

**OPTIMALISASI
PENGELOLAAN AIR LIMBAH DETERJEN
DENGAN SISTEM RAWA BAMBU**

**Optimization of Waste Water Management of Detergent
by Bamboo Wetland System**

T. Edy Sabli

Dosen Jurusan Agronomi, Fakultas Pertanian, Universitas Islam Riau, Pekanbaru

Abstrak

Air limbah domestik diantaranya mengandung deterjen. Bahan utama deterjen adalah Linear Alkylbenzena Sulfonate (LAS) merupakan sumber pencemar potensial yang menimbulkan dampak penting bagi lingkungan. Diantara alternatif pengolahan air limbah yang mudah, murah dan memiliki efisiensi tinggi adalah dengan menggunakan sistem lahan basah. Penelitian ini bertujuan menemukan konfigurasi sistem lahan basah dengan memanfaatkan tanaman bambu yang dinamakan “Sistem Rawa Bambu”, untuk mengoptimalkan efisiensi laju penurunan konsentrasi air limbah deterjen. Permodelan lahan basah dibuat dalam skala laboratorium di rumah kaca. Menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial 4 x 3 dengan 3 ulangan. Faktor A adalah air limbah deterjen terdiri dari 4 taraf (tanpa deterjen, 4 g, 8 g dan 12 g deterjen/liter air), faktor B adalah tanaman bambu terdiri dari 3 taraf (1, 2 dan 3 batang bambu/pot). Konsentrasi deterjen diamati dari pengukuran Methylene Blue Active Substances (MBAS), pada awal percobaan (0 hari), hari ke-10, 20 dan 30. Hasil penelitian menunjukkan reaktor tanpa penambahan deterjen memiliki rerata efisiensi laju penurunan konsentrasi deterjen 90,56 %, sementara reaktor dengan pemberian 4 g deterjen per liter air, 89,13 %, pemberian 8 g deterjen per liter air, 86,78 %, dan pemberian 12 g deterjen per liter air, 90,16 %.

Kata kunci : *Limbah deterjen, lahan basah, sistem rawa bambu*

PENDAHULUAN

Masalah utama yang dihadapi bangsa Indonesia, bahkan dunia adalah menghadapi krisis air yang berkepanjangan, akibat meningkatnya pencemaran yang memasuki badan air, sementara kebutuhan air akan semakin tinggi seiring pertumbuhan penduduk. Tampaknya masalah air dan bencana yang ditimbulkannya, sudah menjadi masalah besar. Akibat degradasi lingkungan yang semakin parah, keberadaan air di suatu tempat selalu tidak lagi seimbang. Air makin berkurang dimusim kemarau dan sangat berlebih pada musim penghujan yang menimbulkan bencana banjir dan kerusakan (Sabli, 2011).

Satu dari empat orang di dunia kekurangan air minum dan satu dari tiga orang tidak mendapat sarana sanitasi yang layak. Bahkan menjelang tahun 2025, sekitar 2,7 miliar orang atau sekitar sepertiga populasi dunia akan menghadapi kekurangan air dalam tingkat yang lebih parah, diprediksi pada tahun 2050, setidaknya enam miliar manusia di 60 negara akan mengalami kelangkaan air bersih (Sanim, 2011).

Berdasarkan survei, buangan yang berasal dari permukiman penduduk memberi kontribusi utama terjadinya pencemaran badan air, yaitu sekitar 60% sampai 70% (Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup RI, 1997). Namun sampai sejauh ini, pengelolaan air limbah domestik jarang sekali dilakukan.

Limbah domestik kerap kali mengandung deterjen, sumber potensial bagi bahan pencemar organik. Selain dari permukiman penduduk, deterjen juga digunakan pada usaha pencucian mobil dan kendaraan bermotor, serta usaha binatu (*laundry*). Meskipun polutan organik tersebut bersifat dapat diuraikan secara biologis (*biodegradable*) namun selalu menjadi penyebab terjadinya *eutrofikasi*, ditandai dengan tingkat kesuburan perairan yang tinggi sehingga mematikan biota air.

