

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kulit Kakao

Tanaman kakao yang mempunyai nama latin *Theobroma cacao* L. atau biasa kita sebut dengan cokelat merupakan tanaman yang banyak ditemukan tumbuh di daerah tropis (Roesmanto, 1991). Kakao secara umum adalah tumbuhan menyerbuk silang dan memiliki sistem inkompatibilitas sendiri. Buah tumbuh dari bunga yang diserbuki. Ukuran buah jauh lebih besar dari bunganya, dan berbentuk bulat hingga memanjang. Buah terdiri dari 5 daun buah dan memiliki ruang serta di dalamnya terdapat biji. Warna buah berubah-ubah. Sewaktu muda berwarna hijau hingga ungu. Apabila masak kulit luar buah biasanya berwarna kuning. Dari data yang diperoleh pada tahun 2005, Indonesia merupakan penghasil kakao terbesar ke tiga setelah dua negara di benua Afrika yaitu Pantai Gading dan Ghana. Di Indonesia tanaman kakao sendiri tersebar sebagian besar di beberapa pulau seluruh wilayah Indonesia yaitu diantaranya di pulau Jawa, Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, dan Papua. Sampai tahun 2005 kakao yang telah ditanam di wilayah Indonesia seluas 668.919 Ha dan 57.930,82 Ha (7,25%) berada di Sumatera Utara dengan produksi buah segar 160.015,29 ton/tahun (Isroi, 2007).

Buah segar akan dihasilkan limbah kulit buah Kakao sebesar 75%. Kandungan hara mineral kulit buah kakao cukup tinggi, khususnya hara Kalium dan Nitrogen. Dilaporkan bahwa 61% dari total nutrien buah kakao disimpan di dalam kulit buah. Penelitian yang dilakukan oleh Goenadi *et.al* (2000) dalam Isroi

(2007) menemukan bahwa kandungan hara kompos yang dibuat dari kulit buah kakao adalah 1,81 % N, 26,61 % C-organik, 0,31% P₂O₅, 6,08% K₂O, 1,22% CaO, 1,37 % MgO, C/N rasio 14,70 dan 44,85 cMOL/kg KTK.

Penelitian yang dilakukan oleh R. Shepherd dan Yap Tuan Ngan di Malaysia dalam Roesmanto (1991) menunjukkan bahwa kulit kakao dan *sweating* yang ditimbulkan pada prosesing biji kakao dapat dimanfaatkan sebagai sumber produk lain yang berguna. Kulit kakao dapat dimanfaatkan sebagai sumber nutrisi tanaman. Unsur – unsur yang terdapat dalam kulit kakao (basah) ini adalah N, P₂O₅, K₂O, MgO, CaO. Pada perusahaan perkebunan kakao umumnya setelah buah – buah kakao dipanen dan dikupas, kulit – kulit buahnya dibiarkan berserakan di tanah, atau kadang – kadang diletakkan ke dalam tanah. Di Malaysia ada perusahaan perkebunan yang kemudian menerapkan sentralisasi pengupasan buah kakao, distribusi yang terjadwal, yang pada gilirannya memerlukan tambahan biaya transportasi.

Komponen utama dari buah kakao adalah kulit buah, plasenta, dan biji. Kulit buah merupakan komponen terbesar dari buah kakao, yaitu lebih dari 70% berat buah masak. Persentase biji kakao di dalam buah hanya sekitar 27-29%, sedangkan sisanya adalah plasenta yang merupakan pengikat dari 30 sampai 40 biji (APED, 2011). Limbah kakao diantaranya terdiri dari kulit buah dan kulit biji kakao. Kulit biji kakao mempunyai kandungan protein kasar 16,60% dan serat kasarnya 25,10%. Kandungan lignin kulit buah kakao mencapai 38,78%. Kulit buah kakao merupakan kulit bagian luar yang menyelubungi biji kakao dengan tekstur yang kasar, tebal dan keras. Buah kakao terdiri dari kulit buah (*cacao*

pod) 73,73%, placenta 2,0% dan biji 24,2% (Wanti, 2008b). Penelitian Wanti (2008) menyebutkan kandungan kulit kakao memiliki serat kasar 33,19-39,45% (Lampiran V.a).

Ketersediaan kulit buah kakao cukup banyak karena sekitar 75% dari satu buah kakao utuh adalah berupa kulit buah, sedangkan biji kakao sebanyak 23% dan plasenta 2%. Ditinjau dari segi kandungan, kulit buah kakao mengandung protein kasar 11,71%, serat kasar 20,79%, lemak 11,80%, dan BETN 34,90% (Nuraini dan Maria, 2009). Pada areal satu hektar pertanaman kakao akan menghasilkan limbah segar kulit buah sekitar 5,8 ton setara dengan produk tepung limbah 812 kg. Potensi limbah kulit buah kakao dari suatu pabrik pengolahan kakao sebesar 15-22 m³/ha/tahun (Darwin, 2010). Penelitian Fitriana (2011) menyebutkan bahwa hasil analisis kimia kulit kakao memiliki serat kasar 6,095%, hemiselulosa 2,946%, selulosa 0,333% dan lignin 0,482% (Lampiran V.b).

