

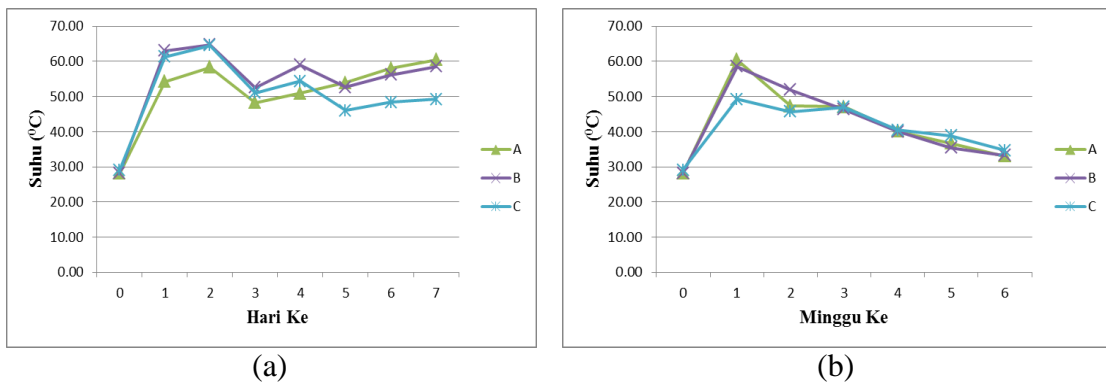
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tahap 1 : Pengomposan Limbah Perkebunan Kelapa

Pengomposan merupakan metode mempercepat proses dekomposisi bahan organik sehingga dapat dimanfaatkan oleh makhluk hidup lainnya. Proses pengomposan yang baik dapat dilihat dari pengamatan suhu, warna, kadar air, pH, Nisbah C/N.

1. Suhu

Pengamatan suhu dilakukan untuk melihat aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik. Perubahan suhu kompos daun kelapa, kompos sabut kelapa, dan kompos serbuk gergaji batang kelapa tersaji pada gambar 1.



Gambar 1. (a) Suhu kompos daun kelapa, kompos sabut kelapa, kompos serbuk gergaji kelapa per hari (b) Suhu kompos daun kelapa, kompos sabut kelapa, kompos serbuk gergaji kelapa per minggu

Keterangan :
A: Kompos Daun Kelapa
B: Kompos Sabut Kelapa
C: Kompos Serbuk Gergaji Batang Kelapa

Pada gambar 1a terlihat bahwa suhu kompos daun kelapa, kompos sabut kelapa, kompos serbuk gergaji batang kelapa pada hari pertama mengalami peningkatan suhu yang drastis. Peningkatan suhu ini terjadi karena mikroorganisme aktif pada awal pengomposan. Proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme menghasilkan uap air dan panas (Haug, 1993). Berdasarkan gambar 1a suhu kompos daun kelapa, kompos sabut kelapa, dan kompos serbuk gergaji batang kelapa mengalami fluktuasi (peningkatan dan penurunan) suhu yang berbeda. Fluktuasi suhu ini terjadi dikarenakan proses pembalikan kompos, tujuannya adalah untuk menurunkan suhu yang terlalu tinggi. Proses pembalikan kompos dapat menurunkan suhu karena dengan pembalikan kompos aerasi pada kompos menjadi lebih lancar. 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 dapat ditingkatkan dengan pembalikan atau mengalirkan udara di dalam tumpukan kompos (Sudiana, 2010). Suhu yang terlalu tinggi dapat membunuh mikroorganisme yang berada pada kompos. Hal ini sesuai dengan Mulyono (2014) bahwa suhu yang terlalu tinggi mengakibatkan bakteri yang ada pada kompos akan mati.

Berdasarkan gambar 1b terlihat bahwa suhu kompos daun kelapa, kompos sabut kelapa, dan kompos serbuk gergaji batang kelapa mengalami peningkatan suhu pada minggu pertama, hal ini terjadi karena bakteri aktif pada awal pengomposan. Penambahan akitavator EM4 juga meningkatkan jumlah populasi mikroorganisme

pada tumpukan bahan sehingga proses dekomposisi bahan organik berjalan dengan cepat dan panas yang dihasilkan juga semakin tinggi. Menurut Haug (1993), panas dihasilkan oleh proses kimia yang dilakukan mikroorganisme, proses penguraian bahan organik oleh mikroorganisme menghasilkan uap air dan panas. Penurunan suhu terjadi dari minggu ke-2 hingga ke-6, penurunan suhu ini terjadi dikarenakan aktivitas mikroorganisme dalam merombak bahan organik menurun sehingga panas yang dihasilkan juga lebih rendah. Menurut Karmilah (2017), Penurunan suhu disebabkan bahan organik yang dirombak lebih sedikit sehingga aktivitas mikroorganisme menurun.

Proses pengomposan daun kelapa, sabut kelapa, dan serbuk gergaji batang kelapa telah melalui tiga fase yaitu fase mesofilik, fase termofilik, serta fase pendinginan dan pematangan. Menurut Irawan dan Padmawati (2014), proses pengomposan akan mengalami tiga fase. Pertama adalah fase mesofilik dimana mikroorganisme yang hidup pada fase mesofilik memiliki tugas untuk memperkecil ukuran partikel bahan organik sehingga luas permukaan bertambah dan mempercepat proses pengomposan. Fase mesofilik berlangsung pada kisaran suhu 10-45 °C. Fase yang kedua adalah termofilik berlangsung pada suhu 45-65 °C. Mikroorganisme yang hidup pada fase ini adalah mikroorganisme yang dapat bertahan pada suhu tinggi salah satunya adalah jamur. Mikroorganisme jamur termofilik mampu merombak selulosa dan hemiselulosa. Fase tiga adalah pendinginan dan pematangan. Jumlah mikroorganisme termofilik pada fase pendinginan dan pematangan ini

berkurang karena bahan makanan juga berkurang, hal ini menyebabkan mikroorganisme mesofilik mulai berkeaktifan kembali. Mikroorganisme akan merombak selulosa dan hemiselulosa yang tersisa dari proses sebelumnya menjadi gula yang lebih sederhana. Bahan yang diuraikan menurun jumlahnya sehingga panas yang dihasilkan juga menurun.

