

**ANALISIS FISILOGI JAMUR LIGNINOLITIK DAN SELULOLITIK  
ASAL TANAH GAMBUT DESA RIMBO PANJANG KABUPATEN KAMPAR  
SEBAGAI AGEN BIOKOMPOS**

**Karina Larasati, Rodesia Mustika Roza, Atria Martina**

**Mahasiswa Program S1 Biologi  
Bidang Mikrobiologi Jurusan Biologi  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia  
*Karinalarasati.kl@gmail.com***

**ABSTRACT**

Cellulolytic and ligninolytic fungi have an important role in degradation of organic materials, especially lignin and cellulose, in a composting process. The success of the fungi in the composting process is strongly influenced by temperature and pH. The purpose of this research was to obtain isolates of the fungi with the best ability to be applied as biocompost agent by analyzing its ability to grow in different temperature and pH. A total of 110 isolates from peatsoil in Rimbo Panjang, Kampar Regency, Riau was inoculated into *Potato Dextrose Broth* medium with pH of 5 and pH of 7 then incubated for 3 days at room temperature ( $\pm 27^{\circ}\text{C}$ ),  $40^{\circ}\text{C}$ ,  $50^{\circ}\text{C}$ ,  $60^{\circ}\text{C}$ ,  $70^{\circ}\text{C}$  and  $80^{\circ}\text{C}$ . The results obtained 110 isolates which were grown at room temperature ( $\pm 27^{\circ}\text{C}$ ) with pH of 5 and pH of 7 and 96 isolates which were grown at  $40^{\circ}\text{C}$  temperature. A total of 27 isolates which were grown at  $50^{\circ}\text{C}$  temperature consisted of genus *Penicillium*, *Trichoderma*, and *Aspergillus*.

Keywords: Biocompost, Fungi, Peatsoil, pH, Temperature

**ABSTRAK**

Jamur selulolitik dan ligninolitik memiliki peran penting dalam perombakan bahan-bahan organik, khususnya lignin dan selulosa, pada proses pengomposan. Keberhasilan jamur dalam proses pengomposan sangat dipengaruhi suhu dan pH. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan isolat jamur terbaik untuk diaplikasikan sebagai agen biokompos dengan menganalisa kemampuan tumbuh terhadap variasi suhu dan pH. Sebanyak 110 isolat asal tanah gambut Desa Rimbo Panjang Kabupaten Kampar, Riau diinokulasi ke dalam medium *Potato Dextrose Broth* dengan pH 5 dan pH 7. Kemudian diinkubasi selama 3 hari pada suhu ruang ( $\pm 27^{\circ}\text{C}$ ),  $40^{\circ}\text{C}$ ,  $50^{\circ}\text{C}$ ,  $60^{\circ}\text{C}$ ,  $70^{\circ}\text{C}$  dan  $80^{\circ}\text{C}$ . Hasil penelitian diperoleh 110 isolat tumbuh pada suhu ruang ( $\pm 27^{\circ}\text{C}$ ) dengan pH 5 dan pH 7 dan 96 isolat tumbuh pada suhu  $40^{\circ}\text{C}$ . Sebanyak 27 isolat tumbuh pada suhu  $50^{\circ}\text{C}$  terdiri dari genus *Penicillium*, *Trichoderma*, dan *Aspergillus*.

Kata kunci: Biokompos, Jamur, pH, Suhu, Tanah gambut

## PENDAHULUAN

Bertani secara organik merupakan penanaman dan pemberian pupuk yang terbuat dari bahan-bahan organik, seperti kompos pada tanaman. Kompos dapat diperoleh dari suatu proses pelapukan dan stabilisasi bahan organik oleh berbagai organisme tanah termasuk bakteri, jamur, protozoa, aktinomisetes, nematoda, cacing tanah dan serangga (Simamora, 2006).

