

**PENGURANGAN BAKTERI E-COLI, COLIFORM DAN HETEROTROPIK  
DALAM AIR BUANGAN DOMESTIK PONDOK PESANTREN  
DENGAN SISTEM LAHAN BASAH (WETLAND)**

Oleh: Tri Suryono dan M. Badjoeri  
*Staf Peneliti Puslitbang Limnologi - LIPI*

### **PENDAHULUAN**

Sistem pengolahan secara alami saat ini banyak dikembangkan karena biaya pengoperasian dan perawatan yang lebih murah, sistem pengolah limbah secara alami di bagi dalam beberapa kategori utama yaitu: sistem tanah dasar (Soil-based systems); sistem lahan basah (wetland systems) yang meliputi aliran permukaan bebas (free water surface), aliran bawah permukaan (submerged flow) dan sistem aliran ke atas (vertical flow systems); sistem perairan (aquatic systems) meliputi kolam dan sistem tanaman air, sistem setempat (on-site systems); dan sistem terbaru yang sedang dikembangkan beberapa tahun terakhir ini yaitu *phytoremediations*.

Tanaman pada wetland memiliki fungsi spesifik dalam sistem pengolahan limbah yaitu sebagai penyaring secara fisik, penstabil pada zona akar, pengisolasi, pertukaran oksigen dan menyerap komponen zat pencemar (Brix, 1997) Comin et. al (1997) menyebutkan karena adanya sistem perakaran pada zona akar dari tanaman yang hidup di wetland maka akan menurunkan terjadinya proses respirasi di dalam kolom air, data menunjukkan bahwa dari 0 sampai 12 % nitrogen anorganik yang terlarut dalam air mengalami proses pemisahan dan penggunaan kembali (cycling) melalui proses denitrifikasi. Sementara untuk tanaman makrophytes yang bersifat emergent (*Phragmites*, *Typha* dan *Scirpus*) mampu menyerap antara 66 sampai 98 % nitrogen anorganik yang terlarut dalam air limbah.

Sistem wetland selain dapat memperbaiki kualitas air menurut Woral et. al. (1997) juga memiliki fungsi tambahan yang lain yaitu sebagai cagar alam yang berpotensi untuk memperbaiki struktur diversitas hewan dan tanaman. Sementara itu menurut Shutes et. al (1997) sistem wetland sangat bagus untuk ditempatkan pada akhir dari proses pengolahn

limbah lain seperti kolam stabilisasi, oil interceptors dan sistem pengolah yang lain. Sedangkan kemampuan dari wetland tergantung pada struktur tanah dan pola pengalirannya.

Newman dan Clausen (1997) mengemukakan kemampuan wetland dalam mengurangi konsentrasi BOD, TSS, nitrogen, posphorus dan bakteri *Fecal Coliform* dari limbah industri susu. Sedangkan menurut Mungur et. al. (1997) dalam percobaan berskala laboratorium menyebutkan bahwa sistem wetland mampu menurunkan kadar logam berat dalam limbah sampai hampir 99 % untuk tembaga, Pb, dan seng.

Menurut Green, Griffin, Seabridge dan Dhobie (1997) meneliti tentang bakteri E. Coli dan total coliform yang dapat disisihkan dari media wetland yang ditumbuhi rumput alang-alang diketahui tergantung pada kondisi musim yaitu pada musim basah persentase penyisihannya menurun, selain itu juga dipengaruhi oleh waktu tinggal dari limbah dalam media. Dari beberapa sampel yang telah diolah dengan sistem wetland konsentrasi E. colinya kurang dari 1000 coloni/100 ml dengan waktu tinggal kurang lebih 24 jam.

House et. al. (1997) menceritakan bahwa kombinasi aliran antara aliran vertikal dengan horisontal dalam pengolahan limbah yang dikeluarkan oleh instansi sekolahan setelah 4 tahun beroperasi sistem wetland mampu memisahkan total nitrogen mencapai 75 % dan amonia rata-rata 98 % sedangkan menurut Kadlec 1997; Kadlec et. al. (1997) dari pengolahan limbah pertanian (kentang) dengan sistem wetland yang menggunakan kombinasi aliran vertikal dan horisontal diperoleh konsentrasi COD dan posphorus yang dipisahkan selalu konstan di atas 90 % sementara penyisihan amonia dan total nitrogen berturut-turut mencapai 93 dan 80 %.