Pada gambar 1b dapat dilihat bahwa pada penelitian ini suhu tertinggi kompos daun kelapa adalah $60,45^{\circ}\text{C}$, kompos sabut kelapa adalah $58,56^{\circ}\text{C}$, dan kompos serbuk gergaji batang kelapa adalah $49,22^{\circ}\text{C}$ atau telah mencapai suhu yang optimal. Suhu dalam proses komposting secara aerobik seharusnya mampu mencapai keadaan termofilik selama 24 jam agar bibit gulma maupun bakteri patogen mati (Erickson *et al.*, 2003). Suhu optimal kompos serbuk gergaji batang kelapa jika dibandingkan dengan suhu optimal kompos daun kelapa dan kompos sabut kelapa adalah yang terendah, hal ini dikarenakan tumpukan kompos yang kurang tebal, walaupun takaran semua bahan organik sama akan tetapi karena ukuran partikel serbuk gergaji batang kelapa yang lebih kecil mengakibatkan tumpukannya lebih tipis dari pada kompos daun kelapa dan sabut kelapa (lampiran 4.d). Hal ini sesuai dengan Erickson *et al.* (2003) bahwa tumpukan yang tipis tidak mampu menahan atau mengisolasi panas yang dihasilkan sehingga kalor yang dihasilkan oleh jasad renik dapat mengalir keluar.

Suhu kompos yang baik pada hasil akhir pengomposan menurut standart kualitas kompos (SNI 19-7030-2004) adalah bersuhu sama dengan suhu air tanah

atau 30 °C . Hasil akhir suhu yang dihasilkan kompos daun kelapa, kompos sabut kelapa, dan kompos serbuk gergaji batang kelapa belum sesuai dengan standart SNI kompos.

2. Warna

Warna kompos merupakan salah satu indikator bahwa kompos telah matang atau belum matang. Kompos yang telah matang akan berwarna lebih gelap dari pada warna bahan bahan mentahnya. Widyarini (2008) menyatakan apabila warna kompos masih mirip dengan bahan mentahnya maka kompos tersebut belum matang. Persentase perubahan warna kompos tersaji dalam tabel 3.

Tabel 3. Perubahan warna kompos daun kelapa, kompos sabut kelapa, kompos Serbuk Gergaji Batang Kelapa Selama Proses Pengomposan

Perlakuan	Minggu Ke (%)					
	1	2	3	4	5	6
Kompos Daun Kelapa	57	67	67	100	100	100
Kompos Sabut Kelapa	53	67	67	100	100	100
Kompos Serbuk Gergaji Batang Kelapa	59	67	67	100	100	100

Keterangan : Semakin besar % menunjukkan semakin mendekati warna kehitaman

Berdasarkan tabel 3 dapat dilihat persentase perubahan warna kompos setiap minggunya. Persentase warna kompos daun kelapa (lampiran 4.e), kompos sabut kelapa (lampiran 4.f), dan kompos serbuk gergaji batang kelapa (lampiran 4.g) pada minggu pertama menunjukkan persentase warna yang berbeda-beda. Persentase warna kompos berdasarkan buku *Munsell color chart* (lampiran 4.k) pada minggu pertama adalah kompos daun kelapa memiliki warna *brown*, kompos sabut kelapa berwarna *strong brown*, kompos serbuk gergaji batang kelapa berwarna *brown*. Persentase

warna kompos tertinggi pada minggu pertama adalah kompos serbuk gergaji batang kelapa, kemudian kompos daun kelapa, dan terakhir adalah kompos sabut kelapa. Hal ini terjadi karena pada awal pengomposan atau hari kesatu dan kedua suhu kompos serbuk gergaji batang kelapa mengalami peningkatan suhu yang tinggi. Suhu yang tinggi ini menyebabkan perubahan warna yang lebih cepat.

Pada minggu kedua dan ketiga kompos daun kelapa, kompos sabut kelapa, kompos serbuk gergaji kelapa (lampiran 4.h) menunjukkan persentase perubahan warna yang sama atau berada pada tingkat warna *dark brown*.

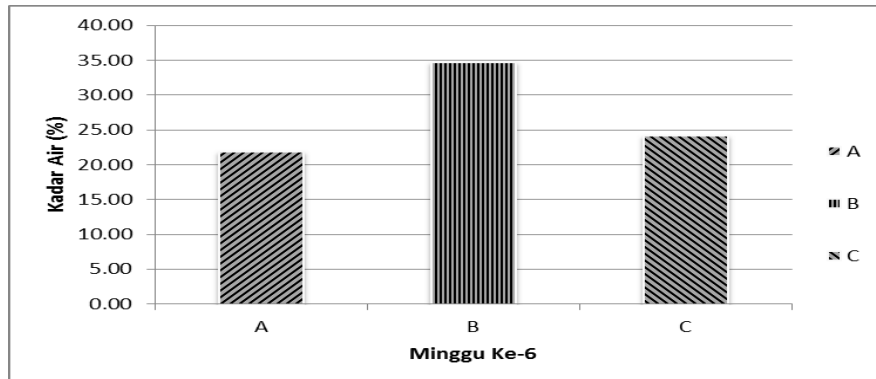
Persentase warna kompos pada minggu ke-4 (lampiran 4.i) hingga ke-6 (lampiran 4.j) menurut buku *Munsell color chart* menunjukkan warna *very dark brown*. Hal ini sesuai dengan Aryanto (2011) bahwa kompos yang baik dan sudah matang memiliki warna hitam dan tergantung dari bahan dasar pembuatannya. Warna kompos berubah dikarenakan aktivitas mikroba dalam kompos. Menurut Simarmata (2016) Perubahan warna yang terjadi dari warna coklat sampai hitam karena panas yang disebabkan aktivitas mikroba yang bekerja selama proses dekomposisi.