Deterjen sangat berbahaya bagi lingkungan karena dari beberapa kajian menyebutkan bahwa deterjen memiliki kemampuan untuk melarutkan bahan bersifat *karsinogen*, misalnya 3,4 *Benzonpyrene*,

selain gangguan terhadap masalah kesehatan, kandungan deterjen dalam air minum akan menimbulkan bau dan rasa tidak enak. Dalam jangka panjang, air minum yang telah terkontaminasi limbah deterjen berpotensi sebagai salah satu penyebab kanker. Proses penguraian deterjen akan menghasilkan sisa benzena yang apabila bereaksi dengan klor akan membentuk senyawa *klorobenzena* yang sangat berbahaya.

Agar biaya lingkungan dapat ditekan maka perlu dikaji dan ditemukan teknologi pengolahan air limbah yang dapat diterapkan oleh masyarakat. Diantara metode yang banyak mendapat perhatian saat ini adalah pengolahan air limbah menggunakan teknologi sistem lahan basah (*wetland system*). Konstruksi lahan basah buatan adalah sistem pengolahan yang terencana dan terkontrol dengan memanfaatkan proses alami yang melibatkan vegetasi lahan basah, tanah dan mikroorganisme. Sistem ini dianjurkan karena dapat mengolah air limbah domestik, pertanian dan sebagian limbah industri, tidak berbau, biaya perencanaan, pengoperasian dan pemeliharaan murah dan tidak membutuhkan keterampilan yang tinggi.

Untuk itu perlu diuji tanaman yang efisien dan efektif untuk sistem lahan basah buatan. Selain berfungsi ekologis, tidak menimbulkan dampak negatif, dapat dijadikan tanaman konservasi, memiliki nilai estetika, sekaligus bernilai ekonomis. Salah satu tanaman yang memenuhi kriteria tersebut adalah bambu. Walaupun bambu bukan tanaman yang hidup dalam air, tetapi jenis bambu tertentu secara alami dapat tumbuh pada tanah yang jenuh dengan air seperti yang dapat ditemui di pinggir sungai, got, sawah, kolam dan rawa.

Tanaman Bambu juga mampu mencegah terjadinya abrasi, di Provinsi Riau terdapat empat sungai besar yang rawan terhadap abrasi yaitu Sungai Siak, Sungai Kampar, Sungai Rokan dan Sungai Indragiri, karena itu, disepanjang aliran sungai tersebut berpotensi untuk ditanami bambu, disamping sebagai upaya penghijauan, sekaligus akan membantu proses remediasi sungai yang tercemar air limbah.

Bambu mempunyai keunggulan dibandingkan dengan tumbuhan hidrofita yang biasa digunakan dalam sistem lahan basah umumnya. Tumbuhan air yang biasa digunakan, misalnya enceng gondok merupakan tumbuhan gulma dan selalu menimbulkan masalah, sedangkan bambu berpotensi memberi nilai tambah secara ekonomis.

Ada tiga potensi besar yang selama ini terabaikan dan belum banyak mendapat perhatian yang serius; pertama, potensi air limbah domestik yang mengandung deterjen, dibuang begitu saja ke badan air, sehingga mencemari lingkungan. Kedua, potensi teknologi lahan basah sebagai sistem pengolahan air limbah secara alami, maupun buatan belum banyak dilakukan dan ketiga, potensi bambu sebagai tanaman konservasi yang banyak manfaatnya termasuk sebagai tanaman pengolah air limbah (fitoteknologi), mencegah terjadinya abrasi, tanaman hias, bahan baku industri kertas dan kerajinan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilaksanakan di rumah kaca Fakultas Pertanian Universitas Islam Riau (UIR), Pekanbaru. Bahan yang digunakan adalah; jenis Bambu Jala (*Schizotachyum zollingeri* Stend), diambil dari pinggir Sungai Kuala Panduk, Kabupaten Pelalawan, masyarakat setempat menyebutnya “bulow jalo”. Tanah gambut, dan air baku untuk limbah buatan diambil secara manual dari aliran Sungai Kampar, Kabupaten Kampar, mewakili keadaan air limbah di suatu tempat pada saat tertentu (*grab sample*), pupuk bokashi “pelepah kelapa sawit” dan deterjen merek “Rinso anti noda”, serta bahan-bahan kimia penunjang uji analisis kualitas air.

