

12854-36253-1-SM_tetty.docx

by

Submission date: 25-Apr-2020 11:47PM (UTC+0700)

Submission ID: 1307534249

File name: 12854-36253-1-SM_tetty.docx (171.11K)

Word count: 3981

Character count: 24769

STUDI PERTUMBUHAN DAN DEGRADASI FENOL OLEH KULTUR TUNGGAL AKTINOMISETES DARI TANAH GAMBUT

STUDY ON THE GROWTH AND DEGRADATION OF PHENOLS BY CULTURE SINGLE ACTINOMYSETES FROM PEAT SOIL

Tiara Elsita Masni, Tetty Marta Linda*, Bernadeta Leni Fibriarti

Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau

Jl. HR. Subrantas KM 12,5 Panam, Pekanbaru, Indonesia-28293

*Corresponding autor : tetty.martalinda@gmail.com

Abstrak

6

Fenol merupakan senyawa organik bersifat toksik dan mudah larut dalam air sehingga mudah menimbulkan pencemaran pada perairan dan menurunkan kualitas air. Penelitian ini bertujuan untuk melihat potensi tiga isolat aktinomisetes asal tanah gambut Riau dalam *Minimal Salt Medium* yang mengandung fenol pada konsentrasi 0 ppm, 200 ppm, 400 ppm dan 600 ppm serta mengetahui kemampuan aktinomisetes dalam mendegradasi fenol pada konsentrasi 600 ppm menggunakan metode *Folin Ciocalteu*. Potensi pertumbuhan isolat L121, L18, L11 menunjukkan total populasi tidak berbeda nyata dengan penambahan 400 ppm dan 600 ppm fenol tetapi berbeda nyata terhadap 0 ppm dan 200 ppm fenol. Potensi pertumbuhan tertinggi terdapat pada isolat L121 dan terendah pada isolat L11. Kemampuan degradasi tertinggi terdapat pada isolat L121 yang mampu mendegradasi fenol 570,80 ppm (95%) dari konsentrasi fenol awal 600 ppm pada *Minimal Salt Medium* dan kemampuan degradasi terendah terdapat pada isolat L11 yang hanya mampu mendegradasi fenol 97,21 ppm (16%). Isolat aktinomisetes ini berpotensi dikembangkan untuk penanggulangan pencemaran di lingkungan.

Kata kunci : Aktinomisetes; Biodegradasi; Fenol; *Folin ciocalteu*

Abstract

Phenol is an organic compound is toxic and easily soluble in water so easy to cause pollution in a waters such as water quality degradation. The aim of this research is to see the potential of three plates of actinomycetes from Riau peat soil in *Minimal Salt Medium* containing phenol concentration 0 ppm, 200 ppm, 400 ppm and 600 ppm and to know the ability of actinomycetes in degradation of phenol at the concentration of 600 ppm using *Folin Ciocalteu*. The growth potential of L121, L18, L11 isolates showed the total population was not significantly different with the addition of 400 ppm and 600 ppm of phenol but significantly different from 0 ppm and 200 ppm of phenol. The highest growth potential was found in L121 isolate and lowest in L11 isolate. The highest degradation ability was found in L121 isolate capable of degrading phenol 570,80 ppm (95%) from initial phenol concentration of 600 ppm at *Minimal Salt Medium* and lowest degradation ability was found in isolate L11 which only degraded phenol 97,21 ppm (16%). These actinomycetes have the potential to be developed for the overcome of pollution in the environment.

Key words: Actinomycetes; Biodegradation; Phenol; *Folin ciocalteu*

PENDAHULUAN

Salah satu masalah lingkungan sering dijumpai di berbagai wilayah Indonesia adalah pencemaran oleh air limbah mengandung fenol yang dihasilkan dari industri perminyakan, kertas, tekstil, elektro lating, industri herbisida, fungisida (Villasenor *et al.*, 2002; Krastanov *et al.*, 2013) dan tanah gambut (Nursaadah *et al.*, 2000). Fenol merupakan senyawa organik, bersifat toksik dan mudah larut dalam air sehingga mudah menimbulkan pencemaran pada suatu perairan seperti turunnya kualitas air (Udiharto, 1999). Senyawa fenol apabila dihirup memberikan efek berbahaya pada kesehatan manusia seperti kerusakan hati dan ginjal, gangguan tekanan darah, pelemahan

detak jantung, hingga berujung pada kematian (Nasrul, 2006). Menteri Lingkungan Hidup mengatur baku mutu limbah cair untuk kehidupan ekosistem akuatik dalam peraturan RI No.51/MENLH/10/1995. Konsentrasi senyawa fenol dibolehkan dengan konsentrasi yaitu 0,5 – 1,0 mg/L, air minum maksimal 0,01 mg/L, sementara untuk kegiatan eksplorasi dan produksi 2 mg/L.

