

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Hasil Penelitian

Isolat jamur yang digunakan dalam penelitian ini adalah isolat jamur hasil isolasi dari empat lokasi pengambilan sampel. Isolat jamur hasil isolasi kemudian diidentifikasi sampai tingkat genus. Isolat jamur hasil isolasi dan identifikasi dapat dilihat pada Tabel 4.1.

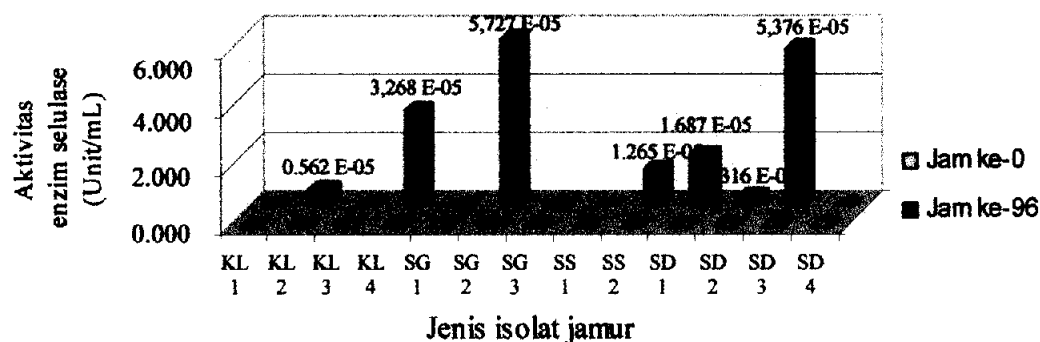
**Tabel 4.1 Isolat Jamur Hasil Isolasi dan Identifikasi dari Empat Jenis Substrat Sampah Organik.**

No	Kode	Jenis Isolat	Genus	Asal solat
1	KL1	<i>Penicillium</i> <sub>1</sub>	Penicillium	Kayu lapuk
2	KL2	<i>Penicillium</i> <sub>2</sub>	Penicillium	Kayu lapuk
3	KL3	<i>Penicillium</i> <sub>3</sub>	Penicillium	Kayu lapuk
4	KL4	<i>Monilia</i>	Monilia	Kayu lapuk
5	SG1	<i>Trichoderma</i> <sub>1</sub>	Trichoderma	Serbuk gergaji
6	SG2	<i>Trichoderma</i> <sub>2</sub>	Trichoderma	Serbuk gergaji
7	SG3	<i>Penicillium</i> <sub>4</sub>	Penicillium	Serbuk gergaji
8	SS1	<i>Penicillium</i> <sub>5</sub>	Penicillium	Sampah sayuran
9	SS2	<i>Mucor</i>	Mucor	Sampah sayuran
10	SD1	<i>Trichoderma</i> <sub>3</sub>	Trichoderma	Serasah daun
11	SD2	<i>Trichoderma</i> <sub>4</sub>	Trichoderma	Serasah daun
12	SD3	<i>Trichoderma</i> <sub>5</sub>	Trichoderma	Serasah daun
13	SD4	<i>Verticillium</i>	Verticillium	Serasah daun

Seleksi atau pemilihan tiga isolat jamur dilakukan melalui uji aktivitas enzim selulase. Aktivitas enzim ditentukan menggunakan substrat CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*), sedangkan kadar glukosa yang dihasilkan selanjutnya dihitung dengan menggunakan metode *Somogyi-Nelson* (Martina *et al.*, 2002). Pengambilan sampel dilakukan pada jam ke-0 dan jam ke-96 dengan suhu inkubasi 37 °C. Hal ini

dilakukan, karena pada jam ke-0 dianggap belum terjadi aktivitas selulolitik dari isolat jamur, sedangkan jam ke-96 pada umumnya merupakan waktu optimum pertumbuhan isolat jamur sehingga aktivitas selulolitik dari masing-masing isolat jamur dianggap berada dalam kondisi optimum pula.

Satuan aktivitas enzim yang digunakan adalah Unit/mL, yaitu banyaknya mikro mol gula pereduksi yang terbentuk yang dihasilkan dari hidrolisis selulosa oleh 1 ml enzim dalam waktu 1 menit. Aktivitas enzim selulase masing-masing isolat jamur dapat dilihat pada Gambar 4.1.


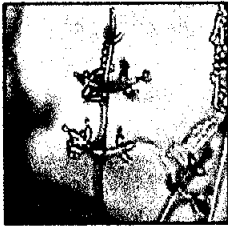
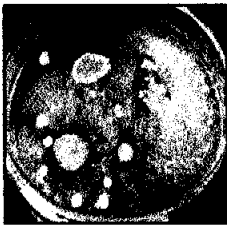





**Gambar 4.1 Grafik Aktivitas Enzim Selulase Masing-Masing Isolat Jamur**

Berdasarkan Gambar 4.1, tentang aktivitas enzim selulase di atas, didapatkan tiga jenis isolat jamur yang memiliki kemampuan selulolitik relatif tinggi, yaitu *Trichoderma*<sub>2</sub> dengan aktivitas enzim selulase sebesar 5,727 E-05 Unit/mL, *Trichoderma*<sub>5</sub> dengan aktivitas enzim selulase sebesar 5,376 E-05 Unit/mL, dan *Penicillium*<sub>3</sub> dengan aktivitas enzim selulase sebesar 3,268 E-05 Unit/mL. Ketiga isolat jamur tersebut selanjutnya digunakan sebagai aktivator dalam pengomposan

sampah organik. Adapun deskripsi dari ketiga isolat jamur hasil seleksi aktivitas selulase dapat dilihat pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2 Isolat Jamur Hasil Seleksi Aktivitas Selulolitik**

No	Nama Isolat	Struktur morfologi		Keterangan
		Makroskopis	Mikroskopis	
1	<i>Trichoderma</i> <sub>2</sub>			-Asal Isolat: Serbuk Gergaji  -Aktivitas selulolitik: 5,727 E-05 Unit/mL  - Umur optimum: Hari ke-5*
2	<i>Trichoderma</i> <sub>5</sub>			-Asal Isolat: Serbuk Gergaji  -Aktivitas selulolitik: 5,376 E-05 Unit/mL  - Umur optimum: Hari ke-6*
3	<i>Penicillium</i> <sub>3</sub>			-Asal Isolat: Kayu Lapuk  -Aktivitas selulolitik: 3,268 E-05 Unit/mL  - Umur optimum: Hari ke-3*

Keterangan (\*): Berdasarkan optimasi umur inokulum pada Lampiran 1.7.

Menurut Salma dan Gunarto, (1999), *Trichoderma* merupakan jamur selulolitik sejati. Enzim selulase disekresikan ke lingkungan melalui bagian vegetatif dari tubuh jamur yang disebut *haustoria*. Melalui bagian vegetatif itu pula jamur akan menyerap nutrisi-nutrisi hasil perombakan senyawa organik di lingkungan untuk kelangsungan hidupnya.

Gandjar *et al.*, (2006) menyatakan bahwa jamur dari genus-genus *Aspergillus*, *Bulgaria*, *Chaetomium*, *Cladosporium*, *Coriolus*, *Fusarium*, *Geotrichum*, *Helotium*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Alternaria*, *Trichoderma*, *Verticillium*, dan *Colletotrichum* memiliki aktivitas selulase yang cukup tinggi. Berdasarkan hal itu dapat diketahui bahwa dari lima genus jamur yang diidentifikasi dan diuji kemampuan selulolitiknya, tiga genus (*Penicillium*, *Trichoderma*, dan *Verticillium*) diantaranya memiliki kemampuan untuk menghidrolisis selulosa melalui aktivitas selulase yang dimilikinya.

