

IV. HASIL ANALISIS DAN PEMBAHASAN

A. Identifikasi Mikroorganisme Lokal

Hasil isolasi mikrobial dari MOL bonggol pisang, MOL bambu dan MOL rumen sapi, diperoleh beberapa jenis cendawan dan bakteri. MOL yang berasal dari bonggol pisang, bambu dan isi rumen sapi difermentasi (Lampiran XIV.b) dan kemudian dilakukan aplikasi pada bahan kompos kulit kakao.

1. MOL Bonggol Pisang

Cendawan yang diperoleh dari identifikasi terdapat satu jenis yang disajikan pada Tabel 3.

Tabel 1. Hasil Identifikasi Cendawan MOL Bonggol Pisang

Identifikasi	Cendawan 1
Warna	Hijau
Diameter	0,5 cm
Miselia	Bersekak
Spora	Bulat berantai memanjang



Miselia Cendawan MOL Bonggol Pisang
Lab. Agrobioteknologi FP UMY,
26-08-2016



Spora Cendawan MOL Bonggol Pisang
Lab. Agrobioteknologi FP UMY,
26-08-2016

Gambar 1. Hasil Identifikasi Cendawan pada MOL Bonggol Pisang

Setelah diidentifikasi dengan mikroskop didapatkan empat jenis bakteri dengan karakteristik yaitu :

Tabel 2. Hasil Identifikasi Bakteri MOL Bonggol Pisang

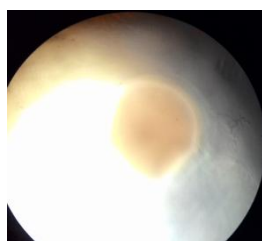
Identifikasi	Bakteri Kuning	Bakteri Putih	Bakteri Putih Krem	Bakteri Putih Krem
Kode	BP.K	BP.P	PK.A	PK.B
Warna	Kuning	Putih Susu	Putih Krem	Putih Krem
Bentuk Koloni	<i>Circular</i>	<i>Circular</i>	<i>Circular</i>	<i>Curled</i>
Bentuk Tepi	<i>Entire</i>	<i>Entire</i>	<i>Entire</i>	<i>Undulate</i>
Struktur Dalam	<i>Opaque</i>	<i>Translucent</i>	<i>Translucent</i>	<i>Coarsely granular</i>
Elevasi	<i>Low Convex</i>	<i>Effuse</i>	<i>Effuse</i>	<i>Effuse</i>
Aerobisitas	<i>Fakultatif aerob</i>	<i>Aerob</i>	<i>Fakultatif anaerob</i>	<i>Fakultatif aerob</i>
Sifat Gram	Positif	Positif	Positif	Positif
Bentuk Sel	<i>Basil</i>	<i>Coccus</i>	<i>Coccus</i>	<i>Basil</i>

Adapun penampakan hasil identifikasi bakteri dapat dilihat pada Gambar 2.



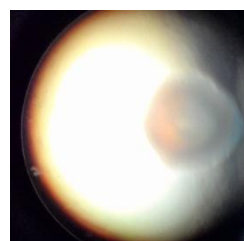
Bakteri Kuning

Lab.Agrobioteknologi
FP UMY, 24-08-2016



Bakteri Putih

Lab.Agrobioteknologi
FP UMY, 24-08-2016



Bakteri Putih Krem

Lab.Agrobioteknologi
FP UMY, 24-08-2016



Bakteri Putih Krem

Lab.Agrobioteknologi
FP UMY, 24-08-2016

Gambar 2. Hasil Identifikasi Bakteri pada MOL Bonggol Pisang

2. MOL Bambu

Hasil isolasi dari rebung bambu dan rhizosfernya terdapat beberapa jenis cendawan dan bakteri.

Cendawan yang diperoleh dari identifikasi terdapat dua jenis yang disajikan pada Tabel 5.

Tabel 3. Hasil Identifikasi Cendawan MOL Rebung Bambu

Identifikasi	Cendawan 1	Cendawan 2
Warna	Hijau	Hijau muda (hijau lumut)
Diameter	0,7 cm	3,05 cm
Miselia	Bersekat	Bersekat
Spora	Bulat berantai memanjang	Bulat



Miselia Cendawan Hijau
Lab.Agrobioteknologi
FP UMY, 26-08-2016



Miselia Cendawan Hijau Muda
Lab.Agrobioteknologi
FP UMY, 26-08-2016



Spora Cendawan Hijau
Lab.Agrobioteknologi
FP UMY, 26-08-2016



Spora Cendawan Hijau Muda
Lab.Agrobioteknologi
FP UMY, 26-08-2016

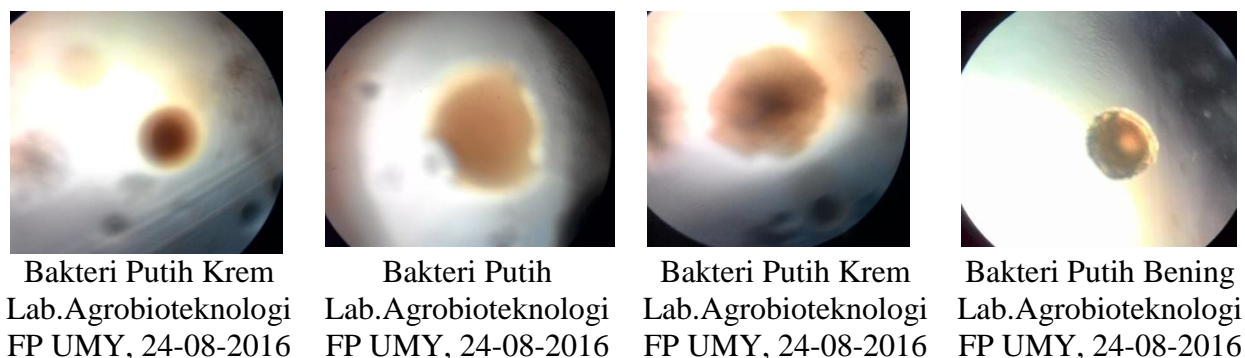
Gambar 3. Hasil Identifikasi Cendawan pada MOL Bambu

Hasil identifikasi dengan mikroskop didapatkan empat jenis bakteri dengan karakteristik yaitu :

Tabel 4. Hasil Identifikasi Bakteri MOL Bambu

Identifikasi	Bakteri Putih Krem	Bakteri Putih	Bakteri Putih Krem	Bakteri Putih Bening
Kode	PK.A	B.P	PK.B	B.PB
Warna	Putih krem	Putih	Putih Krem	Putih bening
Bentuk Koloni	<i>Circular</i>	<i>Circular</i>	<i>Curled</i>	<i>Circular</i>
Bentuk Tepi	<i>Entire</i>	<i>Entire</i>	<i>Unduate</i>	<i>Crenate</i>
Struktur Dalam	<i>Translucent</i>	<i>Translucent</i>	<i>Coarsely granular</i>	<i>Coarsely granular</i>
Elevasi	<i>Law convex</i>	<i>Law convex</i>	<i>Effuse</i>	<i>Law convex</i>
Aerobisitas	<i>Fakultatif aerob</i>	<i>Aerob</i>	<i>Aerob</i>	<i>Fakultatif aerob</i>
Sifat Gram	Positif	Positif	Positif	Positif
Bentuk Sel	<i>Coccus</i>	<i>Coccus</i>	<i>Basil</i>	<i>Coccus</i>

Penampakan hasil identifikasi bakteri dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Hasil Identifikasi Bakteri pada MOL Rebung Bambu

3. MOL Rumen Sapi

Hasil identifikasi yang dilakukan dengan mikroskop didapatkan satu jenis cendawan yang disajikan dalam Tabel 7. Identifikasi bakteri diperoleh 12 jenis bakteri yang tersaji dalam Tabel 8.

Tabel 5. Hasil Identifikasi Cendawan MOL Rumen Sapi

Identifikasi	Cendawan 1
Warna	Hijau keputihan
Diameter	0,4 cm
Miselia	Bersekak
Spora	Lonjong



Miselia Cendawan MOL Rumen Sapi
Lab.Agrobioteknologi FP UMY,
26-08-2016



Spora Cendawan MOL Rumen Sapi
Lab.Agrobioteknologi FP UMY,
26-08-2016

Gambar 5. Hasil Identifikasi Cendawan pada MOL Rumen Sapi

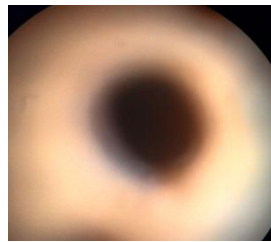
Tabel 6. Hasil Identifikasi Bakteri MOL Rumén Sapi

Nama Bakteri	Identifikasi								
	Kode	Warna	Bentuk Koloni	Bentuk Tepi	Struktur Dalam	Elevasi	Aerobisitas	Sifat Gram	Bentuk Sel
Bakteri Putih krem	PK.B	Putih krem	<i>Circular</i>	<i>Ciliate</i>	<i>Filamentous</i>	<i>Effuse</i>	<i>Fakultatif aerob</i>	Positif	<i>Basil</i>
Bakteri Putih krem bening	IRS.PKB1	Putih krem bening	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Opaque</i>	<i>Law convex</i>	<i>Anaerob</i>	Positif	<i>Basil</i>
Bakteri Putih bening	IRS.PB	Putih bening	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Transparent</i>	<i>Effuse</i>	<i>Fakultatif anaerob</i>	Positif	<i>Basil</i>
Bakteri Putih	IRS.P1	Putih	<i>Curled</i>	<i>Undulate</i>	<i>Finely granular</i>	<i>Effuse</i>	<i>Aerob</i>	Positif	<i>Basil</i>
Bakteri Putih susu	IRS.PS	Putih susu	<i>Curled</i>	<i>Undulate</i>	<i>Translucent</i>	<i>Effuse</i>	<i>Fakultatif aerob</i>	Positif	<i>Basil</i>
Bakteri Putih krem	PK.B	Putih krem	<i>Curled</i>	<i>Lobate</i>	<i>Finely granular</i>	<i>Effuse</i>	<i>Fakultatif anaerob</i>	Positif	<i>Basil</i>
Bakteri Putih krem	PK.A	Putih krem	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Transparent</i>	<i>Effuse</i>	<i>Aerob</i>	Positif	<i>Coccus</i>
Bakteri Putih krem	IRS.PK	Putih krem	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Translucent</i>	<i>Law convex</i>	<i>Fakultatif anaerob</i>	Positif	<i>Coccus</i>
Bakteri Putih krem	PK.B	Putih krem	<i>Circular</i>	<i>Undulate</i>	<i>Opaque</i>	<i>Effuse</i>	<i>Aerob</i>	Positif	<i>Basil</i>
Bakteri Putih krem bening	IRS.PKB2	Putih krem bening	<i>Circular</i>	<i>Lobate</i>	<i>Coarsely granular</i>	<i>Effuse</i>	<i>Fakultatif anaerob</i>	Positif	<i>Coccus</i>
Bakteri Putih	IRS.P2	Putih	<i>Curled</i>	<i>Undulate</i>	<i>Opaque</i>	<i>Effuse</i>	<i>Aerob</i>	Positif	<i>Coccus</i>
Bakteri Putih krem	PK.A	Putih krem	<i>Circular</i>	<i>Entire</i>	<i>Translucent</i>	<i>Effuse</i>	<i>Fakultatif anaerob</i>	Positif	<i>Coccus</i>

Adapun penampakan hasil identifikasi bakteri dapat dilihat pada Gambar 6.



