

**ARTIKEL ILMIAH**

**UJI KEMAMPUAN JAMUR SELULOLITIK DARI EKSTRAK TANDAN  
KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) PADA PENGOMPOSAN  
LIMBAH JERAMI PADI SEBAGAI BAHAN PENGAYAAN  
PRAKTIKUM MIKROBIOLOGI TERAPAN**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS JAMBI  
JANUARI 2018**

**UJI KEMAMPUAN JAMUR SELULOLITIK DARI EKSTRAK TANDAN  
KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS) PADA PENGOMPOSAN LIMBAH JERAMI  
PADI SEBAGAI BAHAN PENGAYAAN PRAKTIKUM MIKROBIOLOGI  
TERAPAN**

Oleh:

Lisna Asreni Pinem<sup>1)</sup>, Harlis<sup>2)</sup>, Retni Sulistioning Budiarti<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Pendidikan Biologi Jurusan PMIPA FKIP Universitas Jambi

<sup>2)3)</sup>Dosen Pendidikan Biologi Jurusan PMIPA FKIP Universitas Jambi Dosen

Email: <sup>1)</sup>[lisnaasreni901@gmail.com](mailto:lisnaasreni901@gmail.com)

**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan jamur selulolitik dari ekstrak Tandans Kosong Kelapa Sawit (TKKS) dalam mendekomposisi limbah jerami padi. Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif. Parameter yang diamati adalah rasio C/N minggu awal, minggu ketiga, dan akhir, pengukuran suhu dan pH, dan pengamatan tekstur, bau, dan warna setelah pengomposan. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jambi dan Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Universitas Jambi. Hasil penelitian menunjukkan dari 5 isolat jamur yang memiliki jumlah penurunan C/N terbesar dari bahan baku dimulai dari *Aspergillus* (1) 30,5 (56,4%), *Cladosporium* 27,7 (51,2%), *Penicillium* 19,6 (36,2%), *Aspergillus* (2) 17,7 (32,7%), dan *Mucor* 12,3 (22,7%). Proses pengomposan berada dalam kisaran suhu ruang yaitu 27-30°C. Nilai pH pada setiap isolat jamur hingga akhir pengukuran pengomposan pH berkisar 6-7, pengamatan tekstur, bau dan warna setelah pengomposan adalah tekstur halus dan kasar, bau tanah, dan warna ada yang cokelat tua dan cokelat kehitaman. Simpulan dari penelitian ini bahwa penggunaan jamur selulolitik dari ekstrak tandan kosong kelapa sawit (TKKS) mampu mendekomposisi limbah jerami padi karena memiliki aktivitas enzim lignoselulase kecuali genus *Mucor* dan isolat jamur yang mampu mendekomposisi limbah jerami padi dilihat dari penurunan rasio C/N adalah *Cladosporium*, dan *Aspergillus* (1).

**Kata Kunci: Limbah Jerami Padi, Rasio C/N**

---

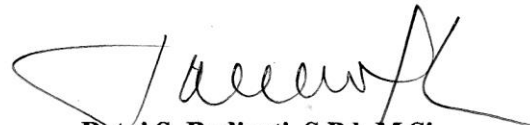
Jambi, 2018  
Mengetahui dan Menyetujui

**Pembimbing I**



**Dra. Hj. Harlis, M.Si**  
**NIP. 196211041991022001**

**Pembimbing II**



**Retni S. Budiarti, S.Pd, M.Si**  
**NIP. 196909171994032003**

# CELLULOLYTIC FUNGI TEST OF EXTRACT OF OIL PALM EMPTY BUNCCHES ON COMPOSTING OF RICE STRAW AS ENRICHMENT OF APPLIED MICROBIOLOGY PRAKTIKUM

By:

Lisna Asreni Pinem<sup>1)</sup>, Harlis<sup>2)</sup>, Retni Sulistioning Budiarti<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Pendidikan Biologi Jurusan PMIPA FKIP Universitas Jambi

<sup>2)</sup>Dosen Pendidikan Biologi Jurusan PMIPA FKIP Universitas Jambi Dosen

Email: <sup>1)</sup>[lisnaasreni901@gmail.com](mailto:lisnaasreni901@gmail.com)

## ABSTRAC

This study aims to determine the ability of cellulolytic fungi from extracts of palm oil bunches (TKKS) in decomposing the waste of rice straw. This research is quantitative descriptive. The parameters observed were the C / N ratio of the first week, the third week, and the end, the temperature and pH measurements, and the observation of the texture, odor, and color after composting. This research was conducted at the Laboratory Faculty of Teacher Training and Education Jambi University and Laboratory of Soil Chemistry and Fertility University of Jambi. The results showed that 5 fungi isolates had the greatest amount of C/N decrease of raw materials starting from *Aspergillus* (1) 30.5 (56.4%), *Cladosporium* 27.7 (51.2%), *Penicillium* 19.6 (36.2%), *Aspergillus* (2) 17,7 (32 , 7%), and *Mucor* 12.3 (22.7%). The composting process is within the temperature range of 27-30°C. The pH value at each isolate of the fungi to the end of the composting, pH measurement ranges from 6-7, the observation of the texture, the smell and color after composting is smooth and rough texture, the smell of the soil, and the color is dark brown and blackish brown. Conclusions from this study that the use of cellulolytic fungi from extracts of palm oil empty bunches (TKKS) is able to decompose the waste of rice straw because it has lignoselulase enzyme activity except the genus *Mucor* and fungi isolates capable of decomposing the waste of rice straw seen from the decrease in C/N ratio are *Cladosporium*, and *Aspergillus* (1).

**Keywords: Rice Straw Waste, c/n ratio**

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang Masalah

Limbah yang mengandung selulosa banyak dihasilkan oleh pertanian, perkebunan, dan kehutanan. Banyak sekali limbah alam yang dapat dipakai antara lain limbah agroindustri (jerami, bagas batang pisang), industri perkebunan (pulp kopi, pulp cokelat, ampas kopi, teh, ampas kelapa sawit, kulit nanas), industri perkayuan (serbuk kayu). Limbah alam tersebut memiliki komponen utama lignoselulosa yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber karbon dan energi bagi mikroorganisme khususnya fungi. Limbah yang berupa lignoselulosa dan selulosa dapat didegradasi oleh mikroorganisme (Gandjar, dkk., 2006:147).