Parameter penelitian utama meliputi penurunan tinggi tumpukan substrat kompos, penurunan berat basah kompos sebagai acuan dalam penentuan laju pengomposan, serta bentuk akhir kompos sebagai salah satu acuan kematangan kompos. Selain itu, parameter lain seperti temperatur, pH, kadar air, bau, warna, serta nisbah C/N akhir dari kompos diamati pula untuk mendukung kematangan kompos.

Parameter kematangan kompos ini mengacu pada kriteria kematangan kompos pada Sub Bab 3.D.3 dan SNI. Secara umum, nilai parameter kuantitatif kematangan kompos ini tidak konstan, melainkan berubah-ubah. Akan tetapi, terdapat kisaran batas atas dan batas bawah yang digunakan sebagai acuan, sesuai dengan kriteria kematangan kompos.

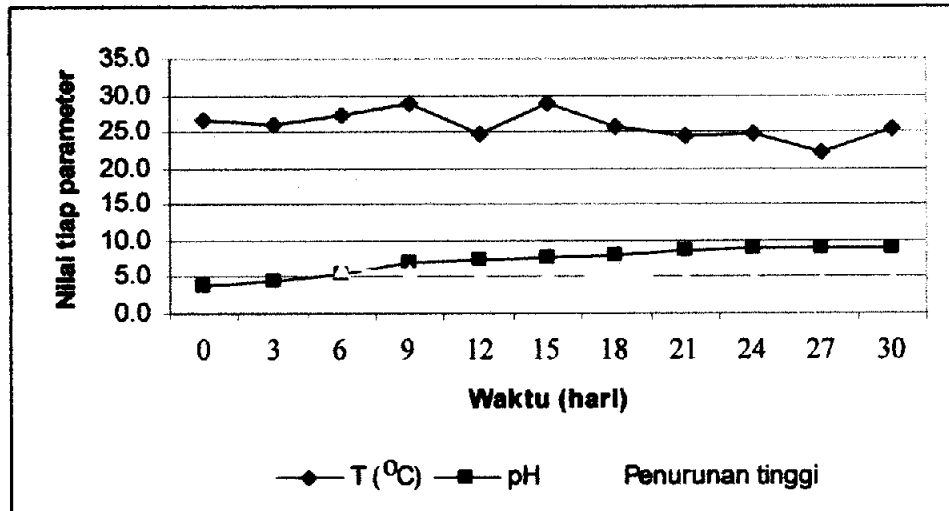
Kondisi stabil (kompos matang) bukan berarti berada pada nilai yang sama atau konstan sejak dinyatakan kompos relatif matang secara fisik, melainkan berada dalam kisaran parameter kematangan kompos. Hal ini dikarenakan, faktor lingkungan yang mempengaruhi kondisi kompos pada saat pengambilan data seperti kondisi cuaca dan

temperatur lingkungan. Adapun temperatur lingkungan selama pengomposan dalam penelitian ini berkisar 22-28 °C (Lampiran 1.8).

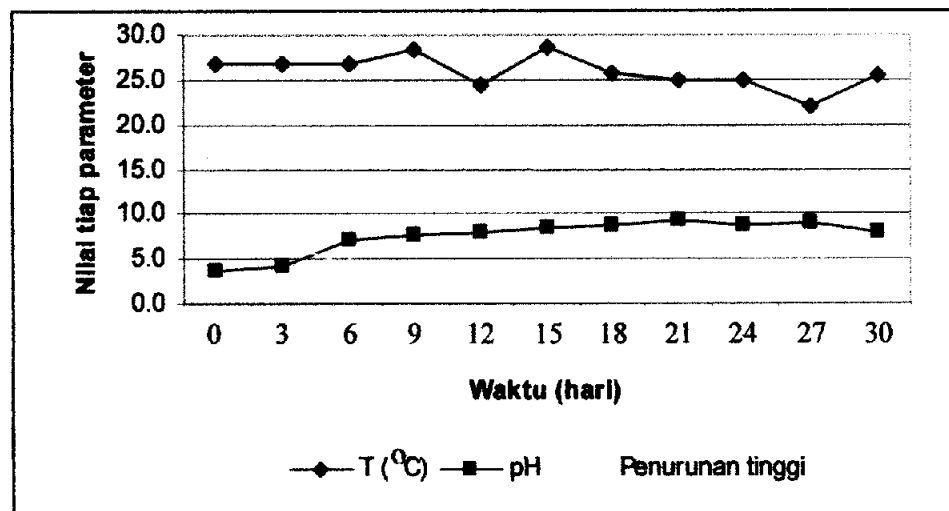
Kompos dari hasil penelitian ini dianalisis kandungan C dan N dalam nisbah C/N akhir serta membandingkannya dengan standar nisbah C/N kompos matang. Nilai C/N akhir yang berada dalam kisaran standar C/N kompos matang dapat menjadi indikasi, bahwa kompos yang dihasilkan cenderung telah mendekati kondisi kompos matang.

#### **1. Temperatur, pH, dan Penurunan Tinggi Tumpukan Substrat Kompos**

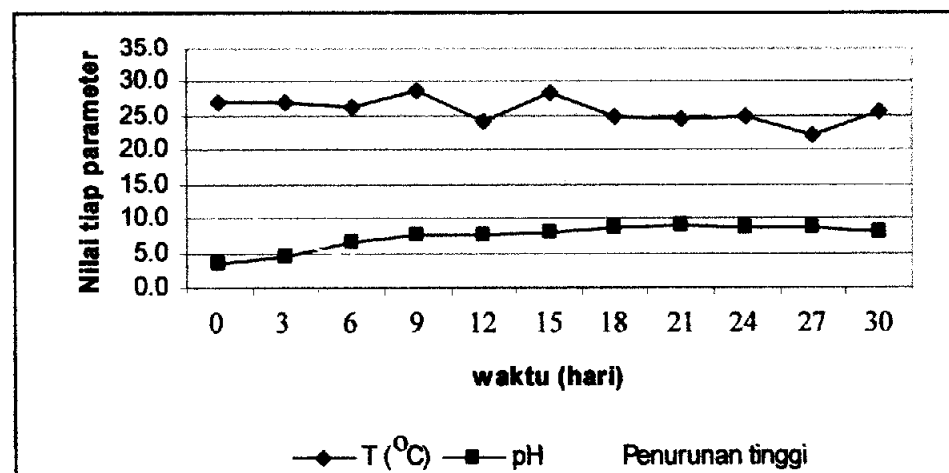
Faktor fisik temperatur dan tinggi tumpukan substrat kompos, serta faktor kimia pH merupakan sebagian parameter yang diamati selama proses pengomposan berlangsung. Parameter temperatur dan pH kompos tersebut mempengaruhi proses kematangan kompos. Sedangkan parameter penurunan tinggi tumpukan substrat kompos berkaitan dengan laju pengomposan, serta kemampuan isolat jamur dalam mereduksi berat basah kompos. Adapun parameter temperatur dan pH kompos berdasarkan masing-masing perlakuan cenderung telah mendekati kriteria kompos matang, apabila mengacu pada kriteria kematangan kompos. Parameter penurunan tinggi tumpukan substrat, temperatur dan pH kompos berdasarkan masing-masing perlakuan, dapat dilihat pada Gambar 4.2-4.6.



