

**BIODEGRADASI SURFAKTAN LINEAR ALKYL BENZENE
SULFONATE (LAS) OLEH *Pseudomonas sp.* DARI EKOSISTEM IRIGASI
SEKUNDER TERCEMAR DETERJEN DI KOTA BATU**

***BIODEGRADATION OF LINEAR ALKYL BENZENE SULFONATE (LAS)
SURFACTANT BY *Pseudomonas sp.* FROM THE SECONDARY
IRRIGATION ECOSYSTEM POLLUTED WITH DETERGENT
IN BATU CITY***

Andik Kurniawan¹⁾, Suslam Pratamaningtyas²⁾ dan Untung Sugiarti²⁾

1) Alumni Fakultas Pertanian, Universitas Widyagama Malang

2) Dosen Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Widyagama Malang

Email: andy4ndy94@gmail.com

ABSTRAK

Konsentrasi LAS pada saluran irigasi sekunder selama Bulan Februari-Maret 2016 sebesar 4,57 mg/l. Jumlah tersebut melebihi ambang batas LAS yaitu 0,5 mg/l. Dari saluran irigasi sekunder tersebut berhasil diisolasi dua isolat biakan murni dan diidentifikasi sebagai *Pseudomonas sp.* 1 dan 2. Hasil uji biodegradasi menunjukkan bahwa *Pseudomonas sp.* 1 (P.1), *Pseudomonas sp.* 2 (P.2) serta konsorsium bakteri *Pseudomonas sp.* (P.3) mampu mendegradasi LAS sebesar 70% pada 10 hari masa inkubasi. Sementara isolat konsorsium bakteri P (3) mampu mendegradasi LAS hingga 100 % pada hari ke-21 inkubasi. Berdasarkan penurunan persentase kadar LAS selama masa inkubasi bakteri dan kenaikan densitas sel bakteri, seluruh isolat dapat mendegradasi LAS dengan baik. Yang lebih penting lagi, seluruh isolat bakteri tidak bersifat patogen pada bibit tanaman padi varietas IR 64.

Kata Kunci: Irigasi, LAS, *Pseudomonas sp.*

ABSTRACT

LAS concentration in the secondary irrigation canals during February until March 2016 was 4.57 mg/l. It is exceeded the threshold of LAS which is 0.5 mg/l. From that secondary irrigation canals, it can be isolated two isolates of pure cultures identified as *Pseudomonas sp.* 1 and 2. The biodegradation test results showed that *Pseudomonas sp.*(P.1) , P (2), *Pseudomonas sp.* (P.2) and the consortium of bacteria *Pseudomonas sp.* (P.3) are capable in degradating LAS as much as 70 % at 10 days of incubation. While the isolate of bacterial consortium (P3) is able to biodegrade LAS until 100 % at day 21 of incubation. Based on the declining of percentage of LAS concentration during the incubation period of the bacteria and the increasing of cell density bacterial, all isolates have the ability to degrade LAS well. The more important thing is that all bacteria isolates are not pathogen to rice variety IR 64.

Keywords: Irrigation, LAS, *Pseudomonas sp.*

PENDAHULUAN

Surfaktan *Linear Alkylbenzene Sulfonate* (LAS) dalam lahan pertanian dapat menghambat pertumbuhan bakteri aerobik tertentu yang berpengaruh pada aktivitas biologis dalam tanah (Elsgaard, *et al.*, 2001). Hal ini dapat mengganggu fungsi tanah pertanian (Budiawan, dkk., 2009). Selain itu, pembuangan surfaktan dalam tanah juga dapat menurunkan kesuburan tanah yang berakibat pada penurunan produktivitas tanaman pertanian (Moreno-Caselles, *et al.*, 2006).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa LAS terdistribusi dominan dalam air (97,5 %), tanah (0,5%) dan se-dimen (2 %). Surfaktan LAS memasuki tanah dan mencemari areal pertanian melalui beberapa jalur: (a) penggunaan limbah padat sebagai pupuk tanah pertanian, (b) penggunaan air limbah untuk irigasi, (c) infiltrasi tanah oleh air limbah atau air sungai yang tercemar LAS, dan (d) penggunaan formulasi pestisida mengandung LAS sebagai zat pengemulsi. Adanya LAS dalam tanah memiliki dampak merugikan terhadap pertumbuhan bakteri aerobik tertentu, yang dapat meng-

ganggu fungsi tanah pertanian (Brandt, *et al.*, 2001; Kristiansen, *et al.*, 2003 ; Nielsen, *et al.*, 2004, Sanchez-Peinado, *et al.*, 2008).

