

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) adalah komoditas perkebunan yang penting bagi perekonomian mikro maupun makro di Indonesia. Pada tahun 2019 total ekspor produk turunan kelapa sawit mencapai 30,22 juta ton dengan total *value* sebesar USD 159,9 juta (Statistika, 2020). Kelapa sawit sebagai tanaman penghasil minyak sawit dan inti sawit, juga sebagai sumber devisa non migas bagi Indonesia. Prospek komoditas minyak kelapa sawit dalam perdagangan minyak nabati dunia telah mendorong pemerintah Indonesia untuk memacu perkembangan areal perkebunan kelapa sawit.

TKKS (Tandan Kosong Kelapa Sawit) di Indonesia adalah limbah pabrik kelapa sawit yang jumlahnya sangat melimpah. Setiap pengolahan 1 ton TBS (Tandan Buah Segar) akan dihasilkan sebanyak 22–23% TKKS atau sebanyak 220–230 kg TKKS. Limbah ini belum dimanfaatkan secara baik oleh sebagian besar pabrik kelapa sawit (PKS) dan masyarakat di Indonesia. Pengolahan serta pemanfaatan TKKS oleh PKS masih sangat terbatas. Sebagian besar pabrik kelapa sawit (PKS) di Indonesia masih membakar TKKS dalam incinerator, meskipun cara ini sudah dilarang oleh pemerintah. Alternatif pengolahan lainnya adalah dengan menimbun (*open dumping*), dijadikan mulsa di perkebunan kelapa sawit, atau diolah menjadi kompos.

Tandan kosong kelapa sawit mempunyai potensi yang besar untuk digunakan sebagai bahan penyubur tanah karena sifat kimia dan fisik yang dapat memperbaiki kondisi tanah (Sembiring *et al.*, 2014). Jika dibandingkan dengan bahan penyubur tanah lainnya tandan kosong kelapa sawit merupakan salah satu pupuk organik yang mengandung kalium (K) cukup tinggi selain kandungan nitrogen (N) dan fosfor (P).

Salah satu cara dalam memanfaatkan limbah TKKS sebagai penyubur tanah adalah dengan mengubahnya menjadi pupuk kompos. Akan tetapi masih di temukan beberapa permasalahan yang cukup mengganggu seperti tumpukan TKKS dan daya urai yang rendah. TKKS yang terlambat diaplikasikan kelapangan

berpengaruh terhadap potensi nutrisinya akan berkurang. Disamping itu, TKKS yang membusuk ditempat akan menarik kedatangan jenis kumbang tertentu yang berpotensi merusak pohon kelapa sawit dan mengganggu lingkungan sekitar.

Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan optimasi pengolahan pupuk TKKS, menggunakan berbagai jenis aktivator dan dosis aktivator. Sehingga tidak menimbulkan permasalahan di atas. Penggunaan aktivator dimaksudkan untuk mempercepat penguraian dan mendapatkan kualitas tandan kosong kelapa sawit yang sesuai dengan SNI No 19-7030-2004.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

- a. Mendapatkan jenis aktivator terbaik terhadap kualitas kompos tandan kosong kelapa sawit.
- b. Mendapatkan dosis aktivator terbaik terhadap kualitas kompos tandan kosong kelapa sawit.
- c. Mendapatkan interaksi antara jenis aktivator dan dosis aktivator terbaik terhadap kualitas kompos tandan kosong kelapa sawit

1.3 Kerangka Pemikiran

Salah satu cara dalam memanfaatkan limbah TKKS sebagai penyubur tanah adalah dengan mengubahnya menjadi pupuk kompos. Akan tetapi masih ditemukan permasalahan yang cukup mengganggu yaitu daya urai yang rendah.

TKKS yang mengandung lignoselulosa membutuhkan waktu yang cukup lama dalam penguraiannya. Untuk mengatasi hal tersebut dibutuhkan bantuan mikroorganisme untuk mempercepat proses pengomposan. Beberapa bahan yang dapat digunakan sebagai bahan tambahan mikroorganisme pada pengomposan bahan organik yaitu EM 4, kotoran sapi dan limbah cair kelapa sawit.

