-sel yang melakukan fermentasi mempunyai enzim-enzim yang akan mengubah hasil dari reaksi oksidasi, dalam hal ini adalah asam menjadi suatu senyawa yang mempunyai muatan lebih positif sehingga dapat menangkap elektron atau bertindak sebagai aseptor elektron terakhir dan menghasilkan energi, dalam proses fermentasi kapasitas mikroba untuk mengoksidasi tergantung dari jumlah aseptor elektron terakhir yang dapat dipakai.

Proses fermentasi memecah-mecahkan senyawa-senyawa induk, melalui fermentasi 1 molekul glukosa akan menghasilkan 2 molekul asam laktat dan lain sebagainya, seperti 2 molekul etil alkohol dan 2 molekul karbondioksida (Gambar 2.1.). Energi yang dibebaskan oleh oksidasi aerobik jauh lebih besar daripada yang dibebaskan oleh proses fermentasi.



Gambar 2.1. Molekul Fermentasi (Sa'id, 1987).

2.5. Skala Likert

Menurut Budiaji (2013), beberapa skala pengukuran yang dapat digunakan merancang skala pengukuran pada penelitian perilaku misalnya skala thurstone, guttman, dan likert. Skala yang paling mudah digunakan adalah skala likert. Kemudahan yang ada pada penyusunan skala likert harus diperhatikan dengan hati-hati agar analisis lanjutan terhadap butir-butir respon tepat. Skala likert menggunakan beberapa butir pertanyaan untuk mengukur perilaku individu dengan merespon 5 titik pilihan pada setiap butir pertanyaan, sangat setuju, setuju, tidak memutuskan, tidak setuju, dan sangat tidak setuju. Hendri (2009) mengungkapkan bahwa terdapat beberapa cara untuk mengukur sikap, diantaranya adalah self-report.

Self report merupakan metode penilaian sikap dimana responden ditanya secara langsung tentang keyakinan atau perasaan mereka terhadap suatu objek

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

atau kelas objek. *Skala Likert summated ratings* merupakan teknik self report bagi pengukuran sikap dimana subjek diminta untuk mengindikasikan tingkat kesetujuan atau ketidaksetujuan terhadap masing-masing pernyataan. Skala likert adalah salah satu teknik pengukuran sikap yang paling sering digunakan dalam riset pemasaran, dalam pembuatan skala likert, periset membuat beberapa pernyataan yang berhubungan dengan suatu isu atau objek, lalu subjek atau responden diminta untuk mengindikasikan tingkat kesetujuan atau ketidaksetujuan mereka terhadap masing-masing pernyataan.

Azwar (2013) mengungkapkan suatu skala sikap biasanya terdiri atas 25 - 30 pernyataan sikap yang sudah terpilih berdasarkan mutu isi dan analisis statistika terhadap kemampuan pernyataan itu dalam mengungkap sikap kelompok. Subjek memberi respons dengan lima kategori kesetujuan, yaitu : Sangat tidak setuju (STS), Tidak setuju (TS), antara setuju dan tidak (Netral), Setuju (S), Sangat setuju (SS). Sewaktu menanggapi pertanyaan dalam skala likert, responden menentukan tingkat persetujuan mereka terhadap suatu pernyataan dengan memilih salah satu dari pilihan yang tersedia.

Menurut Putra dkk, (2014) rumus untuk mengetahui interval penilaian skala numerik pada skala likert ialah :

$$RS : (m-n) / b$$

Keterangan :

- RS : Rentang skala
- m : Angka tertinggi dalam pengukuran
- n : Angka terendah dalam pengukuran
- b : Banyaknya kelas/kategori yang dibentuk.

Perhitungan hasil jumlah responden yang memilih jawabannya menggunakan perhitungan inerpretasi skor dengan kriteria interpretasi skor berdasarkan interval (<https://ab3duh.wordpress.com>), sebagai berikut: 1. Angka 0% –19,99% : *Sangat* (tidak setuju/ buruk/ kurang sekali), 2. Angka 20% – 39,99% : *Tidak* setuju / *Kurang* baik), 3. Angka 40% – 59,99% : *Cukup* / Netral, 4. Angka 60% – 79,99% : (*Setuju/Baik/suka*), 5. Angka 80% – 100% : *Sangat* (Setuju/Baik/Suka). Data yang sudah diperoleh kemudian diolah dengan cara mengkalikan setiap point jawaban dengan bobot yang sudah ditentukan, untuk

