

OPTIMASI PENYERAPAN LIMBAH FOSFAT dan BOD INDUSTRI LAUNDRY DENGAN VARIASI MEDIA TANAM PADA SSF-WETLAND

Ernastin Maria¹, Amallia Puspitasari

¹Program Studi Teknik Industri, Institut Teknologi Yogyakarta

¹Email: monicaernastin@gmail.com

Masuk: 21 Juni 2017, Revisi masuk: 15 Juli 2017, Diterima: 28 Juli 2017

ABSTRACT

*Louundry industries have abad effect because most of them dump wastes into gutter or river without prior treatment. This study aims to test the potential of *Canna Indica L.* water plantsin reducing the pollutant content of louundry water (phosphate and BOD). The main research was done by the differene biomass of planting media which was used that is difference of gravel and sand media on SSF-wetland with title fraction and san media on SF-wetland for 10 days.Waste water used is effluent from Mira Louundry in Kanutan vilage, Sumbermulyo Bantul regency, witht the initial concentration of BOD as big as 231,359 mg/l and PO_4^{3-} as 1,899 mg/l. The research has show that pollutants concentration in the water waste on the SSF-wetland is increase in the hydraulic retention time. For 10 days research the concentrate of BOD and PO_4^{3-} decrease in SSF-wetland with canna *Indica L.* plants using of title fraction media, each become 96,680 mg/l (decrease 7,5%) and 1,715 mg/l (decrease 10%). Will using gravel media each become 67,80 mg/l (decrease 71%) and 1,75 mg/l (decrease 7%). From the data both planting media, gravel and title fraction, are considered to have good capability in phosphate waste removal in this system. For the most optimum BOD waste removal is using gravel media with decrease of BOD concentration become 67,880 mg/l.*

Keywords: SSF-wetland, Waste Laundry, Fitoremediation, *Canna Indica L.*

INTISARI

Industri *laundry* memiliki efek yang kurang baik sebab sebagian besar langsung membuang limbahnya ke selokan tanpa pengolahan terlebih dahulu. Penelitian ini bertujuan untuk menguji potensi tanaman air *Canna Indica L.* dalam menurunkan kadar pencemar air limbah *laundry* (Fosfat dan BOD). Penelitian utama dilaksanakan dengan perlakuan perbedaan biomassa media tanam yang digunakan yakni perbedaan media kerikil dan pasir pada SSF-wetland dengan media pasir dan pecahan genteng pada SSF-wetland selama 10 hari. Air limbah yang digunakan adalah efluen dari Mira *laundry* di Dusun Kanutan, Sumbermulyo, Bantul dengan konsentrasi awal BOD sebesar 231,359 mg/L dan PO_4 sebesar 1,89976 mg/L. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi polutan di dalam air limbah pada SSF-wetland menurun seiring bertambahnya waktu tinggal hidraulik (*hydraulic retention time*). Selama sepuluh hari penelitian penurunan konsentrasi BOD dan PO_4 pada SSF-wetland dengan tanaman *Canna Indica L.* menggunakan media pecahan genteng masing-masing menjadi 96,680 mg/L (turun 58%) dan 1,715 mg/L (turun 10%) sedangkan yang menggunakan media kerikil masing-masing menjadi 67,80 mg/L (turun 71%), dan 1,757 mg/L (turun 7,5%). Dari data tersebut ke dua media tanam yakni kerikil maupun genteng dianggap mempunyai kemampuan baik dalam penyisihan limbah fosfat pada sistem ini, sedangkan untuk penyisihan limbah BOD yang paling optimum yakni menggunakan media kerikil dengan penurunan konsentrasi BOD menjadi 67,880 mg/L.

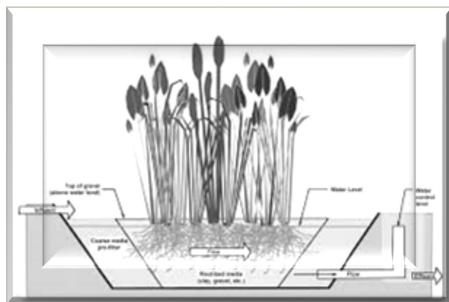
Kata kunci: SSF-Wetland, Limbah Laundry, Fotoremidiasi, *Canna Indica L.*

PENDAHULUAN

Industri *laundry* merupakan salah satu industri yang berkembang pesat di

Indonesia, industri ini menggunakan detergen sebagai bahan baku utama dalam proses pencucian pakayan.