Peningkatan produk pertanian diikuti pula oleh meningkatnya limbah hasil pertanian seperti jerami padi. Jerami padi merupakan limbah padat yang tidak termanfaatkan secara optimal tetapi sangat berpotensi untuk diolah menjadi kompos, pupuk organik, dan pakan ternak. Produksi jerami padi yang terdapat di Balai Benih Induk (BBI) Padi Sukamaju Kabupaten Muaro Jambi sekitar 6 ton/ha berdasarkan varietas yang dipanen yaitu inpari, inpara, ciherang, dan indragiri.

Jerami padi yang terdapat di Balai Benih Induk (BBI) Padi Sukamaju Kabupaten Muaro Jambi dibiarkan dan terkadang dibakar setelah pemanenan. Padi tersebut dipanen menggunakan mesin, sehingga jerami-jerami tertinggal dan dibiarkan di tanah. Jerami padi tersebut terkadang dijual jika ada orang yang membutuhkannya. Pemanfaatan jerami padi oleh petani pada umumnya masih rendah. Terkadang para petani membakar jerami yang ada karena mereka kesulitan dalam mengolah jerami padi

tersebut. Menurut Guntoro (2012:103) kebiasaan petani yang melakukan pembakaran jerami padi di sawah akan menambah emisi karbondioksida di udara dan jika ditimbun dalam tanah akan menghasilkan emisi metan.

Jerami padi merupakan sumber bahan organik yang sangat potensial dan bahan lignoselulosa yang tersedia dalam jumlah besar. Menurut Gandjar, dkk., (2006:149) substrat yang banyak digunakan adalah jerami padi yang umumnya mengandung selulosa (36%), hemiselulosa (18%) dan lignin 8,5%. Kandungan selulosa dalam jerami padi tinggi sehingga dapat dijadikan sebagai kompos. Akan tetapi penggunaan jerami padi menjadi kompos juga menjadi terkendala karena dekomposisi jerami lambat yaitu sekitar 2-3 bulan akan tetapi dengan penggunaan mikroba selulolitik dan penambat nitrogen sehingga terdekomposisi menjadi 48 hari (Ekawati dan Syekhiani, 2005:120).

Pemanfaatan mikroorganisme selulolitik yaitu menggunakan jamur selulolitik yang berasal dari tandan kosong kelapa sawit. Tandan Kosong Kelapa Sawit merupakan limbah terbesar yang dihasilkan oleh perkebunan kelapa sawit. Pemanfaatan limbah tandan kosong kelapa sawit belum dilakukan secara optimal. Menurut Sibuea (2014:5) selain dijadikan kompos, tandan kosong kelapa sawit juga dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan pulp dan kertas. Pemanfaatan tersebut menyebabkan masalah yaitu limbah-limbah yang dibiarkan menumpuk atau dibakar menyebabkan bau tidak sedap, polusi udara, dan terganggunya kebersihan lingkungan. Kandungan selulosa dan lignin pada tandan kosong kelapa sawit yang cukup tinggi akan dimanfaatkan

untuk menghasilkan enzim selulase dari mikroorganisme.

Jamur memiliki kemampuan untuk menghidrolisis selulosa alami melalui aktivitas selulase yang dimiliki. Jamur selulolitik merupakan mikroba yang mampu menghasilkan enzim selulase dan berpotensi dalam proses dekomposisi bahan organik. Berdasarkan penelitian Suryani, dkk., (2012:6) ditemukan 10 isolat jamur selulolitik yang berasal dari limbah produksi bioetanol dari singkong. Jamur yang menghasilkan enzim selulosa paling tinggi yaitu *Trichoderma viride*, *Penicillium* sp., *Cladosporium* sp. dan *Aspergillus niger*.

Salah satu materi pada mata kuliah pilihan program studi Pendidikan Biologi Universitas Jambi adalah Mikrobiologi Terapan. Mikrobiologi terapan merupakan ilmu terapan yang memanfaatkan mikroorganisme yang dapat dikembangkan dalam dunia kedokteran, industri, dan pertanian, karena mikrobiologi merupakan bagian dari ekosistem yang mempunyai bagian yang besar. Dalam proses perkuliahan mikrobiologi terapan perlu diadakan kegiatan praktikum sebagai penunjang bagi mahasiswa untuk dapat mengasah keterampilan berdasarkan pengamatan secara langsung. Oleh karena itu, perlu dilakukan pembuatan bahan pengayaan praktikum sebagai pedoman untuk kegiatan mahasiswa dalam memahami materi penerapan mikroorganisme di berbagai bidang.

Berdasarkan uraian di atas, maka perlu dilakukan penelitian dengan judul **“Uji Kemampuan Jamur Selulolitik Dari Ekstrak Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) Pada Pengomposan Limbah Jerami Padi Sebagai Bahan Pengayaan Praktikum Mikrobiologi Terapan”**

## **METODE PENELITIAN**

### **1. Rancangan Penelitian**

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian deskriptif dengan menggunakan metode deskriptif kuantitatif dengan cara membuat kompos limbah jerami padi menggunakan isolat jamur dari ekstrak Tandan Kosong Kelapa Sawit pada PT. Sungai Bahar Pasifik Utama Maro Sebo Kabupaten Muaro Jambi. Isolat jamur yang diperoleh dari hasil identifikasi akan diuji melalui pengamatan rasio C/N pada minggu awal, minggu ketiga, minggu akhir penelitian, pengukuran suhu dan pH setiap minggu, dan pengamatan tekstur, warna, dan bau sebelum dan setelah pengomposan. Data yang diperoleh dibandingkan dan dijadikan acuan untuk mengetahui kemampuan isolat jamur dalam menurunkan rasio C/N pada pengomposan limbah jerami padi.

### **2. Alat dan Bahan**

Alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah tabung reaksi, rak tabung reaksi, jarum ose, pipet volume, pipet tetes, bunsen, kompor listrik, labu erlenmeyer, gelas ukur, *autoclave*, *rotary shaker*, inkubator, *incase*, unit destilasi *Kjeldahl*, pengaduk, golok/parang, dan pH meter. Bahan yang digunakan adalah sampel jerami padi, isolat jamur, PDA, PDB, PDA + jerami padi, PDB + jerami padi, aquades, *aluminium foil*, alkohol 70%, NaCl 0,85%, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>, FeSO<sub>4</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, CuSO<sub>4</sub>, parafin cair, serbuk selenium (Se), NaOH, asam borat (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>), HCL 0,01 N, indikator feroin, indikator campuran hijau bromkresol dan merah metil, kertas label, spiritus, kapas, kain kassa dan korek api.