Keberhasilan mikroorganisme pengurai dalam membantu proses dekomposisi dipengaruhi oleh beberapa hal, diantaranya suhu dan pH (Sundberg, 2005). Hal ini dikarenakan pertumbuhan mikroorganisme, baik bakteri maupun jamur, tergantung oleh substrat tumbuh, suhu, pH, kelembaban, kehadiran bahan-bahan kimia yang dapat menghambat pertumbuhan mikroba, dan lain sebagainya (Gandjar, 2006). pH optimum bagi mikroorganisme yang terlibat dalam proses pengomposan terletak antara pH 6,5 sampai dengan pH 7,5 (Anonim, 1996). Sedangkan untuk suhu optimum rentangnya antara 40°C sampai dengan 60°C dengan suhu maksimum 75°C (Simamora, 2006).

Saragih (2009) mengungkapkan bahwa genus *Penicillium* merupakan jenis jamur yang dapat berkembang baik pada tanah asam, netral maupun alkali. Diketahui bahwa genus *Penicillium* mampu meningkatkan pertumbuhan tanaman di tanah gambut dan membantu menyediakan unsur hara bagi tanaman dengan cara mendegradasi sisa-sisa bahan organik (Yuleli, 2009).

Penelitian mengenai peran mikroba pada setiap fase pengomposan telah banyak dilakukan tanpa menguji tingkat ketahanan masing-masing mikroba terhadap variasi suhu dan pH. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengujian

untuk mengetahui kemampuan tumbuh jamur ligninolitik dan selulolitik asal tanah gambut Desa Rimbo Panjang Kabupaten Kampar Riau yang telah diisolasi dari penelitian sebelumnya pada variasi suhu dan tingkat keasaman yang telah ditentukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan isolat jamur tersebut dalam beradaptasi terhadap variasi suhu dan pH agar dapat menjadi agen biokompos yang baik.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan November 2013 hingga Juni 2014 di Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau.

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan yaitu tabung reaksi, pipet mikro, timbangan analitik (Amstech model: SR-2200i), gelas beaker, kertas pH, inkubator (Heraeus Instruments: T6200), autoklaf, bunsen, oven, jarum ose, cawan petri, rak tabung, aluminium foil, batang pengaduk, shaker orbital dan kamera.

Isolat jamur yang digunakan adalah 110 isolat jamur yang terdiri dari 11 isolat jamur selulolitik, 13 isolat jamur ligninolitik dan 86 isolat jamur lignoselulolitik koleksi Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau hasil penelitian Berbasis Lab tahun 2011 dan tahun 2012. Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu, medium PDB (*Potato Dextrose Broth*), medium PDA (*Potato Dextrose Agar*), medium CYA (*Czapex's Yeast Agar*), medium MEA (*Malt Extract Agar*), alkohol 70%, akuades dan spiritus.

## **Pembuatan Starter**

Pembuatan starter dilakukan dengan cara mengambil sebanyak 1 ose isolat jamur yang telah diremajakan sebelumnya, lalu diinokulasikan pada tabung reaksi berisi 10 ml medium PDB yang telah disterilisasi. Kemudian diinkubasi selama 3 hari pada suhu ruang menggunakan *shaker orbital* dengan kecepatan 200 rpm.

## **Uji Fisiologi Jamur (Kemampuan Tumbuh Pada Berbagai Variasi pH dan Suhu)**

Pada penelitian ini dilakukan uji fisiologi jamur dengan melihat kemampuan tumbuhnya pada berbagai variasi pH (pH 5 dan pH7) dan suhu (suhu ruang, 40°C, 50°C, 60°C, 70°C dan 80°C). Cara kerja pengujian ini yaitu diambil 250 µl isolat jamur pada starter menggunakan mikro pipet dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi 10 ml PDB yang telah disterilisasi dan telah diatur pH menjadi pH 5 dan pH 7. Kultur kemudian diinkubasi selama 3 hari dengan variasi suhu, yaitu pada suhu ruang, lalu pada suhu 40°C, 50°C, 60°C, 70°C dan 80°C dengan menggunakan inkubator. Kemampuan tumbuh jamur dilihat dengan memperhatikan tingkat kekeruhannya.

