

**ANALISIS FISILOGI BAKTERI LIGNOSELULOLITIK DAN
AKTINOMISETES SELULOLITIK DAN LIGNINOLITIK
DARI TANAH GAMBUT DESA RIMBO PANJANG
KABUPATEN KAMPAR SEBAGAI
AGEN BIOKOMPOS**

Novia Lestari, Rodesia Mustika Roza, Atria Martina

**Mahasiswa Program S1 Biologi
Bidang Mikrobiologi Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Kampus Binawidya Pekanbaru, 28293, Indonesia
emluphta@gmail.com**

ABSTRACT

During a composting process, microorganisms such as bacteria, fungi, and actinomycetes have a role in degradation of organic matter. Temperature and pH also influence composting process. This research was aimed to obtain bacterial isolates and actinomycetes with the best ability to be applied as biocompost agent by analyzing the ability of those isolates to grow in different temperature and pH. Isolates of actinomycetes and bacteria were isolated from peatsoils in Rimbo Panjang, Kampar Regency, Riau. Bacterial isolates were inoculated into *Nutrient Broth* medium and actinomycetes isolates were inoculated into *Starch Casein Broth* medium. The cultures were incubated at room temperature ($\pm 27^{\circ}\text{C}$), 40°C , 50°C , 60°C , 70°C and 80°C in pH of 5 and pH of 7. The results showed that 3 isolates of bacteria and 90 actinomycetes isolates were able to grow at room temperature ($\pm 27^{\circ}\text{C}$) and 40°C in pH of 5 and pH of 7. A total of 28 actinomycetes isolates grew at 50°C in pH 5 and pH 7 with 2 isolates were considered as the most potential, which were *Rhodococcus* sp. and *Streptomyces* sp..

Keywords: Actinomycetes, Biocompost, Peatsoil, pH, temperature

ABSTRAK

Selama proses pengomposan, mikroorganisme seperti bakteri, aktinomisetes dan jamur memiliki peran dalam merombak bahan organik. Suhu dan pH sangat berpengaruh terhadap proses pengomposan. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan isolat bakteri dan isolat aktinomisetes terbaik untuk di aplikasikan sebagai agen biokompos dengan menganalisa kemampuan tumbuh terhadap variasi suhu dan pH. Isolat aktinomisetes dan isolat bakteri diisolasi dari tanah gambut Rimbo Panjang, Kabupaten Kampar, Riau. Tiga isolat bakteri diinokulasikan ke dalam medium *Nutrient Broth* dan 90 isolat aktinomisetes diinokulasikan ke dalam medium *Starch Casein Broth*. Kultur diinkubasi pada suhu ruang, 40°C , 50°C , 60°C , 70°C dan 80°C dengan pH 5 dan pH 7. Hasil penelitian diperoleh 3 isolat bakteri dan 90 isolat aktinomisetes mampu tumbuh

pada suhu ruang dan 40°C dengan pH 5 dan pH 7. Sebanyak 28 isolat aktinomisetes tumbuh pada suhu 50°C dengan 2 isolat yang paling berpotensi, yaitu *Rhodococcus* sp. dan *Streptomyces* sp..

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

PENDAHULUAN

Selama ini, masyarakat lebih memilih pestisida kimia seperti pupuk urea untuk menyuburkan tanaman tanpa memikirkan resiko yang akan terjadi apabila bahan kimia yang masih ada pada tanaman termakan. Namun sekarang masyarakat baru menyadari bahwa pupuk kompos lebih aman dan lebih sehat. Kompos juga memiliki kandungan hara yang lengkap karena mengandung unsur hara makro dan mikro (Simamora *et al.*, 2006).

Kompos memiliki banyak kandungan bahan organik yang berperan dan bereaksi dengan ion logam dan membentuk senyawa yang kompleks (Setyorini, 2006). Untuk mendapatkan kompos dengan cepat dan berkualitas baik, manusia mencampurkan mikroorganisme guna mempercepat proses pengomposan (Yenie 2008).