Adapun alat yang digunakan adalah: cangkul, linggis, gergaji, pisau, gunting, drum, wadah plastik berbentuk empat persegi panjang (panjang 38 cm, lebar 25 cm dan tinggi 23 cm) dan wadah pot berbentuk bulat yang terbuat dari keranjang plastik berpori-pori (diameter 20 cm dan tinggi 26 cm), timbangan, gelas ukur, kamera, alat tulis dan seperangkat alat laboratorium untuk analisis kualitas air sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI).

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial 4 x 3 dengan 3 ulangan. Faktor A adalah air limbah deterjen terdiri dari 4 taraf dengan konsentrasi awal yaitu:

- A0 : Air sungai tanpa penambahan deterjen (kontrol)
- A1 : Air sungai 4 g deterjen/liter air
- A2 : Air sungai 8 g deterjen/liter air
- A3 : Air sungai 12 g deterjen/liter air

Faktor B adalah tanaman bambu terdiri dari 3 taraf yaitu :

- B1 : 1 batang bambu/pot
- B2 : 2 batang bambu/pot
- B3 : 3 batang bambu/pot

Dengan demikian terdapat 12 kombinasi perlakuan masing-masing perlakuan terdiri dari 3 ulangan, sehingga terdapat 36 unit percobaan. Kombinasi perlakuan seperti Tabel 1 berikut:

| Faktor A (Air Limbah) | Faktor B (Bambu) | | |
|--------------------------|------------------|------|------|
| | B1 | B2 | B3 |
| A0 | A0B1 | A0B2 | A0B3 |
| A1 | A1B1 | A1B2 | A1B3 |
| A2 | A2B1 | A2B2 | A2B3 |
| A3 | A3B1 | A3B2 | A3B3 |

Tahap Pertama pelaksanaan penelitian, terlebih dahulu dilakukan aklimatisasi tanaman bambu di rumah kaca, menumbuhkan tanaman bambu dalam wadah air sungai. Bambu berasal dari rumpun induk yang sama, digali sampai ke akar, kemudian bambu tersebut dipotong setinggi 50 cm, selanjutnya ditanam dalam pot yang berisi 12 kg tanah gambut, dicampur pupuk bokashi “pelepah kelapa sawit” sebanyak 120 g/plot (20 ton/hektar), tanaman bambu dipelihara selama 7 (tujuh) bulan, bila ada tanaman bambu yang mati, dilakukan penyisipan dengan bambu cadangan yang umurnya sama. Selanjutnya tanaman bambu tersebut dipindahkan ke dalam reaktor Sistem Rawa Bambu yang telah dirancang dan diberi air limbah deterjen sesuai perlakuan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

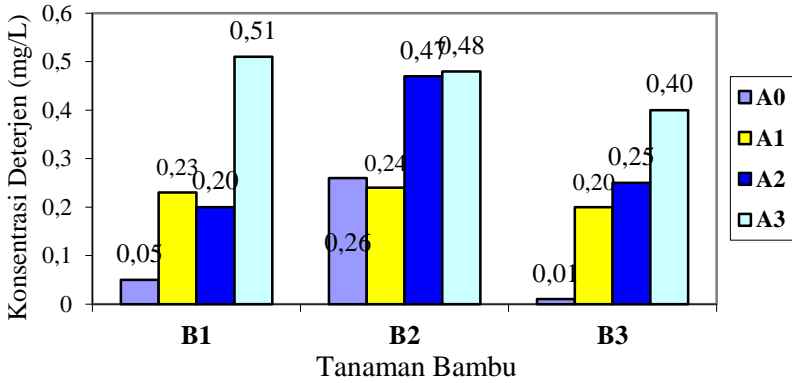
Hasil analisis sidik ragam (anova) terhadap pengukuran air limbah deterjen sebagai *Methylene Blue Active Substances* (MBAS) terhadap berbagai konsentrasi awal air limbah deterjen dan jumlah tanaman bambu pada saat akhir penelitian menunjukkan bahwa perlakuan berbagai konsentrasi awal air limbah deterjen secara tunggal sangat nyata pengaruhnya, sedangkan perlakuan jumlah tanaman bambu secara tunggal maupun interaksi antara berbagai konsentrasi awal deterjen dan jumlah tanaman bambu tidak berpengaruh nyata. Hasil pengukuran konsentrasi deterjen disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Konsentrasi Deterjen (mg/L) pada Sistem Rawa Bambu, Hari ke-30 (Transformasi log x).