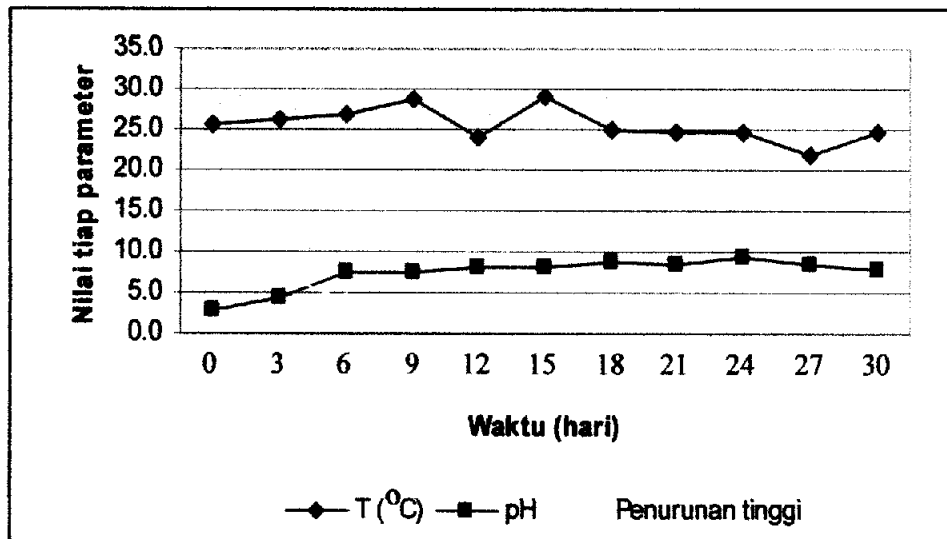
Gambar 4.2 Parameter Kompos D0 (Akuades) Pada Saat Pengomposan



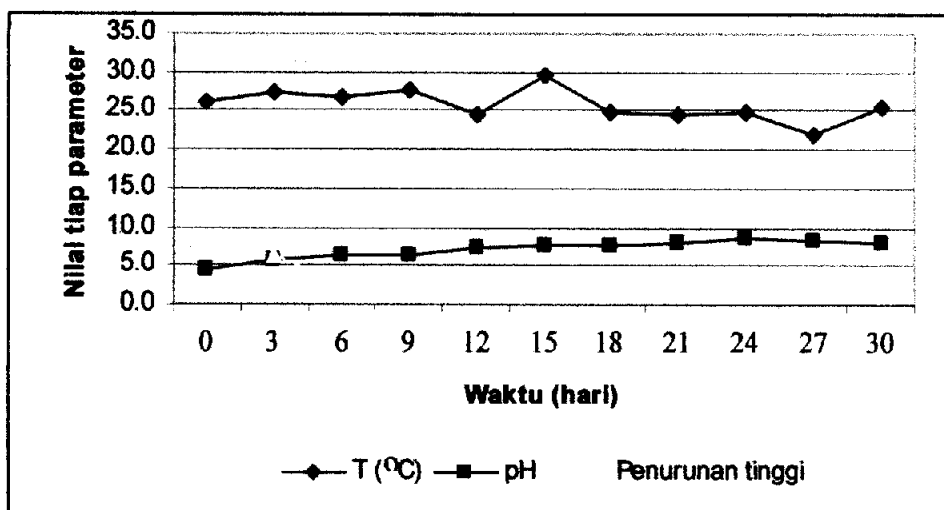
Gambar 4.3 Parameter Kompos D1 (*Trichoderma*<sub>2</sub>) Pada Saat Pengomposan



Gambar 4.4 Parameter Kompos D2 (*Trichoderma*<sub>5</sub>) Pada Saat Pengomposan



Gambar 4.5 Parameter Kompos D3 (*Penicillium*<sub>3</sub>) Pada Saat Pengomposan



Gambar 4.6 Parameter Kompos D4 (EM<sub>4</sub>) Pada Saat Pengomposan



## 2. Persentase Penurunan Berat Basah Substrat Kompos

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data pengaruh jenis isolat terhadap penurunan berat basah substrat kompos. Adapun penurunan berat basah substrat kompos berdasarkan masing-masing perlakuan menunjukkan nilai yang bervariasi seperti tampak pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3 Persentase Penurunan Berat Basah Substrat Kompos Berdasarkan Jenis Isolat**

No	Replikat	Penurunan berat basah (%)				
		D0	D1	D2	D3	D4
1	1	68.33	87.50	88.33	90.00	82.50
2	2	75.00	93.33	92.50	92.50	92.50
3	3	70.17	87.50	86.67	90.00	92.50
4	4	67.50	87.50	86.67	87.50	95.00
5	5	70.00	90.00	95.00	85.00	95.00
Rata-rata		70.20	89.17	89.83	89.00	91.50
Std.Deviasi		2.91	2.57	3.75	2.85	5.18

Keterangan:

D0: Akuades, D1: *Trichoderma*<sub>2</sub>, D2: *Trichoderma*<sub>5</sub>, D3: *Penicillium*<sub>3</sub>,  
D4: EM<sub>4</sub>

Berdasarkan hasil penurunan berat basah substrat kompos, diperoleh rata-rata penurunan berat basah yang paling tinggi yaitu pada perlakuan EM<sub>4</sub> sebesar 91,50±5,18 %, sedangkan rata-rata penurunan berat basah yang paling rendah yaitu pada perlakuan akuades sebesar 70,20±2,91 %. Adapun rata-rata dari ketiga perlakuan isolat jamur berturut-turut yaitu *Trichoderma*<sub>5</sub> sebesar 89,83±3,75 %, *Trichoderma*<sub>2</sub> sebesar 89,17±2,57 %, dan *Penicillium*<sub>3</sub> sebesar 89,00±2,85 %.



### 3. Penampakan Fisik dan Waktu Kematangan Kompos

Penampakan fisik kompos yang dihasilkan pada perlakuan D1, D2, dan D3 secara umum memiliki tekstur remah dan kasar, berbau tanah, serta berwarna cokelat tua. Adapun pada perlakuan D0 tekstur kompos padat dan kasar, berbau tanah, serta berwarna cokelat tua, sedangkan pada perlakuan D4 tekstur kompos remah dan halus, berbau tanah, serta berwarna cokelat tua. Secara umum penampakan fisik kompos yang dihasilkan berdasarkan masing-masing perlakuan, cenderung telah mendekati penampakan fisik kompos matang, karena penampakan fisik kompos tersebut berada dalam kisaran standar kualitas kompos (SNI).