Bioremediasi merupakan teknologi restorasi lingkungan tercemar untuk menurunkan toksisitas polutan dengan menggunakan mikrobial (Halden, *et al.*, 1999; Vidali, 2001). Komunitas mikrobial memainkan peran yang penting dalam biodegradasi senyawa-senyawa pencemar alami maupun yang berasal dari aktivitas manusia.

Pada sedimen ekosistem sungai atau aliran air yang tercemar deterjen, bakteri yang dominan adalah anggota Genus *Pseudomonas*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa strain bakteri anggota genus *Pseudomonas* yang diisolasi dari ekosistem sungai tercemar memiliki potensi yang baik dalam mendegradasi LAS (Suharjono, dkk., 2007a). Tetapi belum ada peneliti yang mengamati dinamika komunitas bakteri tersebut di ekosistem aliran irigasi sekunder yang tercemar deterjen, khususnya saluran irigasi sekunder di wilayah Kota Batu. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi bakteri *Pseudomonas sp.*

yang terdapat dalam ekosistem irigasi sekunder yang tercemar limbah deterjen untuk mendegradasi deterjen.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari–Maret 2016 di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Pertanian Universitas Widyagama Malang. Alat yang digunakan meliputi seperangkat alat gelas, mikropipet, *blue tip*, *yellow tip*, *microtube* 2ml, pemanas bunsen, *disposable oose*, inkubator (MMM *Medcenter*), *autoclave*, *laminar air flow* (LAF) nuair class II, vortek, sentrifuse, spektrofotometer, *water bath*, *breukhoven*. Sedangkan bahan yang digunakan antara lain, sampel sedimen penelitian, *Pseudomonas isolation agar base*, *surfaktan linear alkylbenzene sulfonate* (LAS), akuades, *methylen blue*.

Pengambilan Sampel

Pengamatan sampel meliputi parameter cuaca, pH, debit air (m^3/detik) dan waktu pengambilan sampel. Sampel sedimen untuk pemantauan kualitas fisikokimiawi serta untuk enumerasi dan isolasi

strain-strain bakteri *Pseudomonas sp.* diambil dari ekosistem irigasi sekunder yang tercemar deterjen di wilayah Kota Batu. Sempel sedimen diambil dari bagian saluran irigasi sekunder yang alirannya agak menggenang (*pool*) serta memiliki residu LAS yang paling tinggi dengan menggunakan bor tanah *breukhoven* diameter 2,5 cm pada kedalaman sedimen sampai dengan 5 cm. Sampel sedimen selanjutnya dimasukkan ke dalam kotak isotremik (Suharjono, 2008).

Pengukuran Konsentrasi Residu LAS

Setelah sampel-sampel diambil dari lokasi penelitian, selanjutnya dilakukan pengujian konsentrasi residu LAS dengan menggunakan metode MBAS (*Methylene Blue Activated Substance* (Clesceri, *et al.*, 1989). Pengujian dilanjutkan dengan mengukur absorbansinya dengan Spektrofotometer menggunakan panjang gelombang 652 nm.

Sterilisasi Peralatan

Untuk mensterilkan, peralatan yang terbuat dari kaca tahan panas ditutup dengan kapas dan kasa,

kemudian dibungkus dengan aluminium foil. Setelah itu dilakukan sterilisasi dengan menggunakan *autoclave*. Sterilisasi dengan *autoclave* dilakukan selama 15 menit pada suhu 121°C dan tekanan 1 kg/cm² (Isnansetyo dan Kurniastuty, 1995).

Isolasi Isolat Bakteri

Suspensi sampel sebanyak 25 gram sedimen dari setiap tempat dan waktu pengambilan sampel, dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer steril yang berisi 225 ml aquades steril. Setelah itu dibuat seri pengenceran sampai 10⁻⁹. Suspensi sampel di setiap tingkat pengenceran diinokulasikan sebanyak 0,1 ml ke dalam cawan petri steril dan dituangkan medium isolasi selektif diferensial untuk anggota *Pseudo-*

monas spp, yaitu *Pseudomonas Agar Base* (ditambahkan suplemen CN (*oxid*) yang mengandung 10 mg/l LAS. Biakan diinkubasikan pada suhu 30°C selama 24 jam. Koloni tunggal setiap tipe bakteri pendegradasi surfaktan anionik LAS kemudian diisolasi. Selanjutnya koloni dimurnikan dengan metode kuadran dalam medium *Pseudomonas Agar Base* yang mengandung 10 mg/l LAS. Isolat bakteri yang sudah murni kemudian dimasukkan ke dalam tabung berisi medium (NA) nutrisi agar yang dimiringkan dan digunakan selama penelitian.