Bakteri Putih krem
Lab.Agrobioteknologi
FP UMY, 24-08-2016



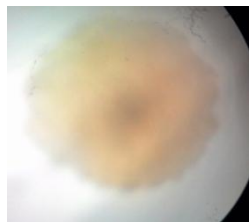
Bakteri Putih krem
bening
Lab.Agrobioteknologi
FP UMY, 24-08-2016



Bakteri Putih bening
Lab.Agrobioteknologi
FP UMY, 24-08-2016



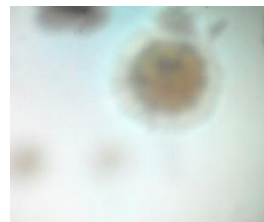
Bakteri Putih
Lab.Agrobioteknologi
FP UMY, 24-08-2016



Bakteri Putih susu
Lab.Agrobioteknologi
FP UMY, 24-08-2016



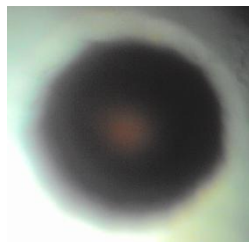
Bakteri Putih krem
Lab.Agrobioteknologi
FP UMY, 24-08-2016



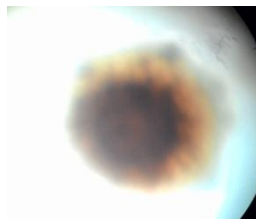
Bakteri Putih krem
Lab.Agrobioteknologi
FP UMY, 24-08-2016



Bakteri Putih krem
Lab.Agrobioteknologi
FP UMY, 24-08-2016



Bakteri Putih krem
Lab.Agrobioteknologi
FP UMY, 24-08-2016



Bakteri Putih krem
bening
Lab.Agrobioteknologi
FP UMY, 24-08-2016



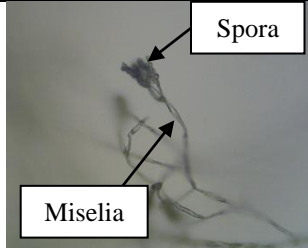
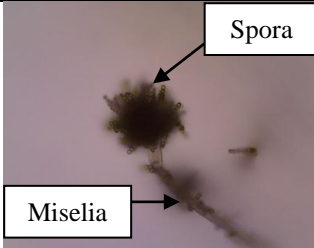
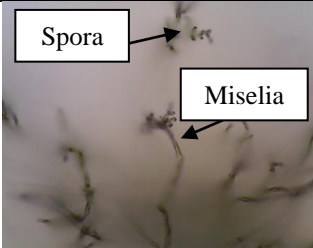
Bakteri Putih
Lab.Agrobioteknologi
FP UMY, 24-08-2016



Bakteri Putih krem
Lab.Agrobioteknologi
FP UMY, 24-08-2016

Gambar 6. Hasil Identifikasi Bakteri pada MOL Rumen Sapi

Tabel 7. Hasil Identifikasi Cendawan MOL

Identifikasi	Cendawan 1	Cendawan 2	Cendawan 3
Sumber MOL	Bonggol Pisang dan Bambu	Bambu	Rumen Sapi
Warna	Hijau	Hijau muda (hijau lumut)	Hijau keputihan
Diameter	0,5 cm	3,05 cm	0,4 cm
Miselia	Bersekat	Bersekat	Bersekat
Spora	Bulat berantai memanjang	Bulat	Lonjong
Diduga Kelompok	<i>Penicillium sp.</i>	<i>Aspergillus sp.</i>	<i>Trichoderma sp.</i>
Dokumentasi			

Hasil identifikasi cendawan MOL bonggol pisang dan MOL bambu diperoleh cendawan yang identik sama dengan karakteristik memiliki warna hijau dengan miselia bersekat dan spora yang sama. Divisi *Ascomycota* memiliki miselia yang bersekat dan memiliki inti yang banyak, juga membentuk spora seperti kantung. Secara bentuk spora, diduga cendawan berwarna hijau yang memiliki bentuk spora berkantung masuk ke dalam divisi *Ascomycota*, cendawan yang masuk dalam divisi ini ada yang membentuk askus dan ada yang tidak membentuk askus (ujung hifa). Salah satu contoh cendawan yang membentuk askus adalah *Aspergillus sp.*, *Penicillium sp.* dan *Saccharomices sp.* (Sriyanto, 2012). Berdasarkan Barnett dan Hunter (1998) yang mengemukakan bahwa Cendawan *Penicillium* secara mikroskopis memiliki konidiofor yang khas. Konidiofor muncul tegak dari misellium, sering membentuk sinnemata, dan bercabang mendekati ujungnya. Cendawan hasil identifikasi dengan warna hijau

toska cenderung lebih mirip dengan cendawan *Penicillium sp.* Hal ini didasarkan Lampiran XV, berdasarkan gambar bentuk spora yang mirip dengan spora *Penicillium sp.* Berdasarkan hasil penelitian Widi dkk. (2013) mengemukakan bahwa spesies *Penicillium simplicissimum* memiliki karakter morfologi koloni hijau dengan permukaan bawah berwarna putih. Koloni dapat menyebar kesegala arah dan berbentuk bulat-bulat tidak teratur, permukaan tebal dan halus. *Penicillium simplicissimum* memiliki hifa bersekat, konidiofor bersekat dan memanjang. Didukung oleh Vhey (2012) yang mengatakan bahwa cendawan *Penicillium sp.*, sering dalam warna hijau.

Cendawan lain yang diidentifikasi dari MOL bambu memiliki karakteristik warna hijau muda (hijau lumut), memiliki miselia bercabang dan bentuk spora berkantung. Cendawan ini diduga cendawan *Aspergillus niger* karena memiliki warna dan bentuk spora yang sama (Lampiran XV). Didukung oleh penelitian Heny (2015) yang mengemukakan bahwa *Aspergillus* memiliki bentuk spora yang menyerupai bunga dan berkantung. Selanjutnya, menurut Masniawati dkk. (2013) yang mengemukakan bahwa *Aspergillus* memiliki hifa bersekat.

Cendawan yang didapatkan dari identifikasi Bioaktivator MOL rumen sapi berwarna hijau. Cendawan yang ditemukan pada Bioaktivator MOL rumen sapi ini memiliki miselia yang hampir sama dengan cendawan *Penicilium*, namun memiliki bentuk spora yang berbeda. Dari bentuk spora cendawan ini diduga adalah cendawan *Trichoderma sp.* (Lampiran XV). Batang dari spora berbentuk tegak tebal dan berwarna hijau. Isolat tersebut sesuai dengan karakteristik *Trichoderma hamantum* (Watanabe, 2002; Domsch *et al.*,1980; Gusnawaty dkk.,

2014). Menurut Nuryanti (2015), *Trichoderma sp.* dapat digunakan sebagai organisme pengurai dan membantu proses dekomposisi dalam pembuatan pupuk bokashi dan kompos. Hasil identifikasi cendawan pada MOL bonggol pisang, MOL bambu dan MOL isi rumen sapi diperoleh tiga jenis cendawan yang masing – masing diduga kelompok dari *Penicillium*, *Aspergillus* dan *Trichoderma*. Pada MOL bonggol pisang diperoleh satu jenis cendawan yang diduga *Penicillium*. Identifikasi MOL bambu diperoleh dua jenis cendawan yang diduga *Penicillium* dan *Aspergillus*. Hasil identifikasi cendawan yang terdapat pada MOL rumen sapi diperoleh satu jenis cendawan yang diduga kelompok *Trichoderma*.

Pada identifikasi bakteri pada MOL bonggol pisang, MOL bambu dan MOL rumen sapi terdapat bakteri berwarna putih krem, bentuk koloni *circular*, bentuk tepi *entire*, elevasinya *low convex* dan memiliki sifat aerobisitas *fakultatif aerob*. Sifat aerobisitas *fakultatif aerob* ditandai dengan adanya pertumbuhan bakteri pada medium NC di atas permukaan yang lebih banyak dibandingkan dengan pertumbuhan bakteri yang ada di dasar medium NC (Lampiran XIV.c). Hasil cat garam menunjukkan bakteri ini memiliki sel berwarna ungu, yang berarti memiliki sifat gram positif dengan bentuk sel *basil*. Menurut Albert *et. al.* (1988), menyatakan bahwa salah satu jenis bakteri dekomposer memiliki bentuk *basil* dan sifat gramnya positif. Pada penelitian Khamid dan Mulasari (2012), telah mengidentifikasi bakteri aerob dengan warna putih kekuningan (krem) dengan sifat positif dan berbentuk *basil* pada lindi hasil sampah dapur merupakan salah satu bakteri dekomposer. Beberapa bakteri dekomposer yang memiliki bentuk sel *basil* dan sifat gram positif adalah genus *Bacillus sp.* Bakteri lain yang

teridentifikasi pada MOL rumen sapi adalah bakteri dengan warna putih, memiliki bentuk koloni *circular*, bentuk tepinya *entire*, struktur dalamnya *opaque*, elevasi *low convex* dengan sifat aerobisitas *anaerob*. Sifat aerobisitas *anaerob* ditunjukkan dengan adanya pertumbuhan bakteri di dasar medium NC. Bakteri ini memiliki sifat gram positif dengan bentuk sel *coccus*. Berdasarkan penelitian Khamid dan Mulasari (2012), mengatakan bahwa bakteri dengan warna putih yang memiliki sifat aerobisitas *anaerob*, memiliki sifat gram positif dan berbentuk *coccus* adalah genus *Streptococcus sp.* dan merupakan salah satu bagian dari bakteri dekomposer.