Selanjutnya berdasarkan hasil pengamatan waktu kematangan kompos, diperoleh data rata-rata waktu kematangan kompos relatif tercepat yaitu 27 hari pada perlakuan D4, sedangkan rata-rata waktu kematangan kompos yang relatif lambat yaitu 30 hari pada perlakuan D0, D1, D2, dan D3 (Lampiran 1.13). Adapun rata-rata waktu kematangan kompos ini didasarkan pada pengamatan sifat fisik kompos seperti terlihat pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4 Perbandingan Penampakan Fisik Kompos yang Dihasilkan Berdasarkan Jenis Isolat**

No	Perlakuan	Rataan kualitas fisik kompos		
		Bentuk akhir/tekstur	Bau	Warna
1	D0	Padat, kasar	Bau tanah	Cokelat tua
2	D1	Remah, kasar	Bau tanah	Cokelat tua
3	D2	Remah, kasar	Bau tanah	Cokelat tua
4	D3	Remah, kasar	Bau tanah	Cokelat tua
5	D4	Remah, halus	Bau tanah	Cokelat tua

Keterangan: D0: Akuades, D1: *Trichoderma*<sub>2</sub>, D2: *Trichoderma*<sub>3</sub>, D3: *Penicillium*<sub>3</sub>, D4: EM<sub>4</sub>

#### 4. Persentase Kadar Air Kompos

Kadar air substrat kompos pada awal pengomposan secara umum berada dalam kisaran 40-50 %, sedangkan kadar air kompos pada akhir pengomposan nilainya bervariasi. Adapun hasil pengukuran kadar air pada akhir pengomposan berdasarkan masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.5.

**Tabel 4.5 Perbandingan Kadar Air Awal dan Akhir Kompos**

No	Perlakuan	Kadar Air kompos (%)	
		Awal	Akhir
1	D0	40-50	35.00
2	D1	40-50	32.68
3	D2	40-50	25.38
4	D3	40-50	25.40
5	D4	40-50	17.20

Keterangan:

D0: Akuades, D1: *Trichoderma*<sub>2</sub>, D2: *Trichoderma*<sub>5</sub>, D3: *Penicillium*<sub>3</sub>,  
D4: EM<sub>4</sub>

Berdasarkan hasil pengukuran kadar air akhir dari kompos, diperoleh rata-rata kadar air yang paling tinggi yaitu pada perlakuan akuades sebesar 35,00 %, sedangkan rata-rata kadar air yang paling rendah yaitu pada perlakuan EM<sub>4</sub> sebesar 17,20 %. Adapun rata-rata kadar air kompos dari ketiga perlakuan isolat jamur, berturut-turut yaitu *Trichoderma*<sub>2</sub> sebesar 32.68 %, *Penicillium*<sub>3</sub> sebesar 25.40 %, dan *Trichoderma*<sub>5</sub> sebesar 25.38 %. Secara umum kondisi kadar air kompos yang dihasilkan dari semua perlakuan, cenderung telah mendekati kriteria kompos matang. Hal ini sebagaimana ditetapkan oleh SNI (2004), bahwa batas maksimum kadar air pada kompos matang yaitu sebesar 50 %.

## 5. Laju Pengomposan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh data pengaruh jenis isolat terhadap laju pengomposan sampah organik, seperti tampak pada Tabel 4.6 di bawah ini.

**Tabel 4.6 Laju Pengomposan Sampah Berdasarkan Jenis Isolat ( $\frac{\text{Gram}}{\text{Hari}}$ )**

No	Replikat	Laju pengomposan ( $\frac{\text{g}}{\text{hari}}$ )				
		D0	D1	D2	D3	D4
1	1	11.72	14.58	14.72	15.00	13.75
2	2	11.17	15.56	15.42	15.42	15.42
3	3	11.86	14.58	14.44	15.00	15.42
4	4	11.58	14.58	14.44	14.58	15.83
5	5	11.81	15.00	15.83	14.17	15.83
Rata-rata		11.63	14.86	14.97	14.83	15.25
Std.Deviasi		0.27	0.43	0.63	0.48	0.86

Keterangan:

D0: Akuades, D1: *Trichoderma*<sub>2</sub>, D2: *Trichoderma*<sub>5</sub>, D3: *Penicillium*<sub>3</sub>, D4: EM<sub>4</sub>

Berdasarkan hasil pengamatan laju pengomposan substrat, diperoleh rata-rata laju pengomposan relatif tertinggi pada perlakuan EM<sub>4</sub> sebesar  $15,25 \pm 0,86 \frac{\text{g}}{\text{hari}}$ , sedangkan rata-rata laju pengomposan relatif terendah perlakuan akuades sebesar  $11,63 \pm 0,27 \frac{\text{g}}{\text{hari}}$ . Adapun rata-rata dari ketiga perlakuan isolat jamur, berturut-turut yaitu *Trichoderma*<sub>5</sub> sebesar  $14,97 \pm 0,63 \frac{\text{g}}{\text{hari}}$ , *Trichoderma*<sub>2</sub> sebesar  $14,86 \pm 0,43 \frac{\text{g}}{\text{hari}}$ , dan *Penicillium*<sub>3</sub> sebesar  $14,83 \pm 0,86 \frac{\text{g}}{\text{hari}}$ . Rataan laju pengomposan ini berdasarkan pada pengamatan penurunan berat basah substrat kompos. Data berupa laju pengomposan ini selanjutnya dianalisis secara statistik melalui analisis varian seperti terlihat pada Tabel 4.7.

**Tabel 4.7 Analisis Varian *Anova* Satu Arah Laju Pengomposan**

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Diantara kelompok	45,447	4	11,362	34,942	0,000
Dalam kelompok	6,503	20	0,325		
Total	51,950	24			

Berdasarkan analisis varian di atas, taraf signifikansi hitung lebih kecil dari taraf signifikansi  $\alpha$  ( $\text{sig.}0,000 < \text{sig.}\alpha 0,05$ ), sehingga terdapat perbedaan pengaruh yang signifikan dari jenis perlakuan terhadap rata-rata laju pengomposan sampah organik. Selanjutnya, untuk mengetahui signifikansi perbedaan rata-rata laju pengomposan pada masing-masing perlakuan, dilakukan uji *Tukey* seperti terlihat pada Tabel 4.8.

**Tabel 4.8 Uji *Tukey* Jenis Isolat Terhadap Laju Pengomposan**

Jenis perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
Akuades	5	11,6280	
<i>Penicillium</i> <sub>3</sub>	5		14,8340
<i>Trichoderma</i> <sub>2</sub>	5		14,8600
<i>Trichoderma</i> <sub>5</sub>	5		14,9700
EM <sub>4</sub>	5		15,2500
Sig.		1,000	0,777

Keterangan: Kolom yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang nyata ( $\alpha=0,05$ )

Berdasarkan Tabel di atas, diperoleh gambaran bahwa laju pengomposan pada perlakuan isolat *Trichoderma*<sub>2</sub>, *Trichoderma*<sub>5</sub>, *Penicillium*<sub>3</sub>, dan EM<sub>4</sub> relatif lebih tinggi daripada perlakuan akuades. Adapun rata-rata laju pengomposan diantara perlakuan *Trichoderma*<sub>2</sub>, *Trichoderma*<sub>5</sub>, *Penicillium*<sub>3</sub>, dan EM<sub>4</sub> tidak berbeda secara signifikan. Namun demikian, dari ketiga jenis isolat jamur yang digunakan, isolat *Trichoderma*<sub>5</sub> cenderung menunjukkan nilai terbaik pada beberapa parameter yang

diamati. Parameter tersebut diantaranya penurunan berat basah substrat kompos dan laju pengomposan.