### **3. Analisis Data**

Analisis data dilakukan dengan cara melakukan pengamatan rasio C/N pada minggu awal, minggu ketiga dan minggu akhir pengomposan, sehingga data yang diperoleh ada tiga jenis. Data pada minggu awal penelitian, minggu



ketiga dibandingkan dengan data pada akhir penelitian, pengukuran pH dan suhu setiap minggu. Hasil perbandingan ini dijadikan acuan peneliti untuk mengetahui kemampuan isolat jamur dalam menurunkan rasio C/N pada pengomposan limbah jerami padi.







## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN





### A. Hasil Penelitian

#### Warna, Bau, Tekstur

Isolat jamur yang digunakan dalam proses pengomposan diperoleh dari hasil identifikasi peneliti sebelumnya. Hasil pengamatan warna sampel awal dan setelah 6 minggu proses pengomposan pada limbah jerami disajikan pada tabel 4.1 sebagai berikut.

**Tabel 4.1 Hasil Pengamatan Warna Sampel Setelah Pengomposan Limbah Jerami Padi**

No.	Nama Isolat dari TKKS	Warna sampel	
		Awal	Akhir
1	<i>Cladosporium</i>	 cokelat	 cokelat tua
	<i>Aspergillus (1)</i>	 cokelat	 cokelat kehitaman
3	<i>Mucor</i>	 cokelat	 cokelat tua

4	<i>Aspergillus (2)</i>	 cokelat	 cokelat tua
5	<i>Penicillium (1)</i>	 cokelat	 cokelat tua

Sebelum pengomposan dan diakhir pengomposan dilakukan pengamatan bau dan tekstur yang diamati secara langsung oleh peneliti. Adapun hasil pengamatan bau dan tekstur setelah pengomposan disajikan pada tabel 4.2 berikut.

**Tabel 4.2. Hasil Pengamatan Bau dan Tekstur setelah Pengomposan**

No	Nama Isolat dari TKKS	Bau Sampel		Tekstur sampel	
		Awal	Akhir	Awal	Akhir
1	<i>Cladosporium</i>	Jerami	Bau Tanah	Kasar	Halus
2	<i>Aspergillus (1)</i>	Jerami	Bau Tanah	Kasar	Halus
3	<i>Mucor</i>	Jerami	Bau Tanah	Kasar	Kasar
4	<i>Aspergillus (2)</i>	Jerami	Bau Tanah	Kasar	Halus
5	<i>Penicillium (1)</i>	Jerami	Bau Tanah	Kasar	Halus

Terjadinya proses pengomposan selama 6 minggu menghasilkan warna, bau, dan tekstur yang berbeda. Adapun warna akhir yang berubah terdapat pada isolat *Aspergillus (1)* menjadi cokelat kehitaman. Sedangkan bau akhir dari pengomposan setiap isolat yaitu bau tanah, dan teksturnya halus dan ada yang masih kasar.

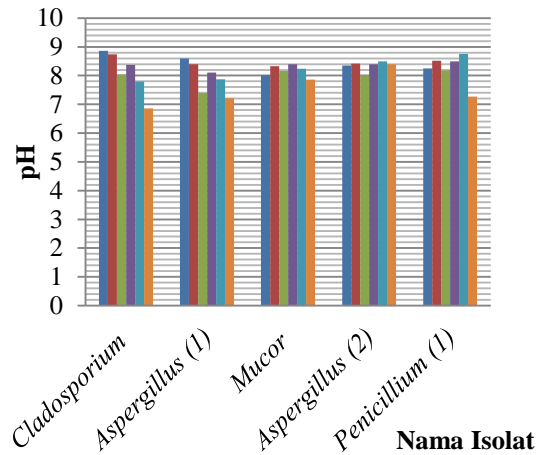
### Pengukuran pH

Minggu pertama pH pengomposan masih netral, karena bahan yang dikomposkan belum terombak oleh mikroba yang digunakan yaitu jamur selulolitik. Dimulai dari minggu pertama hingga minggu akhir pengomposan dilakukan pengukuran pH setiap minggunya untuk melihat perubahan yang terjadi oleh masing-masing isolat jamur yang digunakan. Hasil Pengukuran pH selama 6 minggu pengomposan pada limbah jerami padi disajikan pada tabel 4.3 berikut.

**Tabel 4.3 Hasil Pengukuran pH Sampel Pada Pengomposan Jerami Padi**

Nama Isolat	pH minggu ke-					
	1	2	3	4	5	6
<i>Cladosporium</i>	8,86	8,74	8,04	8,37	7,79	<b>6,86</b>
<i>Aspergillus (1)</i>	8,60	8,40	7,39	8,10	7,87	<b>7,21</b>
<i>Mucor</i>	8,02	8,33	8,16	8,40	8,24	<b>7,86</b>
<i>Aspergillus (2)</i>	8,35	8,42	8,00	8,40	8,49	<b>8,40</b>
<i>Penicillium</i>	8,25	8,52	8,18	8,49	8,75	<b>7,27</b>

Tabel 4.3 menunjukkan bahwa pH pada setiap isolat jamur diukur setiap minggu dan mengalami perubahan dari minggu awal dalam kondisi basa hingga akhir pengukuran pengomposan pH berkisar 6-7, kecuali isolat *Aspergillus (2)* memiliki pH minggu ke-6 sekitar 8,40. Berikut diagram batang pengukuran pH selama pengomposan jerami padi pada setiap minggu dari minggu awal hingga akhir pengomposan adalah sebagai berikut:



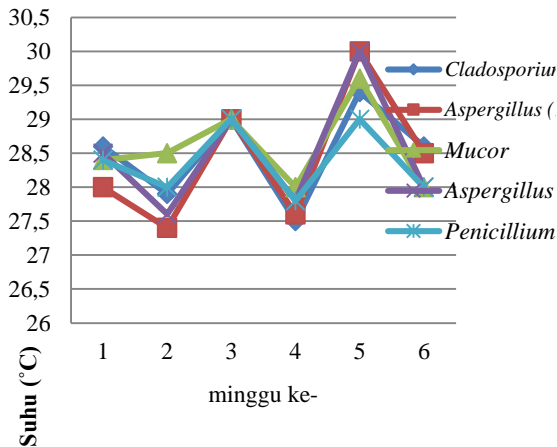
### 3 Pengukuran Suhu

Suhu selama proses pengomposan diukur setiap minggu hingga akhir pengomposan. Suhu mulai diukur pada minggu pertama setelah diberikan masing-masing isolat jamur selulolitik. Selama proses dekomposisi berlangsung, berikut ini adalah hasil pengukuran suhu selama 6 minggu pengomposan limbah jerami padi yang disajikan pada tabel 4,4 berikut.

**Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Suhu Selama Pengomposan Jerami Padi**

Nama Isolat	Suhu minggu ke- (°C)					
	1	2	3	4	5	6
<i>Cladosporium</i>	28,6	27,9	29	27,5	29,4	28,6
<i>Aspergillus (1)</i>	28	27,4	29	27,6	30	28,5
<i>Mucor</i>	28,4	28,5	29	28	29,6	28
<i>Aspergillus (2)</i>	28,5	27,6	29	27,8	30	28
<i>Penicillium</i>	28,4	28	29	27,8	29	28

Tabel 4.4 menunjukkan bahwa suhu pengomposan dari setiap isolat terjadi kenaikan dan penurunan setiap minggu. Hingga akhir proses pengomposan berada dalam kisaran suhu ruang yaitu 27-30°C. Fluktuasi suhu dinyatakan dalam bentuk grafik berikut ini:



#### 4. Karakteristik Limbah Jerami Padi Sebelum Pengomposan

Limbah jerami padi yang digunakan sebagai bahan baku untuk pengomposan pada penelitian ini dianalisis untuk mengetahui kandungan C-organik, N-total dan rasio C/N. Hasil analisis tersebut dinyatakan pada tabel 4.5 berikut.

**Tabel 4.5 Kandungan C-organik, N-total, dan Rasio C/N Limbah Jerami Padi**

Bahan	C-Organik (%)	N-Total	Rasio C/N
Limbah Jerami Padi	48,35	0,894	54,1

Nilai rasio C/N pada limbah jerami padi masih sangat tinggi yaitu 54,1, karena nilai rasio C/N yang baik pada pengomposan adalah sekitar 10-20.

#### 5 Rasio C/N

Proses degradasi dalam pengomposan akan mengalami perubahan dari nilai rasio C/N pada bahan baku yaitu limbah jerami padi. Setelah proses pengomposan C-organik dari bahan baku akan mengalami penurunan, sedangkan N-total akan mengalami kenaikan. Hasil pengukuran C-organik dan nitrogen total dalam penelitian ini menunjukkan penurunan dan kenaikan selama proses

pengomposan. Perubahan penurunan kandungan C-organik dan N-total dinyatakan pada tabel 4.6 berikut.

**Tabel 4.6 Hasil Penurunan Kandungan C-Organik (%) dan N-total (%) minggu awal (ke-1), minggu ke tiga (ke-3), dan minggu akhir (ke-6) Pengomposan Limbah Jerami Padi**

Nama Isolat	C-organik (%)			N-total(%)		
	Minggu Ke-			Minggu ke-		
	1	3	6	1	3	6
<i>Cladosporium</i>	45,68	44,29	32,96	1,076	1,140	1,250
<i>Aspergillus (1)</i>	45,92	31,06	29,66	1,180	0,956	1,255
<i>Mucor</i>	44,99	41,04	37,72	1,233	1,125	0,902
<i>Aspergillus (2)</i>	45,21	43,98	43,13	1,149	1,163	1,184
<i>Penicillium</i>	42,58	44,22	43,14	1,125	0,971	1,252

Nama Isolat	C-organik (%)			N-total(%)		
	Minggu Ke-			Minggu ke-		
	1	3	6	1	3	6
<i>Cladosporium</i>	45,68	44,29	32,96	1,076	1,140	1,250
<i>Aspergillus (1)</i>	45,92	31,06	29,66	1,180	0,956	1,255
<i>Mucor</i>	44,99	41,04	37,72	1,233	1,125	0,902
<i>Aspergillus (2)</i>	45,21	43,98	43,13	1,149	1,163	1,184
<i>Penicillium</i>	42,58	44,22	43,14	1,125	0,971	1,252

Penurunan nilai C-organik pada limbah jerami padi dari minggu ke-1, ke-3, dan ke-6 terjadi pada isolat *Cladosporium*, *Aspergillus (1)*, *Mucor*, dan *Aspergillus (2)*, sedangkan kenaikan N-total dari minggu ke-1, ke-3, dan ke-6 terjadi pada isolat *Cladosporium*, dan *Aspergillus (2)*.

Selama proses pengomposan dilakukan analisis rasio C/N di minggu ke-1, minggu ke-3, dan minggu ke-6. Hasil penurunan rasio C/N pada penelitian ini mengalami perubahan dari nilai rasio C/N pada bahan baku limbah jerami padi yaitu sebesar 54,1. Hasil penurunan rasio C/N ini dinyatakan pada tabel 4.7 berikut.



**Tabel 4.7 Hasil Penurunan Rasio C/N minggu awal, minggu ke tiga, dan minggu akhir**

Nama Isolat	Rasio C/N			Jumlah Penurunan Rasio C/N dari bahan baku (%)
	Minggu ke-			
	1	3	6	
<i>Cladosporium</i>	42,5	38,9	26,4	27,7 (51,2)
<i>Aspergillus</i> (1)	38,9	32,5	23,6	30,5 (56,4)
<i>Mucor</i>	36,5	36,5	41,8	12,3 (22,7)
<i>Aspergillus</i> (2)	39,3	37,8	36,4	17,7 (32,7)
<i>Penicillium</i>	37,8	45,5	34,5	19,6 (36,2)

Isolat yang memiliki nilai jumlah penurunan rasio C/N dari bahan baku terendah yaitu *Mucor* sebesar 12,3 (22,7%) , sedangkan jumlah penurunan terbesar rasio C/N terjadi pada isolat *Aspergillus* (1) sebesar 30,5 (56,4%).

## B. PEMBAHASAN

### 1. Warna, Bau, Tekstur

Dalam proses dekomposisi/pengomposan, bahan kompos yang digunakan akan mengalami perubahan warna, bau dan tekstur. Selama proses dekomposisi, perubahan warna pada sampel jerami padi yang awalnya coklat menjadi coklat tua. Berdasarkan hasil pengomposan selama 6 minggu (tabel 4.1) bahwa isolat yang mengalami perubahan warna yang mencolok adalah genus *Penicillium* (1) yaitu menjadi coklat kehitaman.

Hal ini diduga karena *Penicillium* bekerja dengan optimal selama proses dekomposisi karena aktivitas selulosa yang dimilikinya sehingga mampu menguraikan bahan organik pada kompos. Selain itu proses perubahan warna kompos juga dapat disebabkan oleh proses enzimatik yang menyebabkan oksidasi pada kandungan

yang terdapat pada substrat kompos yaitu lignin dan selulosa pada jerami padi.