Uji Potensi Biodegradasi Surfaktan LAS oleh Bakteri *Pseudomonas sp*.

Inkubasi bakteri dilakukan dalam larutan uji sebanyak 3 erlenmeyer yang telah steril.

	Isi
P.1	100 ml larutan yang mengandung media mineral dan larutan standart LAS dengan konsentrasi LAS 15 mg/l dan ditambah dengan 5 ml inokulum mikroba P.1
P.2	100 ml dalam larutan yang mengandung media mineral dan larutan standart LAS dengan konsentrasi LAS 15 mg/l kemudian ditambah dengan 5 ml inokulum mikroba P.2
P.3	100 ml dalam larutan yang mengandung media mineral dan larutan standart LAS dengan konsentrasi LAS 15 mg/l kemudian ditambah dengan 5 ml inokulum mikroba P.3

Pengamatan pertumbuhan bakteri diamati dengan mengukur optikal densitas menggunakan spektrofotometer sinar tampak pada panjang gelombang 600 nm. Selanjutnya biomassa dan sampel dipisahkan dari supernatannya dengan cara disentrifugasi selama 10 menit pada kecepatan 16.000 rpm.

Pengujian konsentrasi karbon organik terlarut dilakukan dengan mengambil *aliquot* sebanyak ± 6 ml dari setiap tabung erlenmeyer untuk pengukuran karbon organik terlarut untuk pengujian masa inkubasi ke-0. Pengambilan larutan uji dilakukan pada hari inkubasi ke-0, 3, 7, 14, 21, dan 28.

Tingkat biodegradasi adalah persentase pengurangan kadar karbon organik. Konsentrasi LAS diukur dengan metode MBAS. Dari data parameter konsentrasi residu LAS dapat diperoleh persentase biodegradasi LAS dengan rumus :

Biodegradasi LAS

$$= \frac{[\text{LAS}] \text{ awal} - [\text{LAS}] \text{ akhir}}{[\text{LAS}] \text{ awal}} \times 100\%$$

Uji Patogenesitas

Isolat-isolat bakteri *Pseudomonas sp.* hasil isolasi dari saluran irigasi skunder tercemar detergen dilakukan uji patogenesitas dan pengamatan morfologi untuk mengetahui apakah bakteri tersebut sifat menimbulkan penyakit atau tidak.

Pada uji patogenesitas ini digunakan metode *clipping*, yaitu bibit tanaman padi digunakan sebagai inang dari isolat bakteri *Pseudomonas sp.* Tanaman yang diuji adalah tanaman padi yang masih dalam fase vegetatif yang berumur 7 hari. Bibit tanaman tersebut masing-masing diinokulasikan sebanyak 3 ml suspensi bakteri. Inokulasi secara buatan dilakukan dengan cara mengoleskan suspensi bakteri pada seluruh bagian bibit tanaman. Patogenesitas bakteri diketahui berdasarkan kemampuannya dalam menimbulkan gejala penyakit pada tanaman yang diuji. Pengamatan terhadap perkembangan gejala penyakit dilakukan selama 7 hari sebelum tanaman siap untuk ditransplanting.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Lokasi Pengambilan Sampel

Tabel 1. Kondisi Cuaca dan Sampel Saat Pengambilan Sampel pada Air Irigasi Sekunder yang Tercemar Deterjen

Parameter	Lokasi 1	Lokasi 2	Lokasi 3
Cuaca	Cerah	Cerah	Cerah
pH	7.5	7.4	7.5
Debit air (m ³ /detik)	0,00861	0,04032	0,00370
Waktu pengambilan sampel	05.40	06.00	06.20