Tabel 8. Hasil Identifikasi Bakteri MOL

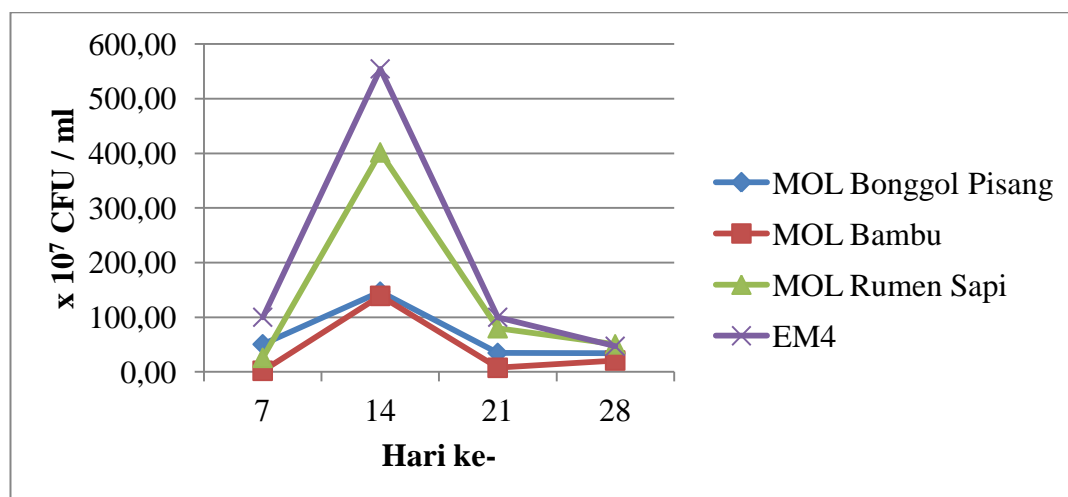
No	Kode isolat	Diduga Kelompok Bakteri	Bonggol Pisang	Bambu	Rumen Sapi
1	BP.K	<i>Bacillus sp.</i>	+	-	-
2	BP.P	<i>Streptococcus sp.</i>	+	-	-
3	PK.A	<i>Streptococcus sp.</i>	+	+	+
4	PK.B	<i>Bacillus sp.</i>	+	+	+
5	B.P	<i>Streptococcus sp.</i>	-	+	-
6	B.PB	<i>Streptococcus sp.</i>	-	+	-
7	IRS.PKB1	<i>Bacillus sp.</i>	-	-	+
8	IRS.PB	<i>Bacillus sp.</i>	-	-	+
9	IRS.P1	<i>Bacillus sp.</i>	-	-	+
10	IRS.PS	<i>Bacillus sp.</i>	-	-	+
11	IRS.PK	<i>Streptococcus sp.</i>	-	-	+
12	IRS. PKB2	<i>Streptococcus sp.</i>	-	-	+
13	IRS.P2	<i>Streptococcus sp.</i>	-	-	+

Bakteri yang ada pada MOL bonggol pisang, bambu dan isi rumen sapi terdapat dua jenis bakteri yang sama di setiap MOL. Hasil identifikasi bakteri pada MOL yang diperoleh, dua jenis bakteri tersebut diduga kelompok *Bacillus sp.* dan *Streptococcus sp.* Pada MOL bonggol pisang diperoleh dua jenis bakteri yang diduga *Bacillus sp.* dan dua jenis bakteri yang diduga *Streptococcus sp.* Pada MOL bambu diperoleh satu jenis bakteri yang diduga *Bacillus sp.* dan tiga jenis

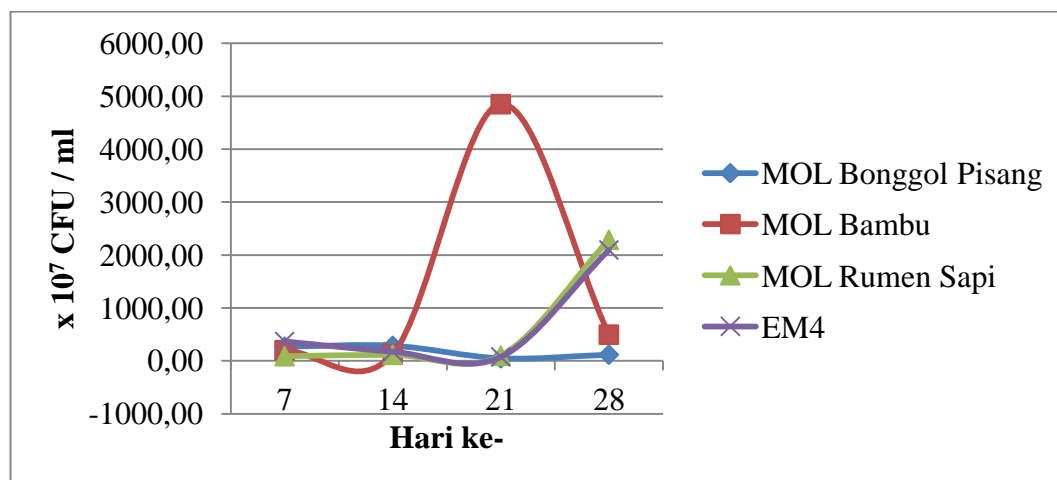
bakteri yang diduga *Streptococcus sp.* Identifikasi bakteri MOL rumen sapi diperoleh lima jenis bakteri yang diduga *Bacillus sp.* dan empat jenis bakteri yang diduga *Streptococcus sp.*

B. Aktivitas Bakteri dan Cendawan selama Dekomposisi

Selama proses dekomposisi, terjadi interaksi antara bahan organik dengan mikroorganisme ataupun mikroorganisme dengan mikroorganisme lainnya. Mikroorganisme yang banyak terlibat dalam proses dekomposisi adalah kelompok mikroorganisme heterotropik seperti bakteri, cendawan dan aktinomisetes yang dapat mendekomposisi bahan organik secara biologis. Pengujian mikrobiologi dilakukan untuk mengetahui dinamika aktivitas cendawandan bakteri selama proses dekomposisi yang dilaksanakan selama empat minggu (Lampiran XVI.b). Populasi mikroba selama proses dekomposisi disajikan pada Gambar 7 (cendawan) dan Gambar 8 (bakteri).



Gambar 7. Pertumbuhan Cendawan selama dekomposisi



Gambar 8. Pertumbuhan Bakteri selama dekomposisi

Gambar 7 dan Gambar 8 menunjukkan adanya aktivitas mikroba yaitu cendawan dan bakteri selama proses dekomposisi. Pada minggu pertama jumlah bakteri dan cendawan relatif seimbang, namun pada perlakuan EM4 menunjukkan jumlah yang relatif lebih tinggi yaitu 367×10^7 CFU/ml. EM4 cenderung lebih banyak jumlah bakterinya, ini dikarenakan EM4 mengandung banyak mikroba (bakteri dekomposer, cendawan dekomposer dan aktinomisetes) yang spesifik bekerja sebagai mikroba dekomposer. Sedangkan bioaktivator MOL mengandung bakteri dan cendawan yang lebih sedikit, dikarenakan mikroba yang terkandung dalam MOL tidak spesifik hanya mikroba pendekomposer saja. Jumlah bakteri pada bioaktivator MOL rumen sapi lebih rendah ($86,67 \times 10^7$ CFU/ml) dibandingkan dengan jumlah bakteri EM4, begitu pula dengan MOL bambu ($199,00 \times 10^7$ CFU/ml) dan MOL bonggol pisang ($266,33 \times 10^7$ CFU/ml). Jumlah mikroba yang terdapat pada setiap perlakuan berhubungan dengan proses dekomposisi bahan organik, semakin banyak jumlah dan macam mikroba yang ada pada suatu bahan maka proses dekomposisi akan berlangsung semakin cepat. Aktivitas bakteri dan cendawan selama proses dekomposisi ditandai dengan

adanya perubahan temperatur yang semakin meningkat. Hal ini dikarenakan bakteri dan cendawan merombak bahan organik menjadi energi yang dilepaskan menjadi panas sehingga temperatur pengomposan mengalami peningkatan.

Pada minggu ke dua jumlah bakteri cenderung masih sama dengan minggu pertama, sedangkan jumlah cendawan mengalami peningkatan. Temperatur pada minggu ke dua juga mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan adanya perombakan bahan organik yang aktif oleh bakteri dan cendawan dekomposer. Cendawan aktif mendekomposisi bahan organik menjadi gula dan molekul sederhana yang selanjutnya akan dimanfaatkan oleh bakteri. Glukosa ($C_6H_{12}O_6$) akan diubah menjadi asam piruvat, selanjutnya diubah kembali menjadi ATP sebagai sumber energi untuk bakteri dalam merombak bahan organik (Lehninger, 1982). Aktivitas bakteri dan cendawan yang mengalami peningkatan di minggu – minggu awal ini disebabkan nutrisi masih tersedia untuk digunakan oleh bakteri dan cendawan dekomposer. Peningkatan aktifitas cendawan signifikan pada minggu ke dua yang ditunjukkan pada Gambar 7. Pada perlakuan EM4 relatif lebih tinggi ($554,66 \times 10^7$ CFU/ml), diikuti oleh perlakuan MOL rumen sapi ($401,67 \times 10^7$ CFU/ml). Pada minggu ke tiga terjadi peningkatan jumlah bakteri pada perlakuan MOL bambu ($4848,67 \times 10^7$ CFU/ml), sedangkan ke tiga perlakuan lainnya mengalami penurunan jumlah bakteri. Jumlah cendawan pada semua perlakuan mengalami penurunan pada minggu ke tiga. Menurut Fardiaz (1989), penurunan aktivitas bakteri dan cendawan ini dikarenakan nutrisi dalam medium sudah mulai berkurang karena sudah terombak di minggu pertama dan minggu ke dua.

Jumlah bakteri pada kompos dengan bioaktivator MOL bonggol pisang dan MOL bambu menurun di minggu ke empat. Namun justru terlihat jumlah bakteri pada kompos dengan EM4 dan MOL rumen sapi mengalami peningkatan, meskipun tidak signifikan. Peningkatan bakteri EM4 dan MOL rumen sapi ini dikarenakan kompos dengan EM4 dan MOL rumen sapi masih aktif bekerja dalam merombak bahan organik. Penelitian penggunaan MOL diaplikasikan pada sampah organik dinyatakan bahwa hasil kompos yang menggunakan MOL mendekati kompos dengan menggunakan EM4. Kadar air kompos sampah organik dengan memanfaatkan MOL yaitu 32 % (Benediktus, 2013), sehingga kompos tersebut masih mendukung untuk pertumbuhan mikroba. Pada minggu ke empat ini, jumlah cendawan kompos di semua perlakuan mengalami penurunan. Penurunan jumlah cendawan akan disertai dengan penurunan temperatur pada tumpukan kompos kulit kakao tersebut. Hal ini dikarenakan kompos telah masuk dalam fase pematangan atau pendinginan. Pendinginan, yaitu berkurangnya substrat dan tingginya temperatur yang akan menimbulkan kematian pada mikroba (bakteri maupun cendawan), sehingga aktivitas metabolisme menurun. Dengan demikian temperatur akan kembali turun kembali ke fase awal (temperatur ruang) (Fardiaz, 1989). Uji sidik ragam jumlah bakteri dan jumlah cendawan pada minggu terakhir tersaji pada Tabel 11.