Mengingat bahaya yang dapat ditimbulkannya, maka diperlukan suatu pengolahan untuk menurunkan kandungan senyawa fenol dan turunannya. Beberapa metode yang telah digunakan diantaranya, cara fisika seperti fotokatalitik dengan kombinasi sinar UV dan TiO₂ (Slamet *et al.*, 2005) dan cara kimia seperti metode elektrokimia, ozonasi (Bismo *et al.*, 2008). Namun, penggunaan cara fisika dan kimia memiliki beberapa kelemahan yaitu: (1) memerlukan biaya operasional yang tinggi, (2) memerlukan banyak bahan kimia dan (3) kurang ramah lingkungan. Teknik lain yang lebih ramah lingkungan adalah pengolahan limbah secara biologi yang relatif murah dan kemungkinan kecil menghasilkan produk samping bahkan dapat mendegradasi polutan secara keseluruhan atau mengubahnya menjadi bahan tidak berbahaya.

Biodegradasi merupakan proses penguraian senyawa organik kompleks menjadi senyawa yang lebih sederhana oleh aktif mikroorganisme seperti bakteri, jamur dan aktinomisetes. Rustamsjah (2001) melaporkan *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27833 yang terlebih dahulu diadaptasikan bertingkat pada konsentrasi komposisi nutrisi yang berbeda dan dengan konsentrasi fenol sebesar 500 ppm dengan pH 10,2 mampu mendegradasi fenol sebanyak 495,88 ppm selama inkubasi 10 hari. Penelitian Nursaadah *et al.* (2000) menggunakan isolat bakteri hasil isolasi di tanah gambut yaitu ICB 1170 dalam medium minimal dengan penambahan fenol 18 mM mampu mendegradasi fenol sebesar 93,5% yaitu sekitar 16,84 mM.

Selain bakteri, kelompok aktinomisetes juga diketahui dapat mendegradasi fenol. Aktinomisetes memiliki keunggulan menghasilkan enzim ekstraseluler yang mampu mendegradasi berbagai senyawa organik kompleks dan memiliki spora yang tahan terhadap kekeringan (Thampayak *et al.*, 2008) dan aktinomisetes memegang peranan penting dalam proses biodegradasi senyawa polimer dan memobilisasi unsur hara makro dan mikro sehingga mampu menjaga kestabilan ekosistem (Nurkanto *et al.*, 2008). Beberapa enzim lain yang disintesis oleh aktinomisetes yaitu amilase, lipase, gelatinase dan kitinase (Chavan *et al.*, 2013). Hasil penelitian Suhaila *et al.* (2010) melaporkan *Rhodococcus* UKM-P dapat mendegradasi fenol secara optimal pada suhu 30°C dan pada pH 7,5 dengan jumlah fenol terdegradasi sebesar 394 ppm selama 21 jam. Jaweria *et al.* (2013) melaporkan aktinomisetes isolat A1 dan A5 mampu mendegradasi fenol sebanyak 300 ppm dan 400 ppm pada *Minimal Salt Medium* yang mengandung P-nitro fenol dengan konsentrasi awal 500 ppm selama 48 jam. Menurut Krastanov *et al.* (2013) fenol dan turunannya tidak mudah terurai secara *biodegradable* karena merupakan senyawa beracun bagi kebanyakan mikroorganisme. Hasil penelitian sebelumnya telah diketahui ada bakteri, aktinomisetes dan jamur efektif mendegradasi fenol pada konsentrasi tertentu.

Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA UR memiliki koleksi isolat aktinomisetes yaitu isolat L121, L18 dan L11 dari tanah gambut di Desa Langkai Kecamatan Siak. Isolat yang digunakan telah diketahui memiliki kemampuan menghasilkan enzim protease (Linda *et al.*, 2016), enzim fosfatase (Hajri, 2016) dan enzim selulase (Pesrita *et al.*, 2017). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi pertumbuhan dan kemampuan isolat aktinomisetes L121, L18 dan L11 dalam mendegradasi fenol.

MATERIAL DAN METODE

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tiga isolat aktinomisetes asal tanah gambut Riau koleksi Laboratorium Mikrobiologi FMIPA Universitas Riau yaitu L121, L18 dan L11 (Herlinda 2006). Penelitian ini dilakukan dengan empat tahapan yaitu pertama peremajaan isolat aktinomisetes. Kedua, pembuatan inokulum aktinomisetes dalam medium *Starch Casein Broth* (SCB). Ketiga, mengetahui potensi pertumbuhan isolat aktinomisetes dalam medium *Minimal Salt Medium* (MSM) yang mengandung variasi konsentrasi fenol yaitu 0 ppm, 200 ppm, 400 ppm dan

600 ppm. Keempat, melakukan uji biodegradasi fenol ke tiga isolat aktinomisetes dalam medium MSM yang mengandung fenol 600 ppm.

Pembuatan Media

Medium *Starch Casein Agar* (SCA) dan *Starch Casein Broth* (SCB)

Medium SCA terdiri dari: 10 g pati, 0,3 g kasein, 2 g KNO₃, 2 g K₂HPO₄, 2 g NaCl, 0,005 MgSO₄·7H₂O, 0,02 g CaCO₃, 0,01 g FeSO₄·7H₂O, 18 g agar. Semua bahan kecuali kasein dilarutkan dalam 750 ml akuades dan dipanaskan sambil diaduk sehingga bahan-bahan tersebut tercampur homogen. Medium yang sudah larut kemudian disterilkan di dalam autoklaf dengan suhu 121 °C tekanan 15 psi selama 15 menit. Kasein sebanyak 0,3 g dilarutkan dengan 250 ml akuades dan dipasteurisasi. Kemudian dicampurkan secara aseptis sehingga medium SCA menjadi 1 L. Pembuatan medium SCB dilakukan dengan cara yang sama tanpa penambahan agar (Prapagdee *et al.* 2008).