B. Dekomposisi Bahan Organik

1. Definisi Dekomposisi

Dekomposisi merupakan suatu rangkaian proses yang disebabkan proses fragmentasi, perubahan kimia, serta peluluhan. Proses dekomposisi dikendalikan oleh tiga tipe faktor, yaitu kondisi lingkungan fisik, kualitas dan kuantitas dari substrat yang tersedia untuk dekomposer, serta karakteristik dari komunitas mikroba (Anonim, 2010). Menurut Temperaturt dan Salundik (2006), proses dekomposisi merupakan proses biokimia sehingga setiap faktor yang

mempengaruhi mikroorganisme tanah akan mempengaruhi laju dekomposisi tersebut.

2. Faktor-faktor yang mempengaruhi Dekomposisi

Faktor yang mempengaruhi proses dekomposisi dibagi menjadi dua komponen yaitu faktor dalam dan faktor luar. Faktor dalam terdiri dari C/N rasio bahan organik, jumlah dan jenis mikroorganisme yang terlibat. Sedangkan faktor luar yang mempengaruhi proses dekomposisi adalah temperatur, tingkat keasaman (pH), aerasi, kelembaban dan ukuran bahan baku (Temperatur dan Salundik, 2006).

Laju dekomposisi bahan organik sebagai bahan baku kompos menjadi kompos yang matang menurut Isroi (2008) tergantung pada beberapa faktor sebagaimana terurai dibawah ini :

1. Faktor dalam

a. C/N rasio

Proses pengomposan akan berjalan baik jika C/N rasio bahan organik yang dikomposkan sekitar 25-35. C/N rasio bahan organik yang terlalu tinggi akan menyebabkan proses pengomposan berlangsung lambat. Begitu juga sebaliknya. Setiap bahan organik memiliki C/N rasio yang berbeda, oleh sebab itu dalam penggunaan sebagai bahan baku kompos harus dicampur dengan bahan organik yang memiliki imbalanced C/N tinggi sehingga dapat menghasilkan C/N rasio yang optimal (15-30).

b. Jumlah dan jenis Mikroorganisme yang terlibat

Berdasarkan temperatur mikroorganisme diklasifikasikan dalam tiga kategori, yaitu psikofil, mesofil, dan termofil. Proses pengomposan bisa dipercepat dengan penambahan starter atau aktivator. Beberapa jenis mikroba dapat mempercepat proses dekomposisi adalah bakteri pelarut fosfat, *Azotobacter*, *Actinomycetes*.

2. Faktor Luar

Menurut Isroi (2008) dalam pengomposan juga dipengaruhi oleh faktor luar antara lain :

a. Temperatur

Temperatur optimum bagi pengomposan adalah $40 - 60^{\circ}\text{C}$ dengan maksimum 75°C .

b. Tingkat Keasaman (pH)

Pengaturan pH perlu dilakukan karena merupakan salah satu faktor yang kritis bagi pertumbuhan mikroorganisme yang terlibat dalam proses pengomposan. Pada awal pengomposan cenderung agak asam. Namun akan mulai naik sejalan dengan waktu pengomposan dan akan stabil pada pH sekitar netral.

c. Aerasi

Pengomposan yang cepat dapat terjadi dalam kondisi yang cukup oksigen (aerob). Aerasi ditentukan oleh porositas dan kandungan air bahan (kelembaban).

d. Kelembaban (RH)

Kelembaban yang baik untuk berlangsungnya proses dekomposisi secara aerobik adalah 50-60%

e. Ukuran Bahan Baku

Semakin kecil, ukuran bahan (5-10 cm), proses pengomposan (dekomposisi) berlangsung semakin cepat. Hal ini terjadi karena adanya peningkatan luas permukaan bahan untuk diserang mikroorganisme.

f. Tumpukan bahan

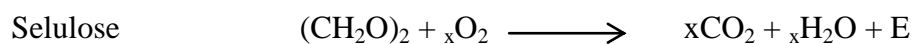
Syarat tumpukan bahan adalah 1 m³ dengan tujuan agar temperatur panas yang dihasilkan itu menjadi optimal.

Proses pengomposan akan berlangsung ketika bahan – bahan mentah telah dicampur. Proses pengomposan dapat dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap aktif dan tahap pematangan. Dalam proses pengomposan, mikroba selulolitik mengeluarkan enzim selulase yang dapat menghidrolisis selulosa menjadi selobiosa lalu dihidrolisis lagi menjadi D-Glukosa dan difermentasikan menjadi asam Laktat, Etanol, CO₂, dan Amonia. Selama tahap awal proses, oksigen dan senyawa – senyawa yang mudah terdegradasi akan segera dimanfaatkan oleh mikroba mesofilik. Temperatur tumpukan kompos akan meningkat dengan cepat. Demikian pula akan diikuti dengan peningkatan pH kompos. Temperatur akan meningkat hingga di atas 50⁰ – 70⁰ C. Temperatur akan tetap tinggi selama waktu tertentu. Mikroba yang aktif pada kondisi ini adalah mikroba Termofilik, yaitu mikroba yang aktif pada temperatur tinggi. Pada saat ini terjadi dekomposisi