Keunggulan aktivator EM4 adalah kandungan mikroorganismenya yang bisa bekerja sesuai dengan kondisinya. Keunggulan lain dari aktivator EM4 yang bisa didapatkan adalah memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah. Hal ini membuat struktur tanah menjadi lebih baik dan mudah ditanami tanaman pada beberapa tahun kemudian. Aktivator ini juga bisa menyediakan unsur hara yang

dibutuhkan oleh tanaman, menjaga kesehatan tanaman, meningkatkan produksi tanaman, dan menjaga kestabilan produksi (Meriatna *et al.*, 2019).

Menurut Islam *et al.*, (2019) menjelaskan bahwa penggunaan LCPKS dapat dimanfaatkan sebagai pupuk, karena limbah cair pabrik kelapa sawit dapat memperbaiki sifat biologi tanah dengan meningkatkannya keragaman makrofauna dan mesofauna tanah pada perkebunan kelapa sawit. Penggunaan limbah cair pabrik kelapa sawit dapat meningkatkan jumlah total bakteri tanah. Meningkatnya sifat-sifat biologi tanah maka meningkat pula sifat-sifat tanah lainnya yaitu sifat kimia dan fisik. Yuna *et al.*, (2019), mengatakan bahwa penggunaan limbah cair pabrik kelapa sawit yang mempunyai kandungan BOD < 5.000 ppm ke tanah memberikan pengaruh yang baik, diantaranya untuk memperbaiki struktur fisika tanah, meningkatkan infiltrasi dan aerasi tanah, menambah perkembangan sistem perakaran, menambah bahan organik tanah, menambah kapasitas tukar kation dan meningkatkan pH tanah, meningkatkan jumlah dan aktifitas mikroflora dan mikrofauna tanah.

Komposisi utama limbah cair pabrik kelapa sawit antara lain 94 – 95% air, 0,6 – 0,7% minyak, 4 – 5% padatan. Komposisi limbah pabrik kelapa sawit adalah 31,6% ekstraksi dengan ether, 8,2% protein, 11,9% serat, 43,2% ekstraksi tanpa N, abu sebesar 14,1%, kalium (K) 0,99%, Kalsium (Ca) 0,97%, Magnesium (Mg) 0,3% dan natrium (Na) sebesar 0,08% (Yuniarti *et al.*, 2019).

Kotoran sapi mempunyai manfaat yang beragam khususnya dalam sektor pertanian, maka dari itu kotoran sapi dapat juga dimanfaatkan sebagai bahan aktivator pengganti Em 4 sebagai bahan pengurai dalam proses pembuatan pupuk kompos.

Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian pengaruh berbagai jenis dan dosis aktivator limbah cair pabrik kelapa sawit, dan kotoran sapi untuk mendapatkan kualitas kompos tandan kosong kelapa sawit.

1.4 Hipotesis

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

- a. Terdapat pengaruh jenis aktivator terhadap kualitas kompos tandan kosong kelapa sawit.
- b. Terdapat dosis terbaik aktivator terhadap tandan kosong kelapa sawit.
- c. Terdapat interaksi terbaik antara jenis aktivator dan dosis aktivator terhadap tandan buah kosong kelapa sawit.

1.5 Kontribusi

Hasil dari penelitian ini akan memberikan kontribusi untuk beberapa pihak antara lain:

- a. Bagi Penulis, dapat menambah wawasan, pengetahuan dan sebagai salah satu ajaran dari penerapan ilmu yang sudah didapatkan selama masa kuliah.
- b. Pembaca, memberikan informasi terhadap perkembangan IPTEK dalam pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit.
- c. Peneliti, dapat dijadikan sebagai salah satu referensi untuk pelaksanaan penelitian lebih lanjut, khususnya pada pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit.
- d. Mahasiswa, menambah informasi pengetahuan tentang pemanfaatan tandan kosong kelapa sawit.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sejarah Kompos dan Kompos TKKS