Minimal Salt Medium (MSM) dan Minimal Salt Medium Agar

Minimal Salt Medium terdiri dari: 4 g NaNO₃, 1,5 g KH₂PO₄, 0,5 g Na₂HPO₄, 0,0011 g FeSO₄·7H₂O, 0,2 g MgSO₄·7H₂O dan 0,01 g CaCl₂ dilarutkan dalam 1 L aquades, dipanaskan sambil diaduk hingga homogen. Kemudian disterilkan dalam autoklaf dengan suhu 121 °C tekanan 15 psi selama 15 menit (Liu *et al.*, 2016). Pembuatan medium MSM Agar dilakukan dengan cara penambahan agar sebanyak 18 g.

Peremajaan Isolat Aktinomisetes

Masing-masing isolat aktinomisetes L121, L18, L11 diremajakan dengan menumbuhkan dengan metode *streak plate* pada cawan petri yang berisi medium SCA dan diinkubasi pada suhu ruang selama 5 hari. Kultur yang telah tumbuh digunakan pada uji selanjutnya.

Penghitungan Inokulum Aktinomisetes

Isolat aktinomisetes yang akan digunakan dilakukan penghitungan dengan metode *plate count* pada medium SCA. Masing-masing isolat diambil sebanyak 4 disk dengan ukuran 6 mm, lalu dimasukkan ke dalam 100 ml medium SCB dan diinkubasi dalam *shaker incubator* (Labtech), dengan kecepatan 150 rpm pada suhu 27 °C selama 3 hari. Selanjutnya, kultur dibuat seri pengenceran hingga diperoleh inokulum sebanyak 10⁸ cfu/ml (Rustamsjah, 2001).

Uji Pertumbuhan Isolat Aktinomisetes pada Variasi Konsentrasi Fenol

Inokulum isolat aktinomisetes diambil masing-masing sebanyak 1 ml dengan populasi 10⁸ cfu/ml dimasukkan ke dalam 100 mL medium MSM yang mengandung fenol dengan variasi konsentrasi 0 ppm, 200 ppm, 400 ppm dan 600 ppm. Medium diinkubasi pada *shaker incubator* dengan kecepatan 150 rpm pada suhu 27 °C selama 3 hari. Setelah 3 hari dilakukan pengenceran 10⁻³, 10⁻⁴, 10⁻⁵ dan masing-masing ditumbuhkan secara *pour plate* dengan masing-masing 3 ulangan pada cawan petri yang berisi medium MSM agar dengan konsentrasi fenol 0 ppm, 200 ppm, 400 ppm dan 600 ppm. Cawan petri diinkubasi pada suhu ruang selama 5 hari. Koloni aktinomisetes yang tumbuh dihitung dalam cfu/ml menggunakan rumus: (Komarawidjaja, 2009).

Jumlah populasi koloni:
$$\frac{\text{Jumlah koloni (dalam cawan petri)} \times 1}{\text{Faktor pengenceran}}$$

Uji Degradasi Fenol dalam Minimal Salt Medium (MSM)

Inokulum masing-masing dari isolat aktinomisetes L121, L18, L11 sebanyak 1 ml (10⁸ cfu/ml) diinokulasi ke dalam MSM dengan konsentrasi fenol 600 ppm. Selanjutnya, diinkubasi di atas *shaker incubator* pada suhu 27 °C selama 3 hari. Konsentrasi fenol yang masih tertinggal dihitung pada akhir waktu inkubasi dengan menggunakan metode *Folin-ciocalteau*. Sampel sebanyak 100 µl dimasukkan ke dalam mikropate, ditambahkan reagen *folin-ciocalteau* sebanyak

100 μ l, selanjutnya ditambahkan Na_2CO_3 7,5 % sebanyak 100 μ l dan sampel didiamkan selama 30 menit. Setelah akhir inkubasi, sampel dimasukkan ke dalam mikroplate reader dengan panjang gelombang 750 nm. Konsentrasi fenol ditentukan dengan mensubstitusikan nilai absorbansi ke dalam persamaan kurva kalibrasi larutan standar fenol (Mustafa *et al.*, 2010).

Analisis Data

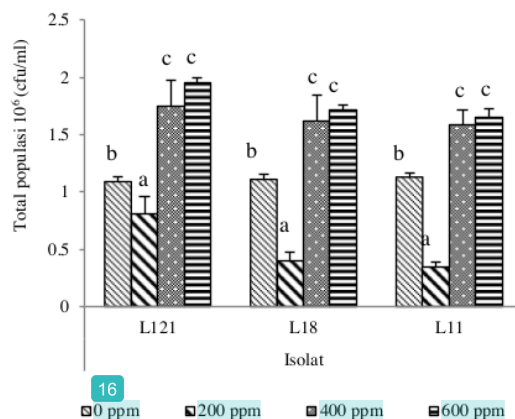
Data hasil uji pertumbuhan dan uji biodegradasi dari isolat aktinomisetes L121, L18, L11 dianalisis secara statistik menggunakan One-way ANOVA dan apabila terdapat perbedaan signifikan dilanjutkan dengan uji DMRT (*Duncan Multiple Range Test*) pada taraf nyata 5% menggunakan SPSS versi 16,0.