Konsentrasi Residu (LAS) dalam Air Irigasi Sekunder Tercemar Deterjen

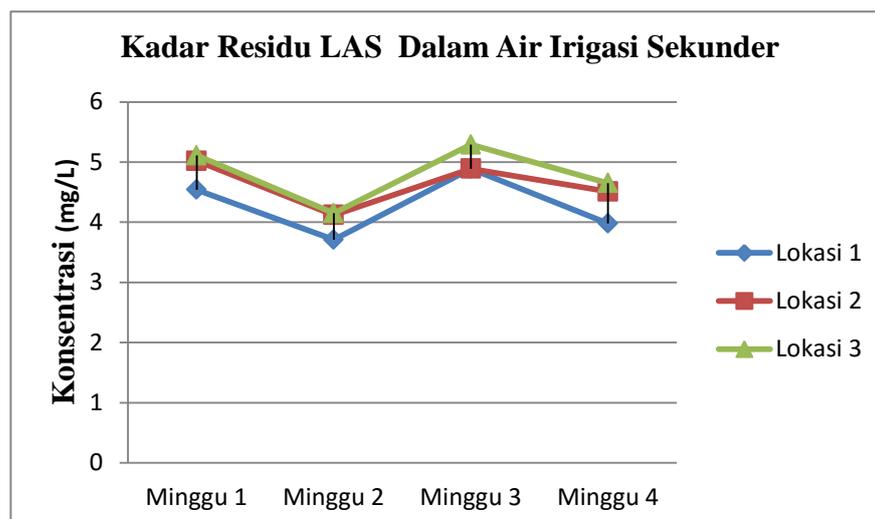
Tabel 2. Konsentrasi LAS yang Terdapat dalam Air Irigasi Sekunder

Lokasi	Konsentrasi (mg/l)				Rata-Rata Kadar Residu LAS (mg/l)
	Minggu 1	Minggu 2	Minggu 3	Minggu 4	
1	4,54	3,71	4,89	3,98	4,28
2	5,02	4,12	4,89	4,51	4,63
3	5,11	4,15	5,29	4,65	4,80

Data pada Tabel 2. menunjukkan bahwa rata-rata kadar LAS yang terdapat pada ekosistem air irigasi sekunder tercemar detergen sudah melebihi ambang batas yaitu sebesar 4,57 mg/l, sementara nilai ambang batas LAS adalah sebesar 0,5 mg/l (Suharjono, *et al*, 2007b). Data pada penelitian ini diperoleh berdasarkan pengamatan selama Bulan Februari hingga Maret 2016 pada masing-masing lokasi pengambilan sampel yang berbeda. Pada lokasi hulu (titik

1) kadar LAS sebesar 4,28 mg/. Pada lokasi tengah (titik 2) kadar LAS sebesar 4,63 mg/l. Sementara itu di lokasi hilir (titik 3) kadar LAS yang diamati sebesar 4,80 mg/l.

Data penelitian juga menunjukkan bahwa kadar residu LAS yang terdapat pada sampel yang diambil dari lokasi dari lokasi hulu, tengah dan hilir berfluktuatif (Gambar 1.) pada pengambilan sampel minggu 1 sampai minggu 4.



Gambar 1. Kurva Pengaruh Konsentrasi *Pseudomonas sp.* terhadap kadar residu LAS

Isolasi Bakteri *Pseudomonas sp.* Pendegradasi LAS

Hasil isolasi menunjukkan bahwa pada sampel uji terdapat bakteri-bakteri yang dapat mendegradasi LAS yaitu bakteri *Pseudomonas sp.*. Di dalam setiap gram sedimen terdapat $8,40 \times 10^5$ sel bakteri. Pengukuran populasi bakteri dilakukan dengan metode *Total Plate Count* (TPC).

Sementara itu dari hasil identifikasi bakteri-bakteri hasil isolasi diketahui bahwa terdapat 2 isolat strain bakteri *Pseudomonas sp.* Perbedaan antar strain bakteri *Pseudomonas sp.* dilakukan dengan mengamati bentuk morfologi koloni yang terbentuk. Bakteri *Pseudomonas sp.* Hasil

isolasi yang dilakukan menghasilkan 2 isolat biakan murni *Pseudomonas sp.* dan 1 konsorsium bakteri. Ketiga isolat murni ini digunakan untuk mendegradasi LAS, yaitu :

1. *Pseudomas sp.* 1 (P.1), yaitu bakteri yang membentuk koloni berwarna kuning.
2. *Pseudomas sp.* 2(P.2), yaitu bakteri yang membentuk koloni berwarna putih.
3. Konsorsium *Pseudomonas sp.* (P.3)

Analisis Kemampuan Bakteri *Pseudomonas sp.* dalam Mendegradasi Surfaktan LAS

Pengujian kemampuan bakteri *Pseudomonas sp.* dalam mendegradasi surfaktan LAS dilakukan pada

konsentrasi 15 mg/l dalam media mineral. Pengukuran kenaikan optikal densitas bakteri dilakukan menggunakan spektrofotometer sinar-tampak pada panjang gelombang 600 nm. Sedangkan LAS yang tersisa selama waktu inkubasi dianalisis dengan metode MBAS.