Namun perubahan kompos pada beberapa isolat lainnya masih berwarna coklat tua, hal ini dapat dikarenakan proses kematangan pada kompos pada setiap isolat berbeda sehingga perlu penambahan waktu pada pengomposan agar proses perubahan warna pada kompos merata. Menurut (Melantina, 2017:4) kompos yang menggunakan beberapa aktivator yang telah menunjukkan kematangan ditandai dengan warna coklat kehitaman karena panas yang disebabkan oleh aktivitas mikroba yang bekerja selama dekomposisi dan tergantung dari bahan dasar pembuatan kompos.

Sebelum pengomposan, bau dari sampel yaitu bau jerami berubah menjadi bau tanah. Selama proses dekomposisi terjadi perubahan bau menyengat pada kompos dan setelah 6 minggu proses pengomposan bau menyengat tersebut berubah menjadi bau tanah. Berdasarkan standar SNI kompos yang telah matang memiliki bau seperti tanah. Proses dekomposisi terjadi apabila adanya perubahan bau pada kompos dan menunjukkan kematangan kompos (Munawarrah, dkk., 2014:220).

Tekstur awal sampel masih utuh karena terdapat lignin dari jerami padi hingga akhir pengomposan tekstur kompos sudah mulai hancur. Akan tetapi tekstur yang dihasilkan oleh isolat *Mucor* masih kasar dan terlihat lignin yang keras dari jerami padi yang belum hancur, hal ini dikarenakan mikroorganisme yang hidup belum dapat menguraikan bahan organik saat proses pengomposan. Menurut Melantina (2017:5) bahan yang digunakan dalam pembuatan kompos ini hancur akibat penguraian oleh mikroorganisme yang hidup di dalamnya.

Hasil dari proses pengomposan ini belum sesuai dengan SNI kompos yaitu warna yang dihasilkan belum semua menunjukkan warna kehitaman, dan tekstur yang dihasilkan belum sepenuhnya hancur seperti tekstur tanah yaitu halus.

## 2. Pengukuran pH

Berdasarkan tabel 4.3 menunjukkan bahwa pH setiap isolat jamur pada pengomposan jerami dalam setiap minggu mengalami fluktuasi (kenaikan dan penurunan). Pada minggu awal (ke-1) pengomposan pH berkisar antara 7-8 yaitu dalam keadaan basa.

Tingkat keasaman (pH) pada saat pengomposan mengalami perubahan pada setiap isolat jamur. Nilai pH setiap isolat jamur mengalami peningkatan pada minggu ke-4 proses pengomposan. Akan tetapi pada minggu ke-5 nilai pH setiap isolat jamur sudah mengalami penurunan yaitu genus *Cladosporium*, *Aspergillus* (1), dan *Mucor*, tetapi ada genus yang nilai pH nya masih mengalami peningkatan yaitu *Aspergillus* (2) dan *Penicillium*.

Peningkatan pH pada *Aspergillus* (2) dan *Penicillium* diduga terjadi karena masih terdapat sisa-sisa bahan organik kompos yang belum terurai pada minggu ke-5 oleh *Penicillium* dan *Aspergillus* (2) sehingga masih terjadi proses degradasi pada bahan kompos. Menurut penelitian Rohim dan Arseto (2016:102) kenaikan nilai pH pengomposan yang terjadi dikarenakan penguraian protein menjadi ammonia ( $\text{NH}_3$ ) dari proses pengomposan.

Nilai pH pengomposan jerami pada setiap isolat jamur mengalami penurunan pada minggu akhir (ke-6) yaitu berkisar antara 6,8-7,3. Penurunan pH pada kompos sudah mendekati pH netral di minggu ke-6 karena bahan organik kompos sudah selesai didegradasi oleh jamur selulolitik karena sudah mencapai proses

kematangan. Hal ini menunjukkan bahwa pH pada kompos sudah netral dan sesuai dengan standar kualitas kompos (SNI) yaitu antara 6,80-7,49, kecuali *Mucor* yaitu 7,86 dan *Aspergillus* (2) yaitu 8,40. Nilai pH yang terjadi pada genus *Mucor* dan *Aspergillus* (2) masih dalam keadaan basa dikarenakan masih terjadinya pembentukan  $\text{NH}_3$  (ammonia) pada proses pengomposan dan bahan organik kompos belum semuanya dapat terurai.

## 3. Pengukuran Suhu

Tabel 4.4 menunjukkan perubahan suhu pada bahan selama proses pengomposan. Pengamatan suhu dilakukan selama 6 minggu. Pada gambar 4.2 grafik pengukuran suhu, menunjukkan bahwa terjadinya kenaikan suhu pada minggu ke-3 dan minggu ke-5 dengan kecepatan yang berbeda-beda pada setiap isolat jamur. Dengan demikian menunjukkan bahwa proses penguraian bahan terjadi karena mikroorganisme mulai aktif. Akan tetapi grafik pengamatan suhu setiap minggu pada masing-masing isolat jamur terjadi kenaikan dan penurunan yang tidak stabil.

Setelah memasuki minggu ke-2 suhu pengomposan sudah mengalami penurunan, hal ini dikarenakan masih dalam proses penyesuaian lingkungan. Setiap mikroorganisme memiliki kurva pertumbuhan, begitu pula dengan jamur. Kemungkinan setiap isolat jamur mengalami fase-fase pertumbuhan yang berbeda. Pada fase pertumbuhan jamur terdapat fase deselerasi yaitu sel-sel mulai kurang aktif membelah selanjutnya akan melanjutkan tahap stasioner dimana jumlah sel ada yang bertambah dan ada jumlah sel yang mati relatif seimbang. Minggu ke-2 suhu mengalami penurunan pada setiap isolat jamur yaitu kemampuan jamur selulolitik menghasilkan enzim selulosa berkurang karena terjadi fase deselerasi dan selanjutnya ada fase yang

menyebabkan aktivitas isolat jamur mengalami penurunan.

Pada fase pertumbuhan jamur terdapat fase eksponensial yaitu fase perbanyak sel sehingga aktivitas sel meningkat. Hal ini terkait dengan yang terjadi pada kenaikan suhu pada minggu ke-3 yaitu mikroorganisme melakukan aktivitasnya menghasilkan enzim selulosa untuk merombak bahan organik kompos. Terjadi kenaikan dari minggu ke-2 ke minggu ke-3 disebabkan oleh jamur yang masih hidup pada bahan kompos jerami padi karena tidak terjadi pembalikan kompos sehingga masih ada sisa-sisa bahan organik yang belum habis diuraikan oleh jamur. Setelah memasuki minggu ke-4 suhu mengalami penurunan kembali. Hal ini terjadi lagi karena aktivitas jamur untuk mendekomposisi bahan-bahan organik pada jerami padi menurun. Kemungkinan sebagian mikroba tersebut mengalami kematian saat memasuki fase proses pengomposan. Wahyono dan Firman (2008:261) menyatakan bahwa panas yang dihasilkan mikroba merupakan hasil respirasi sehingga kenaikan suhu menjadi indikator adanya aktivitas mikroba. Semakin aktif populasi mikroba maka akan semakin tinggi panas yang dihasilkannya.