HASIL

Potensi Pertumbuhan Isolat Aktinomisetes pada Variasi Konsentrasi Fenol

Potensi pertumbuhan isolat aktinomisetes pada variasi konsentrasi fenol (0 ppm, 200 ppm, 400 ppm dan 600 ppm) pada *Minimal Salt Medium* (MSM) agar selama inkubasi 5 hari ditentukan dari perhitungan total populasi (cfu/ml). Hasil uji ANOVA pada masing masing isolat menunjukkan potensi pertumbuhan dengan penambahan fenol berbeda nyata pada setiap isolat aktinomisetes yang diujikan yaitu, L121, L18, L11. Hasil uji DMRT taraf nyata 5% potensi pertumbuhan isolat L121, L18, L11 menunjukkan total populasi tidak berbeda nyata dengan penambahan fenol 400 ppm dan 600 ppm tetapi berbeda nyata terhadap 0 ppm dan 200 ppm. Potensi pertumbuhan isolat aktinomisetes dianalisis statistik secara terpisah untuk masing-masing isolat.

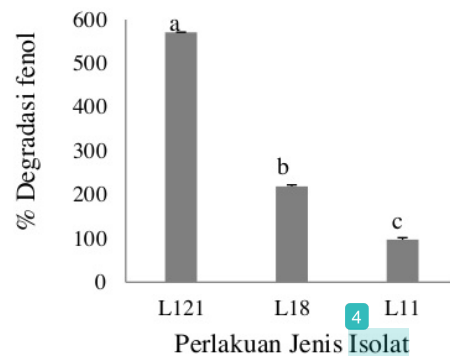
Hasil pengukuran populasi masing-masing isolat aktinomisetes seperti pada Gambar 1. Isolat L121 pada penambahan fenol dengan konsentrasi 0 ppm total populasi ($1,09 \times 10^6$ cfu/ml), 200 ppm ($0,81 \times 10^6$ cfu/ml), 400 ppm ($1,75 \times 10^6$ cfu/ml), dan 600 ppm ($1,95 \times 10^6$ cfu/ml). Isolat L18 pada penambahan fenol 0 ppm total populasi ($1,11 \times 10^6$ cfu/ml), 200 ppm ($0,40 \times 10^6$ cfu/ml), 400 ppm ($1,62 \times 10^6$ cfu/ml), dan 600 ppm ($1,72 \times 10^6$ cfu/ml). Isolat L11 pada penambahan fenol 0 ppm total populasi ($1,13 \times 10^6$ cfu/ml), 200 ppm ($0,35 \times 10^6$ cfu/ml), 400 ppm ($1,59 \times 10^6$ cfu/ml), dan 600 ppm ($1,65 \times 10^6$ cfu/ml). Setiap isolat aktinomisetes memiliki pertumbuhan berbeda pada *Minimal Salt Medium* (MSM) yang mengandung fenol. Pada konsentrasi fenol tertentu dijumpai isolat yang dapat meningkatkan pertumbuhan karena menggunakan fenol sebagai sumber karbon untuk pertumbuhannya. Total populasi isolat L121, L18 dan L11 mengalami kenaikan pada penambahan variasi konsentrasi fenol 400 ppm dan 600 ppm. Ketiga isolat aktinomistes mampu beradaptasi dan menggunakan fenol sebagai sumber karbon selama 5 hari waktu inkubasi untuk pertumbuhannya.



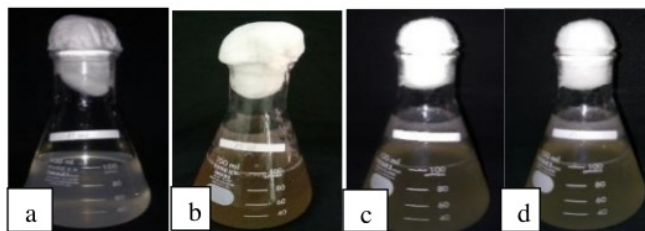
Gambar 1. Total populasi i11at aktinomisetes L121, L18, L11 di dalam medium MSM pada variasi konsentrasi fenol 0 ppm, 200 ppm, 400 ppm dan 600 ppm dengan waktu inkubasi 5 hari

Uji Degradasi Fenol dalam *Minimal Salt Medium* (MSM)

Hasil uji ANOVA menunjukkan presentase degradasi fenol berbeda nyata pada setiap perlakuan isolate aktinomisetes L121, L18, L11 dengan nilai signifikan 0,000 ($P < 0,05$). Hasil uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) taraf nyata 5% menunjukkan degradasi fenol oleh setiap perlakuan berbeda nyata. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa setiap isolat aktinomisetes yang diuji memiliki kemampuan yang berbeda dalam mendegradasi fenol (Gambar 2). Isolat L121 mampu mendegradasi fenol 570,80 ppm (95%) dari konsentrasi fenol awal 600 ppm pada medium MSM. Isolat L18 mampu mendegradasi fenol 218,85 ppm (36%) dan isolat L11 mampu mendegradasi fenol 97,21 ppm (16%). Pada akhir inkubasi terjadi perubahan warna medium pada setiap perlakuan isolat yang digunakan, seperti pada Gambar 3.