## 6. Nisbah C/N Kompos

Nisbah C/N dari kompos dianalisis di Laboratorium Buangan Padat dan B3 Fakultas Teknik Lingkungan Institut Teknologi Bandung (ITB). Kompos yang dianalisis adalah kompos yang dihasilkan dari perlakuan isolat jamur *Trichoderma*<sub>5</sub>. Hal ini dilakukan karena pada beberapa parameter yang diamati seperti laju pengomposan dan reduksi berat kompos, isolat *Trichoderma*<sub>5</sub> memiliki nilai relatif lebih baik dari perlakuan isolat *Trichoderma*<sub>2</sub> dan *Penicillium*<sub>3</sub>. Analisis Nisbah C/N kompos ini bertujuan untuk membandingkan kualitas kompos dari perlakuan isolat jamur terbaik dengan perlakuan akuades, serta membandingkannya dengan standar kualitas kompos (SNI) untuk mendukung kriteria kualitas kompos yang dihasilkan. Adapun nisbah C/N akhir kompos pada penelitian ini yaitu sebesar 38:1 (*Trichoderma*<sub>5</sub>), sedangkan pada perlakuan akuades sebesar 50:1, seperti terlihat pada Tabel 4.9.

**Tabel 4.9 Nisbah C/N Akhir Kompos**

No	Perlakuan	Nisbah C/N
1	D0	50:1
2	D2	38:1

Keterangan: D0: Akuades, D2: *Trichoderma*<sub>5</sub>

## 7. Perbandingan Kualitas Fisik dan Kimia Kompos dengan Standar Kualitas Kompos (SNI).

Kualitas fisik dan kimia kompos yang dihasilkan pada penelitian ini selanjutnya dibandingkan dengan standar kualitas kompos (SNI). Adapun kompos yang dibandingkan yaitu hanya kompos yang dihasilkan dari perlakuan isolat *Trichoderma<sub>s</sub>* (D2). Hal ini dilakukan, karena isolat *Trichoderma<sub>s</sub>* cenderung menunjukkan nilai terbaik dari perlakuan isolat lainnya, pada beberapa parameter yang diamati seperti laju pengomposan dan reduksi berat basah substrat kompos. Perbandingan kualitas kompos yang dihasilkan oleh perlakuan isolat *Trichoderma<sub>s</sub>* (D2) dengan standar kualitas kompos menurut SNI dapat dilihat pada Tabel 4.10.

**Tabel 4.10 Perbandingan Kualitas Kompos (D2) dengan Standar Kualitas Kompos SNI.**

No	Parameter	Satuan	<i>Trichoderma<sub>s</sub></i> (D2)	SNI	
				Minimum	Maksimum
1	Temperatur*	°C	25,7	Suhu kamar	30
2	pH*	-	8,0	6,8	8,0
3	Kadar air*	%	25.38	-	50
4	Bau*	-	Berbau tanah	-	Berbau tanah
5	Tekstur*	-	Remah/seperti tanah	-	Seperti tanah
5	Warna*	-	Cokelat tua	Cokelat tua	kehitaman
6	Nisbah C/N	-	38:1	10:1	20:1

Keterangan: (\*) Parameter kualitas kompos (SNI) yang lebih dititik beratkan sebagai acuan kualitas kompos pada penelitian ini.

Berdasarkan Tabel 4.10 di atas, secara umum kompos yang dihasilkan oleh isolat *Trichoderma<sub>s</sub>* cenderung telah mendekati kisaran kualitas kompos menurut SNI.

## B. Pembahasan

Kondisi rata-rata temperatur lingkungan selama penelitian berada dalam kisaran antara 22-28 °C (Lampiran 1.8). Menurut Wirastomo (2006), kisaran temperatur lingkungan antara 20-30 °C merupakan kondisi optimal untuk proses dekomposisi, karena dengan adanya perubahan temperatur akan mempercepat kerusakan serasah di alam, sehingga proses dekomposisi pun dapat berjalan dengan baik.

Indikator yang menunjukkan dekomposisi senyawa organik berjalan dengan baik, yaitu adanya perubahan temperatur kompos dan perubahan pH kompos (Permana, 2005). Pada penelitian ini, temperatur kompos cenderung mengalami perubahan. Pada perlakuan kontrol (akuades) temperatur kompos mengalami perubahan yaitu berkisar 22,3-29,0 °C, temperatur kompos (*Trichoderma*<sub>2</sub>) berkisar 22,1-28,6 °C, temperatur kompos (*Trichoderma*<sub>5</sub>) berkisar 22,2-28,8 °C, temperatur kompos (*Penicillium*<sub>3</sub>) berkisar 22,0-29,1 °C, sedangkan pada perlakuan pembanding (EM<sub>4</sub>) temperatur kompos berkisar 22,0-29,7 °C. Begitu pula dengan pH kompos berdasarkan masing-masing perlakuan cenderung mengalami perubahan. Pada perlakuan kontrol (akuades) pH kompos mengalami perubahan yaitu berkisar 3,80-9,12, pH kompos (*Trichoderma*<sub>2</sub>) berkisar 3,70-9,27, pH kompos (*Trichoderma*<sub>5</sub>) berkisar 3,33-8,97, pH kompos (*Penicillium*<sub>3</sub>) berkisar 2,83-9,41, sedangkan pada perlakuan pembanding (EM<sub>4</sub>) pH kompos berkisar 4,53-8,62. Perbedaan kisaran temperatur dan pH kompos pada masing-masing perlakuan diduga berhubungan dengan aktivitas penguraian bahan organik yang terjadi pada saat pengomposan

berlangsung. Energi berupa panas sebagai hasil samping dari aktivitas penguraian bahan organik oleh masing-masing isolat *Trichoderma*<sub>2</sub>, *Trichoderma*<sub>5</sub>, dan *Penicillium*<sub>3</sub>, menyebabkan temperatur kompos cenderung naik pada minggu pertama pengomposan (Lampiran 1.8). Hal ini mengindikasikan, bahwa aktivitas masing-masing isolat dalam menguraikan bahan organik terutama selulosa relatif tinggi.

Kisaran temperatur pengomposan yang ideal adalah 30–45 °C dengan ketinggian ideal tumpukan bahan antara 1,25-2 meter (Murbando, 2004). Akan tetapi, rata-rata temperatur substrat kompos dalam penelitian ini cenderung berada di bawah kisaran temperatur ideal dan cenderung mendekati temperatur lingkungan. Hal ini disebabkan, karena ketinggian rata-rata tumpukan bahan pada awal pengomposan hanya berkisar 7,55-7,96 cm. Harold (1965) dalam Hartati *et al.* (2002) menyatakan bahwa rendahnya temperatur kompos disebabkan karena rendahnya tumpukan kompos. Murbando (2004) menambahkan bahwa ketinggian tumpukan yang tidak ideal dapat menyebabkan panas mudah menguap, karena tidak adanya bahan materi yang digunakan untuk menahan panas. Meskipun demikian, temperatur kompos ini sangat tergantung pula pada jenis sampah organik yang digunakan. Misalnya saja, pada proses pengomposan serbuk gergaji, temperatur kompos berkisar antara 25-36 °C (Komarayati, 1996).

Menurut Yuwono (2005), rendahnya temperatur kompos berkaitan pula dengan intensitas waktu pembalikan dan volume tumpukan substrat kompos. Pembalikan substrat kompos yang dilakukan setiap tiga hari sekali dapat mencapai temperatur 70 °C. Begitu pula dengan volume tumpukan substrat kompos sebanyak 1 m<sup>3</sup> dapat



mencapai temperatur 75 °C. Adapun intensitas waktu pembalikan substrat dalam penelitian ini dilakukan setiap tiga hari sekali. Akan tetapi, temperatur tumpukan cenderung tidak mencapai kondisi temperatur ideal. Hal ini dikarenakan volume substrat kompos yang digunakan relatif sedikit, yaitu sebesar 0,5 kg (setara dengan 0,0035 m<sup>3</sup>).