Menurut Rebolledo *et al.* (2008), suhu merupakan parameter yang sangat berpengaruh terhadap pengomposan. Suhu optimum pengomposan adalah 40°C-60°C sedangkan suhu maksimum 75°C (Farida *et al.*, 2007). Menurut Yuli (2005) suhu optimum pengomposan adalah 25°C dan suhu maksimum 41°C-45°C. Proses pengomposan juga dipengaruhi oleh organisme yang merombak lignoselulosa menjadi humus (Maruwka *et al.*, 2009). Selama proses pengomposan, pH akan selalu berubah sampai mendekati netral diakhir

pengomposan (Rebolledo *et al.*, 2008; Riya, 2013).

Isolat asal tanah gambut Desa Rimbo Panjang terdiri dari 3 isolat bakteri yang mana telah diketahui kemampuannya dalam mendegradasi lignoselulosa dan 90 isolat aktinomisetes yang telah diketahui kemampuannya dalam mendegradasi lignin, selulosa dan lignoselulosa. Demi memanfaatkan isolat bakteri dan aktinomisetes sebagai agen biokompos, maka dilakukan analisis fisiologi guna mendapatkan isolat yang mampu bertahan pada suhu dan pH yang sesuai pada proses pengomposan.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan isolat bakteri dan isolat aktinomisetes yang berasal dari tanah gambut Desa Rimbo Panjang Kabupaten Kampar yang telah diketahui kemampuannya dalam mendegradasi selulosa, lignin dan lignoselulosa sebagai agen biokompos dengan melihat kemampuan tumbuh isolat bakteri dan isolat aktinomisetes pada variasi suhu dan pH.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November 2013 sampai dengan bulan Mei 2014 yang dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau.

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi gelas ukur tabung reaksi, microwave, oven, inkubator (Heraeus Instruments: T 6200), shaker orbital, pipet volume, pipet mikro, autoklaf, dan timbangan analitik (Amstech model: SR-2200i).

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain yaitu tiga isolat bakteri lignoselulolitik dan 90 aktinomisetes selulolitik dan lignolitik dari koleksi Lab. Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA UR, tepung NB, tepung NA, akuades, alkohol 70%, spiritus, NaOH, asam sitrat. Medium SCA (Pati 10 g, Casein 0.3 g, KNO₃ 2 g, K₂HPO₄ 2 g, MgSO₄·7H₂O 0.05 g, CaCO₃ 0.02 g, FeSO₄·7H₂O 0.01, NaCl 2 g, Agar 18 g).

Pembuatan Starter

Pembuatan starter bakteri dilakukan dengan cara satu ose isolat bakteri diinokulasikan pada 10 ml medium NB (*Nutrient Broth*) dan diinkubasi selama 1 hari. Pembuatan starter aktinomisetes, satu ose isolat aktinomisetes diinokulasikan pada 10 ml medium SCB (*Starch Casein Broth*) dan diinkubasi pada shaker orbital dengan kecepatan 200 rpm selama 3 hari.

Uji Fisiologi Bakteri dan Aktinomisetes

Uji fisiologi bakteri dan aktinomisetes dilakukan dengan melihat kemampuan tumbuh pada variasi suhu (suhu ruang, 40°C, 50°C, 60°C, 70°C dan 80°C) dan pH (5 dan 7).

Kemampuan tumbuh bakteri pada pH 5 dan 7 dilakukan dengan cara mengatur pH sebelum disterilisasikan pada autoklaf. Diambil isolat yang

telah diinkubasi pada NB dan SCB sebanyak 250 µl dan dituang pada medium NB dan SCB yang telah diatur pH menjadi 5 dan 7.

Isolat bakteri yang telah dimasukkan ke dalam 10 ml medium NB pada pH 5 dan 7, diinkubasi pada suhu ruang dan dalam inkubator untuk suhu 40°C, 50°C, 60°C, 70°C dan 80°C selama 48 jam. Kemudian dilihat tingkat kekeruhannya untuk mengetahui kemampuan tumbuh isolat bakteri pada pH dan suhu.

Isolat aktinomisetes yang telah dimasukkan ke dalam 10 ml medium SCB pada pH 5 dan 7, diinkubasi pada suhu ruang dan dalam inkubator untuk suhu 40°C, 50°C, 60°C, 70°C dan 80°C selama tiga hari. Dilihat tingkat kekeruhannya untuk mengetahui kemampuan tumbuh isolat aktinomisetes pada pH dan suhu.