Gambar 2. Kemampuan degradasi fenol oleh isolat aktinomisetes L121, L18, L11 pada medium MSM dengan konsentrasi fenol awal 600 ppm pada inkubasi 3 hari



Gambar 3. Perubahan warna medium MSM pada biodegradasi fenol untuk masing-masing perlakuan setelah inkubasi 3 hari. (a). Kontrol, (b). Isolat L121, (c). Isolat L18, (d). Isolat L11



Gambar 4. Warna yang dihasilkan oleh isolat aktinomisetes setelah inkubasi 3 hari dalam medium SCA (a). Isolat L121, (b). Isolat L18, (c). Isolat L11

pH

Hasil pengukuran pH sebelum dan setelah tiga hari inkubasi pada perlakuan menggunakan isolat aktinomisetes L121, L18 dan L11 mengalami perubahan. Perlakuan menggunakan isolat L121 pH menjadi naik sebesar $7,45 \pm 0,01$ dengan pH awal 7,00.

Tabel 1. Hasil Pengukuran pH medium sebelum dan setelah degradasi fenol dalam medium MSM setelah inkubasi 3 hari

Kode isolat	Parameter	
	pH awal	pH akhir
Kontrol	7,00	$7,04 \pm 0,04$
L121	7,00	$7,45 \pm 0,01$
L18	7,00	$7,09 \pm 0,02$
L11	7,00	$7,05 \pm 0,01$

PEMBAHASAN

Potensi Pertumbuhan Isolat Aktinomisetes pada Variasi Konsentrasi Fenol

Berdasarkan Gambar 1. pertumbuhan tertinggi untuk ke tiga isolate aktinomisetes diperoleh pada penambahan fenol konsentrasi 400 ppm dan 600 ppm di dalam medium SMM. Isolat aktinomisetes mampu tumbuh baik dalam medium minimal dengan menggunakan fenol sebagai sumber karbon. Penelitian Shetty *et al.* (2016) melaporkan *Nocardia hydrocarbonoxydans* mampu tumbuh baik pada medium MSM konsentrasi 900 ppm sampai 1300 ppm, sementara pada konsentrasi 1400 ppm mengalami penurunan pertumbuhan karena isolat ini tidak dapat mentolerir tingginya konsentrasi fenol dan menghambat pertumbuhannya. Hal ini di tandai dengan jumlah populasi mengalami penurunan pada pertumbuhannya. Penelitian Liu *et al.* (2016) menggunakan *Acinetobacter calcoaceticus* mampu tumbuh pada medium MSM dari 200 ppm sampai 800 ppm dan mengalami penurunan pada konsentrasi 1100 sampai 2000 ppm dengan teknik pengukuran *Optical Density* (OD₆₀₀) selama 48 jam. Kemampuan mikroba dalam mendegradasi fenol dipengaruhi beberapa faktor seperti jenis mikroba, konsentrasi fenol dan kondisi lingkungan (Dewilda *et al.*, 2012).

Uji Degradasi Fenol dalam Minimal Salt Medium (MSM)

Uji biodegradasi fenol pada penelitian ini menggunakan metode *folin-ciocalteau*. Sampel akan bereaksi dengan reagen folin sebagai pembentuk kompleks fosfotungstat-fosfomolibdat yang berwarna biru. Warna biru yang dihasilkan akan semakin pekat jika konsentrasi fenol yang dioksidasi semakin tinggi (Blainski *et al.*, 2013). Pada penelitian ini menunjukkan bahwa setiap isolat aktinomisetes yang diuji memiliki kemampuan yang berbeda dalam mendegradasi fenol (Gambar 3). Isolat L121 mampu mendegradasi fenol 570,80 ppm (95%) dari konsentrasi fenol awal 600 ppm pada *Minimal Salt Medium* Isolat L18 mampu mendegradasi fenol 218,85 ppm (36%) dan isolat L11 mampu mendegradasi fenol 97,21 ppm (16%). Berbeda dengan hasil penelitian sebelumnya oleh Fanny *et al.* 2018, isolat yang sama yaitu aktinomisetes L121 diketahui memiliki kemampuan dalam mendegradasi hidrokarbon minyak bumi lebih rendah dibandingkan isolat L11 masing-masing sebesar 19.2% dan 23.5%. Artinya, berbeda sumber karbon yang diberikan, maka masing-masing isolat aktinomisetes memiliki kemampuan degradasi yang berbeda. Isolat L121 dan isolat L11 diketahui dapat mendegradasi senyawa aromatik karena fenol merupakan senyawa yang memiliki cincin aromatik yang berikatan dengan gugus hidroksil yang juga terkandung di dalam

hidrokarbon minyak bumi. Ketiga isolat aktinomistes ini, L121, L18 dan L11 diketahui memiliki kemampuan di dalam memanfaatkan berbagai senyawa aromatik sebagai sumber karbon.

