

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Taksonomi dan Morfologi Daun Kelapa Sawit

Taksonomi tanaman kelapa sawit diklasifikasikan sebagai berikut : Divisi: *Embryophyta Siphonagama*, Kelas: *Angiospermae*, Ordo: *Monocotyledonae*, Famili: *Arecaceae*, Sub Famili: *Cocoideae*, Genus: *Elaeis*, Spesies: *E. guineensis* Jack, *E. Oleifera* (HBK) Cortes, *E. odora* (Pahan, 2008).

Daun kelapa sawit merupakan daun majemuk, berwarna hijau tua dan pelepah berwarna sedikit lebih muda. Penampilannya sangat mirip dengan tanaman salak, hanya saja dengan duri yang tidak terlalu keras dan tajam. Pelepah kelapa sawit meliputi helai daun, setiap helainya mengandung lamina (helaian) dan midrib (tulang anak daun), rachis (ruas tengah), petiole (tangkai daun) dan kelopak pelepah (seludang). Helai daun berukuran 55 cm hingga 65 cm dan mencakup dengan lebar 2,5 cm hingga 4 cm. Setiap pelepah mempunyai lebih kurang 100 pasang helai daun. Titik tumbuh aktif secara terus menerus menghasilkan primordia (bakal) daun setiap sekitar 2 minggu (pada tanaman dewasa). Daun memerlukan waktu 2 tahun untuk berkembang dari proses inisiasi sampai menjadi daun dewasa pada pusat tajuk dan dapat berfotosintesis secara aktif sampai 2 tahun lagi. Proses inisiasi daun sampai layu (*senescence*) sekitar 4 tahun. Jumlah pelepah yang dihasilkan meningkat 30 – 40 batang ketika berumur 3 – 4 tahun dan menurun (*declines*) sampai 18 pelepah untuk tanaman tua (Hakim, 2007).

Berdasarkan aspek kondisi lahan, kondisi tanaman, dan usia tanaman rata-rata di kebun, diperkirakan pertumbuhan dan perkembangan pelepah tanaman

kelapa sawit berkisar 16 – 18 pelepah setahun dalam satu pohon. Hal ini berarti bahwa dalam sebulan terdapat 1,4 – 1,5 pelepah per pohon (Pahan, 2008).

Kualitas pelepah daun kelapa sawit cukup potensial sebagai bahan pakan ternak ruminansia tidak dilakukan, namun masih harus ditelusuri lebih mendalam lagi adalah nilai gizi atau kualitas pelepah tersebut. Jalaludin (1994) melaporkan bahwa pelepah kelapa sawit mengandung protein 1,9%, lemak 0,5% dan lignin 17,4%, sedangkan daunnya, mengandung protein 14,8%, lemak 3,2% dan lignin 27,6%. Jika pelepah dan daun dicampur kandungan proteinnya hanya mencapai 4,8%. Sedangkan Ishida dan Hasan (1997) melaporkan bahwa kandungan lignin yang jauh lebih tinggi pada pelepah kelapa sawit sebesar 17% dibandingkan dengan jerami padi (13%).

Pelepah dan daun kelapa sawit memiliki kandungan nutrisi bahan kering (% BK) setara dengan rumput alam yang tumbuh di padang penggembalaan. Kandungan zat-zat nutrisi pelepah dan daun kelapa sawit adalah bahan kering 48,78%, protein kasar 5,3%, hemiselulosa 21,1%, selulosa 27,9%, serat kasar 31,09%, abu 4,48%, BETN 51,78%, lignin 16,9% dan silica 0,6% (Imsya, 2007).

Berdasarkan hasil penelitian Syahfitri (2008), pengolahan pelepah daun kelapa sawit menjadi kompos diharapkan dapat meningkatkan sanitasi lingkungan perkebunan sekaligus memanfaatkan kandungan bahan organiknya sebagai bahan pembenah tanah. Kandungan unsur hara pada pelepah kelapa sawit yaitu sebagai berikut: N 2,6-2,9 (%); P 0,16-0,19 (%); K 1,1-1,3 (%); Ca 0,5-0,7 (%); Mg 0,3-0,45 (%); S 0,25-0,40 (%); Cl 0,5-0,7 (%); B 15-25 ( $\mu\text{g-1}$ ); Cu 5-8 ( $\mu\text{g-1}$ ) dan Zn 12-18 ( $\mu\text{g-1}$ ).