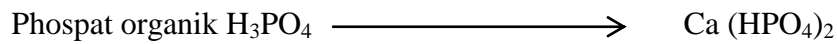
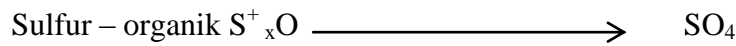
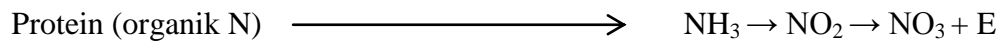
bahan organik yang sangat aktif. Mikroba – mikroba di dalam kompos dengan menggunakan oksigen akan menguraikan bahan organik menjadi CO₂, uap air dan panas. Setelah sebagian besar bahan telah terurai, maka temperatur akan berangsur – angsur mengalami penurunan. Pada saat ini terjadi pematangan kompos tingkat lanjut, yaitu pembentukan kompleks liat humus. Selama proses pengomposan akan terjadi penyusutan volume maupun biomasa bahan. Penguraian ini dapat mencapai 30-40% dari volume/bobot awal bahan (Isroi, 2008).

Di dalam proses pengomposan terjadi perubahan seperti (1). Karbohidrat, selulosa, hemiselulosa, lemak dan lignin menjadi CO dan HO; (2). Zat putih telur menjadi amonia, CO dan HO; (3). Peruraian senyawa organik menjadi senyawa yang dapat diserap oleh tanaman. Dengan perubahan tersebut kadar karbohidrat akan hilang atau turun dan senyawa N yang larut (Amonia) akan meningkat. Dengan demikian C/N rasio semakin rendah dan relatif stabil mendekati C/N rasio tanah. Pengomposan berdasarkan kebutuhan oksigen diklasifikasikan menjadi pengomposan aerob dan pengomposan anaerob. Pengomposan aerobik adalah proses dekomposisi oleh mikroba yang memanfaatkan oksigen untuk menghasilkan humus, karbondioksida, air dan energi. Beberapa energinya digunakan untuk pertumbuhan mikroba dan sisanya dikeluarkan dalam bentuk panas (Temperaturt dan Salundik, 2006). Menurut Gaur (1980), reaksi – reaksi penting yang terjadi selama proses dekomposisi aerobik adalah sebagai berikut :

Gula

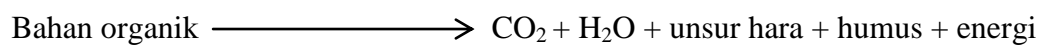


Hemiselulose



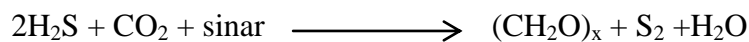
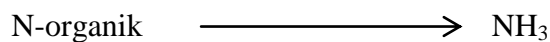
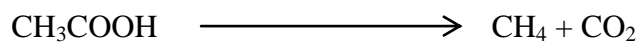
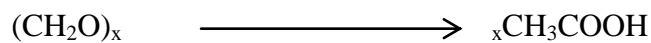
Secara keseluruhan, reaksinya akan berlangsung seperti berikut :

Mikroba aerob



Sedangkan pengomposan secara anaerob akan menghasilkan gas metana (CH_4), karbondioksida (CO_2), dan asam organik yang memiliki bobot molekul rendah (Temperaturt dan Salundik, 2006).

Rekasi biokimia yang terjadi pada proses dekomposisi anaerobik adalah sebagai berikut :



Menurut Yustianti (2013), prinsip-prinsip proses biologis yang terjadi pada proses pengomposan meliputi:

a. Kebutuhan Nutrisi

Perkembangbiakan dan pertumbuhan mikroorganismen memerlukan sumber energi, yaitu karbon untuk proses sintesa jaringan baru dan elemen-elemen anorganik seperti Nitrogen, Fosfor, Kapur, Belerang dan Magnesium sebagai bahan makanan untuk membentuk sel-sel tubuhnya. Selain itu, untuk

memacu pertumbuhannya, mikroorganisme juga memerlukan nutrisi organik yang tidak dapat disintesa dari sumber-sumber karbon lain. Nutrisi organik tersebut antara lain asam amino, purin/pirimidin, dan vitamin.

b. Mikroorganisme

Mikroorganisme pengurai dapat dibedakan antara lain berdasarkan kepada struktur dan fungsi sel, yaitu:

1. *Eucaryotes*, termasuk dalam dekomposer adalah *eucaryotes* bersel tunggal, antara lain: ganggang, cendawan, protozoa.
2. *Eubacteria*, bersel tunggal dan tidak mempunyai membran inti, contoh: bakteri. Beberapa hewan invertebrata (tidak bertulang belakang) seperti cacing tanah, kutu juga berperan dalam pengurai sampah. Sesuai dengan peranannya dalam rantai makanan, mikroorganisme pengurai dapat dibagi menjadi 3 (tiga) kelompok, yaitu :
 - a. Kelompok I (Konsumen tingkat I) yang mengkonsumsi langsung bahan organik dalam sampah, yaitu : cendawan, bakteri, *actinomycetes*.
 - b. Kelompok II (Konsumen tingkat II) mengkonsumsi jasad kelompok I, dan;
 - c. Kelompok III (Konsumen tingkat III), akan mengkonsumsi jasad kelompok I dan Kelompok I. Kondisi Lingkungan Ideal Efektivitas proses pembuatan kompos sangat tergantung kepada mikroorganisme pengurai.