## PERUMUSAN MASALAH

Pondok pesantren merupakan lembaga swadaya masyarakat yang memiliki kegiatan dalam bidang pendidikan dimana proses belajar mengajar berlangsung dari pagi sampai malam hari, guna mendukung dalam aktivitas tersebut tidak sedikit air bersih yang digunakan mulai dari air untuk berwudlu, mencuci, mandi dan memasak, sedangkan pondok pesantren tersebut umumnya memiliki jumlah santri yang tidak sedikit sehingga bisa dihitung besarnya kebutuhan akan air bersih dan jumlah air buangan yang dikeluarkan dari seluruh aktivitas tersebut. Sementara air bersih yang tersedia jumlahnya sangat terbatas seperti daerah Cililin yang terletak di dataran tinggi perbukitan sehingga pemanfaatan air

yang ada diupayakan secara maksimal sebelum air tersebut turun ke dataran yang lebih rendah.

## TUJUAN.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan wetland sebagai pengolah air limbah hasil kegiatan pondok pesantren dalam menurunkan konsentrasi populasi bakteri *Escheria Coli* dan *Coliform* sehingga air buangan tersebut tidak berbahaya untuk keperluan lain seperti mencuci dan menyiram tanaman.

## METODA

Air limbah domestik yang akan diolah adalah limbah yang keluar dari septictank penampung air buangan aktivitas santri pondok pesantren Cililin Bandung. Kolam yang dipakai sebagai wetland dibuat dengan menggali tanah dengan ukuran panjang 4 meter, lebar 2 meter serta kedalaman 0,80 meter (kolam 1), kolam ke dua berukuran panjang 3 meter, lebar 2 meter dan kedalaman 1 meter, kolam 1 dan 2 diisi media koral dan pasir dengan masing-masing ketebalan 20 dan 15 cm. Air yang keluar dari kolam ke dua ini ditampung dalam kolam penampung berukuran panjang 1,5 meter, lebar 2 meter dan kedalaman 1,5 meter. (lihat Gambar 1). Ketiga kolam tersebut disusun seri dengan menggunakan aliran ke atas. Sampel air di ambil pada empat titik pengambilan yaitu di septictang, kolam 1, kolam 2 dan kolam penampung.

Pemeriksaan kualitas air sampel dilakukan pada laboratorium Pengendalian Pencemaran Puslitbang Limnologi-LIPI. Sedangkan parameter yang dianalisa adalah penghitungan populasi bakteri *Escheria Coli* dan *Coliform* dengan metoda "Spread Plate" pada media Endo Agar, secara duplo, dengan pengenceran sampai  $10^6$ . pengamatan dilakukan selama 24 jam setelah penanaman. Selain parameter utama diukur juga parameter fisika-kimia seperti pH, temperatur, oksigen terlarut (DO) turbiditas dan konduktivitas dengan menggunakan WQC merk Horiba U-10.

Hasil analisa data yang diperoleh selanjutnya di uji dengan perhitungan statistik Anova (Uji F) satu arah dengan selang kepercayaan 95% ( $p=0,05$ ). Hasil uji Anova ini digambarkan dalam bentuk grafik *Boxplots* guna mengetahui adanya tingkat perbedaan yang signifikansi (95% *Confidence intervals*) pada masing masing kolam dari wetland yang

didasarkan pada pengelompokkan standart deviasi. Analisis statistik uji-F dilakukan dengan menggunakan software Minitab 11.12.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Hasil Analisa Bakteri *E. Coli*, *Coliform* dan *Heterotropik* dari Contruksi Wetland di Ponpes Cililin adalah sebagai berikut

Data pengambilan tanggal 24 September 2000

Stasiun	Total [sel/ml]	
	<i>E. Coli</i>	<i>Coli form</i>
St 1	2000	60.000
St 2	-	58.000
St 3	-	-
St 4	-	20.000

Dari tabel di atas terlihat bahwa populasi pertumbuhan bakteri baik *E. Coli* maupun *Coliform* masih sedikit hal ini dimungkinkan karena air limbah yang ada belum seluruhnya masuk ke unit pengolah, sedangkan unit pengolahnya sendiri terjadi permasalahan yaitu kebocoran-kebocoran, sehingga pada stasiun ke 3 kering tidak bisa disampling airnya, selain itu aktivitas dilingkungan pondok pesantren tersebut masih sedikit karena bersamaan dengan liburan para santri sehingga hanya beberapa santri saja yang tinggal. Akan tetapi dari hasil analisa tersebut di atas terlihat adanya penurunan populasi pada tiap stasiun kurang lebih 66,67 % (*Coli form*).