Kisaran pH substrat di awal pengomposan pada perlakuan isolat *Trichoderma*<sub>2</sub>, *Trichoderma*<sub>5</sub>, dan *Penicillium*<sub>3</sub> cenderung rendah (Lampiran 1.9). Rendahnya pH tersebut, disebabkan karena adanya asam organik yang dihasilkan pada saat penguraian (fermentasi) bahan organik oleh masing-masing isolat jamur. Adapun pH substrat pada puncak pengomposan berkisar antara 7,55-9,27, ditandai dengan dihasilkannya amoniak (NH<sub>3</sub>) yang berbau tidak sedap. Amoniak dihasilkan dari penguraian asam organik yang selanjutnya akan berubah menjadi mineral-mineral sederhana sebagai hasil dekomposisi akhir dari bahan organik tersebut

Menurut Harold (1965) dalam Hartati *et al.* (2002), amoniak yang dikeluarkan selama proses pengomposan akan menyebabkan pH kompos bersifat basa. Hal ini diperkuat oleh pendapat Permana (2005) yang menyatakan bahwa seiring dengan berjalannya pengomposan mendekati kondisi puncak, maka amoniak dan gas nitrogen akan dihasilkan. Hal ini menyebabkan pH berubah menjadi basa atau mendekati netral di akhir pengomposan. Adapun rataan pH akhir kompos dari masing-masing perlakuan dalam penelitian ini berkisar 7,7-8,9.

Berat basah akhir dari kompos cenderung mengalami penurunan dari berat basah substrat di awal pengomposan. Kisaran rata-rata penurunan berat basah kompos dari seluruh perlakuan pada penelitian ini berkisar 42,50-149 g, dari berat basah substrat di awal pengomposan yaitu sebesar 500 g. Adapun kisaran rata-rata persentase reduksi berat basah dari awal hingga akhir pengomposan adalah 70,20-91,50 %. Berkurangnya berat basah kompos ini, dikarenakan selain adanya penguraian bahan organik menjadi partikel kecil, juga dihasilkan bahan buangan seperti karbondioksida, air, dan amoniak (Murbandono, 2004).

Kompos yang dihasilkan pada perlakuan isolat *Trichoderma*<sub>2</sub>, *Trichoderma*<sub>5</sub>, dan *Penicillium*<sub>3</sub> rata-rata memiliki tekstur remah dan kasar. Kasarnya tekstur kompos ini diduga karena beberapa bahan yang digunakan sebagai substrat kompos adalah sampah organik yang sulit terurai, seperti bongkol dan kulit jagung, sehingga wajar apabila bentuknya tidak sepenuhnya hancur seperti bahan organik lainnya. Selain itu, rendahnya jumlah dan variasi dari jenis mikroba yang digunakan diduga turut berpengaruh pada bentuk dan tekstur kompos yang dihasilkan, mengingat pada perlakuan tersebut hanya satu jenis mikroba yang digunakan sebagai aktivator yaitu isolat jamur. Adapun kompos yang dihasilkan pada perlakuan pembanding (EM<sub>4</sub>) memiliki tekstur yang remah dan halus. Hal ini dikarenakan, aktivator EM<sub>4</sub> ini berisi kumpulan mikroba pengurai sehingga kemampuannya dalam menguraikan bahan organik cenderung menjadi lebih optimum pula.

Namun demikian, parameter kematangan kompos berdasarkan warna dan bau kompos pada masing-masing perlakuan isolat *Trichoderma*<sub>2</sub>, *Trichoderma*<sub>5</sub>, dan

*Penicillium*<sub>3</sub> cenderung telah mendekati standar kualitas kompos menurut SNI, yaitu kompos berwarna coklat tua dan tidak berbau atau bau tanah.

Rataan waktu pematangan kompos pada penelitian ini berkisar 27-30 hari, lebih lama bila dibandingkan dengan waktu pematangan kompos dari 1 ton campuran sampah dapur dan serbuk gergaji dengan penambahan 1 liter larutan EM<sub>4</sub> yang membutuhkan waktu 21 hari (Anonim, 2005). Hal ini diduga karena sedikitnya mikroorganisme yang digunakan pada penelitian ini. Menurut Djuarnani *et al.* (2005), pengomposan akan berlangsung lama jika mikroorganisme pada awal pengomposan relatif sedikit.

Menurut Yuwono (2005), kadar air bahan kompos yang ideal selama pengomposan berlangsung yaitu berkisar 40-50 %. Kadar air bahan yang sesuai dengan kondisi pengomposan sangat membantu pergerakan mikroorganisme dalam bahan, membantu transportasi makanan untuk mikroorganisme, serta mendukung aktivitas mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik. Adapun kadar air awal substrat kompos pada penelitian ini secara umum berada dalam kisaran 40-50 %. Kondisi ini terus dipertahankan selama proses pengomposan berlangsung, sehingga kemampuan isolat jamur dalam menguraikan bahan organik cenderung berada dalam kondisi optimum. Selain itu, kadar air yang optimum akan digunakan untuk pertumbuhan dan aktivitas isolat jamur dalam menguraikan bahan organik, terutama proses hidrolisis untuk memecah polimer bahan organik menjadi monomer-monomer yang lebih sederhana.

Kadar air akhir dari kompos menentukan matang tidaknya kompos yang dihasilkan. Adapun kadar air akhir dari kompos pada perlakuan isolat *Trichoderma*<sub>2</sub> yaitu sebesar 32.68 %, isolat *Trichoderma*<sub>3</sub> sebesar 25.38 %, dan *Penicillium*<sub>3</sub> sebesar 25.40 %. Perbedaan nilai kadar air dari masing-masing perlakuan diduga berhubungan dengan kemampuan isolat jamur dalam menguraikan bahan organik menjadi partikel-partikel yang lebih kecil. Kadar air akhir kompos pada perlakuan *Trichoderma*<sub>3</sub> cenderung lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan *Trichoderma*<sub>2</sub> dan *Penicillium*<sub>3</sub>. Hal ini menggambarkan relatif tingginya kemampuan *Trichoderma*<sub>3</sub> dalam menguraikan bahan organik, sehingga kandungan air dalam substrat kompos cenderung mengalami penyusutan yang tinggi karena air tersebut dimanfaatkan oleh isolat jamur untuk aktivitas pertumbuhan dan penguraian bahan organik. Selain itu, adanya penguapan air ke udara selama proses pengomposan diduga dapat menyebabkan rendahnya kandungan air kompos pada akhir pengomposan. Adapun nilai kadar air dari masing-masing perlakuan secara umum cenderung berada dibawah batas maksimum kadar air kompos menurut SNI yaitu 50 %. Kadar air akhir ini mengindikasikan bahwa kompos cenderung telah mendekati kematangan.