Karakterisasi

Karakterisasi isolat aktinomisetes potensial yang menunjukkan kekeruhan pada suhu 50°C dilakukan terhadap isolat-isolat yang belum dikarakterisasi oleh peneliti sebelumnya. Karakterisasi dilakukan berdasarkan pengamatan morfologi meliputi makroskopis dan mikroskopis.

Analisis Data

Data pertumbuhan ditandai dengan adanya kekeruhan pada tabung reaksi dan disajikan dengan kategori : - = mati, += tumbuh sangat tidak subur, ++ = tumbuh kurang subur, +++ = tumbuh subur.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pertumbuhan Aktinomisetes pada Variasi Suhu dan pH

Semua isolat aktinomisetes yang berjumlah 90 isolat didapatkan bahwa mampu tumbuh pada suhu ruang dan suhu 40°C dengan tingkat kekeruhan yang berbeda (Tabel 1). Isolat aktinomisetes yang mampu tumbuh pada suhu 50°C berjumlah 28 isolat. Dua isolat tumbuh tidak subur dan 26 isolat tumbuh sangat kurang subur. Pertumbuhan ditandai dengan adanya kekeruhan (Gambar 1).

Aktinomisetes yang diuji pada suhu ruang dengan pH 5 dan pH 7, semua isolat mampu tumbuh. Namun, tingkat kekeruhan masing-masing isolat berbeda. Jumlah isolat yang tumbuh pada suhu ruang pH 5 diperoleh 34 isolat (37,8%) yang mampu tumbuh subur, tumbuh kurang subur 38 isolat (42,2%), dan tumbuh sangat tidak subur 18 isolat (20%). Jumlah isolat pada pH 7 yang mampu tumbuh subur 38 isolat (42,2%), tumbuh kurang subur 37 isolat (41,1 %), dan tumbuh sangat tidak subur 15 isolat (16,7%).

Pada proses pengomposan suhu yang berada dibawah 40°C merupakan fase mesofilik dan fase pendinginan (Ali *et al.* 2008; Hartutik *et al.*, 2007). Proses pengomposan pada fase mesofilik, biasanya memiliki kisaran pH 6- pH 7 (Ali *et al.*, 2008; Pangestuti, 2008).

Semua isolat aktinomisetes mampu tumbuh pada suhu 40°C, dengan tingkat kesuburan yang berbeda. Jumlah isolat aktinomisetes yang mampu tumbuh pada pH 5 dengan kriteria tumbuh sangat subur 15 isolat (16,7%), tumbuh kurang subur 45 isolat (50%) dan tumbuh sangat kurang subur

30 isolat (33,3%). Sedangkan jumlah isolat yang mampu tumbuh pada pH 7 dengan kriteria tumbuh sangat subur 17 isolat (18,9%), tumbuh kurang subur 45 isolat (50%), tumbuh sangat tidak subur 28 isolat (31,1%).

Suhu 40°C sudah dapat dikatakan suhu termofilik. Menurut Simammora *et al.* (2008), suhu optimum dalam pengomposan berkisar antara 40-60°C. Menurut Yuniwati *et al.* (2012), suhu 40°C dapat mengurangi rasio C/N pada pengomposan sampah organik menggunakan *Effective Microorganism 4*.

Aktinomisetes yang diuji pada suhu 50°C, diperoleh 28 isolat yang mampu tumbuh dan 62 isolat lain tidak mampu tumbuh. Tidak satupun isolat aktinomisetes yang mampu tumbuh pada pH 5 dengan kriteria tumbuh sangat subur, tumbuh kurang subur 2 isolat (2,2%) yaitu RB2S33 dan RB2S34, tumbuh sangat tidak subur 26 isolat (28,9 %), dan tidak tumbuh 62 isolat (68,9%).

Suhu termofilik yang terjadi pada proses pengomposan berbeda, tergantung bahan yang akan diuraikan oleh mikroorganisme. Suhu tertinggi yang dicapai pada pengomposan ampas tahu adalah 52°C selama 21 hari (Ali *et al.*, 2008). Menurut Manuputty *et al.* (2012), suhu tertinggi yang dicapai pada pengomposan sampah kota Ambon adalah 50,5°C selama 46 hari.