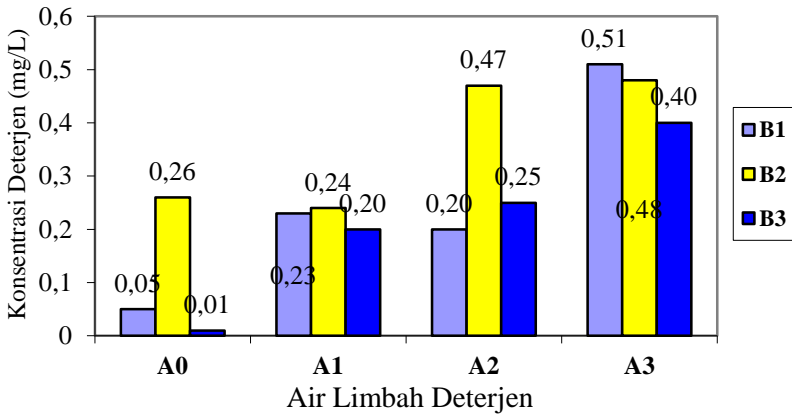
| Perlakuan Faktor A (Air Limbah) | Faktor B (Tanaman Bambu) | | | |
|---------------------------------------|--------------------------|------|------|--------|
| | B1 | B2 | B3 | Rerata |
| A0 | 0,05 | 0,26 | 0,01 | 0,10 d |
| A1 | 0,23 | 0,24 | 0,20 | 0,22 c |
| A2 | 0,20 | 0,47 | 0,25 | 0,30 b |
| A3 | 0,51 | 0,48 | 0,40 | 0,46 a |
| Rerata B | 0,24 | 0,36 | 0,21 | |
| KK = 41,1% BNJA = 0,07 | | | | |

Angka-angka yang diikuti oleh huruf kecil yang sama pada setiap pengamatan menunjukkan perbedaan yang nyata setelah diuji dengan BNJ taraf 5%.

Dari Tabel 2, Gambar 1.a dan Gambar 1.b, terlihat bahwa hasil pengukuran pada saat akhir penelitian (hari ke-30), konsentrasi deterjen dalam Sistem Rawa Bambu dipengaruhi oleh beban konsentrasi awal air limbah deterjen yang diberikan. Pada perlakuan A0 (tanpa penambahan deterjen) diperoleh hasil konsentrasi deterjen yang paling rendah, sebaliknya pada perlakuan A1 (penambahan 4 g deterjen/liter air), A2 (8 g deterjen/liter air), dan A3 (12 g deterjen/liter air) berturut-turut juga menunjukkan hasil yang semakin tinggi.



Gambar 1a Histogram Konsentrasi Deterjen Perlakuan Berbagai Konsentrasi Awal Deterjen (Hari ke-30).



Gambar 1b Histogram Konsentrasi Deterjen Perlakuan Jumlah Tanaman Bambu (Hari ke-30).

Karakteristik limbah domestik atau limbah perkotaan berdasarkan penelitian Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi (BPPT, 2008) dalam Asmadi dan Suharno, (2012), kandungan deterjen (MBAS) berkisar antara 1,66 - 9,79 mg/L. Hasil pengukuran awal kadar deterjen dalam penelitian ini dengan pemberian 4 g deterjen per liter air, diperoleh angka rerata 7,77 mg/L, pemberian 8 g deterjen per liter

air, kadar deterjennya mencapai angka rerata 11,84 mg/L, dan pemberian 12 g deterjen per liter air, menunjukkan angka lebih tinggi lagi yaitu rerata 22,88 mg/L, namun saat pengukuran akhir kandungan yang tersisa, rerata berkisar antara 0,29 - 2,00 mg/L.

Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor: KEP-03/MENKLH/II/1991 tanggal 1 Februari 1991 tentang Baku Mutu Air Limbah, parameter senyawa aktif biru metilen untuk golongan baku mutu air limbah golongan I adalah 0,5 mg/L, golongan II, 5 mg/L, golongan III, 10 mg/L, dan golongan IV yaitu 15 mg/L. Dengan demikian, beban polutan awal yang dimasukan dalam Sistem Rawa Bambu, semula dua kali lebih besar dari kandungan deterjen dalam air limbah domestik atau limbah perkotaan umumnya, ternyata berhasil diolah dan diturunkan kadar deterjennya menjadi golongan I dan II Baku Mutu Air Limbah berdasarkan kriteria Menteri Kependudukan dan Lingkungan Hidup.

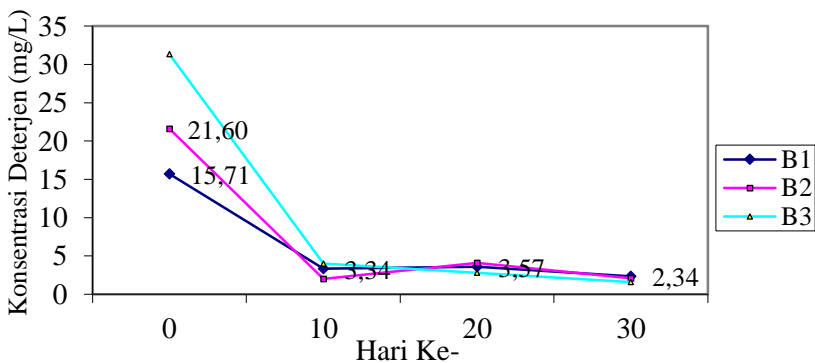
Meskipun secara statistik jumlah tanaman bambu tidak berbeda nyata pengaruhnya, namun keberadaan tanaman bambu dalam Sistem Rawa Bambu telah berperan dalam proses penurunan konsentrasi kandungan deterjen dalam air limbah. Hal ini sesuai dengan pendapat Mangkoedihardjo dan Samudro (2010), bahwa terjadi tiga fitoproses berlangsung dalam tanah pada zone akar tumbuhan. Nomor satu adalah *fitostabilisasi* sebagai proses *imobilisasi* kontaminan dalam tanah. Naiknya kontaminan disebabkan terbawa aliran air tanah melalui proses kapiler, pada zona *vadose* lapisan atas tanah (zona tanah tidak jenuh air). Disamping itu, kontaminan naik menuju zona akar disebabkan proses transpirasi tumbuhan. Nomor dua adalah *rizofiltrasi*, yang merujuk proses adsorpsi atau presipitasi kontaminan pada akar atau penyerapan ke dalam akar. Proses adsorpsi adalah ikatan ionik, karena itu proses ini terjadi untuk kontaminan yang mempunyai perbedaan muatan ion dengan ion akar. Nomor tiga adalah *rizodegradasi*, proses yang terjadi adalah penguraian kontaminan dalam tanah oleh aktivitas mikroba. Mikroba hidup dalam zona akar dari pasokan sumber karbon organik dari tumbuhan ($C_6H_{12}O_6$), asam amino, protein, alkohol, vitamin, yang dikenal sebagai eksudat akar tumbuhan.

Menurut Austin *at al.*, (1981) perakaran bambu jenis *Bambusa tulda* sebagian besar (83 %) berada pada kedalaman 0-30 cm di bawah permukaan tanah, 11 % berada pada kedalaman 30-60 cm, 5 % pada 60-80 cm dan sisanya sekitar 1 % lebih dari kedalaman 80 cm. Sementara Hardyanti dan Rahayu (2007) melaporkan bahwa hasil pengujian efisiensi penyerapan fosfor dalam bentuk P total pada tanaman enceng gondok dengan spektrofotometer, menunjukkan bahwa akumulasi P totalnya yang paling banyak adalah pada bagian akar, kemudian diikuti oleh bagian batang dan bagian daun.