Berdasarkan tabel 3 perubahan warna kompos menjadi lebih gelap adalah salah satu tanda bahwa kompos telah matang. Warna kompos yang baik pada hasil akhir pengomposan menurut standart kualitas kompos (SNI 19-7030-2004) adalah berwarna kehitaman. Hasil akhir warna yang dihasilkan kompos daun kelapa, kompos

sabut kelapa, dan kompos serbuk gergaji batang kelapa telah sesuai dengan standart SNI kompos yaitu memiliki warna kehitaman.

3. Kadar Air

Bakteri yang terkandung dalam aktivator EM4 adalah bakteri asam laktat (*Lactobacillus sp.*) dan bakteri fotosintetik (*Rhodopseudomonas sp.*). Kadar air yang baik untuk pertumbuhan bakteri asam laktat dan bakteri fotosintetik berkisar pada 30% - 40% (Rosalia dkk., 2014). Kadar air merupakan salah satu faktor penting yang harus diperhatikan karena memiliki pengaruh terhadap dekomposisi bahan organik dalam proses pengomposan. Besarnya kadar air dinyatakan dalam persentase. Pengamatan kadar air berfungsi untuk mengetahui kelembapan pada tumpukan bahan kompos. Kandungan air dibawah 30% akan mengakibatkan kurangnya populasi mikroorganisme pengurai serta reaksi biologis akan berjalan lambat (Lisa, 2013). Kadar air yang terlalu tinggi mengakibatkan ruang antar partikel menjadi penuh oleh air, sehingga mencegah gerakan udara dalam tumpukan dan menghambat aktivitas mikroba sehingga menimbulkan bau (Heny, 2015). Kadar air yang optimum untuk proses pengomposan adalah 50-60% (Simamora dan Salundik, 2006). Kadar air kompos daun kelapa, kompos sabut kelapa, dan kompos serbuk gergaji batang kelapa tersaji pada gambar 2.



Gambar 2. Kadar air kompos daun kelapa, kompos sabut kelapa, kompos serbuk gergaji batang kelapa minggu ke-6

Keterangan :
 A: Kompos Daun Kelapa
 B: Kompos Sabut Kelapa
 C: Kompos Serbuk Gergaji Batang Kelapa

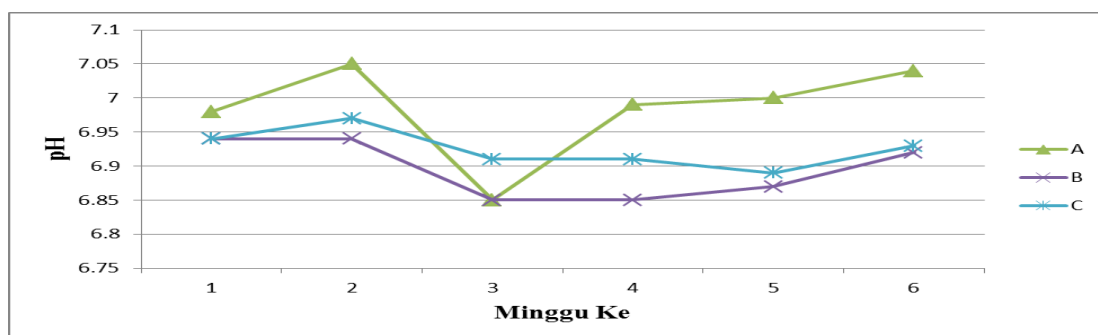
Pada gambar 2 terlihat bahwa kadar air ketiga kompos berbeda-beda. Kadar air ketiga kompos tersebut adalah kompos daun kelapa 21,89%, kompos sabut kelapa 34,75%, dan kompos serbuk gergaji batang kelapa 24,17%. Perbedaan kadar air ketiga kompos dikarenakan ukuran partikel kompos yang berbeda-beda, semakin kecil ukurannya maka semakin besar kapasitas simpan airnya. Hal ini sesuai dengan Hanafiah (2005) yang mengatakan bahwa tanah yang bertekstur pasir akan mudah melewatkan air dalam tanah, hal ini terkait dengan pengaruh tekstur terhadap proporsi bahan koloid, ruang pori dan luas permukaan adsorbs, yang semakin halus teksturnya akan makin banyak, sehingga makin besar kapasitas simpan airnya, hasilnya berupa peningkatan kadar dan ketersediaan air.

Kadar air kompos daun kelapa, kompos sabut kelapa, dan kompos serbuk gergaji kelapa yang dihasilkan dari proses pengomposan selama 6 minggu menunjukkan

bahwa ketiga kompos tersebut memiliki kadar air yang sudah sesuai dengan standart kualitas kompos (SNI 19 – 7030 – 2004) yaitu tidak lebih dari 50%. Sehingga setelah kompos matang langsung diaplikasikan ke tanaman tanpa harus dikeringkan terlebih dahulu.

4. Tingkat Keasaman (pH)

Tingkat keasaman (pH) merupakan salah satu indikator untuk melihat apakah proses pengomposan berjalan atau tidak. Mikorba akan bekerja pada keadaan netral hingga sedikit asam yaitu pada pH 5,5-8 (Heny, 2015). Selama proses dekomposisi, akan terbentuk asam-asam organik sehingga menyebabkan pH turun. Selama proses dekomposisi berlangsung asam-asam organik tersebut akan menjadi netral dan kompos menjadi matang dengan pH 6-8 (Lisa, 2013). Perubahan tingkat keasaman kompos daun kelapa, kompos sabut kelapa, dan kompos serbuk gergaji batang kelapa tersaji pada gambar 3.



Gambar 3. Grafik perubahan pH kompos daun kelapa, kompos sabut kelapa, kompos serbuk gergaji batang kelapa selama proses pengomposan

Keterangan :
 A: Kompos Daun Kelapa
 B: Kompos Sabut Kelapa
 C: Kompos Serbuk Gergaji Batang Kelapa

Berdasarkan gambar 3 tingkat keasaman (pH) kompos daun kelapa dan kompos serbuk gergaji kelapa pada minggu kedua mengalami peningkatan. Peningkatan tingkat keasaman ini terjadi karena nitrogen pada kompos daun kelapa dan kompos serbuk gergaji batang kelapa terdekomposisi oleh bakteri menjadi amonia. Hal ini sesuai dengan Baharuddin *et all.* (2009) yang menyatakan bahwa peningkatan nilai pH menandakan dekomposisi nitrogen oleh bakteri untuk menghasilkan amonia. Apabila sudah terjadi pembentukan amonia, maka pH akan meningkat menjadi basa. Tingkat keasaman kompos sabut kelapa pada awal pengomposan tetap stabil karena bahan masih segar dan belum terombak oleh mikroba.