## B. Pengomposan

Pengomposan yaitu upaya untuk mempercepat proses dekomposisi bahan organik oleh makro maupun mikroorganisme dengan kondisi lingkungan yang terkendali (Bertoldi, Vallini and Pera, 1983). Faktor utama untuk mempercepat proses pengomposan harus ada mikroorganisme yang berperan dalam proses dekomposisi. Ke dua faktor lingkungan harus disesuaikan dengan kebutuhan syarat hidup organisme tersebut (Hidayat, 2010). Selain kedua faktor tersebut masih ada faktor lain yang perlu diperhatikan yaitu sifat bahan yang akan dikomposkan.

Pengomposan dengan bantuan mikroorganisme sering disebut dengan sistem pengomposan panas, karena dalam proses dekomposisinya dilakukan oleh jasad aerob yang akan memecah senyawa karbon menjadi  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$  dan unsur-unsur hara yang dapat tersedia bagi tanaman dan melepaskan energi berupa panas. Sedangkan jika kondisi anaerob maka proses yang terjadi disebut dengan proses fermentasi, dalam proses ini akan dihasilkan senyawa dalam bentuk gas, misalnya  $\text{CH}_4$ ,  $\text{H}_2\text{S}$  dan  $\text{NH}_3$  serta energi panas yang lebih kecil dibandingkan pada proses dekomposisi atau pengomposan aerob. Proses pengomposan secara anaerob sering disebut dengan sistem pengomposan dingin. Pengomposan sistem dingin juga dapat dilakukan oleh makro organisme misalnya cacing, uret, rayap, lipan dan lain-lain. Mikroorganisme yang berperan dalam pengomposan sistem panas terdiri dari golongan bakteri, jamur dan *actinomyces* baik yang bersifat termofilik dan mesofilik. Kemampuan mikroorganisme dalam mendekomposisikan bahan organik dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya nilai C/N rasio, ukuran partikel, suhu, kelembaban, aerasi dan pH. Upaya untuk mempercepat proses

pengomposan dapat dilakukan dengan mengatur faktor-faktor tersebut sesuai dengan lingkungan yang dibutuhkan atau menggunakan aktivator.

Bahan yang mempunyai C/N rasio rendah misalnya bahan yang berasal dari tanaman kacang-kacangan (legumeceae), tanaman yang berbiji polong, *azolla*. Karena tanaman-tanaman tersebut dapat memfiksasi N dari atmosfer. *Old compost* merupakan kompos yang sudah tua yang biasanya berumur 1-2 tahun. Bahan ini dapat digunakan sebagai aktivator karena selain mempunyai nilai C/N rasio rendah juga banyak mengandung mikroorganisme dekomposer. Tanah lempung yang banyak mengandung bahan organik dapat digunakan sebagai aktivator karena selain mengandung jasad dekomposer juga dapat mengikat unsur hara hasil dekomposer sehingga dapat mengurangi kehilangan unsur hara selama proses pengomposan. Pupuk kandang yang dapat digunakan sebagai aktivator terutama dari golongan hewan yang menyusui atau mamalia karena hewan tersebut mempunyai jasad yang mampu mendekomposisi bahan organik. Penambahan Urea dan ZA ke dalam kompos karena dapat menurunkan nilai C/N rasio sehingga dapat memacu proses dekomposisi.

1. Mikroorganisme yang berperan dalam pengomposan.

- a. Fauna

Fauna berperan penting dalam proses pengomposan dengan cara menghaluskan bahan yang kasar menjadi bahan yang halus dengan cara memakan. Meningkatkan luas permukaan bahan sehingga akan meningkatkan kemampuan mikroba untuk kontak dengan substrat bahan organik.

b. Protozoa

Protozoa aktif pada awal proses pengomposan dengan jalan memakan bahan organik yang lebih kecil, memangsa populasi mikroba, mengendalikan jumlahnya dan mendaur ulang unsur hara.