Proses pengomposan pada minggu ke-5 kembali mengalami kenaikan suhu, oleh sebab itu mikroorganisme masih aktif dalam menguraikan bahan organik sehingga mengalami kenaikan suhu yang tidak stabil. Sesuai dengan penelitian Irianti dan Agus (2016:5) suhu yang semakin cepat meningkat dan semakin tinggi pada bahan kompos maka semakin aktif mikroorganisme merombak bahan organik. Setelah memasuki minggu akhir pengomposan suhu mengalami penurunan yaitu memasuki fase dimana energi yang dihasilkan oleh jamur sudah berkurang karena bahan organik seperti selulosa

dan lignin pada jerami padi sudah didekomposisi.

Isolat jamur yang digunakan ada 5 yang terdiri dari 4 genus yang berbeda. Apabila dilihat dari suhu yang dicapai bahan kompos selama proses berlangsung, suhu maksimum yang dapat dicapai pada pengomposan jerami padi hanya pada minggu ke-5 yaitu 30°C. Suhu maksimum hanya terjadi pada isolat *Aspergillus* (1), dan *Aspergillus* (2). Hal ini dikarenakan setiap mikroorganisme mempunyai temperatur yang berbeda sehingga temperatur optimum pengomposan merupakan integrasi dari mikroba yang terlibat.

Suhu pengomposan mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak stabil. Hal ini diduga terjadi karena aktivitas mikroorganisme mulai berkurang sebab tidak ada penambahan aktivator yaitu campuran mikroba atau starter yang menjadi nutrisi tambahan pada kompos. Isolat jamur yang digunakan diperoleh dari hasil identifikasi ekstrak tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sehingga kemungkinan pertumbuhan jamur yang digunakan pada kompos jerami padi belum dapat beradaptasi sehingga suhu yang dihasilkan pun mengalami kenaikan dan penurunan yang tidak stabil. Kelembaban pada kompos selama proses pengomposan berkurang karena tidak ada pembalikan selama proses pengomposan sehingga kandungan air pada kompos tidak merata. Menurut (Atmaja, dkk., 2017:114) kandungan air pada kompos juga berpengaruh pada suhu karena akan lebih mudah mengalami pembusukan sehingga hasil respirasi dari mikroorganisme berupa panas, CO<sub>2</sub> dan air akan cepat terbentuk.

Dalam proses pengomposan meliputi fase mesofilik (23-45°C) dan fase termofilik (45-65°C) (Yulipriyanto, 2010:157). Proses perombakan bahan

kompos yang menggunakan 5 isolat jamur yang berbeda hanya memberikan fase mesofilik pada proses pengomposan yaitu senyawa-senyawanya yang mudah terdegradasi dimanfaatkan oleh mikroorganisme mesofilik. Namun pada fase termofilik tidak dapat dicapai karena mikroorganisme mesofilik yang masih bertahan menyesuaikan dengan kondisi lingkungan tersebut. Sebagian besar isolat jamur yang berperan adalah *Penicillium* yang menurut Handayanto dan Hairiah (2007:30) dapat tumbuh pada temperatur 22-27°C dan bersifat mesofil. Sedangkan fase termofilik tidak dapat dicapai walaupun terdapat genus *Aspergillus* dan *Mucor* yang menurut Gandjar, dkk., (2006:104) termasuk fungi yang bersifat termofil. Rata-rata suhu pengomposan jerami padi dari setiap minggu berkisar antara 27°-30°C. Namun, secara umum kisaran suhu optimum selama pengomposan adalah antara 50°-60°C (Yulipriyanto, 2010:162). Pada kondisi ini sudah berada pada temperatur (suhu) yang optimum yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk merombak bahan organik, walaupun tidak mencapai suhu maksimum 50-60°C. Hal ini dapat terjadi karena pengomposan yang dilakukan adalah secara anaerob yaitu energi yang dilepaskan lebih kecil dari proses aerob. Proses aerob terjadi reaksi eksotermik yang tidak dimiliki oleh proses anaerob yaitu suhu dapat mencapai maksimum 70°C (Hasruddin dan Husna, R., 2014:50). Proses pengomposan yang dilakukan di erlenmeyer sehingga suhu pengomposan menjadi terbatas. Menurut Juprianto, dkk., (2015:6) temperatur yang rendah saat proses pengomposan kemungkinan akibat dari volume tumpukan kompos yang sedikit (skala laboratorium) sehingga panas yang dihasilkan juga masih rendah. Suhu yang menunjukkan pengomposan yang baik menurut standarisasi kompos

(SNI) yaitu tidak lebih dari 30°C (suhu air tanah).

#### 4. C-organik

Berdasarkan hasil dari tabel 4.3 menunjukkan bahwa kandungan karbon (C) bahan baku kompos sebesar 48,35% cenderung lebih tinggi, sedangkan N sebesar 0,894%. Dalam proses dekomposisi bahan organik carbon (C) digunakan oleh mikroorganisme sebagai sumber energi sedangkan N digunakan sebagai bahan penyusun s terjadinya pengomposan oleh 5 isolat jamur terdapat perubahan pada C-organik. Kadar C-organik mengalami penurunan dari minggu awal, ketiga, dan keenam pengomposan dari bahan baku yaitu 48,35%. Menurut Juprianto, dkk., (2015:4) Penurunan kadar C-organik merupakan akibat dari aktivitas mikroorganisme dalam memanfaatkan senyawa karbon (C) sebagai energi sehingga proses dekomposisi terjadi. Akan tetapi, genus *Penicillium* mengalami kenaikan C-organik dari minggu ke-1 (42,58%) ke minggu ke-3 (44,22%).

#### 5. N-total

Pada minggu awal, minggu ketiga, dan minggu keenam (akhir) pengomposan kadar N-total mengalami peningkatan dari bahan baku yaitu 0,894%, Hasil pengukuran C-organik dan N-total dalam penelitian ini menunjukkan penurunan dan kenaikan selama proses pengomposan (tabel 4.5). Hal ini sesuai dengan penelitian Irianti dan Agus (2016:6) selama proses pengomposan akan menunjukkan terjadinya penurunan kadar C dan peningkatan kadar N. Kandungan N dalam kompos meningkat selama proses pengomposan dikarenakan terjadi mineralisasi N-organik menjadi N-mineral oleh mikroorganisme.