Kompos merupakan bahan organik, seperti daun-daunan, jerami, alang-alang, rumput-rumputan, dedak padi, batang jagung, sulur, carang-carang serta kotoran hewan yang telah mengalami proses dekomposisi oleh mikroorganisme pengurai, sehingga dapat dimanfaatkan untuk memperbaiki sifat-sifat tanah. Penggunaan kompos sebagai bahan pembenah tanah (soil conditioner) dapat meningkatkan kandungan bahan organik tanah sehingga mempertahankan dan menambah kesuburan tanah pertanian. Karakteristik umum dimiliki kompos, antara lain: (1) mengandung unsur hara dalam jenis dan jumlah bervariasi tergantung bahan asal; (2) menyediakan unsur hara secara lambat (slow release) dan dalam jumlah terbatas; dan (3) mempunyai fungsi utama memperbaiki kesuburan dan kesehatan tanah (Sunuk *et al.*, 2018).

Pengkomposan merupakan salah satu cara pemanfaatan limbah padat yang sudah lama dikenal. Salah satu faktor yang penting dalam proses pengkomposan ialah nisbah C dan N. Sebenarnya setiap limbah padat yang dibuang ke tanah akan selalu diikuti pembusukan yang dilakukan oleh mikroba, baik oleh mikroba tanah ataupun mikroba yang berasal dari limbah itu sendiri. Pertumbuhan mikroba membutuhkan nitrogen, dan jika nisbah C/N dalam limbah terlalu besar berarti N tidak mencukupi, dan mikroba akan menggunakan cadangan N yang terdapat dalam tanah tersebut. Akibatnya tanah pada daerah tempat pembuangan limbah padat akan mengalami defisiensi N (Budi, *et al.*, 2015).

Pada prinsipnya pengkomposan TKKS untuk menurunkan nisbah C/N yang terkandung dalam tandan agar mendekati nisbah C/N tanah. Nisbah C/N yang mendekati C/N tanah akan mudah diserap oleh tanaman. Kompos TKKS memiliki beberapa sifat yang menguntungkan antara lain :

- a. Memperbaiki struktur tanah berlempung menjadi ringan.
- b. Membantu kelarutan unsur hara yang diperlukan bagi tanaman.
- c. Bersifat homogen dan mengurangi resiko sebagai pembawa hama tanaman.
- d. Pupuk yang tidak mudah tercuci oleh air yang meresap dalam tanah.

e. Dapat diaplikasikan pada sembarang musim.

Kompos tidak saja mengandung nutrisi, namun juga mengandung bahan organik yang berguna bagi perbaikan struktur organik pada tanah. Dengan pendekatan unsur hara yang terkandung dalam TKKS maka kompos TKKS dapat dimanfaatkan untuk semua jenis tanaman. Beberapa karakteristik pupuk kompos TKKS adalah sebagai berikut :

- a. Secara fisiologis merupakan bahan berbutir kasar dan dapat berfungsi melonggarkan tanah dan mengurangi kepadatan isi tanah.
- b. Dengan nilai pH normal dapat membantu kelarutan unsur-unsur hara yang diperlukan bagi pertumbuhan tanaman.
- c. Bersifat homogen dan mengurangi resiko sebagai pembawa hama tanaman.
- d. Merupakan pupuk yang tidak mudah dicuci oleh air yang meresap dalam tanah. Penggunaan sesuai dosis yang dianjurkan secara hipotesis tidak akan mengganggu kondisi air tanah dan dapat diaplikasikan pada sembarang musim (Jaya *et al.*, 2014).

Menurut Purnomo *et al.*, (2017) susunan hara dari kompos memang tidak pernah tetap. Kandungan hara kompos yang dibuat oleh produsen yang berbeda tentunya akan berbeda satu sama lain. Satu hal yang pasti ialah kompos yang baik merupakan kompos yang penguraian sudah berhenti. Biasanya penguraian akan berhenti setelah 2,5 bulan. Kompos yang baik biasanya memiliki butiran halus berwarna coklat sedikit kehitaman.