1. Mikroorganisme dekomposer ( Bakteri, *actinomisetes*, jamur / fungi)

a. Bakteri

Bakteri merupakan jasad ber sel tunggal disebut juga *prokaryotik*, *prokaryotik* merupakan organisme hidup yang paling kecil. Biasanya membentuk koloni didalam kompos. Responsif terhadap kerusakan karena perubahan suhu dalam kompos dan beragam nutrisi.

b. Actinomycetes

Bakteri yang memiliki filamen (benang) dan menghasilkan geosmin ( $C_{12}H_{20}O$ ), yaitu komponen organik yang menghasilkan aroma atau rasa mendegrasi selulosa atau serat, hemiselulosa dan lignin yang sangat penting selama proses fase termofilik dan fase pendinginan.

c. Fungi

Fungi merupakan jasad eukariotik yang ber sel banyak, termasuk jamur yang sudah dibentuk menjadi ragi. Fungi membentuk filter atau benang yang akan menguraikan polimer tanaman yang kompleks seperti selulose, hemiselulose dan lignin.

2. Faktor lingkungan yang mempengaruhi pengomposan

Menurut Hidayat (2010) sebagai berikut:

a. Aerasi (kandungan oksigen)

Pengomposan yang cepat dapat terjadi dalam kondisi yang cukup oksigen (aerob). Aerasi secara alami akan terjadi pada saat terjadi peningkatan suhu yang menyebabkan udara hangat keluar dan udara yang lebih dingin masuk ke dalam tumpukan kompos. Aerasi ditentukan oleh porositas dan kandungan air bahan (kelembaban). Apabila aerasi terhambat, maka akan terjadi proses anaerob yang akan menghasilkan bau yang tidak sedap. Aerasi dapat ditingkatkan dengan melakukan pembalikan atau mengalirkan udara di dalam tumpukan kompos.

b. Kandungan air (kelembaban)

Kelembaban memegang peranan yang sangat penting dalam proses metabolisme mikroba dan secara tidak langsung berpengaruh pada suplay oksigen. Mikroorganisme dapat memanfaatkan bahan organik apabila bahan organik tersebut larut di dalam air. Kelembaban 40-60% adalah kisaran optimum untuk metabolisme mikroba. Apabila kelembaban di bawah 40%, aktivitas mikroba akan mengalami penurunan dan akan lebih rendah lagi pada kelembaban 15%. Apabila kelembaban lebih besar dari 60%, hara akan tercuci, volume udara berkurang, akibatnya aktivitas mikroba akan menurun dan akan terjadi fermentasi an aerobik yang menimbulkan bau tidak sedap.

c. Suhu (temperatur)

Panas dihasilkan dari aktivitas mikroba. Ada hubungan langsung antara peningkatan suhu dengan konsumsi oksigen. Semakin tinggi

temperatur akan semakin banyak konsumsi oksigen dan akan semakin cepat pula proses dekomposisi. Peningkatan suhu dapat terjadi dengan cepat pada tumpukan kompos. Temperatur yang berkisar antara 30-60°C menunjukkan aktivitas pengomposan yang cepat. Suhu yang lebih tinggi dari 60°C akan membunuh sebagian mikroba dan hanya mikroba termofilik saja yang akan tetap bertahan hidup. Suhu yang tinggi juga akan membunuh mikroba-mikroba patogen tanaman dan benih-benih gulma.

d. Tingkat keasaman (pH)

Proses pengomposan dapat terjadi pada kisaran pH yang lebar. pH yang optimum untuk proses pengomposan berkisar antara 6,5 sampai 7,5. pH kotoran ternak umumnya berkisar antara 6,8 hingga 7,4. Proses pengomposan sendiri akan menyebabkan perubahan pada bahan organik dan pH bahan itu sendiri. Sebagai contoh, proses pelepasan asam, secara temporer atau lokal, akan menyebabkan penurunan pH (pengasaman), sedangkan produksi amonia dari senyawa-senyawa yang mengandung nitrogen akan meningkatkan pH pada fase-fase awal pengomposan. pH kompos yang sudah matang biasanya mendekati netral.

e. Ukuran bahan baku

Aktivitas mikroba berada diantara permukaan area dan udara. Permukaan area yang lebih luas akan meningkatkan kontak antara mikroba dengan bahan dan proses dekomposisi akan berjalan lebih cepat. Ukuran partikel juga menentukan besarnya ruang antar bahan (porositas).