Penelitian Nursaadah (2000) isolat ICBB 1170 mampu mendegradasi fenol 93,5 % pada MSM, selain itu penelitian Liu *et al.* (2016) *Acinetobacter calcoaceticus* mampu mendegradasi fenol sebanyak 2,6 % dari konsentrasi 800 ppm pada medium MSM selama 48 jam. Mikroorganisme dalam mendegradasi fenol sangat ditentukan oleh waktu inkubasi, jenis mikroorganisme dan konsentrasi fenol yang diberikan. Nweke & Okpokwasili (2014) melaporkan genus *Pseudomonas* dengan menambahkan fenol sebagai sumber karbon dengan beragam konsentrasi sampai 1000 ppm, *Pseudomonas* membutuhkan waktu hingga 288 jam untuk mendegradasi fenol 1000 ppm hingga 100%. Sedangkan fenol dengan konsentrasi rendah (20 ppm) dapat didegradasi hanya dalam waktu 3 jam. Aktinomistes isolat A1 dan A5 mampu mendegradasi fenol sebanyak 300 ppm dan 400 ppm pada medium MSM yang mengandung P-nitro fenol dengan konsentrasi awal 500 ppm selama 48 jam (Jaweria *et al.*, 2013). Senyawa fenol secara umum dapat didegradasi oleh mikroorganisme secara aerob maupun anaerob. Akan tetapi, degradasi fenol secara aerob lebih cepat daripada secara anaerob. Kemampuan mendegradasi fenol berkaitan dengan kehadiran enzim-enzim perombak hidrokarbon, seperti dehidrogenase, monooksigenase, deoksigenase dan lainnya bertanggung jawab terhadap tahap perombakan hidrokarbon yang memungkinkan bakteri tumbuh (Atlas & Bartha 1992). Selain itu, Nair *et al.* (2008) mengemukakan bahwa biodegradasi fenol secara aerobik menghasilkan senyawa intermediet katekol, mula-mula fenol mengalami hidroksilasi dengan bantuan enzim fenol hidroksilase menjadi katekol dan selanjutnya didegradasi melalui lintasan ortho yang akan menghasilkan asam asetat dan asam suksinat yang akan masuk kedalam siklus TCA sebagai Asetil-KoA dan suksinat.

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya perubahan warna yang terjadi pada medium MSM setelah diinkubasi selama 3 hari (Gambar 3). Pada kontrol tidak terjadi perubahan warna sampai akhir inkubasi dikarenakan pada perlakuan tidak ditambahkan isolat aktinomistes. Isolat L121 memiliki perubahan warna menjadi kuning kecoklatan dan warna yang sangat keruh dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Semakin keruh medium diduga populasi isolat aktinomistes semakin tinggi sehingga semakin tinggi juga kadar fenol yang terdegradasi. Isolat L18 dan L11 hanya sedikit terjadinya perubahan warna. Hal ini dikarenakan karena pada L18 dan L11 proses biodegradasi fenol tergolong rendah karena hanya mampu mendegradasi fenol sebanyak 218,85 ppm dan 97,21 ppm. Terjadinya perubahan warna pada medium yang diberi fenol menunjukkan terbentuknya senyawa katekol. Menurut (Dong *et al.* 1992) bila medium menjadi berwarna coklat berarti terjadi akumulasi senyawa katekol yang terbentuk dari perubahan fenol menjadi katekol oleh enzim fenol hidroksilase. Warna kuning juga muncul pada ke tiga isolat aktinomistes saat ditumbuhkan pada medium SCA setelah diinkubasi selama 5 hari inkubasi (Gambar 4).

Salah satu faktor yang mempengaruhi proses biodegradasi adalah tingkat keasaman (pH). Kebanyakan bakteri pendegradasi hidrokarbon dapat tumbuh dengan baik pada kisaran pH netral. Tingkat keasaman dapat berubah selama pertumbuhan mikroba. Tingkat optimal pertumbuhan dan biodegradasi hidrokarbon dapat berlangsung pada keadaan yang cukup nutrisi, oksigen dan pH antara 6-9 (Zhu *et al.*, 2001). Pada penelitian ini terjadi peningkatan pH yang tidak terlalu besar pada setiap isolat (Tabel 1). Menurut Nugroho (2009) pergeseran pH yang tidak terlalu besar karena adanya larutan penyangga berupa KH_2PO_4 dalam medium. Umumnya aktinomistes dapat mendegradasi fenol secara optimum pada pH 7, contohnya *Rhodococcus* UKM-P dapat mendegradasi fenol secara optimal pada pH 7,5 dengan jumlah fenol terdegradasi 394 ppm dan 500 ppm selama 21 jam (Suhaila *et al.*, 2010).

SIMPULAN DAN SARAN

Potensi pertumbuhan isolat L121, L18, L11 menunjukkan total populasi tidak berbeda nyata dengan penambahan 400 ppm dan 600 ppm fenol tetapi berbeda nyata terhadap 0 ppm dan 200 ppm fenol. Kemampuan degradasi fenol tertinggi terdapat pada isolat L121 yang mampu mendegradasi fenol sebesar 570,80 ppm (95%) dari konsentrasi fenol awal 600 ppm pada Minimal

Salt Medium dan kemampuan degradasi terendah terdapat pada isolat L11 yang hanya mampu mendegradasi fenol 97,21ppm (16%).