## **Karakterisasi**

Isolat jamur yang mampu tumbuh pada berbagai variasi pH dan suhu dikarakterisasi dengan melakukan pengamatan secara makroskopis dan mikroskopis. Pengamatan secara makroskopis dilakukan dengan menumbuhkan isolat pada medium PDA, CYA dan MEA. Pengamatan dilakukan pada koloni yang berumur

tiga hari sampai bersporulasi (Gandjar, 1999). Parameter yang diamati meliputi diameter koloni, warna permukaan dan sebalik koloni, bentuk koloni, tepian koloni, elevasi koloni, lingkaran konsentris dan garis-garis radial dari pusat koloni ke arah tepi koloni.

Pengamatan secara mikroskopis dilakukan dengan teknik *slide culture* dengan masa inkubasi selama dua hari sampai bersporulasi dan selanjutnya diamati di bawah mikroskop dari perbesaran rendah hingga perbesaran tinggi. Parameter yang diamati meliputi hifa, bentuk spora seksual dan spora aseksual, tipe spora, bentuk konidia, keberadaan setae dan pengaturan spora seksual.

## **Analisis Data**

Data kemampuan tumbuh isolat jamur disajikan dalam bentuk tabel dan gambar. Data pertumbuhan ditandai dengan adanya kekeruhan pada tabung reaksi dan disajikan dengan kategori sebagai berikut: - = mati, + = tumbuh sangat tidak subur, ++ = tumbuh kurang subur, +++ = tumbuh subur.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

### **Pertumbuhan Jamur Pada Beberapa Variasi pH dan Suhu**

Sebanyak 110 isolat jamur yang berhasil diremajakan kembali mampu tumbuh pada suhu ruang, baik dalam medium pertumbuhan dengan pH 5 maupun pH 7 dengan tingkat kesuburan yang berbeda-beda. Pada pH 5, sebanyak 42 isolat jamur (38,18%) tumbuh subur, 44 isolat jamur (40%) tumbuh kurang subur dan sisanya sebanyak 24 isolat jamur (21,82%) tumbuh dengan kategori sangat tidak

subur. Sedangkan pada pH 7, sebanyak 37 isolat jamur (33,64%) tumbuh subur, 47 isolat jamur (42,73%) tumbuh kurang subur dan sisanya sebanyak 26 isolat jamur (23,64%) tumbuh dengan kategori sangat tidak subur. Hal ini menunjukkan bahwa pada suhu ruang, lebih banyak isolat jamur yang tumbuh subur dalam medium pertumbuhan dengan pH 5 dibandingkan pH 7. Kesuburan pertumbuhan jamur pada pengujian ini ditandai dengan kekeruhan dan atau adanya miselium yang menutupi permukaan medium (Gambar 1).

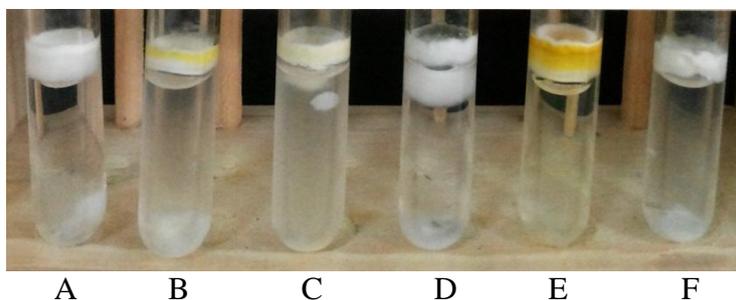
Banyaknya isolat jamur yang tumbuh subur pada suhu ruang menandakan bahwa jamur-jamur ini mampu berperan aktif dalam proses pengomposan pada tahap awal dan akhir, karena pada kedua tahap ini suhu kompos mendekati atau bahkan sama dengan suhu lingkungan. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Klamer dan Baath (1998) yang menyatakan bahwa jamur merupakan kelompok pendegradasi penting pada tahap awal pengomposan.