Pengukuran Pertumbuhan (Turbiditas) Bakteri

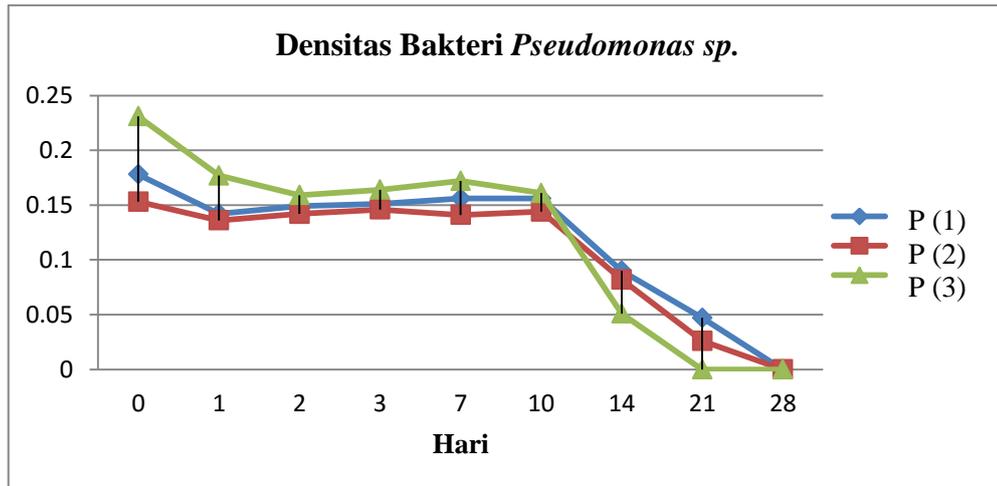
Bakteri mengalami masa adaptasi pada hari pertama dan kemudian mengalami penambahan jumlah sel. Hal ini membuktikan bahwa bakteri *Pseudomonas sp.* dapat hidup pada media yang ada.

Tabel 3. Densitas Bakteri *Pseudomonas sp.*

Bakteri	Optikal Densitas (Hari)								
	0	1	2	3	7	10	14	21	28
P. (1)	0,178	0,142	0,149	0,151	0,156	0,156	0,090	0,047	0
P. (2)	0,153	0,136	0,142	0,146	0,141	0,144	0,082	0,026	0
P. (3)	0,231	0,177	0,159	0,164	0,172	0,161	0,051	0	0

Ketiga strain bakteri *Pseudomonas sp.* pada konsentrasi LAS 15 mg/l menunjukkan pertumbuhan yang baik. Nilai optikal densitas optimum ketiga bakteri diperoleh pada waktu inkubasi 24 jam. Hasil pengamatan menunjukkan pada hari pertama terjadi penurunan nilai optikal densitas dari absorbansi awal. Hal ini dikarenakan bakteri masih berada dalam masa adaptasi terhadap medium dan substrat. Pada hari ke-2 hingga hari ke 10 terjadi kenaikan

nilai absorbansi yang menunjukkan bahwa bakteri telah mampu memanfaatkan LAS sebagai substrat dan mencapai kondisi optimum. Setelah hari ke-10 yaitu pada hari ke-14, nilai absorbansi mengalami penurunan drastis, hal ini dikarenakan pada hari ke 14, 21 dan 28 LAS di dalam media mineral telah berkurang sehingga bakteri mulai memasuki fase kematian dalam pertumbuhannya.



Gambar 2. Kurva Densitas Bakteri *Pseudomonas sp.* dengan jumlah bakteri (LAS 15 mg/l)

Kurva pertumbuhan dan biodegradasi menunjukkan bentuk yang saling berlawanan dan fluktuatif. Keadaan demikian mengindikasikan bahwa surfaktan yang berada di dalam media adalah satu-satunya sumber karbon yang mendukung pertumbuhan mikroorganisme. Selain itu, berdasarkan Gambar 2. dapat dilihat bahwa kultur tunggal (*Pseudomonas sp.* 1 dan 2) menunjukkan laju pertumbuhan yang cukup lambat dibandingkan kultur konsorsium dalam medium. Hal ini terjadi karena kultur bakteri konsorsium dapat memanfaatkan substrat lebih baik dibandingkan dengan kultur tunggal. Akibatnya, setelah mencapai pertumbuhan

maksimum pada hari ke-14 biakan kultur konsorsium mengalami penurunan densitas bakteri yang drastis, yaitu menjadi 0 pada hari ke 21. Hal ini menunjukkan bahwa substrat dimanfaatkan oleh isolat bakteri sehingga kandungan LAS dalam medium habis dan bersih. Sementara itu, biakan kultur tunggal (*Pseudomonas* 1 dan 2) masih mampu memanfaatkan substrat yang mengindikasikan bahwa belum semua LAS didegradasi.

