

**KERAGAMAN BAKTERI RIZOSFIR PADA FITOREMEDIASI
Typha angustifolia YANG DIBERI LIMBAH CAIR KELAPA
SAWIT SEBAGAI SUMBER BELAJAR DALAM
MENDESKRIPSIKAN BAKTERI BAGI SISWA SMA**

Chandra Argha Dinata¹, Zulfarina², Suwondo²

xyx_xyx@gmail.com/085363424343

**Program Studi Pendidikan Biologi Jurusan PMIPA
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Riau**

ABSTRACT

This research aims to determine the bacterial diversity in phytoremediation *T. angustifolia* rhizosphere were given palm oil wastewater and carried out from July to December 2012. Constructed Treatment Wetland (CTW) model of Free Water Surface (FWS) type was used to investigation, which is a class of horizontal wetlands where the water flows over the land surface of the inlet to the outlet. The device consisted of 4 basin connected by pipe and in series. Furthermore, palm oil wastewater flow into each basin containing the plant *T. angustifolia*, in the following order: (A) Palm oil wastewater pass basin 1, (B) Palm oil wastewater pass basin 2 (C) Palm oil wastewater pass basin 3 (D) Palm oil wastewater pass basin 4. The parameter studies that measured the total number of bacteria rhizosphere, the number of bacteria *Actinomycetes*, *Azospirillum*, and *Nitrosomonas*. Analysis of the initial number of bacteria in phytoremediation *T. angustifolia* rhizosphere were given palm oil wastewater was found $2,73 \times 10^5$ bacterial CFU/mL. There was an increase after exposure palm oil wastewater on the total number of bacteria rhizosphere an average of $2,12 \times 10^9$ CFU/mL, the *Actinomycetes* $1,53 \times 10^8$ CFU/mL and *Azospirillum* $5,88 \times 10^6$ CFU/mL. While the number of *Nitrosomonas* group found in very small amounts of less than 9 MPN/mL. The results used as a source of learning as student worksheets, particularly an understanding of describing bacteria for high school students.

Keywords: Rhizosphere of Bacteria, Phytoremediation, *Typha angustifolia*

¹ Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau

² Dosen Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau

PENDAHULUAN

Kandungan bahan organik dalam limbah cair kelapa sawit sangat tinggi dengan angka perbandingan BOD dan COD cukup besar menunjukkan bahwa air limbah kelapa sawit tidak mengandung komponen-komponen organik yang sukar didegradasi (Chin, *et al dalam* Azwir, 2006). Oleh sebab itu limbah cair yang dihasilkan PKS tidak langsung diolah akan mengakibatkan terjadinya proses pembusukan di badan air penerima. Proses pembusukan mengakibatkan berkurangnya kadar oksigen terlarut dalam air, sehingga akan mengganggu kehidupan biota air.

Fitoremediasi menggunakan tanaman *Typha angustifolia* merupakan salah satu teknik pengolahan limbah cair kelapa sawit. Kemampuan tanaman *T. angustifolia* dalam menyerap polutan organik maupun anorganik dapat dimanfaatkan dengan menggunakan sistem lahan basah buatan.

Keberhasilan proses fitoremediasi ditentukan oleh keberadaan bakteri. Degradasi senyawa kimia oleh bakteri di lingkungan merupakan proses penting untuk mengurangi kadar bahan pencemar di lingkungan.. Proses degradasi oleh bakteri melalui suatu seri reaksi kimia yang kompleks dalam berbagai proses oksidasi (Munir, 2006).

Aktivitas bakteri rizosfir berlangsung secara dinamis di sekitar sistem perakaran tanaman. Ini disebabkan oleh adanya molekul organik yang dikeluarkan oleh tanaman seperti gula dan asam organik dimanfaatkan oleh bakteri rizosfir. Di sisi lain bakteri merupakan komponen penting dalam menjaga kesehatan tanaman dan penyedia unsur nitrogen yang diperlukan oleh tanaman (Munir, 2006).