Penelitian ini menunjukkan bahwa genus yang paling banyak mampu tumbuh pada setiapsuhu dan pH adalah *Streptomyces* sp..*Streptomyces* sp merupakan mikroorganisme yang paling dominan ditemukan pada pengomposan sampah perkotaan (Rebollido, 2008).

Tabel 1. Hasil Uji Analisis Fisiologi Aktinomisetes Selulolitik, Ligninolitik pada suhu 50°C dengan pH 5 dan pH 7

No	Kode isolat	Perlakuan											
		Ruang	pH 5 dan suhu (°C)					Ruang	pH7 dan suhu (°C)				
			40	50	60	70	80		40	50	60	70	80
1	RB1S9(<i>Rhodococcus</i> sp.)	++	++	+	-	-	-	++	++	+	-	-	-
2	RB3S42 (<i>Streptomyces</i> sp.)	+++	+++	+	-	-	-	+++	+++	+	-	-	-
3	RB3S53 (<i>Aktinomisetes</i>)	+++	+++	+	-	-	-	+++	+++	+	-	-	-
4	RB3S62 (<i>Streptomyces</i> sp.)	+++	++	+	-	-	-	+++	+++	+	-	-	-
5	RB3S56(<i>Frankia</i> sp.)	+++	+++	+	-	-	-	+++	+++	+	-	-	-
6	RB3S58(<i>Micromonospora</i> sp.)	++	++	+	-	-	-	++	++	+	-	-	-
7	RB3S52 (<i>Streptomyces</i> sp.)	+++	+++	+	-	-	-	+++	+++	+	-	-	-
8	RB3S57 (<i>Streptomyces</i> sp.)	+++	+++	+	-	-	-	+++	+++	+	-	-	-
9	RB3S50 (<i>Aktinomisetes</i>)	+++	+++	+	-	-	-	+++	+++	+	-	-	-
10	RB2S33 (<i>Streptomyces</i> sp.)	+++	+++	++	-	-	-	+++	+++	++	-	-	-
11	RB2S34 (<i>Streptomyces</i> sp.)	+++	++	++	-	-	-	+++	++	++	-	-	-
12	RB5S78 (<i>Streptomyces</i> sp.)	+++	++	+	-	-	-	+++	++	+	-	-	-
13	RB5S75(<i>Frankia</i> sp.)	+++	+++	+	-	-	-	+++	+++	+	-	-	-
14	RB5S76 (<i>Rhodococcus</i> sp.)	+++	++	+	-	-	-	+++	++	+	-	-	-
15	RB3S59 (<i>Rhodococcus</i> sp.)	+++	++	+	-	-	-	+++	++	+	-	-	-
16	L3A2 (<i>Streptomyces</i> sp.)	+++	++	-	-	-	-	+++	++	-	-	-	-
17	L2A11 (<i>Aktinopeles</i> sp.)	+++	++	+	-	-	-	+++	++	+	-	-	-
18	L2A13 (<i>Streptomyces</i> sp.)	++	+	+	-	-	-	++	+	+	-	-	-
19	L2A6 (<i>Streptomyces</i> sp.)	++	++	+	-	-	-	++	++	+	-	-	-
20	L2A5 (<i>Streptomyces</i> sp.)	++	+	+	-	-	-	++	+	+	-	-	-
21	L2A1 (<i>Streptomyces</i> sp.)	+++	+++	+	-	-	-	++	+++	+	-	-	-
22	L2A12 (<i>Streptomyces</i> sp.)	+++	+++	+	-	-	-	+++	+++	+	-	-	-
23	L2A2 (<i>Micromonosporasp.</i>)	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-
24	L1A9 (<i>Aktinomisetes</i> sp.)	++	+	+	-	-	-	++	+	+	-	-	-
25	L1A5(<i>Frankia</i> sp.)	+++	++	+	-	-	-	+++	++	+	-	-	-
26	L1A8 (<i>Streptomyces</i> sp.)	+	+	+	-	-	-	+	+	+	-	-	-
27	L1A4(<i>Streptomyces</i> sp.)	++	++	+	-	-	-	++	++	+	-	-	-
28	L4A6(<i>Streptomyces</i> sp.)	+++	++	+	-	-	-	+++	++	+	-	-	-