Tabel 9. Jumlah Bakteri dan Cendawan Kompos Kulit Kakao Minggu Ke 4 setelah Dilakukan Transformasi Data

Perlakuan	Perhitungan Jumlah Cendawan (x 10 ⁷ CFU/ml)	Perhitungan Jumlah Bakteri (x 10 ⁷ CFU/ml)
MOL Bonggol Pisang	0,9275a	2,0133a
MOL Bambu	1,0768a	2,4000a
MOL Rumen Sapi	1,3386a	3,1167a
EM4	1,5250a	2,5700a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom, menunjukkan tidak beda nyata pada jenjang 5% berdasarkan uji DMRT

Hasil sidik ragam jumlah bakteri dan cendawan kompos kulit kakao menunjukkan bahwa pada minggu ke empat, jumlah bakteri dan cendawan pada semua perlakuan tidak beda nyata (Lampiran XII). Dari hasil sidik ragam pada Tabel 11 yang menunjukkan pertumbuhan cendawan pada minggu ke empat, diperoleh perlakuan EM4 cenderung lebih banyak ($1,5250 \times 10^7$ CFU/ml) dibandingkan dengan pertumbuhan cendawan bioaktivator MOL. Pertumbuhan cendawan setelah perlakuan EM4 diikuti dengan perlakuan bioaktivator MOL isi rumen sapi ($1,3386 \times 10^7$ CFU/ml). Jumlah bakteri pada perlakuan MOL rumen sapi lebih banyak ($3,1167 \times 10^7$ CFU/ml) dan diikuti dengan perlakuan EM4, pada MOL bonggol pisang cenderung memiliki jumlah bakteri paling sedikit ($2,0133 \times 10^7$ CFU/ml). Menurut Sembiring dkk (2010), mikroorganisme yang ada di dalam rumen memiliki jumlah banyak yang berperan dalam memfermentasikan bahan makanan. Hal ini menjadi alasan mengapa jumlah bakteri pada perlakuan bioaktivator MOL rumen sapi cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya.

Cendawan telah aktif dari minggu pertama pengomposan dan mengalami peningkatan pada minggu ke dua, setelah minggu minggu ke tiga mengalami

penurunan sampai minggu ke empat. Cendawan akan melapukkan bahan organik kemudian dilanjutkan oleh bakteri yang akan merombak bahan organik menjadi partikel lebih kecil. Cendawan dan bakteri berkembangbiak secara bersamaan selama proses dekomposisi berlangsung. Pertumbuhan cendawan dimulai sejak minggu pertama pengomposan dengan menghasilkan banyak filamen, dapat bertahan pada kondisi yang kering, keadaan asam maupun temperatur yang tinggi.

C. Perubahan Fisik selama Dekomposisi

1. Temperatur

Temperatur merupakan penentu dalam aktivitas dekomposisi. Pengamatan temperatur dapat digunakan sebagai tolak ukur kinerja dekomposisi, disamping itu juga untuk mengetahui bagaimana proses dekomposisi berjalan. Temperatur juga sangat berpengaruh terhadap proses dekomposisi berkaitan dengan aktivitas mikroorganisme yang berperan selama proses dekomposisi berlangsung (Miller,1991).

Proses pengomposan atau dekomposisi dapat dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap aktif dan tahap pematangan. 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 $50^{\circ} - 70^{\circ}$ 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

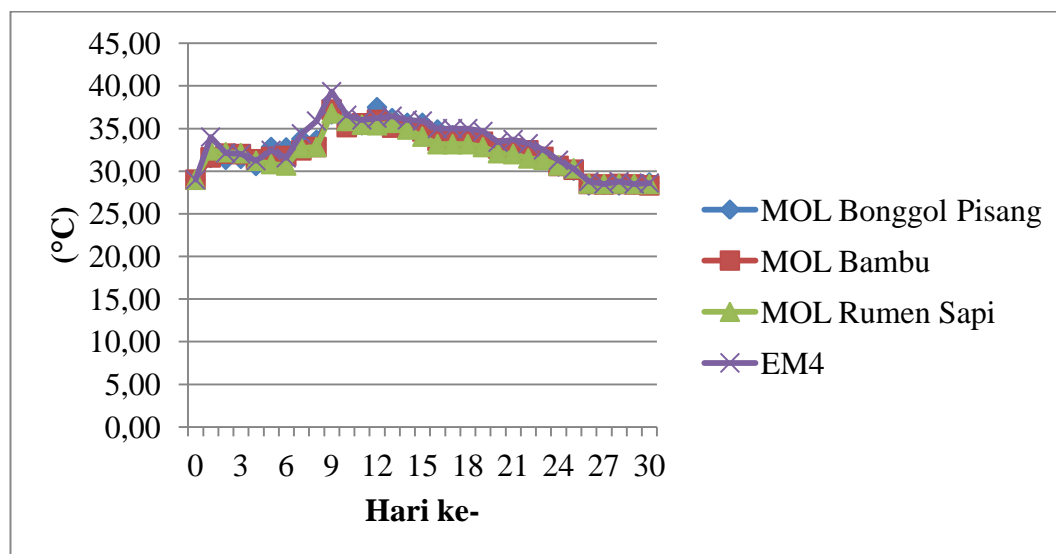
bahan organik yang sangat aktif. Mikroba – mikroba di dalam kompos dengan menggunakan oksigen akan menguraikan bahan organik menjadi CO₂, uap air dan panas. Setelah sebagian besar bahan telah terurai, maka temperatur akan berangsur – angsur mengalami penurunan. Pada saat ini terjadi pematangan kompos 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). Uji sidik ragam temperatur tersaji pada Tabel 12.

Tabel 10. Temperatur Kompos Kulit Kakao Minggu ke 4

Perlakuan	Temperatur
MOL Bonggol Pisang	28,6700a
MOL Bambu	28,3333a
MOL Rumen Sapi	28,5000a
EM4	28,6100a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom, menunjukkan tidak beda nyata pada jenjang 5% berdasarkan uji DMRT

Pada hasil sidik ragam temperatur minggu ke empat, menunjukkan tidak beda nyata antar perlakuan (Lampiran XII). Pada perlakuan EM4, bioaktivator MOL bonggol pisang, MOL bambu dan MOL rumen sapi tidak berbeda. Temperatur kompos semua perlakuan menunjukkan kesesuaian temperatur untuk standar kompos menurut (SNI 19 – 7030 – 2004) yang menyatakan bahwa temperatur kompos maksimal seperti temperatur air tanah. Adapun fluktuasi temperatur selama dekomposisi disajikan dalam bentuk grafik pada Gambar 9.



Gambar 9. Perubahan Temperatur selama dekomposisi

Pada Gambar 9 terlihat bahwa temperatur selama proses dekomposisi mengalami fluktuasi. Temperatur pada perlakuan EM4, MOL rumen sapi, MOL bambu dan MOL bonggol pisang mengalami peningkatan dan penurunan yang tidak terpaut perbedaan jauh. Peningkatan temperatur terlihat pada hari ke dua setelah pengomposan. Hal ini dikarenakan bakteri aktif pada awal pengomposan serta bersamaan dengan adanya perkembangbiakan cendawan (Gambar 7). Peningkatan temperatur diikuti dengan adanya peningkatan aktivitas mikroba. Peningkatan jumlah cendawan (Gambar 7) pada minggu pertama dan ke dua diikuti dengan adanya peningkatan temperatur, sedangkan peningkatan jumlah bakteri (Gambar 8) diikuti dengan peningkatan temperatur pada minggu ke dua sampai hari ke dua puluh satu.

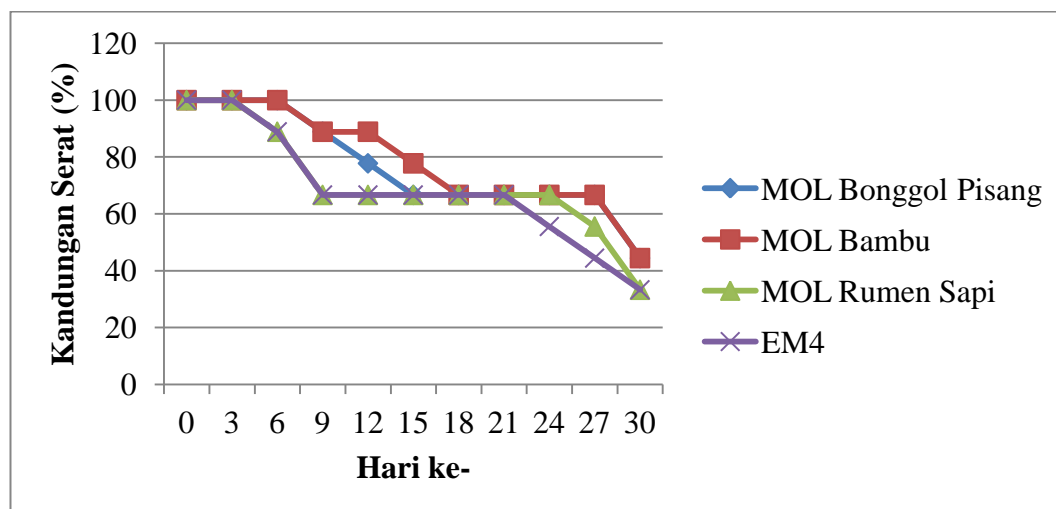
Bakteri yang aktif pada temperatur 30°-70° C merupakan bakteri mesofilik. Sedangkan bakteri yang mulai aktif pada temperatur 37° C merupakan bakteri thermofilik. Bakteri mesofilik akan merombak bahan organik yang