2.2 Prinsip Pengomposan

Menurut Ekawandani, (2018) prinsip pengomposan adalah untuk menurunkan rasio C/N bahan organik hingga sama dengan C/N tanah (<20). Semakin tinggi rasio C/N bahan organik maka proses pengomposan atau perombakan bahan semakin lama. Waktu yang dibutuhkan bervariasi dari satu bulan hingga beberapa tahun tergantung bahan dasar. Proses perombakan bahan organik terjadi secara biofisik-kimia, melibatkan aktivitas biologi mikroba dan mesofauna. Secara alami proses peruraian tersebut bisa dalam keadaan aerob (dengan O₂) maupun anaerob (tanpa O₂). Proses penguraian aerob dan anaerob secara garis besar sebagai berikut:

a. Mikroba aerob

Bahan organik + O₂-----> H₂O + CO₂+ hara + humus + energi N, P, K

b. Mikroba anaerob

Bahan organik -----> CH₄ + hara + humus N, P, K

Pada pengomposan, prinsip utama yang paling mempengaruhi adalah teknologi, dimana banyak sistem teknologi kompos yang telah dikembangkan. Pada prinsipnya, cara pengomposan baik secara aerob maupun anaerob harus dipertimbangkan dari segi efektivitas dalam penyediaan udaranya, dan yang lebih penting adalah tujuan pengomposan dapat dicapai. Jika tidak ada perkembangan dalam proses pengomposan, dapat dibantu dengan sistem mekanis yaitu dilakukan pembalikan dan udara dapat tersedia (Silolongan dan Apriyono, 2019).

2.3 Pengomposan Aerob

Sistem pengomposan aerob adalah proses dekomposisi bahan organik dengan oksigen bebas dan sebagai hasil akhir diperoleh air, CO₂, unsur hara, dan energi. Energi yang dihasilkan pada pengomposan sistem aerobik adalah 484 – 674 kkal/mol glukosa. Energi tersebut dihasilkan dari perombakan bahan karbon menjadi karbon dioksida (Saraswati *et al.*, 2017).

Dalam sistem pengomposan aerob, kurang lebih 2/3 unsur karbon (C) akan menguap menjadi karbon dioksida (CO₂) dan sisanya bereaksi dengan nitrogen dalam sel hidup. Selama proses pengomposan aerob tidak timbul bau yang busuk. Selama proses pengomposan berlangsung akan terjadi reaksi eksotermik sehingga timbul panas akibat pelepasan energi. Kenaikan temperatur dalam timbunan bahan organik menghasilkan temperatur yang menguntungkan mikroorganisme termofilik. Akan tetapi, apabila temperatur melampaui 65 °C – 70 °C, kegiatan mikroorganisme akan menurun karena kematian organisme akibat panas yang tinggi (Dewi *et al.*, 2017).

2.4 Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pengomposan

Limbah organik dalam kondisi aerob akan terdekomposisi secara lambat. Proses dekomposisi alami dapat dipercepat secara buatan dengan memperbaiki kondisi proses dekomposisi. Faktor-faktor yang mempengaruhi proses dekomposisi antara

lain:

a. Kelembapan

Karena mikroorganisme hanya dapat menyerap makanan dalam bentuk larutan, maka aras kelengasan yang sesuai diperlukan selama proses dekomposisi berlangsung. Kandungan lengas paling sedikit 25% - 30% berat kering bahan. Di bawah kadar air 20%, proses dekomposisi praktis berhenti.

b. Sirkulasi Udara (Aerasi)

Pasokan oksigen yang diperlukan mikroorganisme aerob dalam proses dekomposisi (terutama bakteri dan fungi) sebagian dipengaruhi oleh struktur dan ukuran partikel bahan dasar kompos. Pasokan oksigen terhadap bahan yang didekomposisi tidak hanya dipengaruhi berat bahan saja, tetapi juga frekuensi dan teknik pembalikan serta ketinggian timbunan.