Pengukuran Konsentrasi LAS

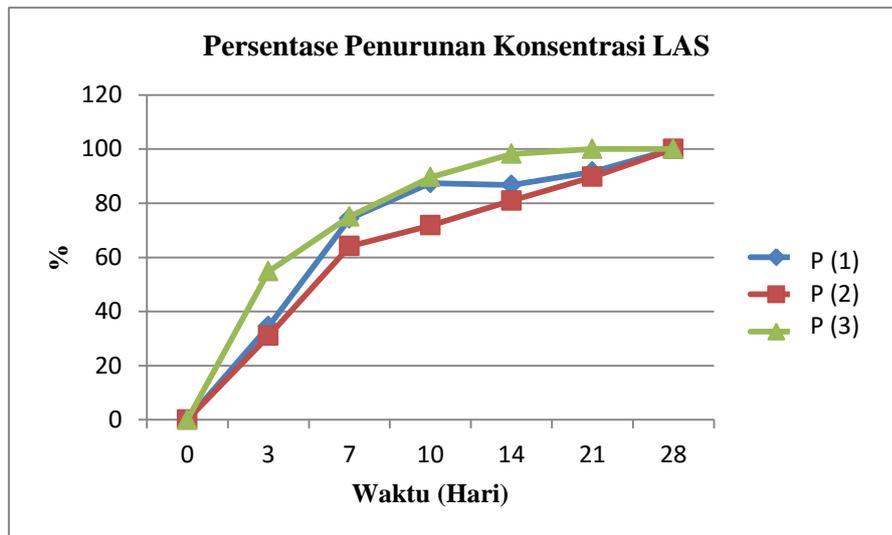
Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi penurunan konsentrasi LAS selama waktu inkubasi.

Tabel 4. Penurunan Konsentrasi LAS selama waktu inkubasi (%)

Bakteri	Penurunan Konsentrasi LAS						
	0	3	7	10	14	21	28
P. (1)	0	34,5	74,3	87,4	86,7	91,6	100,0
P. (2)	0	31,0	64,1	71,8	80,9	89,7	100,0
P. (3)	0	54,8	75,0	89,6	98,2	100,0	100,0

Hasil pengamatan pada ketiga kultur menunjukkan bahwa pada hari ke-3 inkubasi sudah mulai terjadi degradasi LAS. Hal ini ditunjukkan dengan menurunnya konsentrasi

LAS. Penurunan ini terus berlangsung hingga mencapai 100% yang terjadi pada hari ke-21 untuk kultur bakteri konsorsium (*Pseudomonas sp. 3*) (Gambar 3.).



Gambar 3. Penurunan Konsentrasi LAS(%) Selama Waktu Inkubasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat biodegradasi LAS dalam kultur bakteri konsorsium *Pseudomonas sp.* (P.3) mencapai 89,6%, dalam kultur bakteri *Pseudomonas sp.* (P.1) mencapai 87,4% dan dalam kultur bakteri *Pseudomonas sp.* (P.2) mencapai

71,8%. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa LAS merupakan senyawa kimia yang mudah dibiodegradasi oleh kultur bakteri *Pseudomonas sp.*.

Biodegradasi LAS dipengaruhi oleh perbedaan kemampuan bakteri pendegradasi dalam hal ini adalah

bakteri *Pseudomonas sp.*. Selain itu biodegradasi juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lain yaitu pH, suhu, ketersediaan substrat, nutrisi dan ketersediaan oksigen.