3. SNI kompos

Standar kualitas pupuk organik yang sesuai dengan SNI 19-7030-2004 adalah rasio C/N 10-20, kandungan Nitrogen minimal 0,40%, kandungan Phosphor minimal 0,10%, kandungan Kalium minimal 0,20%, dan Kadar air maksimum 50% (Kurniawan, 2013). Pupuk kompos tidak diberikan sepenuhnya pada tanah sebagai pengganti pupuk anorganik, karena kandungan hara yang dimiliki oleh pupuk kompos sangat rendah sehingga fungsinya hanya mengurangi penggunaan pupuk anorganik. Meski begitu setidaknya pupuk kompos memiliki empat manfaat, yakni sebagai sumber nutrisi, memperbaiki struktur fisik tanah, memperbaiki kimia tanah, meningkatkan daya simpan air dan meningkatkan aktivitas biologi tanah (Surtinah, 2013). Adapun standar kematangan kompos berdasarkan (SNI 19 – 7030 – 2004) tersaji dalam Lampiran VI.

C. Bioaktivator Mikroorganisme Lokal (MOL)

Mikro Organisme Lokal (MOL) adalah mikroorganisme yang diperoleh dari bahan – bahan alami sebagai medium berkembangnya mikroorganisme yang berguna untuk mempercepat penghancuran bahan organik (proses dekomposisi menjadi kompos/ pupuk organik) (Panudju, 2011). Menurut Firmansyah (2010) mikroba yang berperan dalam proses pengomposan ada dua jenis yang dominan, yaitu: bakteri dan cendawan. Sedangkan menurut Krisno (2012) Secara global terdapat 5 golongan yang pokok yaitu: Bakteri fotosintetik, *Lactobacillus sp*, *Streptomyces sp*, *Ragi (yeast)*, *Actinomycetes*. Mikroba yang banyak digunakan sebagai aktivator adalah cendawan dan bakteri, oleh sebab itu dalam beberapa aktivator memiliki kandungan mikroba yang seperti bakteri asam laktat

(*Lactobacillus*), bakteri penghancur (dekomposer) seperti, *yeast* atau ragi, spora cendawan (*Aspergillus* dan *Trichoderma*), bakteri fotosintetik, serta bakteri menguntungkan yang lain (bakteri penambat N, pelarut fosfat, dll) (Budiyanto, 2013).

Larutan Mikroorganisme Lokal adalah hasil fermentasi yang berbahan dasar dari berbagai sumber daya yang tersedia setempat. Larutan MOL mengandung unsur hara mikro dan makro dan juga mengandung bakteri yang berpotensi sebagai perombak bahan organik, perangsang pertumbuhan, dan sebagai agens pengendali hama dan penyakit tanaman, sehingga MOL dapat digunakan baik sebagai dekomposer, pupuk hayati dan pestisida organik terutama sebagai fungisida (Purwasasmita, 2009). Amalia (2008) juga melaporkan bahwa keunggulan penggunaan MOL adalah dapat diperoleh dengan biaya murah bahkan tanpa biaya. Dengan memanfaatkan bahan – bahan yang ada di lingkungan sekitar seperti buah-buahan busuk (pisang, mangga, pepaya), limbah sayuran (bayam, kangkung), rebung bambu, buah maja dan keong mas.

Peran MOL dalam kompos, selain sebagai penyuplai nutrisi juga berperan sebagai komponen bioreaktor yang bertugas menjaga proses tumbuh tanaman secara optimal. Fungsi bioreaktor antara lain penyuplai nutrisi melalui mekanisme eksudat, kontrol mikroba sesuai kebutuhan tanaman, menjaga stabilitas kondisi tanah menuju kondisi yang ideal bagi pertumbuhan tanaman dan kontrol terhadap penyakit yang menyerang tanaman (Kurnia, 2009).

Pupuk organik adalah pupuk yang sebagian besar atau seluruhnya terdiri atas bahan organik yang berasal dari sisa tanaman, dan atau hewan yang telah

mengalami rekayasa berbentuk padat atau cair yang digunakan untuk memasok bahan organik, memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologi tanah (Peraturan Mentan, No. 2/Pert/HK.060/2/2006). Berdasarkan hasil pembahasan para pakar lingkup Puslitbangtanak, Direktorat Pupuk dan Pestisida, IPB Jurusan Tanah, Depperindag, serta Asosiasi Pengusaha Pupuk dan Pengguna maka telah disepakati persyaratan teknis minimal pupuk organik seperti tercantum dalam Lampiran VII.a. Santi *et al* (2007) melaporkan, bahwa pemberian mikroorganisme lokal pada tanaman jagung di Pelaihari, Kalimantan Selatan dapat menghemat penggunaan pupuk kimia konvensional sebesar 25 - 75 % tanpa menimbulkan pengaruh nyata pada hasil tanaman.