Untuk meningkatkan luas permukaan dapat dilakukan dengan memperkecil ukuran partikel bahan tersebut.

f. Sifat bahan yang dikomposkan

Selama proses pengomposan mikroorganisme akan memecah senyawa organik untuk sumber energi dalam proses hidupnya dan mendapatkan nutrisi (N, P, dan K, untuk keberlanjutan populasinya). Dari berbagai bahan yang dibutuhkan mikrobia untuk melakukan dekomposisi C dan N bahan yang sangat diperlukan.

Karbon dibutuhkan sebagai sumber energi dan komponen dasar penyusun lebih 50% sebagai komponen penyusun sel mikrobia. Nitrogen merupakan komponen penyusun protein, asam nukleat, asam amino, enzim di gunakan untuk pertumbuhan mikroorganisme. C/N rasio yang ideal dalam pengomposan sekitar 30:1 atau 30 bagian karbon dan 1 bagian nitrogen berdasarkan beratnya. Jika C/N rasio kurang dari 30 maka akan terjadi suplai N yang berlebihan sehingga N akan mudah hilang menjadi gas amoniak yang mengakibatkan bau yang tidak sedap. Nilai C/N rasio yang tinggi suplai nitrogen tidak cukup untuk pertumbuhan mikroba secara optimal, sehingga menghasilkan kompos yang dingin dan proses dekomposisi yang lambat.

Biasanya bahan-bahan yang berwarna hijau dan basah cenderung memiliki kandungan N yang tinggi dan bahan yang berwarna coklat dan kering karbonnya tinggi. Ikatan karbon juga mempengaruhi kecepatan



bahan kompleksitas ikatan karbon dari bahan juga akan mempengaruhi kecepatan dekomposisinya.

### C. Aktivator

Menurut Sutanto (2002), aktivator adalah semua bahan yang berfungsi meningkatkan aktivitas mikroorganisme dalam proses dekomposisi. Aktivator terbagi menjadi dua yaitu aktivator alami dan buatan. Aktivator alami merupakan aktivator yang sudah ada secara alami, seperti *old compost*, tanah yang banyak mengandung bahan organik, kotoran ternak dan darah kering, sedangkan aktivator buatan adalah aktivator yang kandungan mikrobianya sudah dibiakkan secara sengaja seperti EM-4, *Stardec*, *OrgaDec* dan sebagainya.

#### 1. Kompos tua ampas tebu (*old compost*)

Kompos bagase adalah kompos yang dibuat dari ampas tebu (bagase), yaitu limbah padat sisa penggilingan batang tebu. Kompos ini terutama ditujukan untuk perkebunan tebu. Pabrik gula rata-rata menghasilkan bagase sekitar 32% bobot tebu yang digiling. Sebagian besar bagase dimanfaatkan sebagai bahan bakar *boiler*, namun selalu ada sisa bagase yang tidak termanfaatkan yang disebabkan oleh stok bagase yang melebihi kebutuhan pembakaran oleh *boiler* pabrik. Sisa bagase ini pada masa depan diperkirakan akan bertambah seiring meningkatnya kemajuan teknologi yang mampu meningkatkan efisiensi pabrik pengolahan tebu, termasuk *boiler* pabrik.

Limbah bagase memiliki kadar bahan organik sekitar 90%, kandungan N 0,3%,  $P_2O_5$  0,02%,  $K_2O$  0,14%, Ca 0,06%, dan Mg 0,04% (Toharisman, 1991).