Uji Patogenesis

Hasil uji patogenesis menunjukkan bahwa terdapat perubahan warna pada bibit padi IR64 yang diberi perlakuan isolat bakteri *Pseudomonas sp.* yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian patogenesis

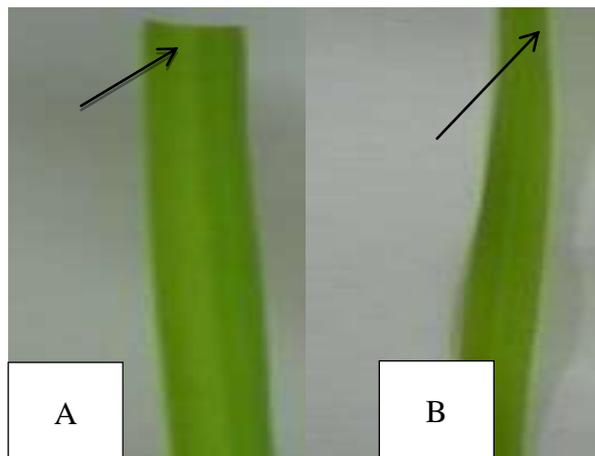
Kode Isolat	Sifat Patogenesis	Hasil Reaksi
P .1	-	Tanaman terlihat sehat
P .2	-	Tanaman terlihat sehat
P .3	-	Timbul gejala <i>degreening</i> pada sebagian ujung daun bibit tanaman padi.
Kontrol	-	Timbul gejala klorosis

Setiap mikroba memiliki kemampuan untuk memproduksi enzim dan metabolit sekunder dengan jumlah dan jenis yang berbeda. Senyawa-senyawa aktif inilah yang diduga menyebabkan mikroba berpotensi patogen bagi tanaman, sehingga diperlukan seleksi mikroba yang menyeluruh guna menghindari penyebaran penyakit di lingkungan pertanaman. Berdasarkan hasil pengujian patogenesis, isolat tunggal P.1 dan isolate tunggal P.2 yang diinokulasikan pada bibit tanaman padi varietas IR 64 tidak mengakibatkan gejala yang

mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Pertumbuhan bibit padi terlihat lebih baik selama 7 hari masa inkubasi yaitu ditandai dengan warna daun yang lebih hijau dan segar. Isolat bakteri P.1 dan P.2 yang diinokulasikan pada ujung bibit tanaman padi yang telah dilukai (digunting). Sementara itu hasil yang berbeda terlihat pada pengujian patogenesis isolat bakteri konsorsium yaitu P.3. Bibit tanaman padi IR64 terlihat sedikit *degreening* selama 7 hari masa inkubasi pada ujung daun. Hal ini dipengaruhi oleh suhu, RH dan daya adaptasi bibit tanaman padi

varietas IR 64 dalam proses pertumbuhan serta hipersensitifitas tanaman terhadap lingkungan yang baru akibat inokulasi isolat bakteri P.3. Tetapi gejala tersebut hilang pada masa inkubasi selama 14 hari yaitu bibit tanaman padi tampak terlihat segar dan hijau kembali ujung bibit tanaman pulih dan tanaman tampak terlihat sehat. Pada kontrol terlihat gejala klorosis jaringan daun menguning karena kekurangan klorofil.

Bibit tanaman padi juga mengalami proses daya adaptasi lingkungan akibat kondisi yang baru hasil inokulasi isolat bakteri hasil isolasi. Namun, gejala tersebut tidak banyak mempengaruhi proses pertumbuhan tanaman hal ini terlihat tanaman tetap tumbuh sehat dan gejala hanya pada sebagian dari daun bibit tanaman padi varietas IR 64 seperti terlihat pada gambar 4.



Gambar 4a. Gejala *degreening* pada sebagian ujung bibit tanaman padi IR64 yang diinokulasi P.3
4b. Gejala klorosis pada ujung bibit tanaman padi kontrol

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Kadar surfaktan *Linier Alkyl-benzene Sulfonates* (LAS) pada ekosistem irigasi sekunder tercemar detergen di Kota Batu sudah

melebihi ambang batas yaitu berkisar 4,57 mg/l.

2. Pada ekosistem irigasi sekunder tercemar detergen di Kota Batu diperoleh dua biakan murni bakteri yaitu isolat *Pseudomonas*

- sp.* 1 (P.1), *Pseudomonas sp.* 2 (P.2), dan 1 konsorsium bakteri (P.3) yang mampu mendegradasi LAS.
3. Selama 10 hari inkubasi isolat P.1 dan P.2 mampu mendegradasi LAS sebesar 87,4% dan 71,8%, sementara isolat bakteri konsorsium *Pseudomonas sp.* 3 (P.3) mendegradasi LAS 89,6%. Pada masa inkubasi selama 21 hari, P.3 mendegradasi seluruh LAS yang ada.
 4. Berdasarkan uji patogensitas isolat bakteri P.1, P.2 dan P.3 tidak bersifat patogen pada bibit padi varietas IR64.