Saran untuk penelitian selanjutnya adalah perlu optimalisasi isolat aktinomisetes dalam mendegradasi fenol dan dilakukan identifikasi 16S rRNA untuk mengetahui jenis isolat aktinomisetes.

REFERENSI

- Atlas, R. M., & Bartha, R. 1992. Hydrocarbon biodegradation and oil spill bioremediation. *Advances in Microbial Ecology*, 12, 287-338.
- Blainski, A., Lopes, G. C., & De Mello, JCP. 2013. Application and analysis of the folin ciocalteu method for the determination of the totalphenolic content from *Limonium Brasiliense* L. *Molecules*, 18(6), 6852-6865, doi:10.3390/molecules18066852
- Chavan, D. V., Mulaje, S. S., & Mohalkar, R.Y. 2013. A review on actinomycetes and their biotechnological application. *International Journal of Pharmaceutical Sciences & Research*, 4(5), 1730-1742.
- Dewilda, Y., Reri., & Fano, F. I. 2012. Degradasi senyawa fenol oleh mikroorganisme laut. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 9 (1), 59-73.
- Dong, F., Wang, L., Wang, C., Cheng, J., He, Z., Sheng, Z., & Shen, R., 1992. Molecular cloning and mapping of phenol degradation genes from *Bacillus stearothermophilus* FDTP-3 and their expression in *Escherichia coli*. *Applied Environmental Microbiology*, 58(8), 2531-2535.
- Fanny, N. D., Linda, T. M., & Martina, A. 2018. Kemampuan isolat tunggal dan konsorsium aktinomisetes lokal Riau dalam mendegradasi hidrokarbon minyak bumi. *Bio-Site*, 4(2), 53-60.
- Hajri N. 2016. Kemampuan aktinomisetes dari tanah gambut Siak Riau dalam melarutkan fosfat dan agen biokontrol pada fungi *Fusarium oxysporum* (Schlecht) dan *Colletotricum capsici* (Syd) (Skripsi), Pekanbaru, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau.
- Herlinda. 2006. Isolasi dan uji daya hambat aktinomisetes asal tanah gambut Desa langkai kecamatan siak terhadap *Rhizoctonia solani* Kuhn dan *Sclerotium rolfsii* Sarc (Skripsi), Pekanbaru, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau.
- Jaweria, R., Peshwe, S. A., & Ingale. 2013. Biodegradation of p-nitro phenol an *Actinomycetes*. *Indian Journal of Applied Research*, 3(6), 2249-5550.
- Krastanov, A., Alexieva, Z., & Yemendzhiev, H. 2013. Microbial degradation of phenol and phenolic derivatives. *Engineering in Life Sciences*, 13, 76-87. DOI: 10.1002/elsc.201100227.
- Komarawidjaja, W. 2009. Karakteristik dan pertumbuhan konsorsium mikroba lokal dalam media mengaung minyak bumi. *Jurnal Teknik Lingkungan* 10(1):114-119.
- Linda, T. M., Martina, A., Febrianti, B. L., Herlinda, & Tabri. 2016. Seleksi Aktinomisetes penghasil protease dari tanah gambut Desa Langkai, Siak, Riau. *Jurnal Riau Biologia*, 1(1), 62-66.
- Liu, Z., Xie, Wenyu, X., Li, D., Peng, Y., Li, Z., & Liu, S. 2016. Biodegradation of phenol by bacteria strain *Acinetobacter calcoaceticus* PA isolated from phenolic wastewater. *International Journal of Environmental Research & Public Health*, 13(3), 1-8. doi: 10.3390/ijerph13030300
- Mustafa, R. A., Hamid, A. A., Mohammed, S., & Bakar, F. A. 2010. Total phenolic compounds, flavanoids and radical scavenging activity of 21 selected tropical plant. *Journal of Food Science*, 75(1), 28-35. doi: 10.1111/j.1750-3841.2009.01401.x.
- Nasrul, E. 2006. *Dasar-Dasar Kesehatan Masyarakat*. Jakarta: Kedokteran EGC.
- Nair, C. I., Jayachandran, K., & Shashidar, S. 2008. Biodegradation of phenol. *African Journal of Biotechnology*, 7 (25), 4951-4958.