mengandung karbon dan memanfaatkan nitrogen sebagai bahan sintesa protein (Hartutik, dkk., 2015). Pada hari ke tiga sampai hari ke enam mengalami penurunan temperatur. Hal ini dikarenakan keadaan kompos yang terlalu lembab sehingga air yang ada di dalam kompos tidak dapat turun dan menguap sehingga temperatur kompos mengalami penurunan. Setelah kompos dibongkar dan dipindahkan tempat penyimpanannya pada hari ke enam, temperatur kompos mulai mengalami peningkatan kembali. Peningkatan temperatur kompos yang signifikan pada hari ke sembilan yaitu mencapai temperatur 39,33°C pada perlakuan EM4 selanjutnya diikuti dengan perlakuan MOL rumen sapi, MOL bonggol pisang dan MOL bambu. Selain lingkungan yang lembab, jumlah mikroba yang merombak bahan organik juga berpengaruh terhadap temperatur kompos. Jumlah cendawan dan bakteri yang mengalami peningkatan (Gambar 7 dan 8), menunjukkan adanya peran aktif mikroba untuk mendegradasi bahan organik. Hal ini dikarenakan jumlah mikroba yang banyak akan menghasilkan metabolisme yang tinggi sehingga CO₂, H₂O, humus dan panas yang dihasilkan juga meningkat. Jumlah panas inilah yang mempengaruhi temperatur kompos selama proses dekomposisi. Proses perombakan bahan organik ini menghasilkan oksigen dan panas. Saat temperatur meningkat dan mencapai temperatur 37° C, maka peran bakteri mesofilik akan digantikan oleh bakteri thermofilik yang dapat bertahan pada temperatur tinggi. Bakteri thermofilik ini hanya tersedia sangat sedikit sehingga pada hari ke sepuluh, temperatur kompos berangsur – angsur mengalami penurunan hingga minggu ke empat proses dekomposisi berlangsung. Penurunan temperatur kompos ini disebabkan karena bakteri telah merombak

bahan organik yang tersedia menjadi asam – asam organik yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman. Hal ini diikuti dengan adanya penurunan kadar C sehingga energi yang digunakan oleh bakteri menjadi semakin berkurang. Keadaan seperti ini menyebabkan sebagian bakteri menjadi mati dan temperatur kompos menjadi kembali seperti temperatur awal. Hal ini juga disebut dengan fase pematangan kompos.

2. Kandungan Serat

Bahan organik yang dikomposkan memiliki kandungan serat yang berbeda tergantung dengan sumber bahan organik tersebut. Kandungan serat bahan organik akan semakin berkurang setelah dikomposkan, semakin lama waktu pengomposan akan semakin remah sehingga volume kompos akan berkurang (menyusut). Menurut Syukur dan Nur (2016), bahan organik diurai menjadi unsur – unsur yang dapat dimanfaatkan atau diserap oleh mikroorganisme, sehingga ukuran partikel bahan organik menjadi lebih kecil yang menyebabkan volume kompos menyusut kurang lebih tiga perempatannya. Bobot kompos berkurang hampir setengahnya dikarenakan adanya proses perombakan yang menghasilkan panas yang menguapkan kandungan air dan CO₂. Perubahan kandungan serat selama proses dekomposisi tersaji dalam Gambar 10.



Gambar 10. Perubahan Kandungan Serat Kompos selama dekomposisi

Berdasarkan pengamatan kandungan serat kompos selama empat minggu (Gambar 10), perlakuan EM4, perlakuan MOL bonggol pisang, perlakuan MOL bambu dan perlakuan MOL rumen sapi tidak menunjukkan perbedaan. Semua perlakuan menunjukkan kandungan serat sudah masuk ke dalam kelompok hemik dengan persentase yaitu kurang dari tiga perempat sampai seperempat bagian atau lebih ($< \frac{3}{4}$ - $\geq \frac{1}{4}$ atau 75% - $\geq 25\%$). Kandungan serat kompos pada semua perlakuan semakin remah. Perlakuan EM4 cenderung lebih cepat remah dibandingkan dengan perlakuan bioaktivator MOL (33,33%), diikuti dengan perlakuan MOL rumen sapi (33,33%) kemudian baru perlakuan MOL bonggol pisang dan perlakuan MOL bambu (44,44%). EM4 yang cenderung lebih cepat remah dikarenakan aktivitas mikroba EM4 lebih aktif mendegradasi bahan. Aktivitas mikroorganisme pada minggu pertama (cendawan) mulai mengalami peningkatan (Gambar 7) yang diikuti dengan adanya penurunan kandungan serat. Pada minggu ke dua aktivitas mikroorganisme (cendawan dan bakteri) mengalami peningkatan (Gambar 7 dan 8) dan penurunan kandungan serat terlihat pada

Gambar 10 pada semua perlakuan. Hal ini diakibatkan adanya aktivitas mikroorganisme yang aktif mendekomposisikan bahan organik, sehingga kandungan serat mengalami penurunan katagori dan semakin remah. Adanya aktivitas mikroba yang aktif diikuti juga dengan adanya peningkatan temperatur. Temperatur pada minggu pertama sampai minggu ke dua mengalami peningkatan pada semua perlakuan. Aktivitas mikroba yang semakin aktif akan meningkatkan temperatur dan menurunkan katagori kandungan serat kompos.

Semua perlakuan bioaktivator MOL memiliki kemampuan yang sama efektif dengan EM4 dalam mendekomposisikan bahan organik (kulit kakao) dikarenakan memiliki kandungan serat yang remah. Kompos pada semua perlakuan masuk ke dalam katagori hemik, meskipun kandungan seratnya berbeda. Kandungan serat kompos pada standar SNI tidak memiliki kriteria yang pasti. Pada penelitian ini memperlihatkan adanya perubahan tingkat keremahannya, hasil akhir kompos kulit kakao sudah terlihat seperti tanah. Ukuran partikel kompos kulit kakao pada semua perlakuan telah sesuai SNI 19 – 7030 – 2004) yang memiliki minimum 0,55 mm dan maksimum 25 mm (2,5 cm). Persentase ukuran partikel kompos yang lolos diuji dengan menggunakan saringan dengan diameter 2 mm. Pada perlakuan bioaktivator MOL bonggol pisang memiliki persentase ukuran partikel 62,79 %, MOL bambu memiliki persentase ukuran partikel 57,82 %, MOL rumen sapi 69,14 %, dan EM4 memiliki persentase ukuran partikel 76,59 %.

3. Warna

Perubahan warna dari kondisi awal bahan ke kondisi akhir pengomposan menunjukkan adanya perubahan bahan organik. Menurut Widyarini (2008), apabila warnanya masih mirip dengan bahan mentahnya berarti kompos tersebut belum matang. Perubahan warna diukur dengan menggunakan *Munsell Soil Color Chart*. Adapun hasil perubahan warna kompos selama proses dekomposisi disajikan dalam Tabel 13.

Tabel 11. Perubahan Warna Kompos selama Proses Dekomposisi Kulit Kakao

Hari ke-	Perlakuan	Indek Warna	Keterangan
0	MOL Bonggol Pisang	25 %	<i>Dark Reddish Brown</i>
	MOL Bambu	25 %	<i>Dark Reddish Brown</i>
	MOL Rumen Sapi	25 %	<i>Dark Reddish Brown</i>
	EM4	25 %	<i>Dark Reddish Brown</i>
6	MOL Bonggol Pisang	25 %	<i>Dark Reddish Brown</i>
	MOL Bambu	41,67 %	<i>Dark Reddish Brown</i>
	MOL Rumen Sapi	33,33 %	<i>Dark Reddish Brown</i>
	EM4	41,67 %	<i>Dark Reddish Brown</i>
12	MOL Bonggol Pisang	75 %	<i>Dark Reddish Brown</i>
	MOL Bambu	75 %	<i>Dark Reddish Brown</i>
	MOL Rumen Sapi	75 %	<i>Dark Reddish Brown</i>
	EM4	100 %	<i>Very Dark Brown</i>
18	MOL Bonggol Pisang	100 %	<i>Very Dark Brown</i>
	MOL Bambu	100 %	<i>Very Dark Brown</i>
	MOL Rumen Sapi	100 %	<i>Very Dark Brown</i>
	EM4	100 %	<i>Black</i>
24	MOL Bonggol Pisang	100 %	<i>Black</i>
	MOL Bambu	100 %	<i>Black</i>
	MOL Rumen Sapi	100 %	<i>Black</i>
	EM4	100 %	<i>Black</i>
30	MOL Bonggol Pisang	100 %	<i>Black</i>
	MOL Bambu	100 %	<i>Black</i>
	MOL Rumen Sapi	100 %	<i>Black</i>
	EM4	100 %	<i>Black</i>

Berdasarkan Tabel 13, terlihat adanya perubahan warna kompos. Pada minggu pertama sampai minggu ke dua semua perlakuan menunjukkan warna *Dark Reddish Brown* namun berbeda – beda skalanya. Pada hari ke nol, semua perlakuan memiliki rerata indek warna 25 % atau masih berwarna *Dark Reddish Brown*. Pada minggu pertama semua perlakuan masih menunjukkan warna yang masih sama yaitu *Dark Reddish Brown*, namun skala skoringnya sudah berbeda. Setelah pengamatan hari ke delapan belas warna kompos mengalami perubahan warna yang signifikan. Pada minggu ke tiga semua perlakuan mulai menunjukkan warna kehitaman seperti tanah. Pada minggu ke empat warna mulai stabil yaitu hitam seperti warna tanah yang basah pada semua perlakuan. Perubahan warna yang cenderung lebih cepat ditunjukkan pada perlakuan EM4.