Tingkat keasaman kompos daun kelapa, kompos sabut kelapa, kompos serbuk gergaji batang kelapa pada minggu ketiga menunjukkan penurunan. Penurunan pH ini terjadi karena perombakan bahan organik menjadi asam-asam organik oleh mikroba, Hal ini sesuai dengan Ahmad dkk. (2012) yang menyatakan pH akan turun menjadi asam karena sejumlah mikroorganisme yang terlibat dalam pengomposan akan mengubah bahan organik menjadi asam organik.

Tingkat keasaman kompos daun kelapa pada minggu ke-4 hingga minggu ke-6 menunjukkan peningkatan, sedangkan tingkat keasaman kompos sabut kelapa dan kompos serbuk gergaji batang kelapa mengalami peningkatan pada minggu ke-6. Tingkat keasaman (pH) kembali naik karena asam organik yang dihasilkan pada fase sebelumnya dikonsumsi oleh mikroorganisme, sehingga pH menjadi netral sampai kompos tersebut matang (Fahrudin dan Abdullah, 2010).

Tingkat keasaman kompos yang telah matang menurut SNI berada pada tingkat netral atau berada pada pH 6,80 – 7,49. Berdasarkan proses pengomposan yang telah dilakukan selama 6 minggu pH ketiga kompos telah sesuai dengan standart SNI 19 – 7030 – 2004 karena pH kompos tidak melebihi standart SNI.

5. Nisbah C/N

Nisbah C/N merupakan salah satu indikator kualitas dan tingkat kematangan dari bahan kompos. Nisbah C/N adalah hasil perbandingan antara karbon dengan nitrogen. Proses pendegradasian yang terjadi dalam pengomposan membutuhkan karbon organik (C) untuk pemenuhan energi dan pertumbuhan, dan nitrogen (N) untuk pemenuhan protein sebagai zat pembangun sel metabolisme. Prinsip pengomposan adalah untuk menurunkan nisbah C/N bahan organik agar sama dengan C/N tanah (<20) (Dewi dan Tresnowati, 2012). Nisbah C/N kompos daun kelapa, kompos sabut kelapa, dan kompos serbuk gergaji batang kelapa tersaji pada tabel 4.

Tabel 4. Nisbah C/N kompos daun kelapa, kompos sabut kelapa, kompos serbuk gergaji batang kelapa minggu ke-6

Perlakuan	Nisbah C/N
Kompos Daun Kelapa	42,81
Kompos Sabut Kelapa	26,50
Kompos Serbuk Gergaji Batang Kelapa	53,43

Berdasarkan tabel 4 dapat dilihat bahwa kandungan C/N untuk kompos daun kelapa adalah 42,81, Kompos sabut kelapa memiliki C/N 26,50, dan kompos serbuk gergaji batang kelapa memiliki nisbah C/N 53,43. Perubahan nisbah C/N terjadi

selama masa pengomposan diakibatkan adanya penggunaan karbon sebagai sumber energi dan hilang dalam bentuk CO₂ sedangkan nitrogen digunakan mikroba untuk sintesis protein dan pembentukan sel-sel tubuh sehingga kandungan karbon semakin lama semakin berkurang dan kandungan nitrogen yang tinggi maka rasio C/N menjadi rendah (Ismayana dkk., 2012). Nisbah C/N yang dihasilkan memiliki hubungan dengan kandungan yang terdapat pada bahan organik mentahnya. Daun kelapa memiliki kandungan holoselulosa 56,3%, alfa selulosa 44,2%, lignin 32% (Tsoumis, 1991). Sabut kelapa memiliki kandungan lignin 35-45%, dan selulosa 23-43% (Carijo *et al.*, 2002). Serbuk gergaji kelapa memiliki kandungan selulosa 33,61%, hemiselulosa 19,27%, dan lignin 36,51% (Usman, 2011). Kandungan selulosa dan lignin yang tinggi pada daun kelapa, sabut kelapa, dan serbuk gergaji batang kelapa mengakibatkan sulitnya terdekomposisi oleh mikroorganisme, hal ini berakibat pada tingginya nilai nisbah C/N yang dihasilkan pada kompos daun kelapa, kompos sabut kelapa, dan kompos serbuk gergaji batang kelapa. Menurut Saptiningsih dan Sri (2015) menyatakan bahwa masing-masing sumber bahan organik mempunyai kecepatan dekomposisi yang berbeda tergantung pada besarnya kandungan selulosa dan lignin. Kandungan lignin yang tinggi menyebabkan bahan organik sulit terdekomposisi (Pratikno, 2002).

Dari hasil pengomposan menunjukkan bahwa ketiga kompos belum sesuai dengan standart SNI 19 – 7030 – 2004 yaitu dengan nisbah C/N 10-20, akan tetapi dilihat dari ketiganya kompos yang memiliki nisbah C/N yang paling baik adalah

kompos sabut kelapa dengan nisbah C/N 26,50 sedangkan kompos daun kelapa memiliki nisbah C/N 42,81 dan kompos serbuk gergaji batang kelapa memiliki nisbah C/N 53,43. Pada dasarnya C/N rasio akan mempengaruhi ketersediaan unsur hara, C/N rasio berbanding terbalik dengan ketersediaan unsur hara, artinya apabila C/N rasio tinggi maka kandungan hara sedikit ketersediaannya untuk tumbuhan, sedangkan apabila C/N rasio rendah maka ketersediaan unsur hara kompos tinggi. Nilai C/N di antara 30-40 mikroba mendapatkan cukup C untuk energi dan N untuk sintesis protein. Apabila C/N terlalu tinggi, mikroba akan kekurangan N untuk sintesis protein sehingga dekomposisi berjalan lambat, sedangkan jika C/N terlalu rendah akan menghasilkan banyak amoniak (Isroil, 2008).

