

**EFEKTIVITAS FITOREMEDIASI LIMBAH CAIR PABRIK KELAPA SAWIT  
DENGAN MENGGUNAKAN TANAMAN *Typha angustifolia*  
TERHADAP KOMPOSISI DAN DIVERSITAS  
MIKRO ARTHROPODA TANAH  
SEBAGAI SUMBER BELAJAR**

**Dewi Warniaty<sup>1</sup>, Suwondo<sup>2</sup> dan Zulfarina<sup>2</sup>**

**dedewsyahreza14@gmail.com/+6283186645559**

**<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Pendidikan Biologi Universitas Riau**

**<sup>2</sup>Dosen Pendidikan Biologi Universitas Riau**

**Abstract**

This research is intended to find out the composition and diversity of Soil Micro Arthropods toward the phytoremediation of palm factory wastewater by used *Typha angustifolia* plant and the used of research finding as a learning source. This research was conducted in Laboratory Biology Education Riau University from July to December 2012. The model of this research is *Constructed Treatment Wetland (CTW)* in type of *Free Water Surface (FWS)*, forward palm factory wastewater discharged in each basin. The measured parameters are composition and diversity of soil Micro Arthropods and the soil physical and chemical factors including organic contents, pH and soil temperature. The research finding was analyzed descriptively as a learning source in subject of biodiversity. The research finding shows that there is improvement of the composition and diversity of soil Mikro Arthropods on the phytoremediation of wastewater. The research finding can be used as a teaching material in students exercise.

**Keywords :** Phytoremediation, composition, soil Micro Arthropods diversity, *Typha angustifolia*, learning source

**Pendahuluan**

Provinsi Riau merupakan salah satu daerah penghasil kelapa sawit, dengan luas areal mencapai 1.302.000 ha, produksi sebesar 2.722.000 ton (Sachiho, 2008). Semakin berkembangnya perkebunan kelapa sawit maka permintaan terhadap *Crude Palm Oil (CPO)* akan semakin tinggi. Limbah cair yang dihasilkan PKS termasuk kategori limbah berat dengan nilai *Biochemical Oxygen Demand (BOD)* mencapai 20.000-60.000 mg/l dan nilai *Chemical Oxygen Demand (COD)* mencapai 40.000-120.000 mg/l. Kadar air 95%, padatan terlarut/tersuspensi 4,5%, serta sisa minyak dan lemak emulsi 0,5 -1% (BAPEDAL, 2002). Oleh karena itu, limbah tersebut harus melewati proses pengolahan terlebih dahulu. Fitoremediasi adalah proses pemanfaatan tanaman yang dapat menurunkan kadar polutan (Klumpp *et al.*, dalam Cunningham, 2005).

Mikro Arthropoda tanah adalah kelompok Arthropoda yang berukuran kecil (0 -10 mm) yang berada di dalam tanah dan berperan sebagai dekomposer (pengurai) (Kunu, 2009). Keberadaan Mikro Arthropoda tanah pada suatu habitat tergantung pada kondisi lingkungan (Suin, 1997). Sumber makanan berupa bahan organik merupakan salah satu kondisi yang mempengaruhi keberadaan Mikro Arthropoda tanah, karena Mikro Arthropoda tanah menyukai

habitat yang mengandung bahan organik yang tinggi menurut Suin *dalam* Suwondo (2002). Mikro Arthropoda tanah merupakan kelompok organisme yang mempunyai kemampuan adaptasi pada kondisi tanah yang masam (Suwondo, 2002). Selanjutnya, Simomora (2011) menyatakan bahwa limbah cair PKS mempengaruhi diversitas Arthropoda, karena ditemukan diversitas Arthropoda yang lebih tinggi di area kebun yang dialiri limbah cair PKS daripada area kebun yang tidak dialiri limbah cair PKS. Diversitas Mikro Arthropoda tanah yang akan ditemukan pada penelitian ini dapat dijadikan media pembelajaran biologi pada topik keanekaragaman hayati khususnya tentang keanekaragaman jenis berupa dokumentasi dan data hasil penelitian.

### Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai Desember 2012 menggunakan model *Constructed Treatment Wetland* (CTW) tipe *Free Water Surface Treatment Wetlands* (FWS). CTW tipe FWS ini merupakan golongan lahan basah buatan horizontal yang airnya mengalir diatas permukaan tanah dari inlet ke outlet (EPA, 1999). Perangkat penelitian terdiri dari 4 bak yang dihubungkan dengan pipa dan disusun seri. Selanjutnya, Limbah Cair PKS pada setiap bak yang berisi tanaman *Typha angustifolia*. Metode pengambilan Mikro Arthropoda tanah dilakukan dengan menggunakan alat ekstraksi corong Barless-Tullgren yang dimodifikasi selama 4 hari dan metode *hands sorting* (Suin, 1997). Mikro Arthropoda tanah yang ditemukan pada *hands sorting* diidentifikasi dengan menggunakan acuan Dindal (1990). Parameter yang diukur pada penelitian ini antara lain faktor fisika kimia yang meliputi suhu tanah, pH tanah, kandungan bahan organik tanah dan faktor biologi meliputi komposisi dan keanekaragaman Mikro Arthropoda tanah. Penentuan komposisi spesies Mikro Arthropoda tanah dilakukan dengan menghitung cacah spesies dan cacah individu masing-masing spesies, total individu, spesies dan penyusunan daftar spesies. Keanekaragaman Mikro Arthropoda tanah dihitung dengan Indeks Keanekaragaman Jenis dari ShannonWiener (Odum, 1993).

### Hasil dan Pembahasan

Dari hasil penelitian ditemukan, komposisi Mikro Arthropoda tanah pada fitoremediasi limbah cair PKS selama pengamatan 28 hari seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Jenis Mikro Arthropoda tanah setiap bak pada 28 hari setelah pengaliran limbah cair PKS.

No.	Ordo/Spesies	Bak				Jumlah Individu
		A	B	C	D	
<b>Diptera</b>						
1	<i>Pericoma sp</i>	51	38	19	27	135
2	<i>Pneumia mutual</i>	1	0	0	0	1
3	<i>Culcoides furens</i>	1	0	2	0	3
<b>Coleoptera</b>						
4	<i>Psephenus herricki</i>	3	2	2	3	10
<b>Araneida</b>						
5	<i>Oecobius cellariorum</i>	0	0	0	1	1
6	<i>Sitalcina California</i>	5	3	1	0	9
Jumlah Spesies		5	3	4	3	
Jumlah Individu		61	43	24	31	159

Keterangan:

A=Limbah melewati bak ke-1 C=Limbah melewati bak ke-3

B=Limbah melewati bak ke-2 D=Limbah melewati bak ke-4

Komposisi Mikro Arthropoda tanah yang paling banyak ditemukan pada bak A dengan total individu 61, sedangkan yang paling sedikit ditemukan pada bak C dengan total individu 24. Adanya perbedaan dari komposisi tersebut disebabkan oleh perbedaan kandungan bahan organik (Tabel 4). Kandungan bahan organik pada bak 1 lebih tinggi, sehingga jumlah dari Mikro Arthropoda tanah yang ditemukan lebih banyak. Sedangkan, pada bak C yang kandungan bahan organiknya lebih tinggi dari bak D dijumpai total individu paling sedikit, hal terjadi disebabkan derajat keasaman (pH) (Tabel 4) lebih tinggi dibandingkan dengan bak D, sehingga hewan yang dijumpai lebih sedikit. Nilai pH tersebut sangat mempengaruhi kehidupan Mikro Arthropoda tanah, sekaligus sebagai faktor pembatas bagi pertumbuhan dan perkembangannya (Suwondo, 2002). Untuk komposisi jenis Mikro Arthropoda tanah pada pengamatan 56 hari dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Jenis Mikro Arthropoda tanah setiap bak pada 56 hari setelah pengaliran limbah cair kelapa sawit.