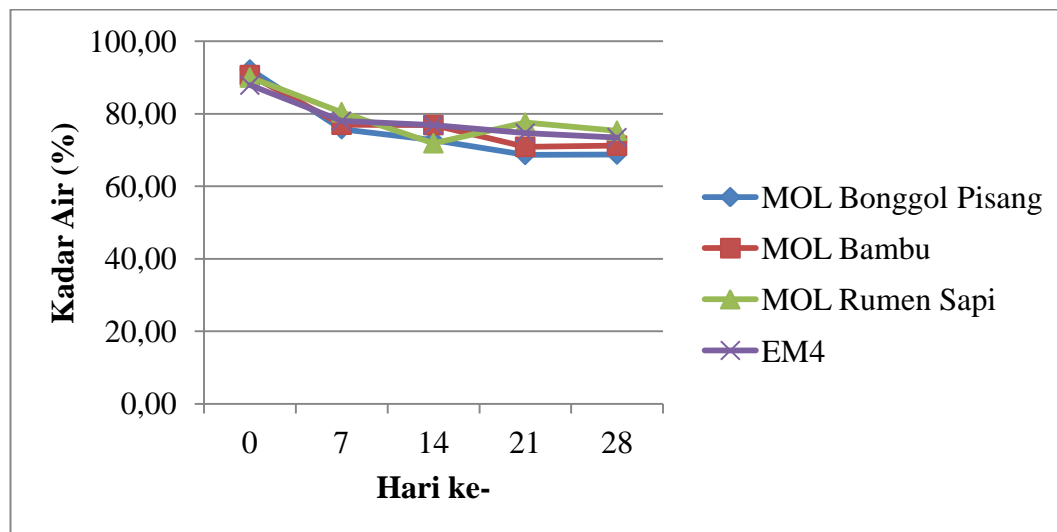
Kompos yang telah matang memiliki warna yang lebih gelap (hitam) menyerupai warna tanah. Perubahan warna pada kompos tergantung pada bahan dasar yang digunakan. Bahan yang masih segar, masih memiliki kadar karbon dan nitrogen yang sangat tinggi, salah satu tujuan pengomposan digunakan untuk menurunkan kadar karbon dan nitrogen pada bahan dasar. Dengan adanya proses dekomposisi ini kadar karbon dan nitrogen menjadi rendah sehingga warna yang dihasilkan menjadi gelap. Berdasarkan buku *Munsell Soil Color Chart*, nilai *value* yang semakin kecil menunjukkan warna yang semakin gelap. Nilai *chroma* yang semakin kecil menunjukkan warna yang semakin gelap pula, sehingga jika nilai *value* dan nilai *chroma* yang semakin kecil maka warna akan semakin gelap. Adanya perubahan warna dari minggu pertama sampai minggu terakhir menunjukkan bahwa kompos mengalami kematangan. Menurut standar SNI 19-

7030-2004, kompos yang baik memiliki warna kehitaman. Pada semua perlakuan kompos kulit kakao memiliki warna hitam seperti warna tanah yang basah, sehingga dapat dikatakan warna kompos kulit kakao memenuhi SNI kompos.

4. Kadar Air

Kadar air berpengaruh dalam mempercepat terjadinya perubahan dan penguraian bahan – bahan organik yang digunakan dalam pembuatan kompos (Widarti, dkk., 2015). Kadar air dalam penelitian ini merupakan persentase kandungan air dari suatu bahan yang dapat dinyatakan berdasarkan berat basah (*wet basis*). Kadar air berpengaruh terhadap aktivitas mikroorganisme dalam mendekomposisikan bahan organik. Kandungan air yang berada dibawah 30% mengakibatkan reaksi biologis berjalan dengan lambat karena berkurangnya populasi mikroorganisme pengurai, hal ini disebabkan karena terbatasnya habitat yang ada.

Kadar air yang terlalu tinggi menyebabkan ruang antar partikel menjadi penuh oleh air, sehingga mencegah gerakan udara dalam tumpukan dan menghambat aktivitas mikroba dan menghasilkan bau. Kadar air akhir kompos tidak boleh terlalu tinggi agar dapat langsung diaplikasikan ke tanah atau tanaman tanpa harus dikeringkan dahulu. Pengamatan kadar air selama proses dekomposisi disajikan pada Gambar 11.



Gambar 11. Perubahan Kadar Air selama dekomposisi

Berdasarkan Gambar 11, kadar air selama proses dekomposisi terjadi penurunan pada semua perlakuan. Kadar air kulit kakao campuran segar sebesar 91,622 % (Fitriana, 2011). Kondisi kadar air yang tinggi mengakibatkan ruang antar partikel menjadi penuh oleh air sehingga aktivitas mikroba menjadi terhambat dan berakibat pada perubahan temperatur. Peningkatan temperatur menjadi lambat dikarenakan kadar air yang terlalu tinggi. Kadar air yang semakin menurun diikuti juga dengan adanya perubahan kandungan serat (semakin remah). Pada minggu ke empat terlihat kandungan serat kompos memiliki katagori *hemik* (33,33%). Kompos mengalami penurunan katagori kandungan serat dari *fibrik* menjadi *hemik* dengan diikuti adanya penurunan kadar air. Kompos pada minggu terakhir masih memiliki kadar air yang cukup tinggi (>60%), hal ini mengakibatkan mikroba masih dapat melakukan pertumbuhan dan mendegradasi bahan yang masih tersisa sehingga semakin remah. Kadar air yang mendukung pertumbuhan mikroba yaitu pada kelembaban >30%, sehingga kompos kulit kakao ini cocok untuk pertumbuhan mikroorganisme. Kadar air pada semua

perlakuan menunjukkan di atas 50%, sedangkan kadar air maksimum kompos menurut standar SNI adalah 50% (Lampiran VI). Kadar air yang tinggi pada kompos kulit kakao mengakibatkan kompos tidak bisa langsung diaplikasikan ke tanaman namun harus dikeringkan terlebih dahulu.

D. Perubahan Kimia selama Dekomposisi

1. Tingkat Keasaman (pH)

Pengaturan pH perlu dilakukan karena merupakan salah satu faktor yang kritis bagi pertumbuhan mikroorganisme yang terlibat dalam proses pengomposan (Isroi, 2008). Uji sidik ragam tingkat keasaman (pH) minggu ke empat tersaji dalam Tabel 14.

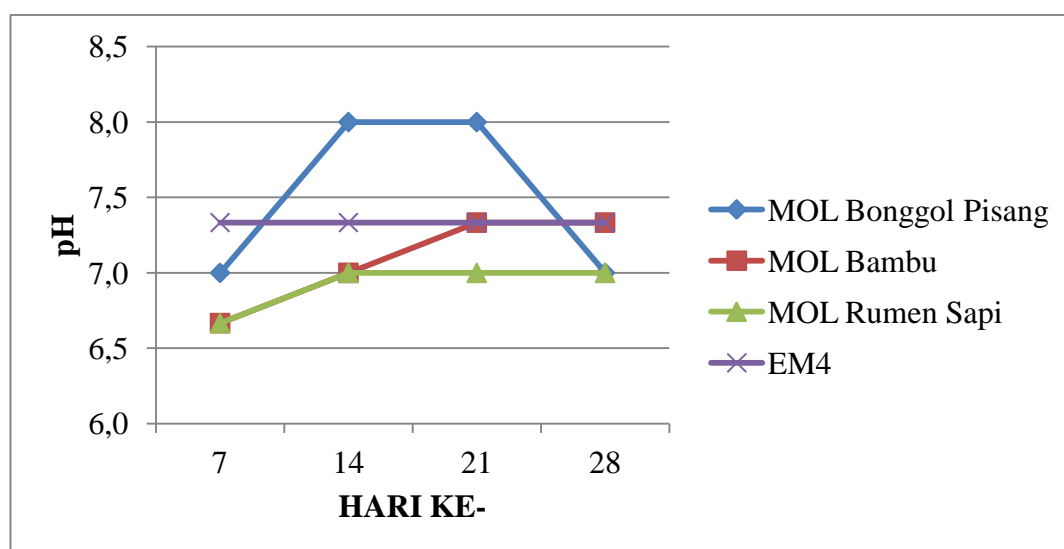
Tabel 12. Tingkat Keasaman (pH) Kompos Kulit Kakao Minggu 4

Perlakuan	pH
MOL Bonggol Pisang	7,00a
MOL Bambu	7,33a
MOL Rumen Sapi	7,00a
EM4	7,33a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada setiap kolom, menunjukkan tidak beda nyata pada jenjang 5% berdasarkan uji DMRT

Berdasarkan hasil sidik ragam minggu ke empat, pH menunjukkan tidak beda nyata antar perlakuan (Lampiran XII). Pada perlakuan EM4, bioaktivator MOL bonggol pisang, MOL bambu dan MOL rumen sapi tidak berbeda. pH kompos pada semua perlakuan menunjukkan kesesuaian pH untuk standar kompos menurut (SNI 19 – 7030 – 2004) yang menyatakan bahwa pH kompos berkisar antara 6,80-7,49. Mikroorganisme dapat bekerja pada pH netral hingga sedikit asam dengan kisaran pH 8-5,5. Pada tahap awal dekomposisi akan

terbentuk asam – asam organik sehingga pH akan turun. Kondisi seperti ini akan mendorong pertumbuhan cendawan sehingga dapat mendekomposisikan lignin dan selulosa pada bahan kompos. Tahap selanjutnya merupakan perubahan asam organik yang dimanfaatkan kembali oleh mikroorganismenya lainnya sehingga pH akan kembali netral sampai kompos menjadi matang. Perubahan pH selama proses dekomposisi disajikan pada Gambar 12.



Gambar 12. Perubahan pH selama dekomposisi

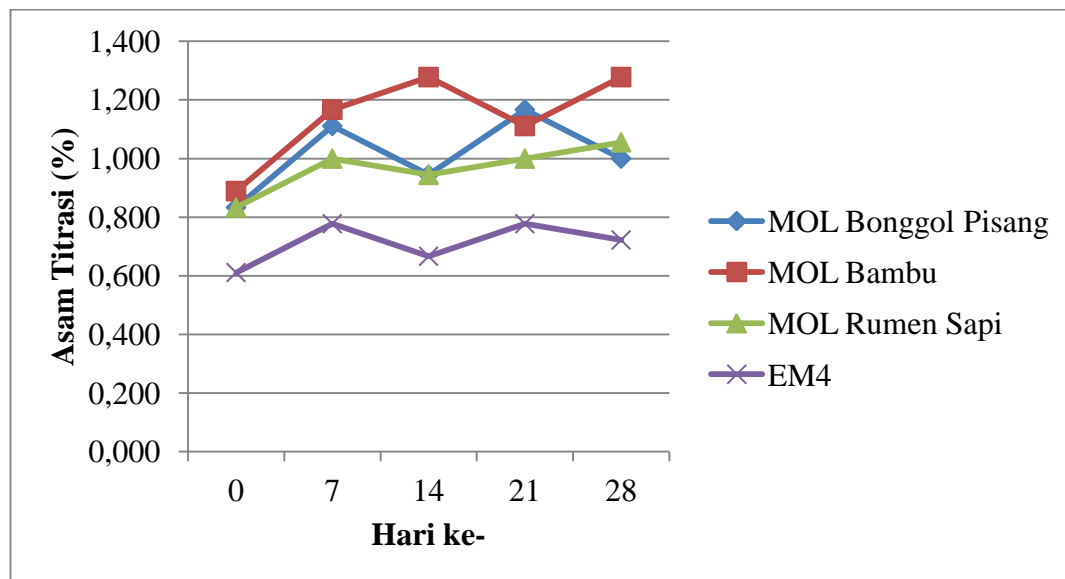
Berdasarkan Gambar 12, pH awal dekomposisi menunjukkan pH netral yang menjelaskan bahwa bahan organik belum terombak oleh mikroorganismenya dekomposer. Pada minggu pertama terjadi proses dekomposisi dari bahan organik menjadi asam – asam organik oleh mikroorganismenya. Proses dekomposisi pada perlakuan Bioaktivator MOL bonggol pisang dan MOL bambu terjadi karena pengaruh mikroorganismenya yang bekerja, namun proses dekomposisinya lebih lambat jika dibandingkan dengan perlakuan Bioaktivator MOL rumen sapi dan

EM4. Terjadinya penurunan pH pada diikuti dengan peningkatan asam yang dihasilkan dari proses dekomposisi (Gambar 13).