1. MOL Bonggol Pisang

Bonggol pisang mengandung mikrobial pengurai bahan organik. Mikrobial pengurai tersebut terletak pada bonggol pisang bagian luar maupun bagian dalam (Suhastyo, 2011). Jenis mikrobial yang telah diidentifikasi pada MOL bonggol pisang antara lain *Bacillus sp.*, *Aeromonas sp.*, dan *Aspergillus niger*. Mikrobial inilah yang biasa menguraikan bahan organik (Suhastyo, 2011). Mikrobial pada MOL bonggol pisang akan bertindak sebagai dekomposer bahan organik yang akan dikomposkan. Menurut Wulandari dkk. (2009) bonggol pisang mengandung karbohidrat 66,2%. Dalam 100 g bahan, bonggol pisang kering mengandung karbohidrat 66,2 g dan pada bonggol pisang segar mengandung karbohidrat 11,6 g. Kandungan karbohidrat yang tinggi akan memacu perkembangan mikroorganisme. Kandungan karbohidrat yang tinggi dalam bonggol pisang memungkinkan untuk difermentasi untuk menghasilkan cuka.

Dengan MOL ini, pengomposan dapat selesai dalam waktu tiga minggu (Wulandari dkk, 2009). Dalam proses fermentasi, karbohidrat akan diubah menjadi gula oleh *S. cerevisiae*, gula diubah menjadi alkohol dan alkohol akan diubah oleh *A. aceti* menjadi asam asetat. Selain potensi dalam fermentasi juga berpotensi sebagai bioaktivator dalam pengomposan (Widiastuti, 2008).

Kandungan bakteri dalam MOL dapat dimanfaatkan sebagai starter pembuatan kompos, pupuk hayati, bahkan pestisida organik. Dengan menggunakan bahan yang tersedia di lingkungan sekitar, MOL murah (murah karena estimasi harga adalah gula (Rp.7000/kg), dan bonggol pisang dan air beras yang tidak perlu dibeli, sehingga dalam pembuatan hanya membutuhkan ±Rp.7000) sehingga menghemat biaya produksi tanaman. Pemakaian pupuk organik yang dikombinasikan dengan MOL dapat menghemat penggunaan pupuk kimia hingga 400 kg per musim tanam pada 1 ha sawah. Waktu pembuatan relatif singkat dan cara pembuatannya pun mudah. Selain itu, MOL juga ramah lingkungan (Panudju, 2011). Kandungan unsur hara dalam bonggol pisang meliputi unsur hara makro maupun unsur hara mikro seperti disajikan pada Lampiran VII.b. Menurut Rohmawati (2015), pengomposan dengan memanfaatkan mikroorganisme lokal (MOL) dari bonggol pisang dilakukan dengan cara mencampurkan larutan MOL dengan perbandingan 1 : 5 (1 liter larutan MOL : 5 liter air) kemudian ditambahkan 1 ons gula merah.

Kompos dengan menggunakan mikroorganisme lokal dari bonggol pisang sudah diaplikasikan pada pengomposan tandan kosong kelapa sawit memiliki C/N rasio 31,48 (Lampiran VIII.a) (Kesumaningwati, 2015). Hasil penelitian

Benediktus (2013) penggunaan MOL bonggol pisang diaplikasikan pada sampah organik dinyatakan bahwa hasil kompos yang menggunakan MOL bonggol pisang raja mendekati kompos dengan menggunakan EM4 menunjukkan C/N rasio 18 (Lampiran VIII.b).

2. MOL Rebung Bambu

Bambu biasanya tumbuh subur sekalipun didaerah tandus dan mampu tumbuh begitu cepat walaupun tanpa pupuk sama sekali. Dan yang lebih hebat, bambu mampu mengubah tanah tandus menjadi subur. Maka dari itu tanah disekitar perakaran pohon bambu biasa digunakan untuk medium pembibitan. Oleh karena itu kita memanfaatkan rebung sebagai MOL. Rebung bambu mengandung *C Organik*, *Giberellin*, *Azotobacter* dan *Azospirillum* yang tinggi untuk merangsang pertumbuhan tanaman secara cepat dan sangat bagus digunakan untuk pengomposan (Masparry, 2012). MOL rebung mengandung cendawan *Fusarium* dan *Tricoderma* serta bakteri *Lactobacillus* dan *Streptococcus* (Atman dan Nurnayetti, 2016).

Kandungan kimiawi rebung mentah bambu betung per 100 gram terdiri dari air (91 gram), protein (2,6 gram), karbohidrat (5,20 gram), lemak (0,90 gram), serat kasar (1,00 gram), vitamin A (20 SI), kalium (533 mg), fosfor (53 mg), abu (0,90 mg) serta unsur-unsur mineral lain seperti riboflavin, niasin, thiamin, kalsium, dan besi dalam jumlah kecil (Watt dan Merrill 1975) dalam Dea Tino Maretza dan Supriyanto (2009). Hersanti (2007) menyatakan bahwa dari hasil mengisolasi bakteri dari berbagai larutan MOL terdapat 1 jenis isolat yang berada di MOL rebung dan memiliki C/N rasio 15 (Lampiran VIII.c). Menurut

Setianingsih (2009), larutan MOL rebung berguna untuk membantu perkecambahan dan kekokohan batang tanaman padi.