c. Penghalusan dan Pencampuran

Bahan penghalusan bahan meningkatkan permukaan spesifik bahan kompos dengan demikian mempunyai pengaruh yang positif terhadap proses dekomposisi. Partikel berukuran 5 – 10 cm sesuai untuk pengomposan ditinjau dari aspek sirkulasi udara yang kemungkinan terjadi. Pencampuran yang kurang baik dari komponen yang mempunyai tingkat kematangan berbeda harus dihindarkan karena menyebabkan terjadinya genangan di tempat-tempat tertentu.

d. Nisbah Karbon/Nitrogen

Nisbah karbon dan nitrogen sangat penting untuk memasok hara yang diperlukan mikroorganisme selama proses pengomposan berlangsung. Karbon diperlukan oleh mikroorganisme sebagai sumber energi dan nitrogen untuk membentuk protein. Nisbah C/N yang cukup besar juga menunjukkan sebagai bahan yang sukar terdekomposisi.

e. Nilai pH

Pada prinsipnya bahan organik dengan nilai pH antara 3 dan 11 dapat dikomposkan, pH optimum berkisar antara 5,5 dan 8,0. Biasanya pH agak turun pada awal proses pengomposan karena aktivitas bakteri yang menghasilkan asam. Dengan munculnya mikroorganisme lain dan bahan yang didekomposisi maka pH bahan kembali naik setelah beberapa hari dan pH berada pada kondisi netral.

f. Suhu

Suhu yang berkisar antara 60 °C dan 70 °C merupakan kondisi optimum kehidupan mikroorganisme tertentu dan membunuh patogen yang tidak kita kehendaki. Suhu harus dipertahankan 55°C terus menerus selama 2 minggu, atau 65 °C selama 1 minggu proses dekomposisi berlangsung. Semakin besar volume timbunan maka semakin besar isolasi panas dan timbunan menjadi panas (Dewi *et al.*, 2017).

Pengomposan akan berjalan lama jika mikroorganisme perombak pada permulaannya sedikit. Untuk memperbanyak jumlah mikroorganisme, pada awal pengomposan ditambah “starter” atau aktivator berupa kotoran ternak atau limbah cair. Populasi mikroorganisme selama berlangsungnya proses dekomposisi aerobik akan berfluktuasi. Bakteri dan cendawan mesofilik yang memproduksi asam muncul pada tahap awal pengomposan. Kemudian tahap selanjutnya digantikan oleh bakteri aktinomicetes dan cendawan termofilik (Saraswati, 2015).

2.5 Standar Kualitas Kompos Indonesia

Kadar hara kompos sangat ditentukan oleh bahan yang dikomposkan, cara pengomposan dan cara penyimpanannya. Kompos yang baik merupakan kompos yang penguraianya sudah berhenti. Biasanya penguraian akan berhenti setelah 2,5 bulan. Kompos yang baik biasanya memiliki butiran halus berwarna coklat sedikit kehitaman (Farida Ali *et al.*, 2018). Kondisi kelengasan dan bahan dasar kompos menentukan nisbah C/N dan nilai pupuk kompos. Pengujian kimiawi termasuk pengukuran C, N dan nisbah C/N merupakan indikator kematangan kompos. Apabila nisbah C/N kompos 20 atau lebih kecil berarti kompos tersebut siap digunakan. Akan tetapi, nisbah C/N bahan kompos yang baik berkisar antara 5 dan 20 (Ninla Elmawati *et al.*, 2014). Indonesia telah memiliki standar kualitas kompos, yaitu SNI 19-7030-2004 dan peraturan menteri pertanian No. 02/Pert/HK.060/2/20006.

Standar kualitas kompos di Indonesia merujuk pada SNI 19-7030-2004 tentang spesifikasi kompos dari sampah organik domestik seperti yang ditampilkan pada Tabel berikut.