Rerata laju penurunan kadar deterjen berdasarkan perlakuan konsentrasi awal air limbah (12 g deterjen/liter air) dan waktu tinggal (0 hari, 10 hari, 20 hari, dan 30 hari) seperti termuat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Rerata Penurunan Konsentrasi Deterjen (mg/L) Berdasarkan Konsentrasi Awal Air Limbah (12 g deterjen/liter air) dan Waktu Tinggal dalam Sistem Rawa Bambu.

| No. | Perlakuan Tanaman Bambu (Batang) | Hari ke- | | | |
|-----|----------------------------------|----------|------|------|------|
| | | 0 | 10 | 20 | 30 |
| 1 | Satu bambu | 15,71 | 3,34 | 3,57 | 2,34 |
| 2 | Dua bambu | 21,60 | 1,99 | 4,08 | 2,08 |
| 3 | Tiga bambu | 31,32 | 4,02 | 2,78 | 1,57 |

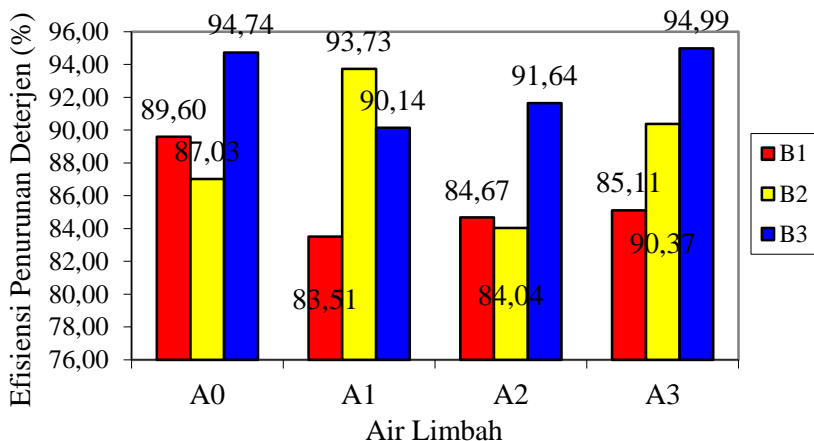


Gambar 2. Rerata Penurunan Konsentrasi Deterjen (mg/L) Berdasarkan Konsentrasi Awal Air Limbah (12 g deterjen/liter air) dan Waktu Tinggal dalam Sistem Rawa Bambu.

Persentase laju penurunan kadar deterjen berdasarkan konsentrasi awal air limbah deterjen dan jumlah tanaman bambu dalam Sistem Rawa Bambu, seperti tercantum dalam Tabel 4.

Tabel 4. Laju Penurunan Konsentrasi Deterjen (%) berdasarkan Konsentrasi Awal Air Limbah Deterjen dan Jumlah Tanaman Bambu dalam Sistem Rawa Bambu.

| Perlakuan Faktor A (Air Limbah) | Faktor B (Tanaman Bambu) | | | |
|---------------------------------------|--------------------------|-------|-------|--------|
| | B1 | B2 | B3 | Rerata |
| A0 | 89,60 | 87,03 | 94,74 | 90,56 |
| A1 | 83,51 | 93,73 | 90,14 | 89,13 |
| A2 | 84,67 | 84,04 | 91,64 | 86,78 |
| A3 | 85,11 | 90,37 | 94,99 | 90,16 |
| Rerata B | 85,72 | 88,79 | 92,88 | |



Gambar 3. Efisiensi Laju Penurunan Konsentrasi Deterjen (%) berdasarkan Konsentrasi Awal Air Limbah Deterjen dan Jumlah Tanaman Bambu dalam Sistem Rawa Bambu.

Hasil penelitian penulis (Sabli, 2002), pengolahan air limbah domestik menggunakan medium tanah dalam Sistem Lahan Basah (tanpa vegetasi tumbuhan) efisiensi penurunan COD 68-87 %. Proses penguraian bahan buangan organik melalui proses oksidasi oleh mikroorganisme atau oleh bakteri memerlukan waktu yang cukup lama, kira-kira 10 hari. Dalam waktu 2 hari mungkin reaksinya telah mencapai 50% dan dalam waktu 5 hari mencapai 75% (Wardhana, 1995).