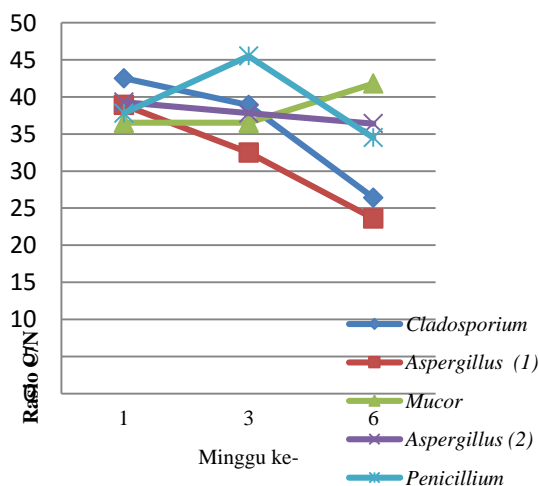
Akan tetapi pada genus *Mucor* mengalami penurunan N-total dari



minggu ke-1 (1,233), minggu ke-3 (1,125) dan minggu ke-6 (0,902). Menurut Jannah, dkk.,(2014:547) tinggi rendahnya kadar N kompos berkaitan erat dengan kehadiran mikroorganismenya. Oleh sebab itu, N-total pada genus *Mucor* menjadi turun karena berkurangnya aktivitas mikroorganismenya yaitu *Mucor* sehingga tidak mampu memanfaatkan N sebagai bahan penyusun selnya.

## 6. Rasio C/N

Salah satu faktor yang mempengaruhi pengomposan adalah rasio C/N. Hal ini karena pengomposan tergantung pada kegiatan mikroba yang membutuhkan karbon sebagai sumber energi. Nilai rasio C/N pada pengomposan minggu awal (ke-1), minggu (ke-3), dan minggu akhir (ke-6) (tabel 4.5) menunjukkan bahwa 5 isolat jamur yang digunakan pada proses pengomposan mampu menurunkan nilai rasio C/N dari bahan baku limbah jerami padi. Berikut ini merupakan grafik rasio C/N pada pengomposan limbah jerami padi sebagai berikut:



Gambar 4.3 Grafik Rasio C/N minggu awal, minggu ketiga, dan minggu akhir pengomposan

Berdasarkan grafik rasio C/N pada pengomposan terlihat bahwa pada

penurunan rasio C/N yang bagus dari minggu awal (ke-1), minggu ketiga (3), dan minggu akhir (6) pengomposan terjadi pada genus *Cladosporium*, *Aspergillus (1)*, dan *Aspergillus (2)*.

Proses pengomposan pada jerami padi menggunakan mikroorganismenya selulolitik sehingga dapat menghidrolisis selulosa menjadi glukosa dan akhirnya difermentasi menjadi asam laktat, etanol, CO<sub>2</sub>, dan amonia. Menurut Astuti (2000:7) isolat jamur mempunyai enzim selulolitik sehingga bahan organik dapat terdegradasi menjadi senyawa yang lebih sederhana dan membebaskan energi berupa panas, air dan CO<sub>2</sub>. Genus dari *Aspergillus* memiliki aktivitas ligninase (Wulandari, dkk., 2014:4) yaitu mampu mendegradasi komponen selulosa dan lignin pada jerami padi, sedangkan *Penicillium* menurut penelitian Adlini, dkk., (2012:5) merupakan isolat jamur selulolitik yang menghasilkan aktivitas lignolitik yang dapat mensekresikan enzim ligninase dalam perombakan lignin, sehingga kandungan selulosa pada jerami padi belum dapat dirombak oleh genus *Penicillium*.

Terjadi peningkatan nilai rasio C/N pada minggu ketiga terhadap beberapa isolat jamur. Peningkatan nilai rasio C/N dari minggu awal ke minggu ketiga terjadi pada genus *Penicillium* sebesar 7,7. Hal ini dapat dikarenakan nilai N-total pada isolat jamur tersebut tidak mengalami peningkatan pada minggu ketiga karena menurut Irianti dan Agus (2016:6) nitrogen (N) memiliki peranan sebagai sumber makanan oleh mikroba sebagai penyusun sel-sel tubuhnya.

Minggu akhir pengomposan genus *Mucor* mengalami peningkatan nilai rasio C/N. Peningkatan ini dimulai dari minggu ketiga hingga minggu keenam (akhir) pengomposan sebesar 5,3. Hal ini mungkin terjadi kesalahan pada saat pengambilan sampel yang



diuji rasio C/N, dan kesalahan dalam melakukan prosedur perhitungan kadar N-total. Adanya aktivitas selulase isolat jamur dilihat dari kemampuannya dalam mendegradasi selulosa melalui media *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dan indeks pelarutan yang besar (Kusnadi, dkk., 2012:8-9). Namun, genus *Mucor* merupakan salah satu isolat jamur selulolitik yang memiliki indeks pelarutan terkecil sehingga aktivitas enzim selulase yang dihasilkan rendah untuk mendekomposisi limbah jerami padi dan memiliki aktivitas menghasilkan enzim amilase (amilolitik).

Jumlah penurunan rasio C/N terbesar dari bahan baku sebesar 54,1 dimulai dari isolat *Aspergillus* (1) sebanyak 30,5 (56%), *Cladosporium* 27,7 (51,2%), *Penicillium* 19,6 (36,2%), *Aspergillus* (2) 17,7 (32,7%), dan yang terendah yaitu *Mucor* 12,3 (22,7%). Irianti dan Agus (2016:6) menyatakan bahwa kecepatan penurunan rasio C/N sangat tergantung pada kandungan C dan N bahan yang dikomposkan dan mikroba yang terlibat dalam pengomposan. Pengomposan pada bahan yang memiliki rasio C/N tinggi seperti jerami padi/jerami gandum, peningkatan suhu tidak dapat melebihi 52°C, karena keadaan ini menunjukkan bahwa peningkatan suhu juga bergantung pada tipe bahan yang digunakan.