Tabel 1. Baku mutu kualitas kompos di Indonesia

No	Parameter	Satuan	Minimum	Maksimum
1.	Kadar Air	%	-	50
2.	Temperatur	°C		Suhu air tanah
3.	Warna			Kehitaman
4.	Bau			Berbau tanah
5.	Ukuran partikel	Mm	0,55	25
6.	Kemampuan ikat air	%	58	-
7.	pH		6,80	7,49
8.	Bahan asing	%	*	1,5
	Unsur makro			
9.	Bahan organik	%	27	58
10.	Nitrogen	%	0,40	-
11.	Karbon	%	9,80	32
12.	Phosfor (P ₂ O ₅)	%	0,10	-
13.	C/N- rasio		10	20
14.	Kalium (K ₂ O)	%	0,20	*
	Unsur mikro			
15.	Arsen	mg/kg	*	13
16.	Kadmium (Cd)	mg/kg	*	3
17.	Kobal (Co)	mg/kg	*	34
18.	Kromium (Cr)	mg/kg	*	210
19.	Tembaga (Cu)	mg/kg	*	100
20.	Merkuri (Hg)	mg/kg	*	0,8
21.	Nikel (Ni)	mg/kg	*	62
22.	Timbl (Pb)	mg/kg	*	150
23.	Selenium (Se)	mg/kg	*	2
24.	Seng (Zn)	mg/kg	*	500
	Unsur lain			
25.	Kalsium	%	*	25.50
26.	Magnesium (Mg)	%	*	0.60
27.	Besi (Fe)	%	*	2.00
28.	Aluminium (Al)	%	*	2.20
29.	Mngan (Mn)	%	*	0.10
	Bakteri			
30.	Fecal Coil	MPN/gr		1000
31.	Salmonella sp.	MPN/4 gr		3

Sumber : SNI 19-7030-2004 dalam Badan Standarisasi Nasional (2011)

Keterangan : * Nilainya lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum

2.6 Limbah Padat Tandan Kosong Kelapa Sawit

Dalam proses pengolahan tandan buah segar (TBS) menjadi minyak kelapa sawit akan menghasilkan sisa produksi berupa limbah padat, cair, dan gas. Limbah padat berasal dari proses pengolahan kelapa sawit terdiri dari tandan kosong kelapa sawit (TKKS), cangkang atau tempurung, serabut atau serat, lumpur, dan bungkil.

Limbah padat tandan kosong merupakan limbah padat yang jumlahnya cukup besar yaitu sekitar 6 juta ton yang tercatat pada tahun 2004, namun pemanfaatannya masih terbatas. Limbah tersebut selama ini dibakar dan sebagian ditebarkan di lapangan sebagai mulsa. Setiap ton tandan kosong mengandung unsur hara N, P, K dan Mg berturut-turut setara dengan 3 kg Urea, 0,6 kg CIRP, 12 kg MOP dan 2 kg Kieserit. Salah satu potensi limbah dapat dimanfaatkan sebagai sumber unsur hara yang mampu menggantikan pupuk sintetis.

Limbah padat tandan kosong kelapa sawit merupakan limbah utama yaitu 23% dari proses pengolahan kelapa sawit. Setiap pengolahan 1 ton tandan buah segar akan dihasilkan tandan kosong kelapa sawit sebanyak 22–23% atau 220–230 kg. Apabila dalam sebuah pabrik dengan kapasitas pengolahan 100 ton/jam dengan waktu operasi selama 6 jam, maka akan dihasilkan sebanyak 132 ton tandan kosong kelapa sawit. Adapun limbah cair pabrik minyak kelapa sawit (LCPMKS) berasal dari unit pengukusan (sterilisasi), klarifikasi (pemisahan produk pabrik kelapa sawit berdasarkan berat jenis), dan buangan dari hidrosiklon (Erivianto *et al.*, 2020).