B. Tahap 2 : Perbanyak *Metarhizium anisopliae* Pada Kompos Limbah Perkebunan Kelapa

Metarhizium anisopliae adalah salah satu cendawan entomopatogen yang termasuk dalam divisi Deuteromycotina : Hyphomycetes. Cendawan ini biasa disebut dengan *green muscardine fungus* dan tersebar luas di seluruh dunia (Lee dan Hou, 1989). *Metarhizium anisopliae* telah lama digunakan sebagai agen hayati dan dapat menginfeksi beberapa jenis serangga, antara lain dari ordo *Coleoptera*, *Lepidoptera*, *Homoptera*, *Hemiptera*, dan *Isoptera* (Gabriel dan Riyanto, 1989).

Inokulasi jamur *Metarhizium anisopliae* pada beberapa kompos bertujuan agar lebih mudah dalam hal aplikasinya. Pengamatan yang dilakukan adalah mengamati persentase bobot miselia dan viabilitas jamur. Hasil rerata perbanyak *Metarhizium anisopliae* pada kompos limbah perkebunan kelapa tersaji pada tabel 5.

Tabel 5. Rerata hasil perbanyakan *Metarhizium anisopliae* pada kompos limbah perkebunan kelapa

Perlakuan	Pertumbuhan Miselia (%)	Viabilitas (10^7 CFU/ml)
Kompos Daun Kelapa	-0,89 a	149,83 a
Kompos Sabut Kelapa	-1,13 a	108,67 a
Kompos Serbuk Gergaji Batang Kelapa	-1,38 a	146,33 a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama, menunjukkan tidak ada beda nyata antar perlakuan berdasarkan uji F taraf 5%.

1. Pertumbuhan Miselia

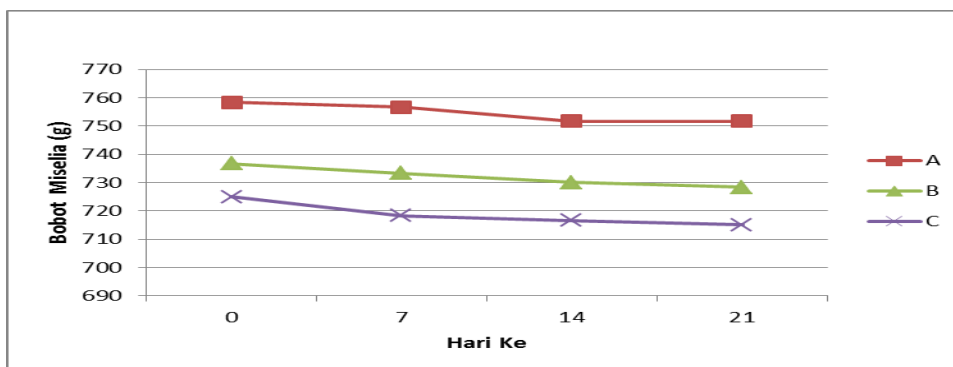
Pengamatan persentase bobot miselia dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan miselia jamur *Metarhizium anisopliae* pada media perbanyakan. Berdasarkan hasil sidik ragam persentase pertumbuhan miselia jamur *M. anisopliae* yang dikembangkan pada kompos daun kelapa, kompos sabut kelapa, dan kompos serbuk gergaji batang kelapa menunjukkan tidak ada beda nyata antar perlakuan (lampiran 3.a) atau dapat saling menggantikan jika salah satu bahan sulit untuk ditemukan. Rerata persentase pertumbuhan miselia tersaji dalam tabel 5.

Berdasarkan tabel 5 rerata persentase bobot miselia yang memiliki nilai terbaik adalah kompos serbuk gergaji batang kelapa yaitu dengan persentase pertumbuhan miselia sebesar -1,38 %. Kompos sabut kelapa dan kompos daun kelapa memiliki persentase pertumbuhan miselia secara berturut-turut adalah -1,13% dan -0,89%.

Rerata persentase pertumbuhan miselia kompos daun kelapa memiliki nilai terbaik karena kompos daun kelapa memiliki nutrisi atau zat-zat yang dibutuhkan

oleh jamur *M. anisoplaie* untuk tumbuh. Hal ini sesuai dengan Crytovel (2016), yang mengatakan bahwa jamur atau fungi yang prinsip nutrisinya adalah heterotrof menyebabkan memiliki kemampuan hidup sebagai pemakan sampah (saporofit) maupun sebagai penumpang yang mencuri makanan dari inangnya (parasit). Hal serupa juga diungkapkan oleh Wells (1988), Fungi atau jamur merupakan tumbuhan yang tidak dapat berklorofil sehingga tidak dapat melakukan fotosintesis untuk menghasilkan makanan sendiri.

Pertumbuhan miselia jamur *Metarhizium anisopliae* selama 21 hari mengalami penurunan bobot baik kompos aktif daun kelapa, kompos aktif sabut kelapa dan kompos aktif serbuk gergaji batang kelapa. Penurunan bobot miselia kompos daun kelapa, kompos sabut kelapa dan kompos serbuk gergaji batang kelapa tersaji pada gambar 4.



Gambar 4. Pertumbuhan miselia *M. anisopliae* pada kompos limbah perkebunan kelapa selama 21 hari

Keterangan :
 A: Kompos Daun Kelapa
 B: Kompos Sabut Kelapa
 C: Kompos Serbuk Gergaji Batang Kelapa

Berdasarkan gambar 4 pada hari ke-7 bobot kompos daun kelapa mengalami penurunan sebanyak 1 gram menjadi 757 gram, kompos sabut kelapa mengalami penurunan bobot sebanyak 4 gram menjadi 733 gram, dan kompos serbuk gergaji batang kelapa mengalami penurunan bobot sebanyak 7 gram menjadi 718 gram. Penurunan bobot kompos daun kelapa menjadi 752 gram pada hari ke 14 dan bobotnya tetap pada hari ke-21. Kompos sabut kelapa menjadi 730 gram pada hari ke-14 dan 728 gram pada hari ke-21. Kompos serbuk gergaji batang kelapa mengalami penurunan bobot pada hari ke-14 menjadi 717 gram dan pada hari ke-21 menjadi 715 gram. Secara keseluruhan kompos daun kelapa, kompos sabut kelapa, dan kompos serbuk gergaji kelapa mengalami penurunan bobot selama 21 hari.