Menurut Azzamy (2015), pengomposan dengan memanfaatkan mikroorganisme lokal (MOL) dari rebung bambu dilakukan dengan cara mencampurkan larutan MOL dengan perbandingan 1 : 5 (1 liter larutan MOL : 5 liter air) kemudian disiramkan ke bahan kompos. Menurut Tukimun (2016) Kompos dari kotoran ternak dan hijauan yang dicampurkan dengan aktivator dari akar bambu menunjukkan hasil yang baik dan dapat jadi kompos matang dalam waktu kurang lebih 28 hari atau 4 minggu. Semakin banyak pemberian aktivator akar bambu maka kompos semakin cepat jadi (Komunikasi Pribadi).

3. MOL Rumen Sapi

Lambung ruminansia terdiri atas 4 bagian, yaitu rumen, retikulum, omasum, dan abomasum dengan ukuran yang bervariasi sesuai dengan umur dan makanan alamiahnya. Kapasitas rumen 80%, retikulum 5%, omasum 7-8%, dan abomasum 7-8%. Mikroorganisme utama yang terdapat dalam rumen adalah bakteri, protozoa, dan cendawan (*yeast*). Bakteri yang ada di dalam rumen antara lain bakteri selulolitik, Hemiselulolitik, *Acid Utilizer Bacteria* (bakteri pemakai asam), Bakteri Amilolitik, *Sugar Utilizer Bacteria* (bakteri pemakai gula), Bakteri Proteolitik, Bakteri Methanogenik, Bakteri Lipolitik, Bakteri Ureolitik. Sedangkan protozoa yang ada pada rumen adalah ciliata dan flagellata. Dan cendawan yang ada di dalam rumen adalah cendawan perombak lignin, cendawan

perombak selulosa, cendawan perombak hemiselulosa (Siswanto dan Suwiti, 2013).

Limbah ternak adalah buangan dari suatu kegiatan usaha peternakan seperti usaha pemeliharaan ternak, rumah potong hewan dan pengolahan produk ternak. Limbah tersebut meliputi limbah padat dan cair seperti feses, urin, sisa makan, embrio, kulit telur, lemak, darah, bulu, kuku, tulang, tanduk, dan isi rumen (Temperaturt dan Salundik, 2006). Dengan semakin berkembangnya usaha peternakan dan kebutuhan manusia akan hasil ternak maka limbah yang dihasilkan semakin meningkat. Di dalam rumen ternak ruminansia terdapat mikrobial, yang terdiri dari protozoa, bakteri dan fungi (Sudaryanto, 2002).

Salah satu kelompok bakteri yang sangat penting di dalam rumen adalah bakteri selulolitik. Enzim selulase yang dihasilkan bakteri selulolitik mampu memecah selulosa sehingga ternak ruminansia dapat hidup dengan hijauan berkualitas rendah (Arora, 1992). Proses biodegradasi bahan yang mengandung selulosa sangat ditentukan oleh kemampuan mikrobial selulolitik untuk menghasilkan enzim selulase yang mempunyai aktivitas tinggi (Asenjo *et al.*, 1986). Populasi bakteri pada usus besar dan feses ternak ruminansia termasuk golongan spesies bakteri yang juga terdapat di dalam rumen, yaitu termasuk dalam famili *Bacteriodes*, *Fusobacterium*, *Streptococcus*, *Eubacterium*, *Ruminococcus* dan *Lactobacillus* (Omed *et al.*, 2000).

Bakteri merupakan penghuni terbesar dalam rumen (10^{10} - 10^{12} /ml cairan rumen) dengan ukuran 1-250 μ . Populasi mikroba rumen secara umum ditentukan

oleh tipe pakan yang dikonsumsi ternak dan perubahan pakan akan mengakibatkan perubahan populasi dan proporsi dari spesies mikroba untuk mencapai keseimbangan yang baru, karena masing-masing mikroba rumen memiliki spesifikasi dalam menggunakan bahan pakan. *Fibrobacter succinogenes* dan *Ruminococcus albus* merupakan bakteri selulolitik *anaerob* yang paling banyak terdapat dalam rumen dan yang menghasilkan enzim yang memecah selulosa menjadi gula-gula bebas yang selanjutnya digunakan untuk fermentasi *anaerob*. Namun bila bahan pakan diganti menjadi ransum tinggi pati, maka bakteri yang berkembang adalah *Bacteroides amylophilus*, *Succinomonas amylolytica* yang tadinya merupakan mikroba minoritas, atau *Lactobacilli* dan *Streptococcus*. Sedangkan bila ternak diberi ransum tinggi pektin melalui pemberian *hay leguminosa*, maka bakteri *Lachnospira multiparus* akan berkembang dalam rumen. Masing-masing spesies bacteria rumen memerlukan substrat dan nutrisi yang khusus, bahkan hasil fermentasinya juga berbeda (Suharyono, 2016).