- 22 Nugroho, A. 2009. Produksi gas hasil biodegradasi minyak bumi: kajian awal aplikasinya dalam *Microbial Enhanced Oil Recovery (MEOR)*. *Makara Sains*, 13(2), 111-116.
- Nurkanto, A., Rahmansyah, M., & Kanti, A. 2008. *Teknik Isolasi Aktinomisetes*. Jakarta: LIPI Press.
- 24 Nursaadah, Santosa, D. A., & Suhartono, T. M., 2000. Karakterisasi bakteri pendegradasi fenol asal Danau Buntal Kalimantan Tengah. *Jurnal Ilmu Tanah & Lingkungan*, 3(2), 24-31.
- 2 Nweke, C. O., & Okpokwasili, G. C., 2014. Kinetics of growth and phenol degradation by *pseudomonas* species isolated from petroleum refinery wastewater. *International Journal of Bioscience*, 4(7), 28-37.
- 17 Pesrita, A. Linda, T. M., & Devi, S. 2017. Seleksi dan aktivitas enzim selulase aktinomisetes lokal Riau pada media lignoselulosa ampas tebu. *Jurnal Pau Biologia*, 2(1), 8-13.
- Proceeding of the World Congress on Engineering. 2010. Optimization of parameters for phenol degradation by *Rhodococcus* UKM-P in shake flask. Suhaila, N., Arif, Y., Rosfarizan, A., Latif, M., Abdul, I., Ahmad, S. A., Noraza, M. N., & Shukor. London, U.K.
- 6 Proceedings Diskusi Ilmiah VI Hasil Penelitian Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Minyak dan Gas Bumi (PPPTMGB). 1989. Fenol sebagai pencemar dan biodegradasinya. Udiarto, M. Lembaga Minyak dan Gas (LEMIGAS), Jakarta.
- 15 Prapagdee, B., Kuekulvong, C., & Mongkolsuk, S. 2008. Antifungal potential of extracellular metabolites produced by *Streptomyces hygroscopicus* against phytopathogenic fungi. *International Journal of Biological Science*, 4(5), 330-337. DOI: 10.1350/ijbs.4.330
- 13 Prosiding Seminar Nasional Rekayasa Kimia dan Proses. 2008. Study awal degradasi fenol dengan teknik ozonasi di dalam reaktor annular. Bismo, S., Kustiningsih, I., Jayanuddin, Haryanto, F., & Saptono, H.J. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang.
- 16 Rustamsjah. 2001. Rekayasa biodegradasi fenol oleh *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27833 (Master's thesis), Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Shetty, G., Deekshitha, & Vidya, S. 2016. Media optimization biodegradation of phenol by *Nocardia hydrocarbonoxydans* NCIM 2386. *Research Journal of Chemical & Environmental Sciences*, 4(4), 19-24.
- Slamet, Arbianti, R., & Daryanto. 2005. Pengolahan limbah organik (fenol) dan logam berat (Cr^{6+} atau Pt^{4+}) secara simultan dengan fotokatalis Tio_2 , ZnO-Tio_2 , dan CdS-Tio_2 . *Makara Teknologi*, 9 (2), 66-71.
- Thampayak, I., Cheetah, N., Pathom-Aree, W., Leelapornpisid, P., & Lumyong, S. 2008. Isolation and identification of biosurfactant. *Research Journal of Microbiology*, 3(7), 49-507. DOI: 10.3923/jm.2008.499.507
- 26 Villasenor, J., Reyes, P., & Pecchi, G. 2002. Photocatalytic ozonation of phenol on MnO_2 supported catalysts. *Catalysis Today*, 76(2-4), 121-131. doi:10.1016/S0920-5861(02)00212-2
- 3 Zhu X, Venosa AD, Suidan MT, Lee K. 2001. *Guidelines for the Bioremediation of Marine Shorelines and Freshwater Wetlands*. University of Cincinnati, U.S.

ORIGINALITY REPORT

27%

SIMILARITY INDEX

26%

INTERNET SOURCES

9%

PUBLICATIONS

12%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1

online-journal.unja.ac.id

Internet Source

3%

2

journal.uin-alauddin.ac.id

Internet Source

3%

3

docobook.com

Internet Source

2%

4

media.neliti.com

Internet Source

2%

5

peripi.org

Internet Source

2%

6

biosains.mipa.uns.ac.id

Internet Source

1%

7

Submitted to Politeknik Negeri Bandung

Student Paper

1%

8

Submitted to University of New South Wales

Student Paper

1%

9

repository.unair.ac.id

Internet Source

1%

10	kb.psu.ac.th Internet Source	1 %
11	journal.ipb.ac.id Internet Source	1 %
12	Submitted to Escuela Politecnica Nacional Student Paper	1 %
13	ml.scribd.com Internet Source	1 %
14	Submitted to Ege Üniversitesi Student Paper	1 %
15	Fathima Ameena Zacky, Adeline Su Yien Ting. "Biocontrol of f.sp. tropical race 4 by formulated cells and cell-free extracts of in sterile soil environment ", Biocontrol Science and Technology, 2015 Publication	1 %
16	pt.scribd.com Internet Source	1 %
17	M S Ismet, E D Jayenti, P Ismiati, R P Utomo, E S Srimariana, Y P Hastuti. "Potential of associative bacteria isolates from seagrass ecosystem", IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2020 Publication	1 %
18	Submitted to University of Mauritius	

1 %

19

www.iaeng.org

Internet Source

1 %

20

Joseila Maldaner, Gerusa Pauli Kist Steffen, Cleber Witt Saldanha, Ricardo Bemfica Steffen et al. "Combining tolerant species and microorganisms for phytoremediation in aluminium-contaminated areas", International Journal of Environmental Studies, 2019

Publication

1 %

21

fr.scribd.com

Internet Source

1 %

22

Submitted to Sriwijaya University

Student Paper

1 %

23

aem.asm.org

Internet Source

1 %

24

repository.upi.edu

Internet Source

1 %

25

Submitted to Universitas Indonesia

Student Paper

1 %

26

sedici.unlp.edu.ar

Internet Source

1 %

27

rudyct.250x.com

Internet Source

1 %

Exclude quotes	Off
Exclude bibliography	On

Exclude matches	< 1%
-----------------	------