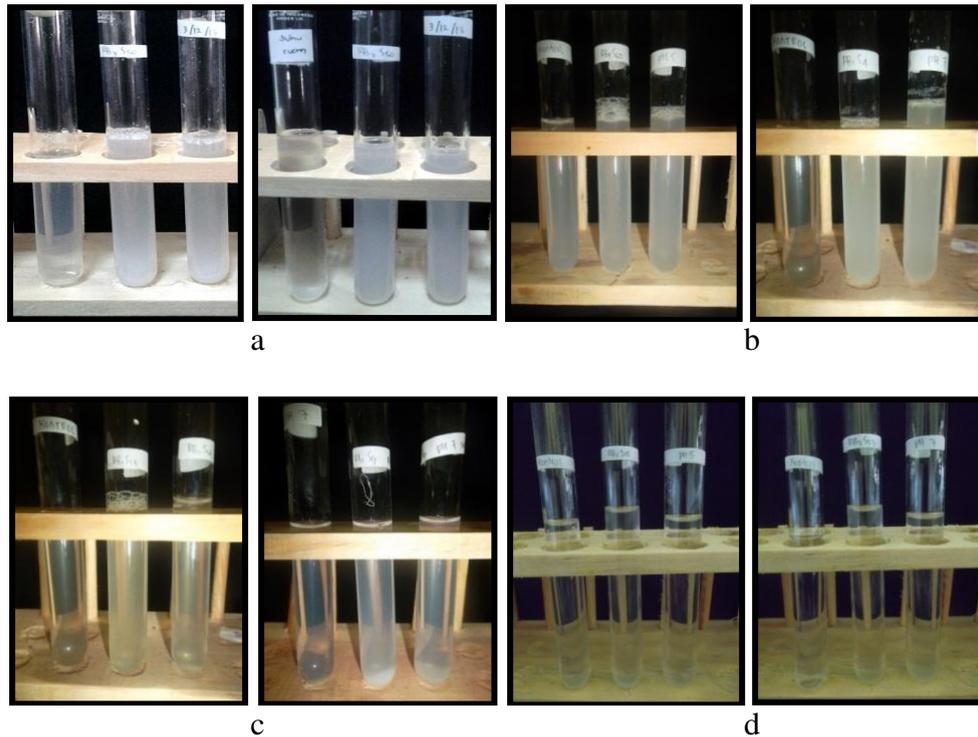
Ket: - = mati, + = sangat tidak subur, ++ = kurang subur, +++ = subur

Isolat aktinomisetes tidak mampu tumbuh pada suhu 60°C, 70°C dan 80°C dengan pH 5 dan pH 7. Aktinomisetes tidak ada yang mampu tumbuh pada suhu 60°C, disebabkan oleh setiap genus aktinomisetes memiliki kemampuan tumbuh berbeda pada setiap suhu yang diujikan (Edwards dan Bal, 1987) dan protein ekstraseluler aktinomisetes dihasilkan pada suhu 45°C dan pH 5.5-7.0 (James dan Edwards, 1991).

Kebanyakan aktinomisetes berperan pada kondisi termofil. Namun genus *Streptomyces* sp. mampu tumbuh pada suhu optimum 35°C dan pH 7 (Kumar, 2010).

Ada pula *Streptomyces* sp. mampu tumbuh pada suhu 45°C - 55°C.

Pada penelitian ini, dua isolat aktinomisetes mampu tumbuh dengan tingkat kekeruhan kurang subur pada suhu 50°C. Isolat *Rhodococcus* sp. RB2S3 merupakan isolat aktinomisetes ligninolitik (Handayani 2012). Isolat ini juga memiliki kemampuan antibakteri terhadap *Ralstonia solanacearum* (Wirza, 2014) dan *Xantomonas oryzae* pv. *oryza* (Inggriani, 2014). Isolat *Streptomyces* sp. RB3S44 merupakan isolat aktinomisetes selulolitik dan ligninolitik (Sianturi, 2013; Handayani, 2013)



Gambar 1. Pertumbuhan aktinomisetes a) suhu ruang pada pH 5 dan pH 7 dengan kriteria tumbuh subur, b) suhu 40°C pada pH 5 dan pH 7 dengan kriteria tumbuh subur, c) suhu 50°C pada pH 5 dan pH 7 dengan kriteria tumbuh kurang subur dan d) suhu 60°C pada pH 5 dan pH 7 dengan kriteria mati setelah inkubasi selama 72 jam pada medium SCB