Tidak ada isolat jamur yang mampu tumbuh dengan kategori subur pada suhu 40°C. Sebanyak 60 isolat jamur (54,54%) tumbuh kurang subur dalam medium pH 5, 49 isolat jamur (44,54%) tumbuh sangat tidak subur dan

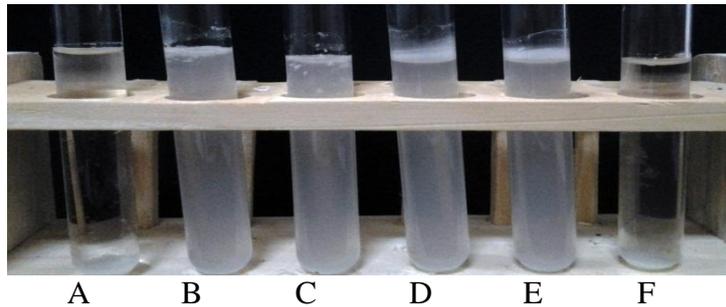
sisanya sebanyak 1 isolat jamur (0,90%), yaitu RPL1-2 tidak mampu tumbuh sama sekali. Sedangkan pada pH 7, sebanyak 49 isolat jamur (44,45%) tumbuh kurang subur, 58 isolat jamur (52,73%) tumbuh sangat tidak subur dan sisanya sebanyak 3 isolat jamur (2,73%), yaitu RPL 1-8 (*Trichoderma* sp.), RPL 2-27 dan RPL 2-38 (*Penicillium* sp.) tidak mampu tumbuh sama sekali.

Berdasarkan jumlah persentase di atas, dapat dikatakan bahwa secara umum isolat-isolat jamur yang diuji pada penelitian ini tumbuh lebih subur apabila diinkubasi pada suhu ruang dibandingkan jika diinkubasi pada suhu 40°C. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Gautam (2009) yang mengungkapkan bahwa suhu  $33 \pm 4^\circ\text{C}$  merupakan suhu yang ideal untuk pertumbuhan jamur. Pertumbuhan jamur dengan kategori tumbuh kurang subur pada pengujian ini ditandai dengan kekeruhan dan atau mulai terbentuknya miselium pada permukaan medium (Gambar 2).

Sebanyak 27 isolat tumbuh pada suhu 50°C. Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa 2 isolat jamur (1,81%), yaitu L1J8 (*Penicillium* sp.) dan L1J6 (*Penicillium* sp.) tumbuh dengan kategori kurang subur dalam medium



Gambar 1. Pertumbuhan isolat jamur dengan kategori subur dalam medium PDB pH 5 pada suhu ruang (A) RPL1-3 (B) RPL3-2 (C) L1J8 (D) L1J1 (E) L5J12 (F) RPL1-9



Gambar 2. Pertumbuhan beberapa isolat jamur dengan kategori tumbuh kurang subur dalam medium PDB pH 5 pada suhu 40°C (A,F) Kontrol (B) RPL1-3 (C) RPL3-2 (D) L1J6 (E) L1J8

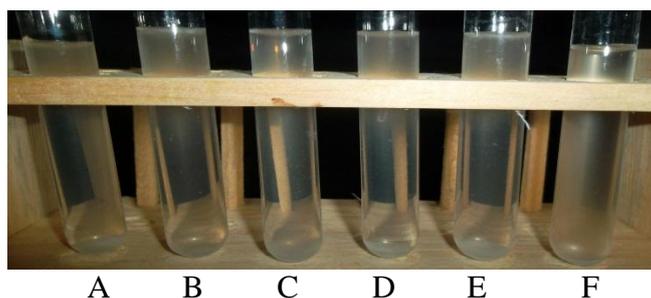
pH 5, 21 isolat jamur (19,09%) tumbuh sangat tidak subur dan sisanya sebanyak 87 isolat jamur (79,09%) tidak mampu tumbuh sama sekali. Sedangkan pada pH 7, sebanyak 2 isolat jamur (1,81%) yaitu L1J8 (*Penicillium* sp.) dan L1J6 (*Penicillium* sp.) tumbuh kurang subur, 18 isolat jamur (16,36%) tumbuh sangat tidak subur dan sisanya sebanyak 90

isolat jamur (81,81%) tidak mampu tumbuh sama sekali.