Teknik fitoremediasi dengan menggunakan *T. angustifolia* dalam menurunkan beban pencemar limbah cair kelapa sawit dapat dijadikan sebagai sumber belajar pada siswa di Sekolah Menengah Atas (SMA) berdasarkan kurikulum KTSP di SMA terdapat kompetensi dasar yaitu Mendeskripsikan ciri-ciri Archaeobacteria dan Eubacteria serta peranannya bagi kehidupan, yang harus dikuasai oleh siswa.

Dalam pemanfaatan sebagai sumber belajar, guru dapat menggunakan model pembelajaran DI (*Direct Instruction*) atau pembelajaran langsung. Guru dapat menunjukkan bagaimana suatu permasalahan dapat didekati, bagaimana informasi dianalisis dan bagaimana suatu pengetahuan dihasilkan. Selain itu dalam model pembelajaran DI, guru mengendalikan isi materi dan urutan informasi yang diterima oleh siswa sehingga dapat mempertahankan fokus mengenai apa yang harus dicapai oleh siswa. Siswa mendapat kesempatan untuk aktif bekerja secara langsung dalam pengamatan informasi tentang bakteri yang diperoleh dari hasil penelitian, sehingga siswa akan mendapatkan pengalaman langsung dalam bekerja. Mereka juga akan menemukan pengertian dan pemahaman dari pekerjaan itu, mengenai kebaikan ataupun kekurangannya, maka bila ada kesulitan ia bisa mencari jalan keluar untuk mengatasinya (Roestiyah *dalam* Jasri, 2011).

Dengan demikian kajian bakteri rizosfir menjadi sangat penting untuk melihat keragaan secara menyeluruh. Berdasarkan hal di atas maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai keragaman bakteri rizosfir pada fitoremediasi *T. angustifolia* yang diberi limbah cair kelapa sawit sebagai sumber belajar dalam mendeskripsikan bakteri bagi siswa SMA.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Alam dan Laboratorium Program Studi Pendidikan Biologi FKIP Universitas Riau, mulai bulan Juli sampai Desember 2012.

Penelitian menggunakan model *Constructed Treatment Wetland* (CTW) tipe *Free Water Surface* (FWS). CTW tipe FWS ini merupakan golongan lahan basah buatan horizontal yang airnya mengalir di atas permukaan tanah dari *inlet* ke *outlet*. Perangkat penelitian terdiri dari 4 bak yang dihubungkan dengan pipa dan disusun seri. Selanjutnya limbah cair PKS dialirkan pada setiap bak yang berisi tanaman *T. angustifolia*, dengan urutan sebagai berikut: (A) limbah cair PKS melewati bak 1, (B) limbah cair PKS melewati bak 2, (C) limbah cair PKS melewati bak 3 dan (D) limbah cair PKS melewati bak 4.

Parameter penelitian adalah Parameter penelitian adalah jumlah total bakteri rizosfir menggunakan *Total Plate Count* (TPC), Jumlah bakteri *Actinomycetes*, *Azospirillum* dan *Nitrosomonas*. Data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel, untuk isolasi bakteri dianalisa secara deskriptif berdasarkan pengamatan makroskopis. Integrasi hasil penelitian sebagai sumber belajar dilakukan dengan analisis instruksional (KTSP tingkat SMA).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Total Bakteri

Hasil pengamatan bakteri rizosfir pada fitoremediasi CTW *T. angustifolia* yang diberi limbah cair kelapa sawit menunjukkan adanya keragaman dalam tiap bak yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah Bakteri Rizosfir *T. angustifolia* pada CTW Limbah Cair Kelapa Sawit

Parameter	Unit	Awal	A	B	C	D
Total Bakteri	CFU/mL	$2,73 \times 10^5$	$2,11 \times 10^9$	$4,06 \times 10^8$	$2,82 \times 10^9$	$3,16 \times 10^9$
<i>Actinomycetes</i>	CFU/mL		$2,66 \times 10^8$	$1,83 \times 10^8$	$9,5 \times 10^7$	$6,6 \times 10^7$
<i>Azospirillum</i>	CFU/mL		$6,62 \times 10^6$	$4,02 \times 10^6$	$5,95 \times 10^6$	$6,62 \times 10^6$
<i>Nitrosomonas</i>	MPN/mL		9	4	4	0

Pada rizosfir sistem CTW ditemukan lebih dari 10^6 CFU/mL. Dengan demikian lingkungan rizosfir pada CTW tergolong baik. Semakin tinggi jumlah bakteri rizosfir yang ditemukan menunjukkan bahwa ekologi di sekitar perakaran sangat baik. Sebaliknya jika jumlah bakteri yang ditemukan rendah, biasanya mencirikan kurang menguntungkan baik bagi tanaman maupun bakteri tersebut.