Pertumbuhan Bakteri pada Variasi Suhu dan pH

Bakteri yang digunakan pada penelitian ini merupakan bakteri yang telah diketahui kemampuannya dalam mendegradasi lignoselulosa. Isolat L410-3 a2 memiliki kemampuan terbaik dalam mendegradasi lignoselulosa, sedangkan isolat L210-5 b6 memiliki kemampuan terendah dalam mendegradasi lignoselulosa (Adlini, 2014).

Tiga isolat bakteri yang diinkubasi selama 2 hari mampu tumbuh pada suhu ruang dan suhu 40°C dengan pH 5 dan pH 7 (Tabel 2). Pada suhu 50°C, 60°C, 70°C dan 80°C, isolat bakteri tidak mampu tumbuh.

Pertumbuhan bakteri pada penelitian ini sangat tidak subur (Gambar 2), walaupun demikian bakteri ini dapat digunakan sebagai agen biokompos. Hal ini dikarenakan, bakteri lebih banyak berperan pada awal pengomposan (Rebollido *et al.* 2008; Marlia 2008). Bakteri memiliki pH optimum untuk tumbuh berkisar antara 6.0-7.5 (Supriyanto, 2001). Suhu yang cocok untuk bakteri pada saat pengomposan berkisar antara 25°C-39°C dengan pH 6,8 (Yuli, 2005).

Bakteri adalah mikroorganisme yang berpengaruh dalam perubahan fisik dan kimia dalam pengomposan (Ekawati, 2003). Menurut Franzluebbers *et al.* (1995), bakteri akan menurunkan kandungan karbon menjadi biomassa

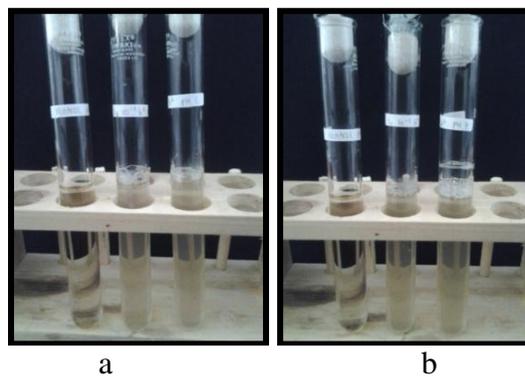
bakteri dengan bantuan karbon sebagai energi. Salah satu bakteri yang mampu tumbuh pada suhu 70°C adalah *Bacillus*

sp. *Bacillus* sp mampu memproduksi kitin pada suhu optimum 70°C dan pH 6 (Toharisman dan Suhartono, 2008).

Tabel 2. Hasil Uji Analisis Fisiologi Bakteri Lignoselulolitik Pada Berbagai Suhu dan pH

No	Kode Isolat	Suhu Ruang		Suhu 40°C		Suhu 50°C		Suhu 60°C		Suhu 70°C		Suhu 80°C	
		pH 5	pH 7	pH 5	pH 7	pH 5	pH 7	pH 5	pH 7	pH 5	pH 7	pH 5	pH 7
		1	L210-5 b6	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
2	L410-3 a2	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-
3	L3 10-3 a3	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-

Ket: - = mati, + = tumbuh sangat tidak subur, ++ = tumbuh tidak subur, +++ = tumbuh subur



Gambar 2. Pertumbuhan bakteri tumbuh sangat tidak subur setelah diinkubasi 48 jam pada medium NB (a) pH 5 (b) pH 7