Pada umumnya isolat yang tumbuh pada suhu 50°C hanya mampu tumbuh dengan kategori tumbuh sangat tidak subur. Pertumbuhan jamur dengan kategori tumbuh sangat tidak subur pada pengujian ini ditandai dengan kekeruhan tanpa terbentuknya miselium pada

Tabel 1. Pertumbuhan 27 isolat jamur potensial dalam medium PDB dengan pH 5 dan pH 7 pada suhu yang berbeda

No	Kode Isolat	pH 5					pH 7						
		Suhu ruang	40°C	50°C	60°C	70°C	80°C	Suhu ruang	40°C	50°C	60°C	70°C	80°C
1	RPL 3-2 <i>Trichoderma</i> sp.	+++	++	+	-	-	-	++	++	+	-	-	-
2	RPL 1-3 <i>Penicillium</i> sp.	+++	++	+	-	-	-	+++	++	+	-	-	-
3	RPL 4-3 <i>Penicillium</i> sp.	++	++	+	-	-	-	++	++	+	-	-	-
4	L1J9	++	++	-	-	-	-	++	+	+	-	-	-
5	RPL 1-8 <i>Trichoderma</i> sp.	++	+	+	-	-	-	++	-	-	-	-	-
6	RPL 1-9 <i>Penicillium</i> sp.	+++	+	-	-	-	-	+++	+	+	-	-	-
7	RPL 2-27	+++	+	+	-	-	-	+++	-	-	-	-	-
8	RPL 2-17 <i>Penicillium</i> sp.	+	+	+	-	-	-	++	+	+	-	-	-
9	RPL 2-32	++	++	+	-	-	-	++	++	+	-	-	-
10	RPL 2-8	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
11	RPL 3-21 <i>Penicillium</i> sp.	++	++	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-
12	RPL 3-12 <i>Penicillium</i> sp.	+	++	+	-	-	-	++	++	-	-	-	-
13	RPL 3-10 <i>Penicillium</i> sp.	+	+	+	-	-	-	+	+	-	-	-	-
14	RPL 3-8 <i>Penicillium</i> sp.	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-
15	RPL 4-11	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-
16	RPL 5-5 <i>Penicillium</i> sp.	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-
17	RPL 1-1 <i>Trichoderma</i> sp.	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-
18	RPL 1-5 <i>Trichoderma</i> sp.	++	+	+	-	-	-	++	+	-	-	-	-
19	RPL 4-2	++	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-
20	L1J1 <i>Aspergillus</i> sp.	+++	++	+	-	-	-	+++	++	-	-	-	-
21	L1J8 <i>Penicillium</i> sp.	+++	++	++	-	-	-	+++	++	++	-	-	-
22	L1J6 <i>Penicillium</i> sp.	++	++	++	-	-	-	++	++	++	-	-	-
23	L5J12 <i>Penicillium</i> sp.	+++	++	+	-	-	-	+++	++	+	-	-	-
24	L4J6 <i>Aspergillus</i> sp.	++	++	+	-	-	-	++	++	+	-	-	-
25	L3J5	++	++	+	-	-	-	++	++	+	-	-	-
26	L2J5 <i>Penicillium</i> sp.	++	++	+	-	-	-	++	++	+	-	-	-
27	L3J11	++	++	+	-	-	-	++	++	-	-	-	-



Gambar 3. Pertumbuhan beberapa isolat jamur dengan kategori tumbuh sangat tidak subur dalam medium PDB pH 5 pada suhu 50°C (A,F) Kontrol (B) RPL1-3 (C) RPL3-2 (D) L1J6 (E) L1J8

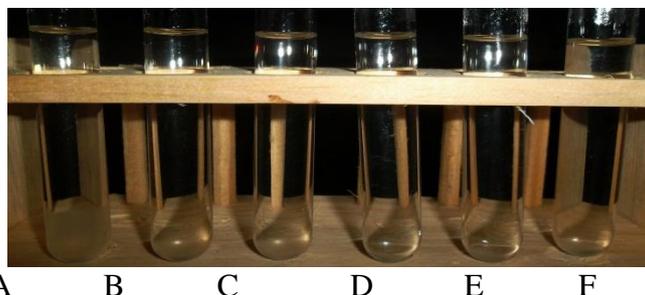
permukaan medium (Gambar 3).