Penurunan bobot ini dikarenakan adanya perubahan nutrisi atau zat-zat yang terkandung dalam media perbanyakkan menjadi miselia, CO₂, dan H₂O oleh jamur *Metarhizium anisopliae* yang bersifat khemoheterotrof (jamur yang mengonsumsi senyawa organik sebagai sumber energi dan karbon). Hal ini sesuai dengan Nurhayati (2001), yang mengatakan bahwa penurunan berat inokulum diakibatkan karena adanya pembongkaran bahan organik oleh jamur yang ditumbuhkan untuk membantu pertumbuhan miselium.

2. Viabilitas Jamur *Metarhizium anisopliae*

Viabilitas adalah kemungkinan dan kemampuan untuk dapat hidup dari suatu individu dan bergantung pada perjuangan atau tindakan yang dilakukan individu

tersebut untuk tetap bertahan hidup dan dapat bersaing dengan individu lainnya. Pengamatan viabilitas ini dilakukan untuk mengetahui jumlah dan perkembangan populasi spora fungi *Metarhizium anisopliae* didalam media kompos sesuai perlakuan.

Hasil sidik ragam viabilitas jamur *Metarhizium anisopliae* menunjukkan bahwa dari ketiga perlakuan yaitu kompos daun kelapa, kompos sabut kelapa, dan kompos serbuk gergaji batang kelapa tidak beda nyata (lampiran 3.b). Hal ini bermakna bahwa semua perlakuan memiliki pengaruh yang sama terhadap hasil jumlah spora yang viabel. Rerata uji viabilitas jamur *M. anisopliae* selengkapnya disajikan dalam tabel 5.

Hasil rerata uji viabilitas tertinggi terdapat pada kompos duan kelapa dengan nilai $149,83 \times 10^7$ CFU/ml diikuti kompos serbuk gergaji batang kelapa dengan nilai $146,33 \times 10^7$ CFU/ml dan kompos sabut kelapa memiliki nilai terkecil yaitu $108,67 \times 10^7$ CFU/ml. Hal ini menunjukkan bahwa media kompos sebagai sumber bahan organik dan nutrisi memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan spora *Metarhizium anisopliae*. Kandungan berbagai kompos seperti C/N, selulose, hemiselulosa, lignin, protein, bahan mineral(abu) dan pH sangat mempengaruhi perkembangan jamur *Metarhizium anisopliae*. Menurut Wells (1988) fungi merupakan tumbuhan yang tidak berklorofil sehingga tidak dapat melakukan fotosistesis untuk menghasilkan makanan sendiri. Fungi hidup dengan cara mengambil zat-zat makanan seperti selulosa, glukosa, lognin, protein dan senyawa pati dari organisme lain, dengan

bantuan enzim yang diproduksi oleh hifa, bahan makanan tersebut diuraikan menjadi senyawa yang dapat diserap untuk pertumbuhan, maka dari itu fungi digolongkan sebagai tanaman heterotrofik atau tanaman yang kehidupannya tergantung pada organisme lain. C/N kompos daun kelapa dan kompos serbuk gergaji batang kelapa memiliki nilai yang lebih tinggi dari C/N kompos sabut kelapa. Nilai C/N yang tinggi berarti C yang terkandung lebih banyak dari pada N yang terkandung, dalam perkembangannya jamur membutuhkan karbon sebagai sumber nutrisi. Nilai C/N yang tinggi berarti nutrisi yang didapatkan oleh jamur lebih banyak sehingga perkembangannya lebih baik. Hal ini sesuai dengan Farhatul dan Firman (2015) yang menyatakan bahwa Nilai C/N rasio tinggi berarti nilai C tinggi dan nilai N rendah sehingga energi yang digunakan dalam pembentukan badan buah lebih banyak, dimana jamur membutuhkan sumber karbon dalam bentuk senyawa selulosa, hemiselulosa dan lignin (senyawa karbohidrat ikatan β -1,4- glikosidik) sebagai sumber nutrisi utama.

C. Tahap 3 : Aplikasi Kompos Aktif Terhadap Kumbang Badak

Uji bioassay kompos aktif dilakukan pada hama *Oryctes rhinoceros* instar III yaitu dengan spesifikasi panjang hama 7-10 cm dan berat hama 10-13 gram. Infeksi jamur *Metarhizium anisopliae* terhadap hama *Oryctes rhinoceros* terlihat pada 7 hari setelah aplikasi. Kumbang badak yang terserang infeksi *M. anisopliae* menunjukkan ciri-ciri yaitu pergerakan kumbang badak berkurang, hama larva kumbang badak menjadi kaku, selang 2-3 hari tubuh larva *Oryctes rhinoceros* mulai ditumbuhi

dengan spora jamur *M. anisopliae* dengan warna putih dan semakin lama spora jamur berubah menjadi warna hijau. Pengamatan yang dilakukan pada tahap bioassay ini adalah bobot hama dan kematian hama. Data yang didapatkan dari parameter kematian hama digunakan untuk menghitung mortalitas, kecepatan kematian, dan efikasi.

1. Susut Bobot Hama

Pengujian bobot hama dilakukan untuk mengetahui pengaruh perlakuan yang diberikan terhadap bobot hama yang diujikan. Rerata bobot hama *O. rhinoceros* tersaji pada tabel 6.

Tabel 6. Bobot hama *Oryctes rhinoceros* pada hari ke-14

Perlakuan	Susut Bobot Hama (%)
Kompos Aktif Daun Kelapa	59,35 a
Kompos Aktif Sabut Kelapa	53,83 a
Kompos Aktif Serbuk Gergaji Batang Kelapa	57,47 a
Serbuk Gergaji Batang Kelapa Sebagai Kontrol	-0,07 b
Serbuk Gergaji Batang Kelapa+Starter <i>Metarhizium anisopliae</i>	-1,74 b

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom, menunjukkan beda nyata antar perlakuan berdasarkan uji DMRT pada taraf nyata 5%.