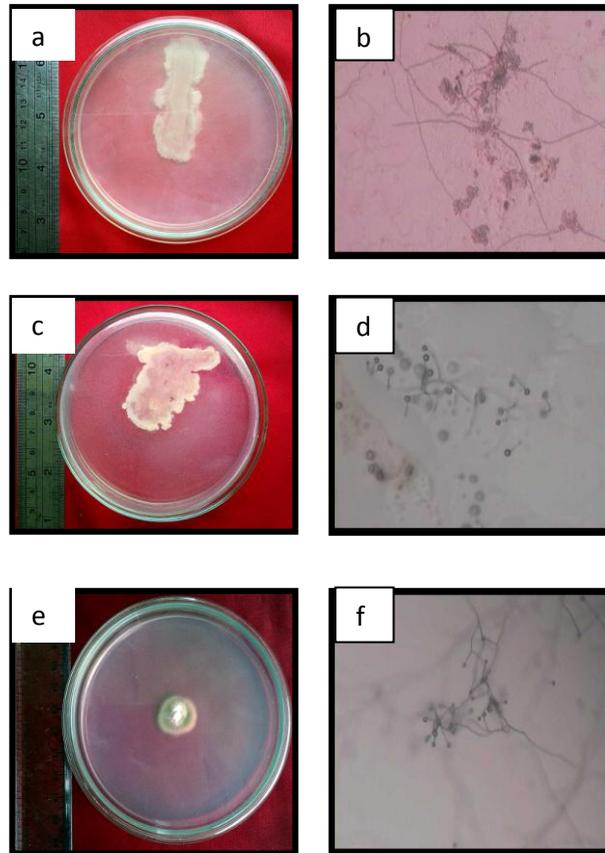
Karakter Isolat Aktinomisetes

Pada penelitian ini dari 28 isolat aktinomisetes yang mampu tumbuh pada suhu 50°C, 25 diantaranya sudah dikarakterisasi oleh peneliti sebelumnya, yaitu 3 isolat termasuk dalam genus *Rhodococcus*, 4 isolat genus *Aktinomisetes*, 15 isolat genus *Streptomyces*, satu genus *Frankia*, 1 genus *Micromonospora*, dan 1 genus *Aktinopeles*.

Karakterisasi aktinomisetes dilakukan dengan pengamatan secara morfologi dan mikroskopik. Yang

diamati pada morfologi berupa bentuk koloni, tepian, ukuran koloni, elevasi, warna koloni dan bau. Karakterisasi mikroskopis dilakukan dengan cara *slide kultur*. Karakterisasi secara mikroskopis dilakukan pengamatan bentuk hifa (bersekat/tidak), bentuk dan pigmentasi hifa (hialin/tidak), bentuk dan tipe spora.

Hasil karakterisasi 3 isolat aktinomisetes, 2 isolat termasuk kedalam genus *Frankia* dan satu isolat termasuk kedalam genus *Streptomyces* (Gambar 3).



Gambar 3. Koloni dan mikroskopis isolat Keterangan: a-b. RB3S42 *Streptomyces* sp. c-d. RB3S56 *Frankia* sp. e-f. RB3S75 *Frankia* sp.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa semua isolat aktinomisetes dan isolat bakteri mampu tumbuh pada suhu ruang dan suhu 40°C dengan pH 5 dan pH 7. Dua puluh delapan isolat aktinomisetes mampu tumbuh pada suhu 50°C dengan pH 5 dan pH 7, sedangkan bakteri tidak mampu tumbuh. Isolat yang tumbuh pada suhu 50°C, terdapat 2 isolat mampu tumbuh kurang subur yaitu isolat *Rhodococcus* sp. RB2S33 dan *Streptomyces* sp. RB2S34 yang merupakan Isolat aktinomisetes selulolitik dan ligninolitik

Semua isolat aktinomisetes dan isolat bakteri tidak mampu tumbuh pada suhu 60°C, 70°C dan 80°C. Isolat paling dominan tumbuh pada suhu 50°C adalah *Streptomyces* sp. Isolat aktinomisetes dan isolat bakteri bisa digunakan sebagai agen biokompos.