Berdasarkan hasil uji, keseluruhan isolat tidak ada yang tumbuh pada suhu 60°C, 70°C dan 80°C, baik pada medium pH 5 maupun pH 7. Hal ini ditandai dengan medium pertumbuhan yang berwarna bening serupa dengan warna pada medium kontrol setelah diinkubasi selama 3 hari (Gambar 4). Sesuai dengan hasil penelitian Sarker (2005) dan Wolf (1947) yang menyatakan bahwa pada umumnya jamur tumbuh optimal pada kisaran suhu 10 - 40°C dan hanya beberapa jamur yang aktif tumbuh pada suhu di atas 40°C. Hal ini dikarenakan suhu yang tinggi akan menyebabkan enzim terdenaturasi sehingga jamur mengalami kematian (Gautam, 2009).

Peningkatan suhu akan meningkatkan energi kinetik yang kemudian akan mempercepat aktivitas

enzim. Namun peningkatan suhu lebih lanjut akan menyebabkan penurunan laju aktivitas enzimatik dan proses metabolisme sehingga terjadi denaturasi enzim yang menyebabkan jamur mengalami kematian (Yusriah, 2013).

Pertumbuhan terbaik pada hampir seluruh isolat yang diuji didapatkan pada medium dengan pH 5 yang diinkubasi pada suhu ruang. Hal ini sesuai dengan penelitian Jahangeer (2005) bahwa beberapa jenis jamur selulolitik menunjukkan aktivitas enzim maksimum pada pH 4-4,8 dengan suhu maksimum sekitar 30 – 37°C. Hal ini berkaitan dengan tingkat toleran jamur yang cukup tinggi terhadap kondisi asam. Sesuai dengan pernyataan Ingold (1967) yaitu sebagian besar jamur membutuhkan medium asam untuk tumbuh dengan pH 5-6.



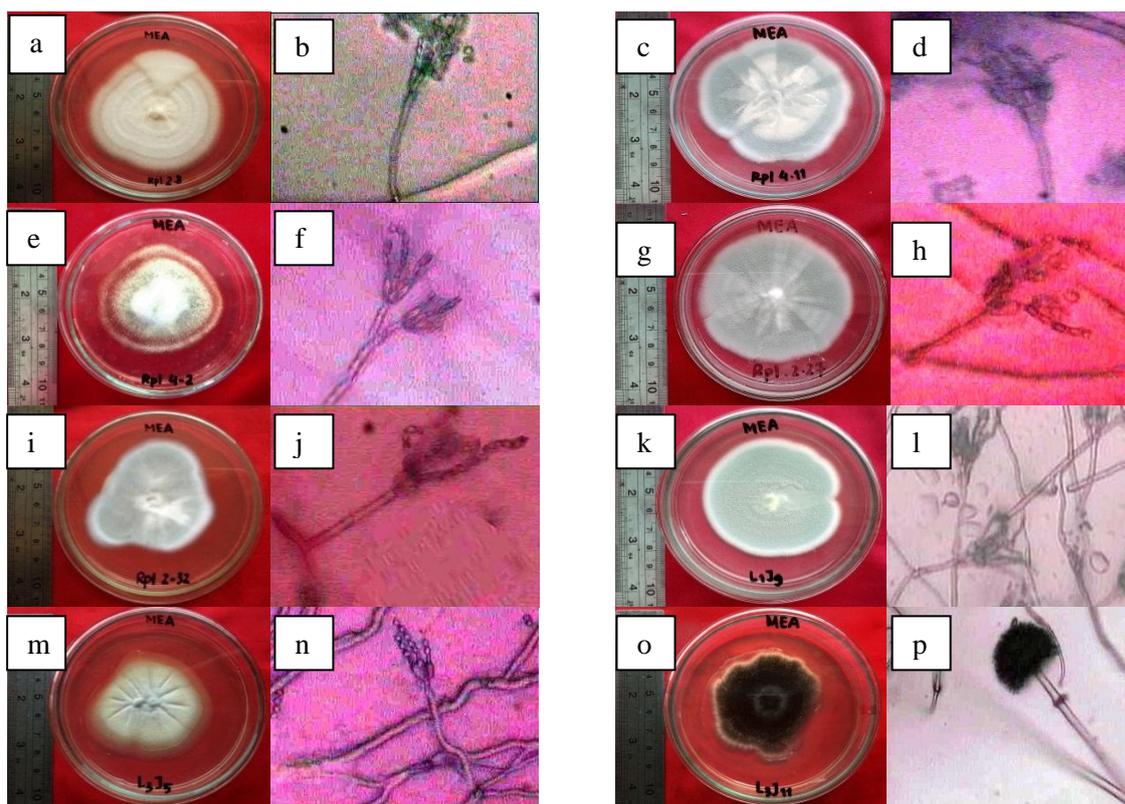
Gambar 4. Hasil pengamatan beberapa isolat jamur yang tidak mampu tumbuh dalam medium PDB pH 5 pada suhu 60°C (A,F) Kontrol (B) RPL1-3 (C) RPL3-2 (D) L1J6 (E) L1J8