Saran

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk pengolahan limbah cair deterjen dengan bahan aktif LAS untuk memanipulasi kondisi dasar kolam limbah. Pada penelitian selanjutnya perlu dilakukan identifikasi isolat secara genetik dan perlu diketahui potensi isolat dalam media air dalam lahan pertanian .

DAFTAR PUSTAKA

- Brandt K. K, M. Hessesloye, P. Roslev, K. Henriksen, J. Soyrensen. 2001. Toxic Effects of Linear Alkylbenzene Sulfonate on Metabolic Activity, Growth Rate, and Microcolony Formation of Nitrosomonas and Nitrosospira Strains. *Appl. Environ. Microbiol* 67(6) : 2489–2498.
- Budiawan, Y. Fatima, dan N. Khairani. 2009. Optimasi Biodegradabilitas dan Uji Toksisitas Hasil Degradasi Surfaktan Linear Alkil-benzena Sulfonat (LAS) sebagai Bahan Deterjen Pembersih. *Makanan, Sains*. 13 (2) : 125-133.
- Clesceri, L.S., E. G. Arnold, R. R. Trussel, and A. H. F Mory. 1989. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 17th edition, APHA, AWWA, and WPLF. Washington.
- Elsgaard, L., S. O. Petersen, K. Debosz. 2001. Effect and risk assessment of linear alkylbenzene sulfonates in agricultural soil. 2. Effect on soil microbiology as influenced by sewage sludge and incubation time. (*Environ Toxic. Chem.*), 20, 1664-1672.
- Halden, R. U., S. M. Tepp, B. G. Halden and D. F. Dwyer. 1999. Degradation of 3-Phenoxybenzoic Acid in Soil by *Pseudomonas pseudoalcaligenes* POB310 (pPOB) and Two Modified *Pseudomonas* Strains. *Appl.*

- Environ. Microbiol. 65(8): 3354-3359.
- Isnansetyo A. dan Kurniastuty 1995. Teknik Kultur Phytoplankton Zooplankton. Pakan Alam untuk pembenihan organism laut. Kanisius. Yogyakarta.
- Kristiansen, I.B., H. de Jonge, P. Nørnberg, O. Mather-Christensen, and L. Elsgaard. 2003. Sorption of linear alkylbenzene sulfonate to soil components and effects on microbial iron reduction. Environ-mental Toxicology and Chemistry. 22 (6) :1221–1228.
- Moreno-Caselles, J., P. Daniel, D. Moral, M. Perez-Murcia, E.A. Perez, C. Paredes, V. Leon. 2006. Effects of Linear Alkylbenzene Sulfonates (LAS) in Sewage Sludge-Amended Soils on Nutrient Contents of Broccoli Plants, Poster Paper, Communications in Soil Science and Plant Analysis. 37. 2605-2614. ISSN 0010-3624.
- Nielsen, K.B., K.K. Brandt, A. Jacobsen, G.K. Mortensen, and J. Sørensen. 2004. Influence of soil moisture on linear alkylbenzene sulfonate-induced toxicity in ammonia-oxidizing bacteria. Environ.Toxicol.& Chem. 23(2): 363–370.
- Sanchez-Peinado M, J.G. Lopez, B. Rodelas, V. Galera, C. Pozo, and M.V. Martinez Toledo. 2008. Effect of Linear Alkylbenzene Sulfonates on the Growth of aerobic heterotrophic cultivable bacteria isolated from an agricultural soil. Ecotoxicology. 17 (6): 549–557.
- Suharjono, L. Sembiring, J. Subagja, T. Ardyati, dan L. Lisdiana. 2007a. Sistematik Numerik Strain-Strain Anggota Genus *Pseudomonas* Pendegradasi Alkil-benzene Sulfonat Linier Berdasarkan sifat Fenotip dan Protein Finger-printing. Biota 12(1): 47-54.
- Suharjono, J. Subagja, L. Sembiring, C. Retnaningdyah, I.K.J.W. Putra. 2007b. Pengaruh konsentrasi Nitrogen dan Fosfor terhadap potensi *Pseudomonas* Pendegradasi Alkilbenzene Sulfonat Linier (LAS). Berk. Penel. Hayati. 12:107-113.
- Suharjono. 2008. Keanekaragaman dan Potensi *Pseudomonas* Strain Indigenous Pendegradasi Surfaktan Anionik di Ekosistem Sungai Tercemar Deterjen. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Disertasi.
- Vidali, M. 2001. Bioremediation. An Overview. Pure Appl. Chem. 73(7): 1163-1172.