No.	Ordo/Spesies	Bak				Jumlah Individu
		A	B	C	D	
	<b>Diptera</b>					
1	<i>Pericoma sp</i>	12	11	7	3	33
2	<i>Culicoides furens</i>	4	5	4	4	17
3	<i>Chironomus sp</i>	3	3	2	1	9
4	<i>Culex sp</i>	5	2	2	1	10
	<b>Araneida</b>					
5	<i>Sitalcina California</i>	3	2	2	1	8
	<b>Pseudoscorpiones</b>					
6	<i>Pseudoscorpion sp</i>	1	0	0	0	1
	<b>Colembolla</b>					
7	<i>Sinella sp</i>	2	1	0	0	3
	<b>Coleoptera</b>					
8	<i>Melanophthalma Americana</i>	5	3	3	2	13
9	<i>Psephenus herricki</i>	4	3	2	1	10
	Jumlah Spesies	9	8	6	6	
	Jumlah Individu	39	30	22	13	104

Keterangan:

A=Limbah melewati bak ke-1      C=Limbah melewati bak ke-3  
 B=Limbah melewati bak ke-2      D=Limbah melewati bak ke-4

Pada Tabel 2. terlihat bahwa selama pengamatan 56 hari Jumlah Mikro Arthropoda tanah yang paling banyak ditemukan pada bak A dengan jumlah 39 individu dan yang paling rendah pada bak B dengan 13 jumlah individu. Perbedaan jumlah tersebut di pengaruhi kandungan bahan organik yang terkandung dalam tanah. Mikro Arthropoda tanah yang mengalami peningkatan berasal dari ordo Diptera, Araneida dan Colembolla, dimana Diptera yang ditemukan berada pada stadium larva dari famili Chironomidae. Larva ini berwarna merah, karena terdapat haemoglobin didalam darah dan menjadikan zat yang membusuk serta kaya akan zat organik sebagai sumber makanan (Boror *et.al*, 1992). Pada pengamatan 84 hari, komposisi jenis Mikro Arthropoda tanah mengalami peningkatan dari jumlah spesies tetapi tidak dengan total individu dari seluruh spesies (Tabel 3).

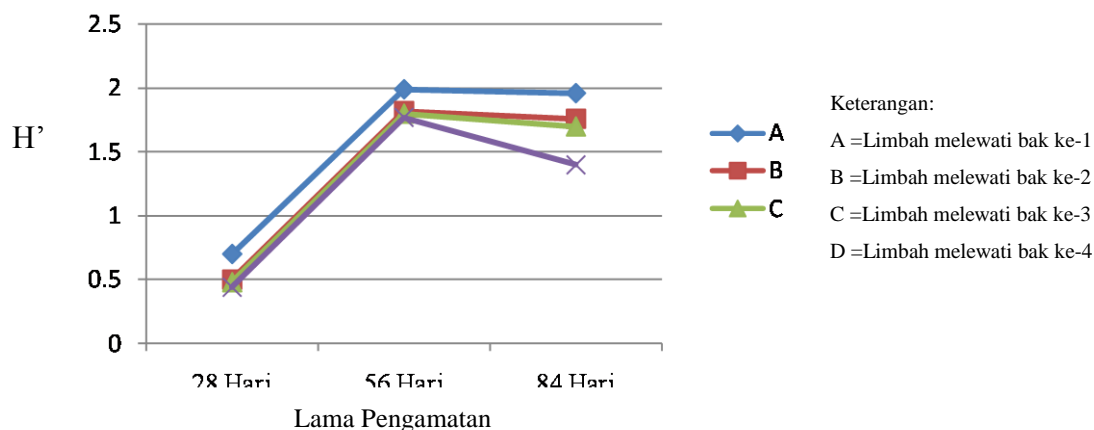
Tabel 3. Komposisi Jenis Mikro Arthropoda tanah setiap bak pada 84 hari setelah pengaliran limbah cair kelapa sawit.