Nisbah C/N akhir kompos dari perlakuan kontrol (akuades) dan isolat *Trichoderma*<sub>s</sub> pada penelitian ini berada di atas kisaran nisbah C/N standar kompos menurut Standar Nasional Indonesia (SNI), yaitu antara (10-20):1. Adapun nisbah C/N dari perlakuan D0 (akuades) yaitu sebesar 50:1, dan perlakuan *Trichoderma*<sub>s</sub> yaitu sebesar 38:1.

Tingginya nisbah C/N akhir kompos pada penelitian ini diduga karena karbon organik (C) dari serbuk gergaji yang dijadikan campuran substrat kompos tidak terpakai secara total sebagai sumber energi oleh mikroorganisme pengurai (Wirastomo, 2006). Hal ini menyebabkan nisbah C/N akhir kompos menjadi tinggi akibat adanya sebagian serbuk gergaji yang tidak terurai, serta beberapa bahan organik yang dijadikan substrat kompos memiliki kandungan selulosa relatif tinggi, seperti bongkol dan kulit jagung. Bahan organik tersebut sulit diuraikan oleh mikroorganisme, sehingga penyusutan kandungan karbon dari bahan organik menjadi relatif rendah. Rendahnya penyusutan kandungan karbon organik ini akan menyebabkan nisbah C/N akhir dari kompos cenderung lebih tinggi. Selain itu, tidak adanya pengulangan sampel pada saat pengukuran diduga menjadi penyebab tingginya data nisbah C/N kompos pada penelitian ini. Oleh karena itu, parameter nisbah C/N kompos ini tidak dititik beratkan sebagai acuan kematangan kompos menurut SNI, karena sampel yang diukur kurang representatif akibat tidak adanya pengulangan sampel. Namun menurut Djuarnani *et al.* (2005), nisbah C/N kompos matang dapat pula berada dalam kisaran 20:1-40:1, dan tergantung dari bahan dasarnya. Adapun nisbah C/N akhir kompos pada perlakuan isolat *Trichoderma*<sub>s</sub>

berada pada kisaran tersebut, sehingga kompos cenderung dapat dinyatakan telah matang apabila mengacu pada ketetapan tadi.

Menurut Indriani (2004), faktor yang mempengaruhi pengomposan agar berjalan cepat adalah nisbah C/N awal pengomposan, struktur dan tekstur bahan, serta variasi bahan dan mikroorganisme yang bekerja dalam pengomposan. Organisme yang terlibat dalam pengomposan meliputi mikroba, seperti bakteri, jamur, Aktinomicetes, dan protozoa (Mac. Donald *et al.*, 1981). Jamur selulolitik pada umumnya mampu mendekomposisi selulosa dari bahan organik menjadi glukosa yang selanjutnya akan terurai menjadi karbondiosida dan uap air (Sutedjo *et al.*, 1991). Mekanisme penguraian bahan organik oleh mikroorganisme tergantung dari sifat atau keadaan organisme dan kondisi-kondisi dekomposisi.

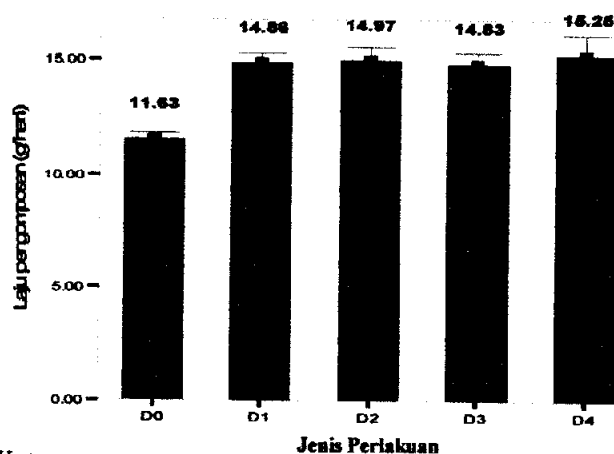
Berdasarkan hal di atas, maka pembahasan selanjutnya akan lebih diarahkan pada kemampuan isolat jamur dalam menguraikan bahan organik terutama selulosa, karena sebagian besar substrat kompos yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kandungan selulosa relatif tinggi, seperti sampah sayuran dan sisa buah-buahan. Kemampuan isolat jamur dalam pengomposan didasarkan pada parameter laju pengomposan, persentase penurunan basah sampah, dan faktor lain yang mendukung parameter di atas.

Laju pengomposan berkaitan erat dengan penurunan berat basah sampah, yaitu apabila penurunan berat basah sampah meningkat, maka laju pengomposan akan meningkat pula (Rochaeni *et al.*, 2003). Pada penelitian ini diperoleh rata-rata persentase penurunan berat basah substrat kompos yaitu berkisar 70,20-91,50 %,

dengan persentase penurunan tinggi tumpukan substrat berkisar 43,23-82,25 %. Terjadinya penyusutan berat basah dan perubahan tinggi tumpukan substrat kompos disebabkan karena adanya proses pencernaan, yaitu bahan organik diurai menjadi unsur-unsur yang dapat diserap oleh isolat jamur.

Ginkel (1999) dalam Wirastomo (2006) menyatakan bahwa volume tumpukan sampah akan menyusut kurang lebih setengahnya sepanjang proses pencernaan yang dilakukan oleh mikroorganisme. Bahan organik yang berukuran besar diubah menjadi partikel-partikel kecil. Akibat lain dari pencernaan tersebut adalah berat basah sampah yang cenderung akan berkurang sampai lebih dari 50 % (Yuwono, 2005). Hal ini dikarenakan proses pencernaan yang dilakukan oleh mikroorganisme menghasilkan panas yang menguapkan kandungan air dan CO<sub>2</sub> dalam sampah.

Rataan laju pengomposan dalam penelitian ini berkisar 11,63-15,25 g/hari. Adapun rataan laju pengomposan sampah organik berdasarkan jenis isolat jamur dapat dilihat pada Gambar 4.7.



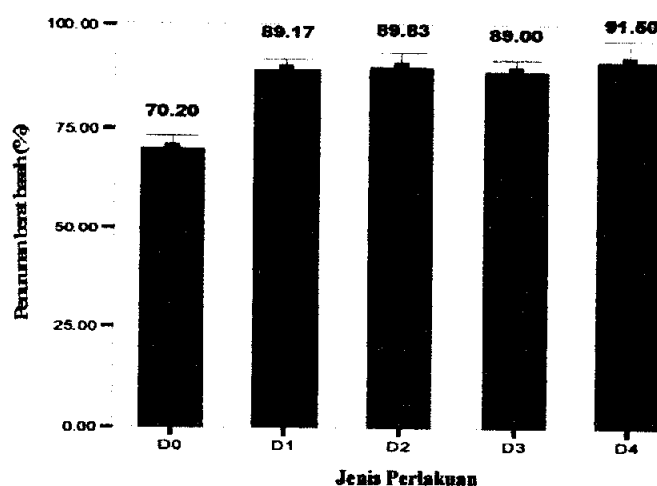
Keterangan:

D0: Akuades, D1: *Trichoderma*<sub>2</sub>, D2: *Trichoderma*<sub>3</sub>, D3: *Penicillium*<sub>3</sub>,  
D4: EM<sub>4</sub>

**Gambar 4.7 Grafik Pengaruh Jenis Perlakuan Terhadap Laju Pengomposan (Nilai ditunjukkan dalam  $\bar{x} \pm 1 SD$ ).**

Berdasarkan Gambar 4.7 di atas, diperoleh gambaran bahwa perlakuan isolat jamur memiliki rata-rata laju pengomposan yang relatif lebih tinggi dari pada perlakuan akuades. Hal ini dikarenakan, pada perlakuan D0 tidak ada penambahan isolat sebagai aktivator pengomposan, sehingga diduga dapat menyebabkan proses pengomposan berjalan lebih lambat dibandingkan perlakuan lainnya. Rendahnya laju pengomposan pada perlakuan D0 berhubungan pula dengan relatif rendahnya persentase penurunan berat basah sampah pada perlakuan ini.