Menurut Sembiring dkk (2010), dilihat dari fungsinya, mikroorganisme dalam rumen terdiri atas beberapa kelompok yang berperan dalam memfermentasikan bahan makanan ialah :

a. Kelompok Pencerna Selulosa

Bakteri ini menghasilkan enzim yang dapat menghidrolisis ikatan glukosida β 1,4, selulosa dan dimer selobiosa. Sepanjang yang diketahui tak satupun hewan yang mampu memproduksi enzim selulosa sehingga pencernaan selulosa sangat tergantung pada bakteri yang terdapat disepanjang saluran

perncernaan. Beberapa bakteri selulolitik antara lain adalah *Bacteriodes succinogenes*, *Ruminicoccus flavefaciens*, *Ruminicoccus albus*, *Cillobacterium cellulosolvens*.

b. Kelompok Bakteri Pencerna Hemiselulosa

Hemiselulosa merupakan struktur polisakrida yang penting dalam dinding sel tanaman. Mikroorganismenya yang dapat menghidrolisis selulosa biasanya juga dapat menghidrolisa hemiselulosa sedangkan mikroorganismenya yang mampu menghidrolisa hemiselulosa belum tentu mampu menghidrolisa selulosa. Bakteri yang mencerna hemiselulosa ialah *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Lachnospira multiparus*, dan *Bacteroides ruminicola*.

c. Kelompok Bakteri Pencerna Pati

Pada ruminansia tidak terlalu banyak mikroorganismenya amilolitik dalam rumen. Bakteri amilolitik akan menjadi dominan dalam jumlahnya apabila makanan mengandung pati tinggi. Bakteri amilolitik yang terdapat dalam rumen antara lain : *Bacteroides amylophilus*, *Bacteroides ruminicola*, *Bacteroides alactacidigens*, *Butyrivibrio fibrisolvens*. Beberapa kelompok bakteri lain adalah kelompok bakteri pemakai gula, bakteri proteolitik, bakteri methanogenik, bakteri lipolitik dan bakteri pembentuk amonia.

d. Protozoa Rumen

Protozoa rumen umumnya adalah ciliata, namun terdapat pula beberapa spesies flagellata yang berukuran kecil. Ciliata merupakan non patogen dan

anaerobic michroorganism. Dari hasil serangkaian studi, diperoleh informasi bahwa diduga ciliata mempunyai peranan sebagai sumber protein dengan keseimbangan kandungan asam amino yang lebih baik dibandingkan dengan bakteri sebagai makanan ternak ruminansia.

e. Fungi Rumen

Beberapa spesies fungi telah ditemukan dalam rumen. Signifikasi fungi dalam proses pencernaan atau habitat ekologi belum ditemukan dengan baik seperti pada bakteri. Beberapa fungi tidak melakukan pencernaan, namun terbawa serta dalam pakan. Beberapa spesies fungi telah diketahui mencerna serat kasar dan lignin misalnya *Pleurotus sajor-keju*, *Pleurotus florida* atau *Pleurotus ostreatus*. Fungi rumen sangat menarik karena dapat memanfaatkan enzim dengan variasi yang luas. Diantara enzim yang sangat potensial dihasilkan oleh fungi ialah *Xylanase* yang dapat mendegradasi *cellulose* dan *hemicellulose* sangat sempurna.

Menurut Hartono, dkk (2014), penggunaan isi rumen ternak untuk mendekomposisikan limbah padat rumah potong hewan di kota Makasar dinyatakan bahwa hasil komposnya sesuai dengan SNI kompos yang dinyatakan bahwa kompos limbah padat memiliki C/N rasio 14 (Lampiran IX.a). Penelitian Pratama (2013) menyatakan bahwa kotoran sapi biasa juga digunakan untuk dekomposer pengomposan karena mengandung mikroba pendekomposisi selulolitik. Perbandingan kompos blotong dengan EM4 memiliki C/N rasio 20,44 (Lampiran IX.b).

Menurut penelitian Pratama (2013) pengomposan menggunakan kotoran sapi untuk blotong sudah mampu menghasilkan kompos sesuai SNI (Lampiran IX.b), sehingga diduga penggunaan MOL isi rumen sapi memiliki kemampuan lebih baik mendekomposisikan limbah kulit kakao. Penggunaan MOL rumen sapi yang digunakan untuk dekomposisi pada penelitian Larasati (2016) yang menyatakan bahwa C/N rasio kompos ampas aren yaitu 12,72 (Lampiran IX.c).

4. Effective Microorganism (EM)

Effectife Microorganism 4 (EM4) merupakan suatu cairan berwarna kecoklatan dan beraroma manis asam (segar) yang di dalamnya berisi campuran beberapa mikroorganisme hidup yang menguntungkan bagi proses penyerapan/persediaan unsur hara dalam tanah. Mikroorganisme fermentasi dan sintetik yang terdiri dari asam laktat (*Lactobacillus sp*), *Actinomycetes sp*, *Streptomyces sp*, dan *yeast* (ragi). Mikroorganisme menguntungkan tersebut (EM4) telah lama ditemukan, diteliti dan diseleksi terus menerus oleh seorang ahli pertanian bernama Profesor Teruo Higa dari Universitas Ryukyu Jepang. Dengan demikian EM4 bukan merupakan bahan kimia yang berbahaya seperti pestisida, obat serangga atau pupuk kimia lainnya (Widiastuti, 2008).