Berdasarkan hasil beberapa penelitian menunjukkan bahwa efisiensi sistem pengolahan air limbah domestik menggunakan konstruksi lahan rawa ini cukup tinggi. Kurnadie (2000) diantaranya, melaporkan sistem lahan rawa buatan mempunyai efisiensi penurunan kadar BOD sebesar 90-97%, $\text{NH}_4\text{-N}$ sebesar 80-96%. COD sebesar 86-97%, total-N sebesar 30-80% dan patogen parasit sebesar 93%.

Secara alami, lahan rawa memiliki kemampuan untuk membersihkan air limbah, sekaligus mampu menyimpan air lebih banyak dari tanah biasa sehingga menambah cadangan sumber daya air ketika musim kemarau. Pengolahan air limbah secara alami, menggunakan lahan rawa diantaranya telah dilakukan di Kota Arcata, Amerika Serikat. Menurut laporan Gearheart (1996), di kota tersebut dibuat pembuangan air limbah, seperti sebuah taman kota. Sekitar sebelas juta liter limbah cair yang dihasilkan kota itu, setiap hari dikumpulkan dan dibersihkan. Sistem penjernihan ini terdiri dari 750.000 meter persegi di tepi Hudson Bay, merupakan lahan rawa-rawa yang ditumbuhi tanaman rawa seperti *cattail* dan *bulrush*.

KESIMPULAN

1. Hasil analisis sidik ragam (anova) menunjukkan bahwa perlakuan berbagai konsentrasi awal air limbah deterjen secara tunggal sangat nyata pengaruhnya, sedangkan perlakuan jumlah tanaman bambu secara tunggal maupun interaksinya tidak berpengaruh nyata.
2. Hasil penelitian menunjukkan reaktor Sistem Rawa Bambu tanpa penambahan deterjen memiliki rerata efisiensi laju penurunan

konsentrasi deterjen (MBAS) 90,56 %, sementara reaktor dengan pemberian 4 g deterjen per liter air, 89,13 %, pemberian 8 g deterjen per liter air, 86,78 %, dan pemberian 12 g deterjen per liter air, 90,16 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Asmadi dan Suharno, 2012, *Dasar-dasar Teknologi Pengolahan Air Limbah*, Gosyen Publishing, Yogyakarta
- Austin, R., and Ueda, K., Levy, D., 1981. *Bamboo*, Weatherhill, Tokyo.
- Bunador Sanim, 2011, *Sumberdaya Air dan Kesejahteraan Publik, Suatu Tinjauan Teoritis dan Kajian Praktis*, PT Penerbit IPB Press, Bogor.
- Gearheart, B., 1996, Taman Limbah Kota. *Dalam* Aubrey Wallace (ed.). *Langkah-langkah Hijau: Hidup Lembut Bersama Alam*, Yayasan Obor Indonesia, Jakarta, halaman 67-76.
- Hardyanti, N dan Rahayu, S.S., 2007, Fitoremediasi Fosfat Dengan Pemanfaatan Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) (Studi Kasus Pada Limbah Cair Industri Kecil Laundry), *Jurnal Presipitasi*, Vol.2 No.1 Maret 2007, ISSN 1907-187X, halaman 28-33.
- Kantor Menteri Negara Lingkungan Hidup., 1997, *Ringkasan Agenda 21 Indonesia (strategi Nasional untuk Pembangunan Berkelanjutan)*, Kerjasama United Nations Development Programme, Jakarta.
- Kurnadie, D., 2000, Akar Olah Limbah. *Majalah Ozon*, Volume 2 (1): 66-67.
- Sabli, T. E., Purwanto dan Sumarno, 2002, Pengolahan Air Limbah Domestik Menggunakan Medium Tanah dalam Sistem Lahan Basah. Tesis Magister Ilmu Lingkungan, Program Pascasarjana, Universitas Diponegoro, Semarang.

- Sabli, T. E., 2011, Optimizing the management of domestic waste water by artificial swamp technology, The 2nd International Workshop On South South Cooperation (SCC) for Sustainable Development In The Three Major Tropical Humid Regions In The Word. 4-8 October, Pekanbaru.
- Wardhana. W.A., 1995, *Dampak Pencemaran Lingkungan*. Andi Offset, Yogyakarta.