Pada minggu ke dua sampai minggu ke empat terjadi peningkatan pH pada semua perlakuan. Menurut Fahrudin dan Abdullah (2010), pH kembali naik dikarenakan asam – asam organik yang dihasilkan pada fase sebelumnya dimanfaatkan oleh mikroorganisme, sehingga pH menjadi netral sampai kompos tersebut matang. Dari hasil penelitian, semua perlakuan menunjukkan pH akhir kompos netral yaitu antara kisaran 7,0-7,5. Kematangan kompos sudah sesuai dengan standar SNI yaitu kompos yang memiliki pH netral.

2. Asam Titrasi

Uji asam titrasi dimaksudkan untuk mengetahui jumlah asam yang dihasilkan selama proses dekomposisi kulit kakao pada setiap perlakuan penggunaan berbagai aktivator untuk pengomposan. Menurut Heny (2015), asam adalah bentuk lain dari hasil proses dekomposisi suatu biomassa. Proses humifikasi bahan organik akan menghasilkan asam organik dan karbondioksida yang membantu menyediakan mineral – mineral seperti kalium. Total asam tertitrasi berhubungan dengan pH (keasaman), semakin rendah pH maka kandungan asam pada kompos akan semakin banyak (Wididana, 1995). Hasil pengujian asam titrasi pada kompos kulit kakao disajikan dalam Gambar 13.



Gambar 13. Perubahan Asam Titrasi selama dekomposisi

Pengamatan asam tertitrasi dilakukan setiap tujuh hari sekali dengan menggunakan larutan NaOH 0,01N. NaOH 0,01N diteteskan hingga larutan berubah warna (Lampiran XVI.d). Pada gambar 13 ditunjukkan semua perlakuan mengalami peningkatan pada minggu pertama dan menurun pada minggu ke dua. Pembebasan unsur – unsur hara dan senyawa organik yang tersedia bagi tanaman terjadi selama proses dekomposisi berlangsung. Hal ini mengakibatkan peningkatan total asam dari kondisi awal dan selama dekomposisi berlangsung. Peningkatan jumlah asam pada minggu pertama diikuti dengan penurunan pH pada minggu pertama (Gambar 12).

Peningkatan yang maksimum total asam selama dekomposisi pada minggu pertama kemudian mengalami penurunan pada minggu ke dua dan terjadi peningkatan kembali pada minggu ke tiga. Penurunan asam terjadi setelah minggu ke tiga sampai minggu ke empat yang diikuti dengan pematangan kompos. Jumlah asam pada perlakuan EM4 memiliki asam yang paling rendah sedangkan jumlah

asam yang paling banyak terdapat pada perlakuan Bioaktivator MOL bambu yang diikuti dengan perlakuan MOL rumen sapi dan perlakuan MOL bonggol pisang. Menurut Nurullita dan Budiyo (2003), asam tertitiasi yang rendah dikarenakan H^+ yang terperangkap sedikit sehingga asam organik yang dihasilkan banyak. Proses dekomposisi sampah merupakan akibat dari aktivitas mikroba dengan proses biologi secara aerobik dan anaerobik melalui beberapa tahap. Pada tahap pertama terjadi proses secara aerobik, pada tahap ke dua terjadi proses secara anaerobik karena O_2 telah habis. Pada tahap ke tiga, mikroorganisme pembentuk gas metana akan memanfaatkan CO_2 , hidrogen dan asam organik untuk membentuk gas metana. Pada tahap ini mikroorganisme bekerja lambat namun efisien menggunakan semua material yang ada.

E. Uji Kematangan Kompos

Uji kematangan kompos dilakukan pada akhir proses dekomposisi dengan menganalisis kandungan kompos dan uji kematangan kompos dengan daya kecambah benih jagung.

1. Uji Akhir Kandungan Kompos

Uji akhir kandungan kompos dilakukan dengan menganalisis kandungan C dan BO total, kadar N total dan C/N rasio. Hasil uji kandungan kompos disajikan dalam Tabel 15.

Tabel 13. Uji Kandungan Kompos setelah Proses Dekomposisi Kulit Kakao

Perlakuan	Kadar Lengas (%)	Kadar C (%)	Bahan Organik (%)	N total (%)	C/N rasio
MOL Bonggol Pisang	19,53	13,97	24,09	2,44	5,72
MOL Bambu	19,88	16,34	28,19	2,70	6,05
MOL Rumen Sapi	19,83	18,67	32,20	2,62	7,20
EM4	19,40	23,26	40,10	2,51	9,26

Hasil uji kandungan kompos, pada perlakuan EM4 memiliki kandungan BO yang tertinggi (40,10 %), kemudian diikuti dengan perlakuan Bioaktivator MOL rumen sapi (32,20 %). Pada perlakuan MOL bambu memiliki kandungan BO yang lebih rendah dibandingkan MOL rumen sapi (28,19 %) dan kandungan BO yang paling rendah adalah perlakuan MOL bonggol pisang (24,09 %). Semua perlakuan telah memenuhi syarat SNI kompos yaitu 27 – 58 kecuali pada perlakuan Bioaktivator MOL bonggol pisang yang belum memenuhinya. Uji kandungan bahan organik dan uji C/N rasio dilakukan dengan uji perkecambahan pada benih jagung (Lampiran XVII.c). Perkecambahan pada benih jagung yang tumbuh dengan baik menunjukkan bahan organik dan C/N rasio yang terkandung dalam kompos sudah tidak memiliki racun (toksik) untuk tanaman. Menurut Susanto (2002), C/N rasio merupakan indikator kematangan kompos, apabila nisbah kompos 20 atau lebih kecil berarti kompos tersebut siap digunakan. Akan tetapi, C/N rasio bahan kompos yang baik dapat berkisar antara 5 - 20. Kandungan C/N rasio dalam proses pengomposan cenderung mengalami penurunan dari kondisi awal. Didukung Mirwan (2015) yang menyatakan bahwa C-organik merupakan indikator terjadinya proses dekomposisi dalam pengomposan dan kematangan kompos. Kadar karbon cenderung mengalami

penurunan. Dalam proses dekomposisi, karbon digunakan sebagai sumber energi untuk menyusun bahan selular sel – sel mikroba dengan membebaskan CO₂ dan bahan lain yang menguap. Penambahan aktivator menyebabkan proses dekomposisi bahan organik berjalan cepat, sehingga terjadi penurunan kadar karbon.

Pada hasil analisis kadar karbon didapatkan kompos dengan EM4 memiliki kandungan karbon yang paling tinggi (23,26 %) diikuti dengan perlakuan Bioaktivator MOL rumen sapi (18,67 %) dan perlakuan MOL bambu (16,34 %). Sedangkan perlakuan MOL bonggol pisang memiliki kandungan karbon yang paling rendah (13,97 %). Kandungan karbon kompos kulit kakao ini telah sesuai dengan standar SNI kompos yaitu 9,80 – 32 %. EM4 cenderung lebih memberikan pengaruh yang lebih baik dalam perombakan unsur C, diduga karena mikroorganisme pada EM4 jumlahnya lebih banyak sehingga lebih cepat. Namun pada perlakuan Bioaktivator MOL rumen sapi juga terlihat lebih baik dibandingkan perlakuan Bioaktivator MOL lainnya, hal ini diduga karena mikroorganisme dekomposer dari Bioaktivator MOL rumen sapi dapat menyesuaikan diri sehingga dapat mendekomposisikan kulit kakao lebih baik dibandingkan perlakuan Bioaktivator MOL lainnya.

Kadar N total berhubungan dengan kadar C kompos, ke dua kandungan tersebut menentukan C/N rasio kompos (Heny, 2015). Menurut Heny (2015), unsur N total dalam kompos diperoleh dari degradasi bahan organik kompos oleh mikroorganisme dan organisme yang mendegradasi kompos. Meskipun pada hasil jumlah bakteri mengalami peningkatan dan penurunan selama proses dekomposisi

namun hasil kompos semua perlakuan menunjukkan kadar N total yang tidak jauh berbeda. Kandungan N total pada perlakuan Bioaktivator MOL bambu cenderung lebih tinggi (2,70 %) dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Diikuti dengan perlakuan MOL rumen sapi (2,62 %) dan perlakuan EM4 (2,51 %). Perlakuan MOL bonggol pisang memiliki kandungan N total yang paling rendah (2,44 %). Dari semua perlakuan, kandungan N total pada kompos telah memenuhi syarat standar SNI kompos yaitu $> 0,40$ %. Hal ini didukung oleh Goenadi *et.al.* (2000) yang menyatakan bahwa kandungan N total pada kompos mengalami kenaikan dari kondisi awal bahan kulit kakao yaitu 1,81 %. Pada masing – masing perlakuan pemberian Bioaktivator MOL dan EM4 mengalami peningkatan kadar N total. Menurut Sujiwo dkk. (2002), peningkatan kadar N dikarenakan proses dekomposisi oleh mikroorganisme menghasilkan amonia dan nitrogen yang terperangkap di dalam tumpukan kompos karena pori – pori tumpukan yang sangat kecil sehingga amonia dan nitrogen yang terlepas ke udara berada dalam jumlah yang sedikit.

Kandungan C/N rasio kompos adalah perbandingan dari antara karbon dan nitrogen dalam kompos. C/N rasio pada kompos kulit kakao pada semua perlakuan mengalami penurunan. Pada perlakuan EM4 menunjukkan C/N rasio paling tinggi (9,26) dibandingkan dengan perlakuan Bioaktivator MOL. Kemudian diikuti dengan perlakuan MOL rumen sapi (7,20) dan perlakuan MOL bambu (6,05). Sedangkan perlakuan yang memiliki C/N rasio paling rendah ditunjukkan pada perlakuan MOL bonggol pisang (5,72). C/N rasio EM4 paling mendekati standar SNI kompos yaitu 10-20. Didukung oleh Dewi dan Tresnowati

(2012) yang menyatakan prinsip pengomposan adalah untuk menurunkan C/N rasio bahan organik hingga mendapatkan C/N rasio yang sama dengan tanah (<20) dan menurut Gaur (1980), C/N rasio yang terus menurun berkaitan dengan aktivitas mikroba dekomposer yang membebaskan CO₂ sehingga unsur C cenderung menurun sementara N cenderung tetap.