- Hak Cipta Diindungi Undang-Undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

mendapatkan hasil interpretasi, harus diketahui dulu skor tertinggi (Y) dan angka terendah (X) untuk item penilaian dengan rumus sebagai berikut :

$$Y = \text{Skor tertinggi likert} \times \text{jumlah panelis (Angka Tertinggi 5)}$$

$$X = \text{Skor terendah likert} \times \text{jumlah panelis (Angka Terendah 1)}$$

Jika total skor penilaian panelis telah diperoleh, maka penilaian interpretasi panelis adalah hasil nilai yang dihasil dengan menggunakan rumus Index %, sebagai berikut :

$$\text{Rumus Index \%} = \text{Total Skor} / Y \times 100$$

1.6. Feses Kerbau

Kerbau merupakan salah satu ternak ruminansia besar yang penting setelah sapi di Indonesia. Biasanya kerbau dipelihara peternak untuk dimanfaatkan tenaganya sebagai tenaga kerja di sawah dan dimanfaatkan sebagai ternak penghasil daging. Daerah tertentu seperti di Sumatera Utara, kerbau bahkan diambil air susunya sebagai ternak perah (Wiedosari, 1998) selain itu, kerbau juga memiliki kemampuan yang cukup tinggi untuk mengatasi tekanan dan perubahan lingkungan yang ekstrem. Kerbau mempunyai daya adaptasi yang sangat tinggi, dapat berkembang baik dalam rentang kondisi agroekosistem yang sangat luas mulai dari daerah iklim kering (Damayanti dkk, 2014).

Kerbau mampu mencerna pakan dengan mutu yang lebih rendah daripada sapi, mutu pakan ditentukan nilai pencernaan bahan kering. Peningkatan mutu pakan kerbau dengan menggunakan jerami padi amoniasi dan konsentrat dapat meningkatkan pencernaan bahan kering (komariah dkk, 2015). Ternak kerbau menghasilkan feses dan sisa-sisa makanan sebagai pupuk kandang, dari setiap ekor ternak kerbau dapat dihasilkan kurang 15 ton pupuk kandang per tahun. Kandungan hara pupuk kandang kerbau sama dengan sapi dan setara dengan feses ternak lainnya, seperti N 0.6%, P₂O₅ 0.3%, K₂O 0.1% (Rukmana, 2003), air 85% dan komposisi feses kerbau di India adalah N 0.26%, P 0.08%, K 0.14%, Kalsium 0.33%, kelembaban 81.1%, bahan organik 12.7%, serta mikroorganisme yang biasa terdapat dalam feses hewan adalah bakteri, aktimisetes, fungi, protozoa, moluska, dan nematode (Tridarmanto, 1985).

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.

b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Menurut Setiawan (2007), feses ternak memiliki segudang manfaat bagi kesuburan tanah dan tanaman, tetapi dalam penggunaannya harus hati-hati. Ketika feses baru keluar dari perut ternak maka namanya masih feses ternak bukan pupuk kandang, jika feses ternak ini diberikan ke tanaman maka yang terjadi bukan menyuburkan tanaman tetapi sebaliknya dapat menyebabkan tanaman layu atau bahkan mati hal ini disebabkan feses ternak masih mentah atau istilah petani masih panas. Setiap feses ternak mengandung unsur karbon (C) dan nitrogen (N), pada feses yang masih mentah kandungan karbonnya lebih tinggi dari kandungan nitrogennya dengan kata lain perbandingan C dan N (*C/N ratio*) bernilai tinggi. Jika feses ternak dalam kondisi seperti ini diberikan ke tanaman maka akan mengundang jutaan bakteri untuk menguraikan rantai karbon.

Setiawan (2007) lebih lanjut, Proses inilah yang disebut dengan proses dekomposisi (penguraian). Tentang kandungan zat hara dan air dari jenis pupuk kandang kerbau dalam keadaan cair yaitu N 1%, P 0.15%, K 1.50% dan air 92%. Pupuk kandang cair kadar zat haranya juga lebih tinggi. Namun, karena jenis pupuk ini berupa urin ternak yang lebih sulit penggunaannya maka orang segan menggunakannya.

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.