Proses pengomposan dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu: (1) bahan organik. Agar bahan organik yang dikomposkan sesuai dengan lingkungan bagi mikroorganisme maka komposisi substrat harus memperhatikan sumber karbon. (2) faktor ukuran partikel, makin kecil ukuran partikel bahan organik maka makin luas permukaan yang diserang oleh mikroorganisme. (3) faktor kelembaban, organisme dekomposer membutuhkan air untuk hidup. Bila kurang dari 40% kelembabannya maka

mikroba akan bekerja lambat. (4) temperatur/suhu, temperatur diperlukan untuk memperoleh proses pengomposan yang baik (Yulipriyanto, 2010:160).

Jerami padi memiliki kandungan selulosa 36%, hemiselulosa 16%, dan lignin sebesar 8,5% (Gandjar, dkk., 2006:149). Secara alamiah limbah jerami padi memerlukan waktu yang lama dalam proses dekomposisi. Adanya penambahan jamur selulolitik ini membantu proses dekomposisi menjadi lebih cepat untuk merombak kandungan lignin dan selulosa pada jerami padi dan dapat menurunkan rasio C/N dari bahan baku kompos.

Berdasarkan hasil analisa nilai rasio C/N pada pengomposan jerami padi yang menggunakan 5 isolat jamur belum memenuhi standarisasi kompos (SNI) yaitu <20. Hal ini juga dapat terjadi karena faktor-faktor yang mempengaruhi proses pengomposan belum sesuai seperti kelembaban, suhu, dan penambahan aktivator/starter. Nilai rasio C/N yang mendekati terjadi pada isolat genus *Cladosporium* sebesar 26,4, dan *Aspergillus* (1) sebesar 23,6.

## **PENUTUP**

### **Kesimpulan**

Kesimpulan penelitian ini adalah:

1. Penggunaan jamur selulolitik dari ekstrak tandan kosong kelapa sawit (TKKS) mampu mendekomposisi limbah jerami padi karena memiliki aktivitas enzim lignoselulase kecuali genus *Mucor*.
2. Adapun isolat jamur yang mampu mendekomposisi limbah jerami padi dilihat dari penurunan rasio C/N terbesar adalah *Cladosporium*, dan *Aspergillus* (1).

### **Saran**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan disarankan agar:

1. Perlu penambahan waktu pengomposan dan parameter

- kelembaban pada jerami padi agar proses pengomposan dapat berjalan lebih baik lagi.
2. Perlu dilakukan variasi kultur campuran mikroorganisme yang digunakan.
  3. Perlu dilakukan penelitian dalam skala lapangan agar proses pengomposan dapat berjalan lebih baik dari penelitian sebelumnya.
  4. Perlu dilakukan penambahan starter pada proses pengomposan.
  5. Dijadikan sebagai bahan pengayaan praktikum mikrobiologi terapan.

## DAFTAR RUJUKAN

- Adlini, N.I., Fibriarti, B.L., dan R.M. Roza. 2012. Seleksi Mikroba Selolitik Dalam Mendegradasi Lignin Asal Tanah Gambut Desa Rimbo Panjang Kabupaten Kampar Riau. *Jurnal FMIPA-UR*. <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFMIPA/article/viewFile/2501/2435>. Diakses tanggal 10 Oktober 2017.
- Astuti, A. 2005. Aktivitas Proses Dekomposisi Berbagai Bahan Organik dengan Aktivator Alami dan Buatan. *Jurnal Agrosains (Journal of Agro Science)*, 4 (1): 32-36.
- Atmaja, I.KM., Tika, W. dan I Md. Anom S.Wijaya. 2017. Pengaruh Perbandingan Komposisi Bahan Baku terhadap Kualitas Kmpos dan Lama Waktu Pengomposan. *Jurnal Beta (Biosistem dan Teknik Pertanian)*, 5(1): 111-118.
- Ekawati, I., dan Syekhfani, 2005. Dekomposisi Jerami Padi oleh Biakan Campuran Bakteri Selulolisis dan Penambat Nitorgen. *Jurnal Pembangunan Pedesaan*. 5(2): 120-128.
- Gandjar, I., Wellyzar, S., dan Ariyanti, O. 2006. *Mikologi Dasar dan Terapan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Guntoro. S., 2012. *Meramu Pakan Ternak dari Limbah Perkebunan*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Handayanto, E., dan Hairiah, 2007. *Biologi Tanah*. Yogyakarta: Pustaka Adipura.
- Hasruddin, dan Rifnatul, H. 2014. *Mini Riset Mikrobiologi Terapan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Irianti, A.T.P., dan Agus, S. 2016. Pemanfaatan Jamur *Trichoderma* sp. dan *Aspergillus* sp. Sebagai Dekomposer pada Pengomposan Jerami Padi. *Jurnal Agrosains*, 13(2): 1-9.
- Jannah, W., Zul, D., dan Fibriati, B.L., 2014. Aplikasi Mikroorganisme Lignoselulotik Indigenus Asal Tanah Gambut Riau dalam Pembuatan Kompos dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). *JOM FMIPA*, 1(2): 543-550.
- Jupriyanto, Martina.A., dan Roza, R.M. 2015. Pembuatan Kompos Eceng gondok (*Eichornia crassipes* (Mart.). Solms) Menggunakan Jamur

Selulolitik dan Lignolitik Termotoleran Isolat Lokal Sebagai Bioaktivator. *JOM FMIPA*, 2(2): 10.

Kusnadi, Saefudin, dan A., Efrianti. 2009. *Keanekaragaman Jamur Selulolitik dan Amilolitik Pengurai Sampah Organik Dari Berbagai Substrat*. Bandung: Pendidikan Biologi FMIPA Universitas Pendidikan Indonesia.

Munawarah, H.Z. 2014. Aplikasi Mikroba Lignoselulolitik Indigenus Asal Tanah Gambut Riau Dalam Pembuatan Kompos Dari Campuran Tandan Kosong dan Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq). *Jurnal JOM FMIPA*, 1(2): 213-223.

Sibuea, P., 2014. *Minyak Kelapa Sawit*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

Simarmata, M. 2017. Pengaruh Penambahan Urea Terhadap Bentuk Fisik dan Unsur Hara Kompos Dari Feses Sapi. [skripsi]. Program Studi Peternakan, Fakultas Peternakan Universitas Jambi.

Suryani, Y., Andayaningsih, P., dan Hernaman, I., 2012. Isolasi dan Identifikasi Jamur Selulolitik pada Limbah Produksi Bioetanol dari Singkong yang Berpotensi Dalam Pengolahan Limbah Menjadi Pakan Domba. *Jurnal Biologi*, 6(2): 1-10.

Yulipriyanto, H. 2010. *Biologi Tanah dan Strategi Pengelolaannya*. Yogyakarta: Graha Ilmu.