Menurut Indriani (1999) jumlah mikroorganisme fermentasi di dalam EM4 sangat banyak, dari sekian banyak mikroorganisme ada lima golongan yang pokok, yaitu :

- a. Bakteri Fotosintetik (*Rhodospseudomonas spp.*)

Bakteri ini adalah mikroorganisme mandiri dan swasembada. Bakteri ini membentuk senyawa-senyawa bermanfaat dari sekresi akar tumbuhan, bahan organik dan gas-gas berbahaya dengan sinar matahari dan panas bumi sebagai sumber energi. Zat-zat bermanfaat yang terbentuk antara lain, asam amino asam nukleik, zat bioaktif dan gula yang semuanya berfungsi mempercepat pertumbuhan.

b. Bakteri asam laktat (*Lactobacillus spp.*)

Bakteri asam laktat (*Lactobacillus spp.*) dapat mengakibatkan kemandulan (*sterilizer*) oleh karena itu bakteri ini dapat menekan pertumbuhan mikroorganisme yang merugikan; meningkatkan percepatan perombakan bahan organik; menghancurkan bahan organik seperti lignin dan selulosa serta memfermentasikannya tanpa menimbulkan senyawa beracun yang ditimbulkan dari pembusukan bahan organik. Bakteri ini dapat menekan pertumbuhan fusarium, yaitu mikroorganisme merugikan yang menimbulkan penyakit pada lahan/ tanaman yang terus menerus ditanami (Widyastuti, dkk., 2009).

c. Ragi / Yeast (*Saccharomyces spp.*)

Melalui proses fermentasi, ragi menghasilkan senyawa-senyawa bermanfaat bagi pertumbuhan tanaman dari asam amino dan gula yang dikeluarkan oleh bakteri fotosintetik atau bahan organik dan akar-akar tanaman. Ragi juga menghasilkan zat-zat bioaktif seperti hormon dan enzim untuk meningkatkan jumlah sel aktif dan perkembangan akar. Sekresi Ragi adalah substrat yang baik bakteri asam laktat dan *Actinomyces*.

d. *Actinomycetes*

Actinomycetes menghasilkan zat-zat anti mikroba dari asam amino yang dihasilkan bakteri fotosintetik. Zat-zat anti mikroba ini menekan pertumbuhan cendawan dan bakteri. *Actinomycetes* hidup berdampingan dengan bakteri fotosintetik bersama-sama menongkatkan mutu lingkungan tanah dengan cara meningkatkan aktivitas anti mikroba tanah.

e. Cendawan Fermentasi

Cendawan fermentasi (*Aspergillus* dan *Penicilium*) menguraikan bahan secara cepat untuk menghasilkan alkohol, ester dan zat-zat anti mikroba. Pertumbuhan cendawan ini membantu menghilangkan bau dan mencegah serbuan serangga dan ulat-ulat merugikan dengan cara menghilangkan penyediaan makanannya. Tiap species mikroorganisme mempunyai fungsi masing-masing tetapi yang terpenting adalah bakteri fotosintetik yang menjadi pelaksana kegiatan EM4 terpenting. Bakteri ini disamping mendukung kegiatan mikroorganisme lainnya dan juga memanfaatkan zat-zat yang dihasilkan mikroorganisme lain.

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). Menurut Lab. MIPA IPB 026/IPBCC/An-Mik/6/11, aktivator EM4 memiliki kadungan yang lengkap dan memiliki mikroba spesifik dekomposer yaitu *Lactobacillus*, Bakteri Pelarut Fosfat, Yeast/Ragi, *Actinomycetes* dan Bakteri Fotosintetik (Lampiran X.a). Adapun hasil kompos dengan menggunakan aktivator EM4 yang diaplikasikan pada kompos pada penelitian Pratama (2013) menyatakan bahwa kompos blotong memiliki C/N rasio

sebesar 15,80 (Lampiran X.b). Hasil penelitian lain terkait kompos dengan menggunakan aktivator EM4 dilakukan dengan bahan baku jerami padi dalam Suhartatik, dkk (2001); Gunarto, dkk (2002); Husein, E. dan Irawan (2008); Nuraini (2009) dalam Juwita (2014), menyatakan bahwa kompos jerami memiliki C/N rasio 11 (Lampiran XI.a). Menurut Indriyati (2006), jerami padi memiliki beberapa kandungan sifat kimia yaitu selulosa (43-49%), hemiselulosa (23-28%), lignin (12-16%), abu dan silika (Lampiran XI.b). Pada penelitian Yangoritha (2013) menyatakan perlakuan yang menunjukkan hasil terbaik adalah dengan aktivator EM4 yang dibandingkan dengan standar SNI kompos yang memiliki C/N rasio 20,33 (Lampiran XI.c).

D. Hipotesis

Diduga penambahan bioaktivator dari MOL rumen sapi memiliki pengaruh paling baik terhadap aktivitas dekomposer dan kualitas kompos kulit kakao (*Theobroma cacao* L.).