Berdasarkan Tabel 1 terjadi peningkatan jumlah total bakteri pada masing-masing bak dibandingkan dengan pengamatan awal yaitu $2,73 \times 10^5$ CFU/mL. Jumlah bakteri yang paling banyak terdapat pada bak 4 yaitu $3,16 \times 10^9$ CFU/mL, selanjutnya $2,82 \times 10^9$ CFU/mL pada bak 3, kemudian $2,11 \times 10^9$ CFU/mL pada bak 1 dan jumlah terkecil terdapat pada bak 2 yaitu $4,06 \times 10^8$ CFU/mL. Hal ini disebabkan oleh kemampuan adaptasi bakteri yang tinggi dalam memanfaatkan bahan organik pada limbah cair PKS. Semakin lama waktu pendedahan maka semakin baik untuk pertumbuhan bakteri. Jika kondisi lingkungan mendukung untuk pembentukan sel baru maka pertumbuhan akan berjalan dengan optimal (Apriadi, 2008).

Berdasarkan hasil pengamatan bakteri *Actinomycetes* pada rizosfir tanaman *T. angustifolia* pada CTW limbah cair kelapa sawit, ditemukan adanya perbedaan jumlah pada tiap bak. Jumlah *Actinomycetes* paling banyak adalah $2,66 \times 10^8$ CFU/mL pada bak 1, kemudian dilanjutkan dengan $1,83 \times 10^8$ CFU/mL pada bak 2, $9,5 \times 10^7$ CFU/mL pada bak 3 dan yang memiliki jumlah terkecil yaitu $6,6 \times 10^7$ CFU/mL pada bak 4.

Perbedaan jumlah bakteri dipengaruhi oleh bahan organik pada limbah cair PKS. Kandungan bahan organik yang lebih tinggi terdapat pada bak 1, serta semakin menurun pada bak berikutnya. Menurut Apriadi (2008) jumlah bahan organik berpengaruh terhadap jumlah koloni bakteri. Semakin lama pendedahan limbah cair PKS maka semakin sedikit bakteri *Actinomycetes* ditemukan. Hal ini berkaitan dengan jumlah bahan organik yang semakin lama semakin berkurang. *Actinomycetes* hidup sebagai saprofit dan aktif mendekomposisi bahan organik, sehingga dapat meningkatkan kesuburan tanah (Nonomura dalam Kanti, 2004).

Tabel 2. Morfologi Makroskopis pengamatan *Actinomycetes*

No	Morfologi Makroskopis	Jenis <i>Actinomycetes</i>				
		Jenis 1	Jenis 2	Jenis 3	Jenis 4	Jenis 5
1	Ukuran	Kecil	Sedang	Kecil	Kecil	Sedang
2	Bentuk Koloni	Circular	Irregular	Circular	Circular	Irregular
3	Tepian	Undulate	Lobate	Entire	Entire	Lobate
4	Elevasi	Umbonate	Raised	Convex	Umbonate	Raised
5	Karakteristik Optik	Translucent (putih)	Translucent (putih)	Translucent (putih)	Translucent (kuning)	Opaque (putih)
6	Bentuk Permukaan	Berkerut	Kasar	Halus mengkilap	Berkerut	Kering seperti bubuk

Dari Tabel 2 dapat dilihat jenis *Actinomycetes* yang ditemukan pada rizosfir ada 5 jenis berdasarkan karakteristik morfologi makroskopisnya. Jenis yang paling dominan dan merupakan ciri koloni *Streptomyetaceae* yaitu kering dan kecil, koloninya tunggal seperti liken, kulit atau butiran, pada awalnya permukaan koloni halus namun kemudian membentuk tununan miselium udara yang tampak seperti butiran, bubuk, atau beludru. Jenis ini memiliki jumlah yang terbanyak diantara jenis yang lainnya. Nurkanto dalam Ambarwati (2012) berhasil membuktikan bahwa genus yang paling dominan dalam tanah adalah *Streptomyetaceae*, yaitu sebanyak 86%. Sedangkan famili *Mycobacteriaceae* memiliki karakteristik makroskopis yang berukuran kecil, sirkular, berkerut dan berwarna kuning. (Rao dalam Ambarwati, 2012).