Hasil sidik ragam rerata susut bobot hama *O. rhinoceros* menunjukkan bahwa terdapat beda nyata antar perlakuan (lampiran 3.c). Kompos aktif daun kelapa, kompos aktif sabut kelapa, kompos aktif serbuk gergaji batang kelapa memiliki nilai susut bobot hama yang lebih tinggi dibandingkan dengan serbuk gergaji batang kelapa sebagai kontrol dan serbuk gergaji batang kelapa+Starter *Metarhizium anisopliae*. Hal ini membuktikan bahwa pemberian kompos aktif daun kelapa,

kompos aktif sabut kelapa, dan kompos aktif serbuk gergaji batang kelapa mengakibatkan aktivitas makan hama uret berkurang. Menurut Yuningsih (2014), perubahan tingkah laku dan morfologi *O. rhinoceros* setelah aplikasi inokulum *M. anisopliae* menunjukkan perubahan pergerakan lamban, nafsu makan berkurang, dan hampir seluruh tubuh larva berwarna coklat kehitaman.

Susut bobot hama *O. rhinoceros* kompos aktif daun kelapa, kompos aktif sabut kelapa, dan kompos aktif serbuk gergaji batang kelapa memiliki nilai yang sama. Hal ini dikarenakan kompos aktif daun kelapa, kompos aktif sabut kelapa, dan kompos aktif serbuk gergaji batang kelapa memiliki nilai viabilitas yang sama. Menurut Agung dkk. (2005) menyatakan bahwa jika jumlah spora viable yang tumbuh sama maka jumlah spora yang berkembang dan mempenetrasi larva juga sama. Jumlah spora yang mempenetrasi larva sama menyebabkan berkurangnya nafsu makan yang sama pada hama *Oryctes rhinoceros*.

2. Kematian Hama

Pengamatan kematian hama dilakukan dengan cara menghitung jumlah hama yang mati. Hasil pengamatan kematian hama digunakan untuk menghitung :

a. Tingkat Mortalitas

Tingkat mortalitas menunjukkan banyak hama *Oryctes rhinoceros* yang mati setelah aplikasi dari jumlah hama sebelum aplikasi yang dinyatakan dalam persen (%). Tingkat mortalitas menunjukkan toksisitas jamur *M. anisopliae* terhadap hama *O.*

rhinoceros. Rerata tingkat mortalitas yang dihasilkan dari aplikasi kompos aktif tersaji pada tabel 7.

Tabel 7. Rerata tingkat mortalitas aplikasi *M. anisopliae* pada hama *O. rhinoceros*.

Perlakuan	Tingkat Mortalitas (%)
Kompos Aktif Daun Kelapa	60,00 a
Kompos Aktif Sabut Kelapa	53,33 a
Kompos Aktif Serbuk Gergaji Batang Kelapa	60,00 a
Serbuk Gergaji Batang Kelapa Sebagai Kontrol	0,00 b
Serbuk Gergaji Batang Kelapa+Starter <i>Metarhizium anisopliae</i>	6,67 b

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang tidak sama pada kolom, menunjukkan beda nyata antar perlakuan berdasarkan uji DMRT pada taraf nyata 5%.

Hasil sidik ragam rerata tingkat mortalitas larva *O. rhinoceros* menunjukkan bahwa terdapat beda nyata antar perlakuan (lampiran 3.d). Tingkat Mortalitas kompos aktif daun kelapa (lampiran 3.d), kompos aktif sabut kelapa (lampiran 3.e), dan kompos aktif serbuk gergaji batang kelapa (lampiran 3.f) memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan tingkat mortalitas serbuk gergaji batang kelapa sebagai kontrol dan tingkat mortalitas serbuk gergaji batang kelapa+Starter *M. anisopliae* (lampiran 3.g), dan nilai tingkat mortalitas kompos aktif daun kelapa, kompos aktif sabut kelapa, kompos aktif serbuk gergaji batang kelapa adalah sama. Hal ini membuktikan bahwa media kompos daun kelapa, kompos sabut kelapa, dan kompos serbuk gergaji kelapa adalah media perbanyak jamur *M. anisopliae* yang sama baiknya.

Tingkat mortalitas yang diperoleh sejalan dengan rerata hasil uji viabilitas pada tahap 2, dimana rerata uji viabilitas dengan memiliki nilai yang sama baiknya pada perlakuan kompos daun kelapa, kemudian kompos serbuk gergaji batang kelapa, dan kompos serbuk gergaji batang kelapa. Berdasarkan hasil rerata tingkat mortalitas

yang didapatkan semakin tinggi nilai viabilitas spora yang didapatkan maka tingkat mortalitas yang dihasilkan juga semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan Prayoga dkk. (2005) yang menyatakan bahwa daya kecambah (viabilitas) cendawan entomopatogen merupakan awal dari stadia pertumbuhan cendawan sebelum melakukan penetrasi ke integument serangga, oleh karena itu daya kecambah sangat menentukan keberhasilan cendawan dalam pertumbuhan selanjutnya.

b. Kecepatan Kematian

Pengamatan kecepatan kematian dilakukan untuk mengetahui kecepatan kematian hama larva *O. rhinoceros* per hari yang diaplikasikan dengan kompos aktif daun kelapa, kompos aktif sabut kelapa, dan kompos aktif serbuk gergaji batang kelapa. Rerata kecepatan kematian hama larva *O. rhinoceros* dapat dilihat pada tabel 8.

Tabel 8. Rerata kecepatan kematian aplikasi *M. anisopliae* pada hama *O. rhinoceros*

Perlakuan	Kecepatan Kematian (Hama/hari)
Kompos Aktif Daun Kelapa	0,28 a
Kompos Aktif Sabut Kelapa	0,23 a
Kompos Aktif Serbuk Gergaji Batang Kelapa	0,32 a
Serbuk Gergaji Batang Kelapa Sebagai Kontrol	0,00 b
Serbuk Gergaji Batang Kelapa+Starter <i>Metarhizium anisopliae</i>	0,02 b

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang tidak sama, menunjukkan ada beda nyata antar perlakuan berdasarkan uji DMRT pada taraf nyata 5%.