Tandan kosong kelapa sawit memiliki komposisi kimia berupa selulosa 45,95%, hemiselulosa 22,84%, lignin 16,49%, minyak 2,41%, dan abu 1,23%. Selama ini pemanfaatan limbah tandan kosong kelapa sawit sangat terbatas yaitu ditimbun (open dumping) dan dibakar dalam incinerator (Muryanto *et al.*, 2016).

2.7 Aktivator

Menurut Widiyaningrum, (2015) setiap zat atau bahan yang dapat mempercepat dekomposisi mikrobiologis dalam tumpukan kompos disebut aktivator. Aktivator dalam proses pengomposan dapat berupa kotoran ternak, pupuk nitrogen, dan larutan bakteri, kotoran sapi, dan kotoran ayam. Menurut Kaswinarni dan Nugraha, (2020) aktivator terdiri atas ± 80 genus mikroorganisme fermentator. Mikroorganisme tersebut dapat bekerja secara efektif dalam

memfermentasikan bahan organik. Terdapat 5 golongan yang yaitu bakteri fotosintetik, *Lactobacillus sp*, *Streptomyces sp*, ragi, dan *Actinomyces*.

Aktivator/mikroorganisme mempengaruhi proses pengomposan melalui dua cara, cara pertama yaitu dengan menginokulasi strain mikroorganisme yang efektif dalam menghancurkan bahan organik (pada aktivator organik), kedua yaitu meningkatkan kadar N yang merupakan makanan tambahan bagi mikroorganisme tersebut. Mikroorganisme yang efektif mampu mempercepat proses dekomposisi bahan organik dan meningkatkan ketersediaan hara bagi tanaman serta telah diterapkan pada berbagai jenis tanaman dan kondisi tanah (Waluyo, 2020).

2.7.1 Limbah cair pabrik kelapa sawit

Limbah cair mengandung cukup banyak hara (NPK) dan bahan organik. Beberapa senyawa organik yang dikandung dapat dialihurukan menjadi asam humat yang berperan dalam pembentukan struktur tanah. Limbah cair dapat digunakan langsung sebagai pupuk, baik sebagai pupuk dasar maupun pupuk susulan. Penggunaan limbah cair untuk tanaman ternyata memperoleh hasil yang relatif sama dengan penggunaan pupuk kimia (Hanum *et al.*, 2015).

Proses pengolahan kelapa sawit menghasilkan limbah cair yang berasal dari kondensat, stasiun klarifikasi dan dari hidrosiklon. Sebagaimana limbah industri pertanian lainnya, limbah cair kelapa sawitpun mempunyai kadar bahan organik yang tinggi. Tingginya bahan organik mengakibatkan beban pencemaran yang semakin besar, karena diperlukan degradasi bahan organik yang lebih besar. Salah satu limbah cair industri kelapa sawit yang penting karena diduga sebagai pencemaran lingkungan adalah lumpur (sludge) yang berasal dari proses klarifikasi disebut lumpur primer. Sedangkan lumpur yang telah mengalami proses sedimentasi disebut lumpur sekunder.

Pengendalian limbah cair PKS bertujuan untuk mengurangi daya cemar dari unsur-unsur yang dapat membahayakan kesehatan dan mengganggu lingkungan tempat pembuangannya. Proses pengendalian yang dilakukan sampai saat ini yaitu terdiri dari perlakuan awal dan pengendalian lanjutan. Perlakuan awal meliputi pengutipan / pengambilan minyak dari fat pit, penurunan suhu limbah dari 70 – 80 °C menjadi 40 – 45 °C melalui menara pendingin (cooling tower). Limbah

cair PKS kemudian dialirkan ke kolam–kolam unit pengolah limbah yang mempergunakan sistem anaerob – aerob dengan bantuan aktivitas mikroorganismenya (Nursanti, 2013).