Pada penelitian ini isolat jamur yang mampu tumbuh mulai dari suhu ruang sampai dengan suhu 50°C didominasi oleh genus *Penicillium*, khususnya yaitu isolat L1J8 dan L1J6. Kedua isolat ini diperkirakan akan berperan aktif selama proses pengomposan dari tahap awal hingga dihasilkan kompos yang matang. Hal ini dikarenakan kemampuan tumbuhnya pada beberapa variasi pH dan suhu, selain itu juga kedua isolat ini telah diketahui memiliki kemampuan mendegradasi lignin dan selulosa (Adlini, 2014). Isolat L1J6 (*Penicillium* sp.) telah diuji kemampuan antibakteri *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae* dan *Ralstonia solanacearum*, serta telah

diketahui memiliki kemampuan sebagai antifungi *Fusarium oxysporum* (Astuti, 2013; Inggriani, 2014; Wizra, 2014).

### Karakterisasi

Pada penelitian ini dari 27 isolat jamur yang tumbuh sampai dengan suhu 50°C, 19 isolat diantaranya sudah dikarakterisasi oleh peneliti sebelumnya dimana 13 isolat *Penicillium*, 4 isolat tergolong genus *Trichoderma* dan 2 isolat tergolong genus *Aspergillus*. Hasil karakterisasi terhadap 8 isolat jamur lainnya menunjukkan bahwa 7 isolat tergolong genus *Penicillium* dan 1 isolat lainnya tergolong genus *Aspergillus* (Gambar 5).



Gambar 5. Morfologi isolat secara makroskopis dan mikroskopis. Keterangan: a-b. RPL2-8 *Penicillium* sp., c-d. RPL4-11 *Penicillium* sp., e-f. RPL4-2 *Penicillium* sp., g-h. RPL2-27 *Penicillium* sp., i-j. RPL2-32 *Penicillium* sp., k-l. L1J9 *Penicillium* sp., m-n. L3J5 *Penicillium* sp., o-p. L3J11 *Aspergillus* sp..

## KESIMPULAN

Seratus sepuluh isolat tumbuh pada suhu ruang, baik dalam medium pertumbuhan dengan pH 5 maupun pH 7. Sebanyak 109 isolat tumbuh dalam medium pH 5 pada suhu 40°C dan sebanyak 107 isolat jamur tumbuh pada suhu tersebut dengan pH 7. Sebanyak 23 isolat tumbuh dalam medium pH 5 pada suhu 50°C dan sebanyak 20 isolat jamur tumbuh pada suhu tersebut dengan pH 7. Isolat-isolat tersebut berasal dari genus *Penicillium*, *Trichoderma* dan genus *Aspergillus*. Dua isolat mampu tumbuh pada pH 5 dan pH 7 di suhu 50°C dengan kriteria tumbuh kurang subur, yaitu isolat L1J8 (*Penicillium* sp.) dan L1J6 (*Penicillium* sp.).