No.	Ordo/Spesies	Bak				Jumlah Individu
		A	B	C	D	
<b>Diptera</b>						
1	<i>Culicoides furens</i>	2	1	2	1	6
2	<i>Chironomus sp</i>	1	0	3	0	4
3	<i>Pericoma sp</i>	17	13	6	9	45
4	<i>Pneumia mutual</i>	5	1	1	0	7
5	<i>Culex sp</i>	2	5	2	2	11
<b>Colembolla</b>						
6	<i>Sinella sp</i>	3	1	1	0	5
7	<i>Isotomurus sp</i>	3	2	0	0	5
8	<i>Tomocerus sp</i>	1	0	0	1	2
<b>Coleoptera</b>						
9	<i>Melanophthalma Americana</i>	5	1	2	1	9
10	<i>Psephenus herricki</i>	2	1	0	0	3
<b>Araneida</b>						
11	<i>Sitalcina California</i>	1	0	1	3	5
<b>Acarina</b>						
12	<i>Pergamasus crassipes</i>	0	1	1	0	2
Jumlah Spesies		11	9	9	6	
Jumlah Individu		42	26	19	17	104

Keterangan:

A=Limbah melewati bak ke-1      C=Limbah melewati bak ke-3  
B=Limbah melewati bak ke-2      D=Limbah melewati bak ke-4

Mikro Arthropoda tanah yang ditemukan pada pengamatan 84 hari terdiri dari 5 ordo, 12 spesies dengan 104 total individu dari seluruh spesies. Jumlah individu yang paling tinggi terdapat pada bak A dan paling rendah terdapat pada bak D, hal ini berbanding lurus dengan kandungan organik pada setiap bak. Menurut Sugiyarto (2000) mengemukakan bahwa bahan organik berperan sebagai sumber energi bagi kebanyakan biota tanah sehingga semakin banyak dan beragam bahan organik yang tersedia, maka semakin banyak dan beragam pula biota tanahnya. Efektivitas fitoremediasi dengan menggunakan tanaman *Typha angustifolia* berpengaruh terhadap diversitas Mikro Arthropoda tanah, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Diversitas Mikro Arthropoda tanah

Diversitas pada setiap bak menunjukkan perbedaan dimana berkisar 0,44 – 0,70 selama pengamatan 28 hari, hal ini menunjukkan bahwa nilai indeks diversitas pada setiap bak rendah (Gambar 1). Hal ini menunjukkan bahwa lingkungan pada setiap bak masih mampu mendukung berbagai jenis kehidupan hewan tanah, sehingga tidak terjadi persaingan dan kondisi ekstrim yang menimbulkan dominansi jenis. Rendahnya diversitas tersebut disebabkan Mikro Arthropoda tanah harus beradaptasi dengan kondisi lingkungan penelitian yang tercemar limbah organik. Pada pengamatan 28 hari terdapat salah satu spesies yang dominan yaitu ordo Diptera. Diptera yang banyak ditemukan merupakan stadium larva dari *Pericoma sp.* Banyaknya larva yang ditemukan, karena larva dari jenis tersebut menjadikan bahan organik yang membusuk sebagai sumber makanan (Boror *et.al.*, 1992).

Pada pengamatan 56 hari indeks diversitas pada setiap bak berkisar 1,77 – 1,99. Indeks diversitas tersebut menunjukkan bahwa nilai diversitas pada setiap bak sedang. Diversitas jenis pada setiap bak tidak jauh berbeda. Indeks diversitas tertinggi terdapat pada bak A (1,99) hal tersebut disebabkan kondisi lingkungan yang semakin membaik karena efektifnya fitoremediasi. Selain itu, pada bak A memiliki kandungan organik yang tinggi daripada bak yang lain (Tabel 4). Menurut Wiyadi (1998) salah satu faktor yang menentukan tinggi rendahnya diversitas jenis hewan tanah adalah kandungan organik tanah.