Pada Tabel 1, bak yang memiliki jumlah *Azospirillum* paling banyak adalah pada bak ke 4 yaitu $6,92 \times 10^6$ CFU/mL, kemudian disusul $6,62 \times 10^6$ CFU/mL pada bak 1, $5,95 \times 10^6$ CFU/mL pada bak 3 dan yang memiliki jumlah terkecil pada bak 2 yaitu $4,02 \times 10^6$ CFU/mL. Ini dapat disebabkan oleh ketersediaan makanan bakteri *Azospirillum* yaitu senyawa malat dan karbohidrat pada tanah. Menurut Hastuti dan Gunarto (1993), bakteri ini berfungsi sebagai pengikat N_2 bebas yang mempunyai pengaruh terhadap sifat fisik dan kimia tanah sehingga mampu meningkatkan kesuburan tanah. Berdasarkan hasil pengujian kadar N pada tiap bak menunjukkan bahwa jumlah keberadaan bakteri

Azospirillum berbanding lurus dengan jumlah ketersediaan unsur N pada tiap bak. Pada bak 4 kadar N mencapai 0,29%, sedangkan pada bak 1 kadar N mencapai 0,12%. Dapat dikatakan bahwa jumlah keberadaan populasi bakteri ini mempengaruhi kadar N pada tanah.

Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa bakteri *Nitrosomonas* lebih banyak ditemukan pada bak 1 yaitu 9 MPN/mL, kemudian dilanjutkan dengan bak 2 dan 3 memiliki jumlah yang sama yaitu 4 MPN/mL dan tidak ditemukan pada bak 4. Ini dapat disebabkan karena ketersediaan amonium pada bak 1 memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan bak yang lainnya. *Nitrosomonas* merupakan mikroba pengoksidasi amonium menjadi nitrit yang juga disebut nitritasi, sebagai reaksi tahap pertama dari proses nitrifikasi. Keberadaan bakteri ini dipengaruhi oleh ketersediaan amonium dan aerasi tanah. Oleh karena itu bakteri ini sangat sedikit jumlahnya pada tanaman *T. angustifolia* yang habitatnya memerlukan genangan air.

Keberadaan populasi bakteri nitrifikasi di dalam tanah sering dipakai sebagai indikator penting dalam menilai kualitas atau kesehatan tanah karena jumlah jenisnya yang terbatas (Roper dalam Saraswati, 2007).

Pemanfaatan Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar

Hasil penelitian ini digunakan untuk memberi informasi kepada peserta didik dengan memperluas konsep pembelajaran tentang bakteri. Konsep dan data disampaikan kepada peserta didik sehingga dapat meningkatkan pemahaman siswa terhadap materi pelajaran. Pemanfaatan hasil penelitian ini sebagai sumber belajar dalam kegiatan praktikum yang hasilnya berupa silabus, RPP dan LKS yang dapat membantu dalam pemahaman siswa tentang konsep-konsep ilmu mikrobiologi khususnya bakteri rizosfir dalam Standar Kompetensi : 2. Memahami prinsip-prinsip pengelompokan makhluk hidup dan Kompetensi Dasar : 2.2 Mendeskripsikan ciri-ciri Archaeobacteria dan Eubacteria dan peranannya dalam kehidupan. Hasil penelitian akan dikemas sebagai sumber belajar (*learning resources by design*) dalam bentuk fakta yang disusun berupa media gambar maupun Lembar Tugas Siswa (LKS).