Adapun perlakuan EM<sub>4</sub> memberikan pengaruh yang sebaliknya. Laju pengomposan, penurunan berat basah, dan penurunan tinggi tumpukan substrat kompos cenderung memiliki nilai rata-rata lebih tinggi bila dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan karena aktivator EM<sub>4</sub> berisi kumpulan mikroba pengurai bahan organik yang digunakan sebagai perlakuan pembanding. Adapun rata-rata persentase penurunan berat basah sampah pada masing-masing perlakuan tampak pada Gambar 4.8 di bawah ini.



Keterangan:

D0: Akuades, D1: *Trichoderma*<sub>2</sub>, D2: *Trichoderma*<sub>3</sub>, D3: *Penicillium*<sub>3</sub>,  
D4: EM<sub>4</sub>

**Gambar 4.8** Grafik Pengaruh Jenis Perlakuan Terhadap Persentase Penurunan Berat basah substrat (Nilai ditunjukkan dalam  $\bar{x} \pm 1 SD$ ).



Berdasarkan uji signifikansi perbedaaan rata-rata *Tukey* (Sub Bab 4.A.5), ternyata perbandingan rata-rata laju pengomposan pada perlakuan D1, D2, dan D3 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Hal ini menunjukkan pula bahwa kemampuan isolat *Trichoderma*<sub>2</sub>, *Trichoderma*<sub>5</sub>, dan *Penicillium*<sub>3</sub> dalam menguraikan sampah organik cenderung tidak terlalu berbeda, karena ketiga jenis isolat jamur tersebut mempunyai nilai aktivitas selulolitik yang tidak terlalu berbeda pada saat pengujian aktivitas enzim selulase. Akan tetapi, apabila kita mencermati grafik pada Gambar 4.7 dan 4.8, secara umum isolat *Trichoderma*<sub>5</sub> cenderung memiliki kemampuan yang lebih baik dalam menguraikan bahan organik dibandingkan dengan perlakuan isolat lainnya, sehingga menghasilkan nilai yang lebih tinggi pada laju dan penurunan berat basah kompos. Hal ini diduga berkaitan dengan viabilitas isolat *Trichoderma*<sub>5</sub> yang cenderung lebih baik dari isolat jamur *Trichoderma*<sub>2</sub> dan *Penicillium*<sub>3</sub>.

Selain itu, kondisi lingkungan selama proses pengomposan seperti tingginya curah hujan, rendahnya intensitas cahaya matahari, dan lain-lain diduga turut berpengaruh pada aktivitas isolat jamur dalam mendegradasi bahan organik. Adapun salah satu faktor lingkungan yang diduga berpengaruh yaitu banyaknya populasi lalat disekitar lokasi penelitian, akibat adanya amoniak yang dihasilkan pada saat pengomposan. Menurut Rochaeni *et al.* (2003), amoniak yang dihasilkan saat pengomposan akan menimbulkan bau yang tidak sedap dan akan mengundang banyak lalat. Larva lalat diduga dapat turut menguraikan bahan organik pada saat

pengomposan, sehingga hal itu kemungkinan dapat mempengaruhi keakuratan data utama pada penelitian ini.

Kemampuan jamur dalam menguraikan bahan organik tidak terlepas dari peran serta enzim sebagai katalisator biologi. Dengan adanya enzim, maka daya urai bahan organik akan meningkat jutaan kali dibanding dengan penguraian tanpa melibatkan enzim (Notohadiprawiro, 1998). Salah satu enzim yang dimiliki jamur untuk menguraikan bahan organik adalah enzim selulase. Enzim selulase adalah enzim kompleks yang bersifat ekstraseluler dan bekerja secara sinergis dalam menguraikan selulosa menjadi glukosa atau selobiosa (Judoamidjojo, 1989).

Kecepatan degradasi substrat oleh enzim dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu sumber enzim, fisiko-kimia substrat, serta besarnya produk dan inhibisi substrat. Pada konsentrasi substrat yang relatif tinggi, kecepatan sakarifikasi akan menurun. Hal ini mengindikasikan terjadinya inhibisi substrat (Liau & Penner, 1990).

Tingginya daya degradasi selulosa sampah organik oleh isolat jamur ini dikarenakan isolat tersebut mampu menghasilkan ketiga komponen selulase yang dapat bekerja secara sinergis, sehingga sering disebut sebagai selulolitik sejati (Salma & Gunarto, 1999 dalam Anisah, 2007). Ketiga komponen selulase yang dimiliki oleh isolat *Trichoderma* adalah komponen C1 (Ekso  $\beta$ -1,4 glukon selobiohidrolase), komponen Cx (Ekso  $\beta$ -1,4 glukonase dan Endo  $\beta$ -1,4 glukonase), dan  $\beta$ -1,4 glukosidase (Coombs, 1986).

Enzim endo  $\beta$ -1,4 glukonase mula-mula menyerang secara acak bagian *amorf* dan membuka jalan bagi endo  $\beta$ -1,4 glukon selobiohidrolase (C1) untuk segera

bekerja dan menghasilkan serat-serat selobiosa. Daerah kristalin/selulosa alam akan lebih aktif didegradasi terlebih dahulu oleh ekso  $\beta$ -1,4 glukonase, kemudian bersama-sama dengan endo  $\beta$ -1,4 glukonase. Aktivitas ekso  $\beta$ -1,4 glukonase akan menyerang pada ujung rantai yang terbuka dan menghasilkan glukosa dan selobiosa. Tahapan selanjutnya adalah hidrolisis selobiosa menjadi glukosa oleh  $\beta$ -1,4 glukosidase (Miyamoto, 1997 *dalam* Prasetyo, 2006).

Selain itu, temperatur tumpukan sampah yang tidak jauh berbeda dengan temperatur lingkungan turut mendukung aktivitas penguraian selulosa oleh masing-masing isolat. Menurut Fogarty (1983), untuk memproduksi enzim selulase, suatu mikroorganisme harus berada pada kondisi kisaran suhu 25-28 °C.

Perbandingan rataan laju pengomposan dari ketiga jenis isolat jamur yang digunakan pada penelitian ini tidak begitu berbeda dengan aktivator EM<sub>4</sub> yang digunakan sebagai perlakuan pembanding. Hal ini memberikan gambaran bahwa kemampuan isolat jamur dalam menguraikan bahan organik cenderung optimal apabila faktor-faktor yang mempengaruhi berlangsungnya proses pengomposan berjalan dengan baik, seperti tersedianya bahan organik sebagai penyuplai nitrogen dan bahan serbuk gergaji sebagai penyuplai karbon bagi mikroorganisme. Meskipun terdapat beberapa kelemahan bila dibandingkan dengan penggunaan aktivator EM<sub>4</sub>, seperti proses pematangan kompos yang berjalan relatif lebih lambat dan kompos yang dihasilkan memiliki tekstur relatif lebih kasar.