2.7.2 Dekomposer kotoran sapi

Dekomposer adalah makhluk hidup yang berfungsi untuk menguraikan makhluk hidup yang telah mati, sehingga materi yang diuraikan dapat diserap oleh tumbuhan yang hidup di sekitar daerah tersebut. Harga dekomposer yang mahal dapat diatasi dengan membuat dekomposer lokal yang sering disebut Mikro Organisme Lokal (MOL) merupakan cairan yang terbuat dari bahan-bahan alami, sebagai media hidup dan berkembangnya mikroorganismenya yang berguna untuk mempercepat penghancuran bahan organik (Suwatanti dan Widiyaningrum, 2017).

Menurut Dahlianah, (2015) ada beberapa cara untuk mempercepat proses pengomposan baik secara fisik, kimia maupun secara biologi. Perlakuan secara biologi yang biasa diberikan adalah dengan cara menambahkan inokulum mikroorganismenya yang berkemampuan tinggi dalam merombak bahan yang dikomposkan seperti jamur, bakteri dan aktinomisetes.

Kotoran sapi sangat baik digunakan sebagai bahan baku pengomposan. Setiap volume kotoran sapi dapat dicampur dengan bahan baku lain dengan perbandingan (1:1:3). Namun selama proses pengomposan berlangsung akan timbul sedikit bau. Hal ini disebabkan karena kotoran sapi mengandung feses uriennya (Simarmata, 2017).

Ketersediaan hara sangat dipengaruhi oleh tingkat dekomposisi atau mineralisasi dari bahan-bahan tersebut. Rendahnya ketersediaan hara dari pupuk kandang antara lain karena bentuk N, P serta unsur lain terdapat dalam bentuk senyawa kompleks organo protein atau senyawa asam humat atau lignin yang sulit terdekomposisi. Selain mengandung hara bermanfaat, pupuk kandang juga mengandung bakteri saprofitik, pembawa penyakit, dan parasit mikroorganismenya yang dapat membahayakan hewan atau manusia (Wijaksono *et al.*, 2016).

2.8 Perbandingan C/N

Rasio C/N adalah perbandingan kadar karbon (C) dan kadar nitrogen (N) dalam satuan bahan. Semua makhluk hidup tersebut dari sejumlah besar bahan karbon (C) serta nitrogen (N) dalam jumlah kecil. Bahan organik yang mempunyai C/N yang tinggi berarti masih mentah. Kompos yang belum matang (C/N tinggi) dianggap merugikan bila langsung diberikan ke dalam tanah. Umumnya masalah utama pengomposan adalah kadar rasio C/N yang tinggi. Untuk menurunkan rasio C/N diperlukan perlakuan khusus, misalnya menambahkan mikroorganisme selulolitik atau dengan menambahkan kotoran hewan karena mengandung banyak senyawa nitrogen. Kandungan nitrogen merupakan unsur hara yang berguna bagi tanaman dan untuk makanan bagi mikroorganisme (Purnomo *et al.*, 2017).

Keberhasilan proses pengomposan ditentukan oleh C/N rasio karena prinsip pengomposan adalah menurunkan rasio C/N bahan organik menjadi sama dengan rasio C/N tanah. Agar dapat diaplikasikan ke tanah, rasio C/N kompos harus sesuai dengan rasio C/N tanah yakni antara 8-15 atau rata-rata 10-12 (Indriani, 2001). Berdasarkan syarat mutu yang ditetapkan dalam Permentan No 28/Permentan/SR.130/5/2009 tentang persyaratan teknis minimal pupuk organik. C/N rasio sudah memenuhi standar pupuk organik yang telah dipersyaratkan yakni < 25,0.

2.9 Rendemen

Rendemen adalah perbandingan berat kering terhadap berat basah dan dinyatakan dalam persen. Rendemen dapat ditentukan dengan cara bahan ditimbang sebelum diolah yang dinyatakan sebagai berat basah, kemudian setelah selesai diolah bahan ditimbang kembali dan dinyatakan sebagai berat kering. Rendemen dihitung dengan rumus (Amaliah *et al.*, 2019). :

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Be ra t a khir}}{\text{Berat awal}} \times 100\%$$