Hasil sidik ragam rerata kecepatan kematian larva *O. rhinoceros* menunjukkan bahwa ada beda nyata antar perlakuan (lampiran 3.e). Kompos aktif daun kelapa, kompos sabut kelapa, dan kompos serbuk gergaji batang kelapa lebih memiliki nilai

kecepatan kematian yang lebih tinggi dibandingkan dengan serbuk gergaji batang kelapa sebagai kontrol dan serbuk gergaji kelapa+starter *Metarhizium anisopliae*, dan nilai kecepatan kematian kompos aktif daun kelapa, kompos aktif sabut kelapa, kompos aktif serbuk gergaji batang kelapa adalah sama. Nilai kecepatan kematian kompos aktif daun kelapa, kompos aktif sabut kelapa, dan kompos aktif serbuk gergaji batang kelapa sama dikarenakan memiliki nilai viabilitas spora yang sama. Menurut Agung dkk. (2005) menyatakan bahwa jika jumlah spora viable yang tumbuh sama maka jumlah spora yang berkembang dan mempenetrasi larva juga sama yang pada akhirnya menyebabkan kecepatan kematian yang sama juga. Perlakuan serbuk gergaji batang kelapa sebagai kontrol memiliki kecepatan terendah karena pada serbuk gergaji batang kelapa sebagai kontrol tidak terdapat spora *Metarhizium anisopliae* untuk mengendalikan hama *Oryctes rhinoceros*.

c. Tingkat Efikasi

Tingkat efikasi *Metarhizium anisopliae* adalah kekuatan atau daya bunuh jamur *M. anisopliae* terhadap hama yang dikendalikan yaitu *Oryctes rhinoceros*. Semakin tinggi nilai dari persentase efikasi menunjukkan bahwa semakin manjur jamur *M. anisopliae* (Agung dkk., 2005). Perhitungan tingkat efikasi dilakukan pada saat hama salah satu perlakuan mati 50%. Rerata tingkat efikasi *M. anisopliae* pada hama *O. rhinoceros* tersaji dalam tabel 9.

Tabel 9. Tingkat efikasi aplikasi *M. anisopliae* pada hama *O. rhinoceros*

Perlakuan	Tingkat Efikasi (%)
Kompos Aktif Daun Kelapa	40,00 ab
Kompos Aktif Sabut Kelapa	26,67 bc
Kompos Aktif Serbuk Gergaji Batang Kelapa	53,33 a
Serbuk Gergaji Batang Kelapa Sebagai Kontrol	0,00 d
Serbuk Gergaji Batang Kelapa+Starter <i>Metarhizium anisopliae</i>	6,67 cd

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang tidak sama, menunjukkan ada beda nyata antar perlakuan berdasarkan uji DMRT pada taraf nyata 5%.

Hasil sidik ragam rerata tingkat efikasi menunjukkan bahwa terdapat beda nyata antar perlakuan (lampiran 3.f). Kompos aktif serbuk gergaji batang kelapa memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kompos aktif sabut kelapa, serbuk gergaji batang kelapa sebagai kontrol dan serbuk gergaji batang kelapa+starter *Metarhizium anisopliae*, akan tetapi tingkat efikasi kompos aktif serbuk gergaji batang kelapa memiliki nilai yang sama dengan perlakuan kompos aktif daun kelapa. Kompos aktif daun kelapa memiliki nilai yang lebih tinggi dengan perlakuan serbuk gergaji batang kelapa sebagai kontrol, serbuk gergaji batang kelapa+starter *Metarhizium anisopliae*, dan memiliki nilai tingkat efikasi yang sama dengan perlakuan kompos aktif sabut kelapa. Kompos aktif sabut kelapa memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan serbuk gergaji batang kelapa sebagai kontrol dan memiliki nilai tingkat efikasi sama dengan serbuk gergaji batang kelapa+starter *Metarhizium anisopliae*. Hal ini menunjukkan bahwa kompos aktif serbuk gergaji batang kelapa dan kompos aktif daun kelapa yang paling efektif untuk mengendalikan hama kumbang badak.

Hasil yang didapatkan ini sejalan dengan uji viabilitas pada tahap dua. Berdasarkan tingkat efikasi yang didapatkan maka bahwa semakin tinggi viabilitas spora yang didapatkan maka tingkat efikasi yang dihasilkan juga semakin tinggi. Menurut Prayoga dkk. (2005) daya kecambah atau viabilitas cendawan entomopatogen merupakan awal dari stadia pertumbuhan cendawan sebelum melakukan penetrasi ke integument serangga, oleh karena itu daya kecambah sangat menentukan keberhasilan cendawan dalam pertumbuhan selanjutnya.

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan bahwa perlakuan kompos aktif serbuk gergaji batang kelapa adalah perlakuan terbaik dengan persentase bobot miselia 1,38%, viabilitas spora $146,33 \times 10^7$ CFU/ml, bobot hama 4,80 gram, tingkat mortalitas 60,00 %, kecepatan kematian 0,32 hama/hari, dan nilai tingkat efikasi tertinggi dengan nilai 53,33 %. Menurut penelitian Agung Astuti (2005) menunjukan bahwa perlakuan *M. anisopliae* pada media *Brand* (gandum) adalah perlakuan terbaik dengan hasil berat miselia 4,06 g, jumlah spora $1021,67 \times 10^{14}$ spora/ml dan viabilitas spora 127×10^8 cfu/ml, mortalitas 73,33 %, kecepatan kematian 3,50 hama/hari dan efikasi 73,33 %. Perbedaan nilai rerata yang didapatkan pada berat miselia, jumlah spora, viabilitas spora, mortalitas, kecepatan kematian dan efikasi tersebut dapat disebabkan oleh bahan organik pada media, suhu, cahaya dan kelembaban yang optimum yang akan mempercepat respirasi dan perkecambahan spora *M. anisopliae*.