Pemberian kompos campuran bagase, blotong, dan abu boiler pabrik pengolahan tebu dapat meningkatkan ketersediaan hara N, P, dan K dalam tanah, kadar bahan organik, pH tanah, serta kapasitas menahan air (Ismail, 1987). Hasil penelitian Riyanto (1995) menunjukkan bahwa pemberian kompos bagase 4-6 ton/ha dapat mengurangi penggunaan pupuk NPK hingga 50%. Hasil analisis kandungan unsur hara pada kompos bagase dengan starter kotoran sapi yaitu sebagai berikut: Kadar air: 64,23 (%), pH: 4.95, C: 20,47 (%), N: 1,12 (%), Rasio C/N: 18,00, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>: 0,08 (%), K<sub>2</sub>O (ppm): 75,29, SO<sub>4</sub>: 0,02 (%), Ca: 0,08 (%) dan Mg (ppm): 91,69.

Dengan penggunaan kompos (bahan organik) dan dengan semakin tinggi dosis yang diberikan, maka semakin menurun kekerasan tanah, karena dengan bahan organik akan memberikan kondisi kehidupan mikroorganisme tanah yang lebih baik. Kondisi mikroorganisme tanah yang lebih baik menyebabkan tanah lebih gembur (Novizan, 2007).

Pemberian kompos campuran ampas tebu, blotong, dan abu *boiler* pabrik pengolahan tebu dapat meningkatkan ketersediaan hara N, P dan K dalam tanah, kadar bahan organik, pH tanah serta kapasitas menahan air (Ismail, 1987). Hasil penelitian Riyanto (1995) menunjukkan bahwa pemberian kompos ampas tebu 4-6 ton/ha dapat mengurangi penggunaan pupuk NPK hingga 50%.

## **2. Kotoran sapi**

Kotoran ternak selain sebagai bahan kompos dapat juga membantu dalam proses pengomposan sebagai aktivator. Pada kotoran ternak sapi terkandung bakteri rumen yang terdiri dari kumpulan beberapa

mikroorganisme yang sangat bermanfaat dalam proses pengolahan pupuk kandang, kompos, pupuk organik cair, dan sekaligus mampu memperbaiki tingkat kesuburan tanah. Kotoran sapi terdiri dari feses dan urin.

Urine sapi merupakan kotoran yang dikeluarkan dari proses pencernaan sapi dalam bentuk cairan. Urin sapi merupakan komoditi yang berharga karena urine sapi mengandung unsur Nitrogen yang tinggi yang berguna untuk menyuburkan tanah. Banyak penelitian yang telah dilakukan terhadap urin sapi, diantaranya adalah Refliaty (2001) melaporkan bahwa urin sapi mengandung zat perangsang tumbuh yang dapat digunakan sebagai pengatur tumbuh diantaranya adalah IAA. Lebih lanjut dijelaskan bahwa urin sapi juga memberikan pengaruh positif terhadap pertumbuhan vegetatif tanaman jagung. Karena baunya yang khas, urin ternak juga dapat mencegah datangnya berbagai hama tanaman sehingga urin sapi juga dapat berfungsi sebagai pengendalian hama tanaman. Berdasarkan hasil isolasi dan identifikasi mikroba yang terkandung dalam cairan rumen diperoleh bakteri xilanolitik yaitu : *Bacillus*, *Cellulomonas*, *Lactobacillus*, *Pseudomonas* dan *Acinetobakter sp* (Sulityawati, 2005).

Feses adalah produk buangan saluran pencernaan hewan yang dikeluarkan melalui anus atau kloaka. Pada manusia proses pembuangan kotoran dapat terjadi (tergantung pada individu dan kondisi) antara sekali setiap satu atau dua hari hingga beberapa kali dalam sehari. Kotoran sapi yang berupa feses mengandung nitrogen yang tinggi. Jumlah Nitrogen yang dapat diperoleh dari kotoran sapi dengan total bobot badan  $\pm$  120 kg (6 ekor

sapi dewasa) dengan periode pengumpulan kotoran selama tiga bulan sekali mencapai 7,4 kg. Jumlah ini dapat disetarakan dengan 16,2 kg Urea (46% Nitrogen) (Prihandini, 2007). Bau khas dari feses disebabkan oleh aktivitas bakteri. Bakteri menghasilkan senyawa seperti *indole*, *skatole*, dan *thiol* (senyawa yang mengandung belerang) dan juga gas hidrogen sulfida. Feses hewan dapat digunakan sebagai pupuk kandang dan sebagai sumber bahan bakar yang disebut bio gas (Putro, 2007).