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini terselenggara atas bantuan dana dari Lembaga Penelitian untuk penelitian Berbasis Laboratorium Tahun Anggaran 2013 atas nama Ibu Rodesia Mustika Roza, M.Si.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adlini NI. 2014. Seleksi Mikroba Selulolitik dalam Mendegradasi Lignin Asal Tanah Gambut Desa Rimbo Panjang Kampar Riau. [Skripsi]. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau.
- (Anonim). 1996. The Composting Process. *Ministry of Agriculture & Food - Resource Management Branch*. Canada.
- Astuti DW. 2013. Uji Aktivitas Antifungi Mikroba Tanah Asal Lahan Gambut Rimbo Panjang Kampar Riau Terhadap Pertumbuhan *Fusarium oxysporum* [Skripsi]. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau.
- Gandjar I, Samson RA, Tweel-Vermeulen KVN, Oetari A, Santoso I. 1999. *Pengenalan Kapang Tropik Umum*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Gandjar I, Sjamsuridzal W. 2006. *Mikologi: Dasar dan Terapan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Gautam SP, Bundela PS, Pandey AK, Awasthi MK, Sarsaiya S. 2009. Composting of municipal solid waste of Japalbur city. *Global J. Environ. Sci.* (4): 43-46.
- Inggriani D. 2014. Potensi Mikroba Indigenus Asal Tanah Gambut Desa Rimbo Panjang Kampar Riau dalam Menghambat Pertumbuhan *Ralstonia solanacearum*. [Skripsi]. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau.
- Ingold CT. 1967. *The Biology of Fungi*. Hutchinson Educational Ltd. London.
- Jahangeer S, Khan N, Sohail M, Shahzad S, Ahmad A, Shakeel AK. 2005. *Screening and characterization mushroom isolated cellulases from native cellulase environmental source*. University of Karachi. Pakistan.

- Klamer M dan Baath E. 1998. Microbial community dynamics during composting of straw material studied using phospholipid fatty acid analysis. *FEMS Microbiol. Ecol.* 27: 9-20.
- Saragih SD. 2009. Jenis-Jenis Fungi pada Beberapa Tingkat Kematangan Gambut. [Skripsi]. Departemen Kehutanan. Fakultas Pertanian. Universitas Sumatera Utara.
- Sarker D. 2005. Screening, Isolation and Characterization of Xylanase-Producing Bacterial Strains from Waste Soil and Purification and Characterization of Xylanase from *Staphylococcus* sp. [Tesis]. Department of Biochemistry and Molecular Biology, Bangladesh: Rajshahi University.
- Simamora S, Salundik. 2006. *Meningkatkan Kualitas Kompos*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Sundberg C. 2005. Improving Compost Process Efficiency by Controlling Aeration, Temperature and pH [Tesis]. *Doctoral dissertation*. ISSN 1652-6880, ISBN 91-576-6902-3.
- Wizra N. 2014. Potensi Mikroba Indigenus Asal Tanah Gambut Desa Rimbo Panjang Kampar Riau dalam Menghambat Pertumbuhan *Xanthomonas oryzae* pv. *oryzae*. [Skripsi]. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau.
- Wolf FA, Wolf FT. 1947. *The fungi vol.1*. Di Dalam Verma V. Effect of temperature and hydrogen ion concentration on thro pathogenic fungi. New Delhi, India: 164-168.
- Yuleli. 2009. Penggunaan Beberapa Jenis Fungi Untuk Meningkatkan Pertumbuhan Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis*) Di Tanah Gambut. [Tesis]. Universitas Sumatera Utara, Sekolah Pascasarjana. Program Studi Biologi.
- Yusriah, Kuswytasari ND. 2013. Pengaruh pH dan suhu terhadap aktivitas protease *Penicillium* sp.. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2(1): 48-50.