Dari Gambar 1. terlihat bahwa diversitas pada setiap bak menunjukkan perbedaan dimana berkisar 1,40 – 1,96 selama pengamatan 56 hari. Indeks diversitas tersebut menunjukkan nilai diversitas pada setiap bak sedang. Indeks diversitas tertinggi yaitu pada bak A (1,96) dan terendah ditemukan pada bak D (1,40). Rendahnya diversitas pada bak D disebabkan pada bak ini memiliki kandungan organik yang rendah (Tabel 4). Diversitas Mikro Arthropoda tanah (Gambar 1) menunjukkan adanya peningkatan bila dibandingkan pada pengamatan 28 hari. Peningkatan diversitas Mikro Arthropoda tanah disebabkan meningkatnya jumlah spesies yang ditemukan pada setiap pengamatan. Seperti yang di ungkapkan oleh Wirakusumah (2003) diversitas komunitas ditandai oleh banyaknya jumlah spesies yang membentuk komunitas tersebut, semakin banyak jumlah spesies semakin tinggi diversitasnya. Tetapi pada pengamatan 84 hari diversitas menurun bila dibandingkan pada pengamatan 56 hari, hal ini dapat disebabkan kondisi sumber makanan yang semakin berkurang sedangkan jumlah spesies meningkat.

Faktor fisika kimia mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan Mikro Arthropoda tanah. Pengukuran faktor fisika kimia yang diukur pada fitoremediasi limbah cair kelapa sawit dapat di lihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Faktor fisika kimia tanah pada fitoremediasi limbah cair kelapa sawit dengan menggunakan tanaman *Typha angustifolia*.

No.	Bak (Hari)	Parameter		
		Suhu ( $^{\circ}$ C)	pH	Kandungan bahan organik (%)
1.	28	27,0	7,35	3,00
2.		27,0	7,34	2,30
3.		26,5	7,35	2,10
4.		26,5	7,28	1,13
5.	56	27,0	7,30	2,78
6.		27,0	7,25	2,20
7.		26,5	7,25	1,98
8.		26,5	7,20	1,11
9.	84	27,0	7,20	2,65
10.		27,5	7,20	2,13
11.		27,5	7,20	1,09
12.		27,0	7,10	1,03

Keterangan:

A= Limbah melewati bak ke-1    C = Limbah melewati bak ke- 3

B= Limbah melewati bak ke-2    D = Limbah melewati bak ke- 4

Parameter fisika dan kimia tanah yang diukur mempengaruhi komposisi (Tabel 1- 3) dan diversitas (Gambar 1) Mikro Arthropoda tanah. Menurut Odum (1993) komponen abiotik dapat memberikan gambaran mengenai komponen biotik dari suatu habitat.

Kajian komposisi dan diversitas Mikro Arthropoda tanah pada fitoremediasi limbah cair PKS dengan menggunakan tanaman *Typha angustifolia* dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai media pembelajaran, yang dapat membantu pemahaman siswa tentang keanekaragaman hayati, khususnya tentang keanekaragaman jenis telah berupa dokumentasi dan data penelitian. Hasil penelitian yang telah dianalisis secara deskriptif dikembangkan menjadi perangkat pembelajaran berupa Silabus, RPP dan LKS. Model pembelajaran merupakan kegiatan pembelajaran yang tergambar dari awal sampai akhir kegiatan pembelajaran. Model pembelajaran yang digunakan yaitu DI (*Direct Instruction*). DI dapat membantu siswa dalam mempelajari keterampilan dasar dan memperoleh informasi yang dapat diajarkan (Trianto, 2007). Hasil penelitian ini juga memberikan sumbangan praktis tentang prosedur penelitian desain sederhana teknik pembuatan perangkat Mikro Arthropoda tanah dalam bentuk *Barlese Tullgreen*.

### Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan hasil analisa diversitas Mikro Arthropoda tanah pada fitoremediasi limbah cair kelapa sawit dengan menggunakan tanaman *Typha angustifolia* dapat disimpulkan bahwa :

1. Komposisi Mikro Arthropoda tanah pada pengamatan 28 hari ditemukan 3 ordo dengan total 159 individu, pada pengamatan 56 hari ditemukan 5 ordo dengan total 104 individu dan pada pengamatan 84 hari ditemukan 5 ordo dengan total 104 individu.
2. Diversitas Mikro Arthropoda tanah tergolong rendah pada pengamatan 28 hari (0,44 – 0,70), tergolong sedang pada pengamatata 56 hari (1,77– 1,99) dan 84 hari (1,40 – 1,96).

3. Hasil penelitian dapat dijadikan untuk pengembangan LKS bagi siswa SMA, untuk pemahaman tentang keanekaragaman hayati.
4. Untuk mendapatkan gambaran yang lebih lengkap mengenai Mikro Arthropoda tanah pada fitoremediasi disarankan menggunakan limbah yang berbeda. Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang integrasi hasil penelitian dalam pengembangan perangkat pembelajaran keanekaragaman hayati di tingkat SMA.

### **Ucapan Terima Kasih**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Penelitian Bioteknologi Universitas Riau dan Sumber Dana Insidental yang telah memberikan kesempatan serta biaya sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan dengan baik.

### **Daftar Pustaka**

- BAPEDAL. 2002. *Buku panduan Teknologi Pengendalian Dampak Lingkungan Industri Minyak Kelapa Sawit Di Indonesia.pdf* Diakses tanggal 16 Maret 2012.
- Borrer, D. J., C. A. Triphleton, and N. F. Johnson. 1992. *Pengenalan Pelajaran Serangga* (diterjemahkan oleh P. Soetijono dan D.B. Mukayat). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Cunningham. 2005. *Ecology of Soil*. Red Flow. New York.
- Dindal, D. L. 1990. *Soil Biology Guide*. John Wiley & Sons. New York.
- EPA.1999. *Free Water Surface Wetland For Wastewater Treatment; Technology Assessment*. US environmental Protection Agency. Washington DC.
- Odum, 1993. *Fundamental of Ecology*. W. B. Saunders . Tokyo.
- Kunu, M, F. 2010. *Keragaman dan Kepadatan populasi fauna tanah pada areal pertanaman tebu transgenik PS IPB di kebun penelitian PG Jatiroto Jawa Timur*. Fakultas pertanian IPB. Bogor.
- Sachiho,W., Arai. 2008. *Pembangunan perkebunan kelapa sawit di provinsi Riau.pdf* . University of Tokyo. *Komaba studies in Human Geography.Vol 19 1-6*. Diakses tanggal 20 Maret 2012.
- Simamora, M. L. 2011. *Diversitas Makroarthropoda tanah akibat limbah cair PKS di kebun PTPN III Sei Simalungun*. Skripsi FMIPA. Universitas Sumatra Utara.
- Sugiyarto, Pujo. M, Miati. S. N. 2001. *Hubungan Keragaman Mesofauna Tanah dan Vegetasi Bawah pada Berbagai Jenis Tegakan di Hutan Jobolarangan*. Program Pascasarjana UNIBRAW Malang. Surakarta.
- Suwondo, 2002. *Komposisi dan Diversitas Mikroarthropoda Tanah sebagai Bioindikator Karakteristik Biologi pada Tanah Gambut*.

- [http://www.unri.ac.id/jurnal/jurnal\\_natur/vol4%282%29/suwondo.pdf](http://www.unri.ac.id/jurnal/jurnal_natur/vol4%282%29/suwondo.pdf). Diakses tanggal 18 Maret 2012.
- Trianto, 2007. *Model-model pembelajaran inovatif berorientasi konstruktivis*. Prestasi Pustaka. Jakarta.
- Wirakusumah, S. 2003. *Dasar-dasar Ekologi bagi Populasi dan Komunitas*. UI Press. Jakarta.
- Wiyadi. 1998. *Diversitas Fauna pada Biotop bervegetasi dan tidak Bervegetasi ditanah Gambut Tropis Desa Rimbo Panjang Kec. Tambang*. Skripsi. FKIP Pendidikan Biologi. Pekanbaru.