Keragaman bakteri rizosfir dapat menunjang kebutuhan implementasi kurikulum KTSP dalam mata pelajaran biologi di SMA. RPP dirancang menggunakan model DI akan sangat membantu siswa dalam memahami materi kajian dalam mendeskripsikan bakteri pada siswa SMA. Guru dapat memberikan alternatif pendekatan, analisis informasi serta bagaimana suatu pengetahuan dapat dihasilkan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data terhadap keragaman bakteri rizosfir pada fitoremediasi *T. angustifolia* yang diberi limbah cair kelapa sawit dapat disimpulkan antarlain :

1. Analisis jumlah awal bakteri pada fitoremediasi *T. angustifolia* yang diberi limbah cair kelapa sawit ditemukan $2,73 \times 10^5$ CFU/mL. Terjadi peningkatan setelah pendedahan limbah cair kelapa sawit pada jumlah total bakteri rizosfir yaitu rata-rata sebanyak $2,12 \times 10^9$ CFU/mL, kelompok *Actinomycetes* $1,53 \times 10^8$ CFU/mL dan *Azospirillum* $5,88 \times 10^6$ CFU/mL.

Sedangkan jumlah kelompok *Nitrosomonas* yang ditemukan dalam jumlah yang sangat sedikit yaitu kurang dari 9 MPN/mL.

2. Hasil penelitian ini dimanfaatkan sebagai sumber belajar dalam bentuk LKS, khususnya pemahaman tentang mendeskripsikan bakteri pada siswa SMA.

SARAN

Penelitian ini diharapkan dapat dilanjutkan untuk melihat keragaman bakteri lainnya pada fitoremediasi *T. angustifolia* yang diberi limbah cair kelapa sawit.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ibu Ir. Zulfarina, M.Si dan DR. Suwondo, M.Si selaku pembimbing yang banyak sekali memberikan bimbingan dan kontribusi dalam penyelesaian penelitian ini. Terima kasih disampaikan juga kepada Suci Febriani, Leni Fitria dan Dewi Warniaty, selaku teman satu tim yang telah saling membantu dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambarwati. 2012. *Keanekaragaman Streptomyces Yang Berasosiasi Dengan Rizosfer Jagung (Zea mays)*. UMS. Surakarta.
- Apriadi, Tri. 2008. *Kombinasi Bakteri dan Tumbuhan Air sebagai Bioremediator dalam Mereduksi Kandungan Bahan Organik Limbah Kantin*. IPB. Bogor. Skripsi
- Azwir. 2006. *Analisa Pencemaran Air Sungai Tapung Kiri oleh Limbah Industri Kelapa Sawit PT. Pempu Masterindo di Kabupaten Kampar*. Universitas Diponegoro, Semarang. Tesis.
- Capuccino, G.J. And Sherman, N. 1996. *Microbiology A Laboratory Manual Fourth Edition*. New York. The Benjamin/Cumming Publishing Company.
- Hastuti, R.D., dan L. Gunarto. 1993. Interaksi pemberian N dan inokulasi *Azospirillum* terhadap pertumbuhan tanaman jagung. *Risalah Hasil Penelitian Tanaman Pangan 3 : 16- 19*.
- Jasri. 2011. *Pembelajaran Direct Instruction*. UIR. Pekanbaru. Skripsi.
- Kanti, Atit. 2004. *Actinomycetes Selulolitik dari Tanah Hutan Taman Nasional Bukit Duabelas, Jambi*. LIPI. Bogor
- Munir, Erman. 2006. *Pemanfaatan Mikroba Dalam Bioremediasi: Suatu Teknologi Alternatif Untuk Lingkungan*. Universitas Sumatra Utara. Medan
- Mustika, R. Rodesia., Marta, L. Tetty., Martina, Atria dan Haloho, L. 2012. Isolasi dan Aktivitas Antimikroba Aktinomisetes Asal Tanah Rizosfer Cagar Biosfer Giam Siak Kecil-Bukit Batu Riau. *Prosiding Semirata BKS-PTN B MIPA 2012-biologi : 339-343*.
- Saraswati, Rasti., Husen, Edi., dan Simanungkalit. 2007. *Metode Analisis Biologi Tanah*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. Bogor.
- Supradata. 2005. *Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias Cyperus alternifolius L. dalam sistem lahan basah buatan aliran*

*permukaan (SSF-Wetlands). Ilmu Lingkungan Universitas Diponegoro.
Tesis.*