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

- Ali F, Edwar M, Karisma A. 2008. Pembuatan Kompos dari Ampas Tahu dengan Activator Stardec. [Skripsi]. Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya.
- Edward C dan Bal AS. 1987. Respiratory chain composition and activity in some thermotolerant *Streptomyces*. *FEMS Microbiology Letters*. 40: 61-66.
- Ekawati I. 2003. Pengaruh pemberian inokulum terhadap kecepatan pengomposan jerami padi. *Tropika*. 11 (2): 8-19.
- Franzluebbers AJ, Hons FM, Zuberer DA. 1995. Soil organic carbon, microbial biomass, and mineralizable carbon and nitrogen in sorghum. *Soil Sci. Soc Am. J*. 9:460-466.
- Gazi AV, Kyriacou A, Kotsou M, Lasaridi KE. 2007. Microbial community dynamics and stability assessment during green waste composting. *Global NEST Journal*. 9 (1): 35-41.
- Handayani S. 2012. Isolasi dan Seleksi Aktinomisetes Ligninolitik dari Tanah Gambut Rimbo Panjang Kabupaten Kampar Riau. [Skripsi]. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau.
- Hartutik S, Sriatun, Taslimah. 2007. Pembuatan Pupuk Kompos dari Limbah Bunga Kenanga dan Pengaruh Persentase Zeolit terhadap Ketersediaan Nitrogen Tanah. [Skripsi]. Jurusan Kimia, Universitas Diponegoro.
- Inggriani. D. 2014. Potensi Mikroba Indigenus Asal Tanah Gambut Desa Rimbo Panjang Kabupaten Kampar Riau Dalam Menghambat Pertumbuhan *Rasltonia solanacereum*. [Skripsi]. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau, Pekanbaru.
- James PDA dan Edwards C. 1989. The effects of temperature on growth and production of antibiotic granaticin by a thermotolerant *Streptomyces*. *Journal of General Microbiology*. 135 (2): 1997-2003
- Maruwka W, Dach J, Sawicka A. 2009. Effect of temperature on the number of selected microorganism groups and enzymatic activity of sewage sludge composted with different additions in cybernetic bioreactors. *Agronomy Research*. 7 (2): 875-890.
- Nurkanto A. 2007. Identifikasi aktinomisetes tanah hutan pasca kebakaran bukit bangkirai kalimantan timur dan potensinya sebagai pendegradasi selulosa dan pelarut pospat. *Biodiversitas*. 8 (4): 325-339.
- Pangestuti M. 2008. Kajian Penambahan Isolat Bakteri *Indigenus* Sampah Kota terhadap Kualitas Kompos dari Berbagai Imbangan Seresah Kacang Tanah (*Arachis hypogea*) dan Jerami

- Padi (*Oryza sativa*. L). [Skripsi]. Surakarta: Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret.
- Rebollido R , Martinez J, Aguilera Y, Melchor K, Koerner I, Stegman R. 2008. Microbial populations during composting process of organic fraction of municipal solid waste. *Applied Ecology And Environmental Research*. 6(3): 61-67.
- Riya EW. 2013. Rasio C/N, Kandungan Kalium (K), Keasaman (pH), dan Bau Kompos dari Hasil Pengomposan Sampah Organik Pasar dengan Starter Kotoran Sapi (*Bos Taurus*) dalam Berbagai Dosis. [Skripsi]. Universitas Semarang.
- Setyorini D, Saraswati R, Anwar K. 2006. *Pupuk Organik dan Pupuk Hayati*. Bogor. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian.
- Sianturi I. 2013. Seleksi Aktinomisetes dan Kapang Ligninolitik Pendegradasi Selulosa Asal Tanah Gambut Rimbo Panjang Kabupaten Kampar Riau. [Skripsi]. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau.
- Simamora S, Salundik. 2006. *Meningkatkan Kualitas Kompos*. Jakarta: PT Agro Media Pustaka.
- Supriyanto A. 2001. Aplikasi Wastewater Sludge Untuk Proses Pengomposan Serbuk Gergaji. *Prosiding Sinergi Sorum-PPI Tokyo Institute of Technology*.
- Wizra N. 2014. Potensi Mikroba Indigenus Asal Tanah Gambut Desa Rimbo Panjang Kabupaten Kampar Riau dalam Menghambat Pertumbuhan *Xantomonas oryzae*. [Skripsi]. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Riau, Pekanbaru.
- Yenie E. 2008. Kelembaban bahan dan suhu kompos sebagai parameter yang mempengaruhi proses pengomposan pada unit pengomposan rumbai. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 7 (2):58-61.
- Yuli AH, Ellin H, Benito, Kurnaini A. 2005. Identifikasi jamur dan bakteri pada proses pengomposan kotoran domba sebagai penunjang sanitasi lingkungan. *Lokakarya Nasional Keamanan Pangan Produk Peternakan*.