Menurut penelitian Pitoyo (2016), penggunaan aktivator pupuk kandangsapi dengan dosis 10% dari berat pelepah daun salak yang dikomposkan, memberikan pengaruh yang baik terhadap percepatan pengomposan, dan penurunan kadar C/N rasio dari 40,10 menjadi 13,68, juga peningkatan kadar Nitrogen dari 0,91% menjadi 1,95%, C organik 36,5% menjadi 26,7%. Menurut penelitian Pratama (2013), pengomposan menggunakan kotoran sapi untuk blotong sudah mampu menghasilkan kompos sesuai SNI dengan Bahan organik 30,67%, Carbon 17,79%, nitrogen 0,87 % dan C/N rasio 20,44.

### **3. *Effective microorganism* (EM-4)**

*Effective microorganism* (EM-4) adalah suatu kultur campuran berbagai mikroorganisme yang bermanfaat yang dapat digunakan sebagai inokulan untuk meningkatkan keragaman mikroba tanah yang dapat memperbaiki kesehatan serta kualitas tanah. *Effective microorganism* (EM-4) pertama kali ditemukan oleh Prof. Teruo Hugo dari Universitas Ryukyus Jepang dengan kandungan mikroorganisme sekitar 80 genus. Mikroorganisme

tersebut dipilih yang dapat bekerja efektif dalam memfermentasikan bahan organik. Dari sekian banyak mikroorganismenya, ada lima golongan pokok, yaitu bakteri fotosintetik, *Lactobacillus sp*, *Streptomyces sp*, ragi (*yeast*) dan *Actinomycetes*.

Pedoman dosis penggunaan EM4 yaitu 1 liter EM4 untuk 1 ton campuran bahan kompos atau setara 1 ml EM4 untuk 1 kg bahan kompos (Temperaturt dan Salundik, 2006). Adapun hasil kompos dengan menggunakan activator EM4 yang diaplikasikan pada kompos dalam penelitian Pratama (2013) menyatakan bahwa kompos blotong memiliki C/N rasio sebesar 15,80. Menurut penelitian Pitoyo (2016), penggunaan aktivator EM4 dengan dosis 1 ml/kg pelepah daun salak memberikan pengaruh yang baik terhadap percepatan pengomposan, dan penurunan kadar C/N rasio dari 40,10 menjadi 13,27, juga peningkatan kadar Nitrogen dari 0,91% menjadi 13,27%

#### **D. SNI Kompos Organik**

Spesifikasi kompos yang berasal dari sampah organik domestik harus memenuhi persyaratan kandungan kimia, fisik dan bakteri yang harus dicapai dari hasil olahan sampah organik domestik menjadi kompos. Berdasarkan SNI : 19-7030-2004 kematangan kompos ditunjukkan oleh hal-hal berikut:

1. C/N rasio mempunyai nilai (10-20):1
2. Suhu sesuai dengan suhu air tanah
3. Berwarna kehitaman dan tekstur seperti tanah
4. Berbau tanah

Menurut Surtinah, (2013) persyaratan kualitas kompos berdasarkan SNI: 19-703092004 disajikan dalam tabel dibawah ini:

Tabel 1. Standar SNI Kompos

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 mengikat air	%	58	
7	pH	%	6,80	7,49
8	Bahan asing	%		1,5
9	Bahan organik	%	27	58
10	Nitrogen	%	0,40	
11	Karbin	%	19,80	32
12	Phospor	%	0,10	
13	C/N rasio	%	10	20
14	Kalium	%	0,22	

\*nilainya lebih besar dari minimum atau lebih kecil dari maksimum.

### E. Hipotesis

Diduga penggunaan aktivator kotoran sapi merupakan aktivator yang paling cepat mengomposkan daun pelepah kelapa sawit dibandingkan aktivator yang lain.