Data pengambilan tanggal 19 Oktober 2000 (sore)

Stasiun	<i>E. Coli</i>	<i>Coli form</i>	<i>Heterotropik</i>
St 1	616.000.000	584.800.000	19.600.000
St 2	108.000.000	404.000.000	1.800.000
St 3	5.800.000	260.000.000	800.000
St 4	-	80.000.000	400.000

Data pengambilan tanggal 20 Oktober 2000 (pagi)

Stasiun	<i>E. Coli</i>	<i>Coliform</i>	<i>Heterotropik</i>
St 1	3.600.000	51.400.000	3.400.000
St 2	20.000.000	11.240.000.000	10.400.000
St 3	-	11.800.000	7.600.000
St 4	-	29.800.000	1.260.000

Pada pengambilan sampling air limbah kedua dilakukan setelah dilakukan perbaikan pada unit pengolah dan dilaksanakan penyamplingan pada sore dan pagi hari dimana diperkirakan aktivitas berjalan maksimal dari seluruh santri di pondok pesantren tersebut seperti mandi, mencuci, masak dan lain-lain, sehingga dari tabel diperoleh hasil analisa bahwa populasi jumlah bakteri cukup besar.

Dari pengambilan tanggal 19 Oktober 2000 bakteri *E. Coli* sampai stasiun 3 mampu diturunkan sampai mendekati 98 % dari 616 juta populasi menjadi 5,8 juta populasi, sehingga pada stasiun terakhir (stasiun 4) tidak ditemukan bakteri *E. Coli*. Sedangkan untuk bakteri *Coliform* dan *Heterotropik* berturut-turut sebesar 86,3 % dan 97,9 %.

Pada pengambilan tanggal 20 Oktober 2000 yang dilakukan pagi hari terjadi fluktuasi populasi pada stasiun ke 2 adanya peningkatan populasi setelah itu (stasiun 3) terjadi penurunan kembali, diduga hal ini kemungkinan disebabkan adanya fluktuasi debit yang terjadi yaitu kemungkinan debit pada pagi hari lebih besar sehingga ada semacam penggelontoran yang membawa sejumlah bakteri yang tumbuh di stasiun 2 langsung masuk ke stasiun 3, sedangkan media penyaring (bed) pada stasiun 3 ini belum tumbuh biofilm yang sempurna sebagai perombak (pengurai) zat pencemar yang masuk termasuk pencemar biologis seperti bakteri *E. Coli*, *Coliform* dan *Heterotropik*. Jadi kesimpulan sementara yang bisa diambil ada meskipun belum bekerja secara maksimal dalam menguraikan zat pencemar domestik yang masuk ke sistem pengolah limbah dengan sistem wetland, tetapi sistem ini sudah menunjukkan kemampuannya. Guna mengetahui seberapa besar kemampuan yang sesungguhnya perlu adanya kelanjutan monitoring mengenai kualitas air limbah yang diolah pada masing-masing stasiun secara berkelanjutan.

**Daftar Pustaka**

- Brix, H. (1997)** Do Macrophytes Play a Role a Role in Constructed treatment Wetland. *Water Sci. Technol.* (G.B), 35, 5, 11.
- Comin, F.A.; Romero, J. A.; Astorga, V.;and Garcia, C. (1997)** Nitrogen Removal and Cycling in Restored Wetlands Used as Filters of nutrients for Agricultural Runoff. *Water Sci. Technol* (G.B), 35, 5, 255.
- Green, M.B.; Griffin, P.; Seabridge, J.K.; and Dhobie, D. (1997)** Removal of Bacteria in Subsurface Flow Wetlands. *Water Sci. Technol* (G.B), 35, 5, 109.
- Kadlec, R.H.; Burgoon, P.S.; and Henderson, M.E. (1997)** Integrated Natural System for treating Potato Processing Wastewater. *Water Sci. Technol* (G.B), 35, 5, 263.
- Mungur, A.S.; Shutes, R.B.E.; Revitt, D.M.; and House, M.A. (1997)** An Assessment of Metal Removal by a Laboratory Scale Wetland. *Water Sci. Technol* (G.B), 35, 5, 125.
- Newman, J.M.; and Clausen, J.C. (1997)** Seasonal Effectiveness of a Constructed Wetland for Processing Milkhouse wastewater. *Wetlands*, 17, 3 , 375.
- Shutes, R.B.E.; Revitt, D.M.; Mungur, A.S.; and Scholes, L.N.L. (1997)** The Design of Wetland Systems for the Treatment of Urban Run Off. *Water Sci. Technol* (G.B), 35, 5, 19.
- Worall, P.; Peberdy, K.J.; and Millett, M.C. (1997)** Constructed Wetlands and Nature Conservation. *Water Sci. Technol* (G.B), 35, 5, 205.