Hasil pengamatan menunjukkan semua perlakuan memiliki C/N rasio yang belum memenuhi standar SNI kompos yaitu 10 – 20. Namun uji C/N rasio juga dilakukan dengan uji perkecambahan yang hasilnya semua perlakuan menunjukkan daya perkecambahan >80% sehingga sudah tidak memiliki sifat toksik untuk tanaman. Menurut Harada *et al.* (1993), pada kompos dengan kandungan rasio C/N rendah akan banyak mengandung amoniak (NH₃) yang dihasilkan oleh bakteri amoniak. Senyawa ini dapat dioksidasi lebih lanjut menjadi nitrit dan nitrat yang udah diserap oleh tanaman. Perbandingan C/N terlalu rendah juga akan menyebabkan terbentuknya gas amoniak, sehingga nitrogen mudah hilang ke udara. Kandungan C/N yang rendah juga dapat menghalangi perkembangbiakan bakteri karena kandungan unsur N yang tinggi akan meningkatkan emisi dari nitrogen sebagai amonium. Perbandingan kualitas kompos kulit kakao dengan standar kompos SNI 19-7030-2004 disajikan pada Tabel 16.

Tabel 14. Perbandingan kualitas kompos SNI sampah organik domestik dengan kompos kulit kakao berbagai perlakuan

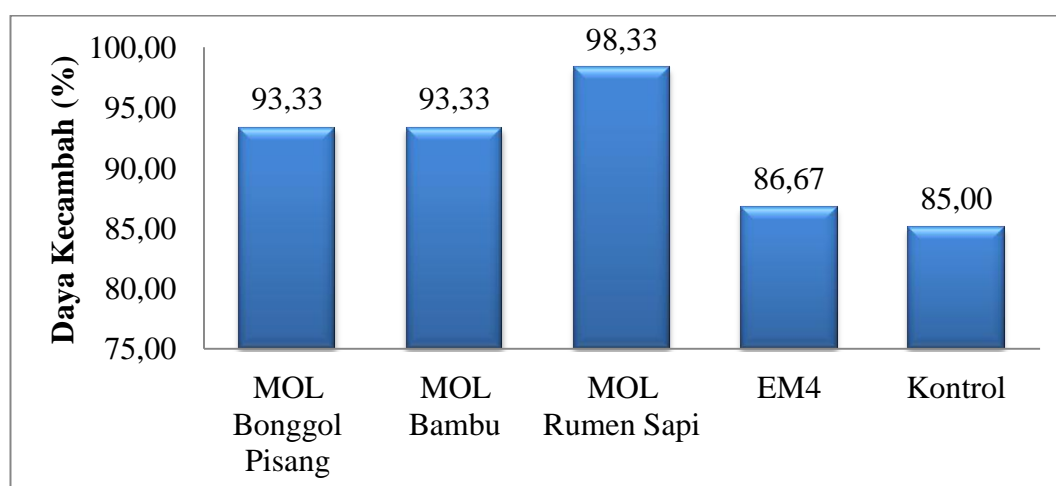
No	Parameter	SNI		MOL Bonggol Pisang		MOL Bambu		MOL Isi Rumen Sapi		EM4	
		Min	Maks	Nilai	Ket	Nilai	Ket	Nilai	Ket	Nilai	Ket
1	Temperatur (°C)	-	temperatur air tanah	28,67	sesuai	28,33	sesuai	28,50	sesuai	28,61	sesuai
2	Kadar Air (%)	-	50	68,78	Tidak sesuai	71,22	Tidak sesuai	75,33	Tidak sesuai	73,44	Tidak sesuai
3	Warna	-	Kehitaman	Hitam	sesuai	Hitam	sesuai	Hitam	sesuai	Hitam	sesuai
4	Ukuran Partikel (mm)	0,55	25	2	sesuai	2	sesuai	2	sesuai	2	sesuai
5	pH	6,80	7,49	7,00	sesuai	7,30	sesuai	7,00	sesuai	7,30	sesuai
6	Bahan Organik (%)	27	58	24,09	Tidak sesuai	28,19	sesuai	32,20	sesuai	40,10	sesuai
7	Nitrogen (%)	0,40	-	2,44	sesuai	2,70	sesuai	2,62	sesuai	2,51	sesuai
8	Karbon (%)	9,80	32	13,97	sesuai	16,34	sesuai	18,67	sesuai	23,26	sesuai
9	C/N Ratio	10	20	5,72	Tidak sesuai	6,05	Tidak sesuai	7,20	Tidak sesuai	9,26	Tidak sesuai

Hasil pengomposan kulit kakao selama empat minggu pada Tabel 16, dapat dilihat perbandingan antara standar kualitas kompos kualitas kompos menurut SNI 19 – 7030 – 2004 dengan berbagai bioaktivator. Kualitas fisik (temperatur, kadar air, warna dan ukuran partikel), sedangkan kualitas kimia kompos (pH, bahan organik, nitrogen, karbon dan C/N rasio). Hasil kompos dari Tabel 16 ditunjukkan bahwa kualitas fisik dan kimia yang dihasilkan dari kompos kulit kakao menggunakan bioaktivator MOL dan EM4 menunjukkan kesesuaian dengan standar kompos SNI 19-7030-2004. Kualitas fisik yang dihasilkan dari kompos kulit kakao menggunakan bioaktivator MOL dan EM4 sudah memenuhi standar SNI 19-7030-2004 kecuali kadar air pada semua perlakuan tidak

memenuhi sehingga perlu dikeringkan terlebih dahulu (Lampiran XVIII). Kualitas kimia yang dihasilkan dari kompos kulit kakao menggunakan bioaktivator MOL dan EM4 sudah memenuhi standar SNI 19-7030-2004 kecuali C/N rasio pada semua perlakuan tidak sesuai (Lampiran XVIII). C/N rasio semua perlakuan menunjukkan tidak sesuai dengan standar SNI 19-7030-2004, namun C/N rasio EM4 paling mendekati dengan standar SNI 19-7030-2004 yaitu 10-20.

2. Uji Daya Kecambah

Pengujian kematangan kompos bertujuan untuk mengetahui apakah kompos sudah layak diaplikasikan pada tanaman, dalam arti kompos tersebut sudah memenuhi syarat untuk mendukung perkecambahan pada benih dan pertumbuhan tanaman. Kematangan dan kualitas hasil kompos dapat dievaluasi berdasarkan kandungan hara dan tingkat toksisitasnya melalui uji daya perkecambahan. Kompos yang sudah matang dan stabil ditunjukkan oleh banyaknya benih yang berkecambah. Berikut disajikan pada Gambar 11 daya perkecambahan benih jagung selama lima hari.



Gambar 14. Daya Perkecambahan Benih Jagung selama 5 hari

Uji kematangan kompos pada uji perkecambahan dilakukan dengan menggunakan benih jagung. Ciri benih yang baik akan menunjukkan perkecambahan >80 % (Sutopo, 2002). Hasil uji kematangan tersebut, apabila dilihat dari persentasi uji daya perkecambahan (Gambar 14) tidak menunjukkan perbedaan, semua jagung yang ditumbuhkan pada kompos, daya perkecambahannya >80 %. Hal ini menunjukkan lebih baik dibandingkan jagung yang ditumbuhkan pada medium kapas (kontrol). Hasil uji kematangan kompos pada perkecambahan dengan benih jagung selama lima hari, menunjukkan rata – rata benih jagung mulai berkecambah pada hari ke dua setelah benih ditanam pada masing – masing medium. Berdasarkan hasil uji kematangan tersebut, jika dilihat dari persentase daya kecambah benih jagung yang tumbuh pada masing – masing medium tanam tidak menunjukkan adanya beda nyata antar perlakuan.

Medium kompos semua perlakuan yang dijadikan sebagai medium perkecambahan menunjukkan daya perkecambahan yang lebih tinggi dibandingkan daya berkecambah pada kontrol (kapas). Hal tersebut berhubungan saat perkecambahan, benih jagung hanya diletakkan dipermukaan kapas (kontrol) sedangkan benih pada kompos sedikit ditanam (tanam). Benih jagung yang ditanam pada medium kompos lebih cepat berkecambah, dibandingkan dengan medium kapas (kontrol). Menurut Sutopo (2002), temperatur optimal persentase perkecambahan benih tertinggi dapat dicapai yaitu pada kisaran temperatur antara $26,5^{\circ} - 35^{\circ}\text{C}$. Biji jagung yang dikecambahkan pada medium kompos posisinya sedikit ditanam, sehingga kompos akan memberikan temperatur yang lebih hangat. Temperatur kompos yang digunakan sebagai medium adalah $28^{\circ} - 32^{\circ}\text{C}$,

temperatur ini telah sesuai dengan temperatur perkecambahan, oleh sebab itu perkecambahan akan lebih cepat. Pada temperatur kontrol, biji jagung hanya diletakkan dipermukaan, sehingga temperatur relatif lebih rendah dan perkecambahan akan berjalan lebih lambat.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dan berdasarkan pengamatan semua parameter saling terkait satu sama lain. Mikroorganisme merombak bahan organik yang mengakibatkan temperatur mengalami peningkatan dan penurunan. Penurunan temperatur terkait dengan ketersediaan bahan organik yang sudah dirombak telah memiliki kandungan C dan N yang rendah sebagai sumber energi bagi mikroorganisme. Mikroorganisme memanfaatkan karbon sebagai sumber energi, sedangkan nitrogen digunakan untuk sintesa protein. Hasil dari respirasi mikroorganisme menghasilkan CO_2 , H_2O , panas dan asam organik. Adanya perubahan asam organik mengakibatkan adanya perubahan pH dan total asam tertitiasi selama proses dekomposisi.

Dalam proses dekomposisi aerob, mikroorganisme pendekomposer menghasilkan senyawa amoniak dari hasil respirasi sehingga menghasilkan bau yang menyengat. Bau yang menyengat pada awal proses dekomposisi akan berubah menjadi bau tanah bersamaan dengan pematangan kompos. Kematangan kompos juga diikuti dengan adanya perubahan warna dari warna yang cenderung terang dan segar dari bahan kompos menjadi lebih gelap (hitam) seperti tanah. Dari semua parameter yang disesuaikan dengan standar SNI kompos dapat dikatakan hasil kompos akhir kulit kakao telah sesuai. Kompos dengan perlakuan

EM4 tidak berbeda nyata dengan perlakuan Bioaktivator MOL rumen sapi, MOL bambu dan MOL bonggol pisang dilihat dari semua parameter penelitian.