Deterjen mengandung surfaktan dan fosfat yang berasal dari *sodium tripoly phosphate* (STTP). Fosfat yang berlebihan akan mengakibatkan eutrofikasi, khususnya pada air tawar. Untuk itu diperlukan cara penyisihan fosfat dari air limbah deterjen yang mudah, murah, dan efektif. Salah satu cara penyisihan fosfat adalah fitoremediasi dengan *SSF-wetland* (Supradata, 2005). Sistem lahan basah aliran bawah permukaan (*Sub Surface Flow/SSF*) merupakan salah satu sistem pengolahan air limbah yang prinsip kerjanya dengan memanfaatkan simbiosis antara tumbuhan air dengan mikroorganisme dalam media di sekitar sistem perakaran (*rhizosphere*) tanaman, seperti ditampilkan pada Gambar 1.



Gambar 1. *Wetland* artifisial sistem SSF

Berdasarkan rata-rata kondisi iklim yang potensial untuk mendukung pertumbuhan dan transpirasi tanaman sepanjang tahun, maka pengolahan air limbah menggunakan sistem tersebut diperkirakan dapat berjalan dengan optimal. Di samping itu murahnya biaya konstruksi maupun biaya operasional merupakan salah satu faktor penentu keberhasilan upaya pengolahan air limbah secara berkelanjutan. Dengan mempertimbangkan beberapa aspek tersebut maka fitoremediasi dengan sistem *SSF-wetland* merupakan alternatif yang cukup baik dalam rangka mengolah air limbah deterjen hasil buangan cucian.

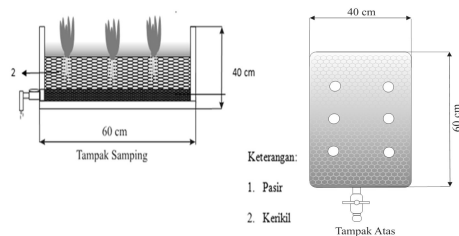
Penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan tanaman *Canna Indica L* dalam menurunkan kandungan fosfat dan BOD pada *SSF-Wetland* dan untuk mengetahui jenis media tanam yang paling optimal dalam membantu proses penyisihan limbah cair industri. Penelitian-penelitian mengenai *SSF-*

wetland dengan fitoremediasi untuk menurunkan kandungan dalam limbah cair sudah banyak dilakukan, namun parameter yang diteliti adalah pH, COD, BOD, TSS, sedangkan penelitian untuk penurunan kadar fosfat dalam air limbah deterjen belum banyak dilakukan. Penelitian yang telah dilakukan oleh Wardana et.al. (2001), yang menguji tentang penurunan kandungan fosfat pada limbah cair usaha *laundry* tidak menggunakan metode *wetland* artifisial melainkan menggunakan karbon aktif dari sampah plastik dengan metode *batch* dan kontinyu, penelitian serupa pula dilakukan oleh Savitri (2010), dengan menggunakan metode *trickling filter*. Sudah ada yang melakukan penelitian tentang penurunan kadar *ortofosfat* pada limbah cair deterjen dengan fitoremediasi tetapi tidak menggunakan sistem *SSF-Wetland* melainkan menggunakan bak penampungan dengan media air tergenang, sistem *SSF-Wetland* ini pun sudah banyak di aplikasikan pada limbah cair industri maupun domestik tetapi sejauh ini hanya menggunakan media kerikil, pasir atau tanah, penelitian serupa sudah pernah dilakukan oleh Maria (2015) menggunakan sistem *SSF-Wetland* dengan variasi media kerikil dengan arang menggunakan tanaman *Typha* dan *Cyperus* dan belum ada penelitian dengan metode *SSF-wetland* yang divariasikan dengan menggunakan media kerikil dan pecahan genteng menggunakan tanaman *Canna Indica L*.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan variabel bebas terdiri dari 2 jenis media tanam yaitu media pecahan genteng dan media kerikil pada tanaman *Canna Indica L*. (tanaman tasbih) dengan lama tinggal 0, 1, 3, 6, dan 10 hari. Sedangkan variabel terikat pada penelitian ini adalah kadar BOD, pH dan PO_4^{3-} pada hari ke-0, 1, 3, 6, dan 10. Bahan dan peralatan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: 1) bak plastik dengan ukuran 60 cm x 40 cm, 2) media (kerikil diameter 5-30 mm, 3) pecahan genteng dengan panjang 5-8 cm), 4) tanaman (*Canna Indica L.*), 5) efluen air limbah *laundry*, dan 6)

bahan/aksesoris lain. Gambar 2 menampilkan rancangan alat penelitian SSF-*wetland*.



Gambar 2. Rancangan alat penelitian SSF-*wetland*

Penelitian ini terdiri dari tiga bak (unit *wetland* artifisial SSF) yakni bak A (tanaman *canna* media genteng) menggunakan media pasir setebal 8 cm dan pecahan genteng setebal 22 cm, sedangkan bak B (tanaman *Canna*) menggunakan media pasir dengan ketebalan 8 cm dan kerikil setebal 22 cm. Untuk bak C merupakan bak kontrol tanpa tanaman menggunakan media kerikil. Tanaman yang digunakan telah didiamkan selama 7 hari untuk penyesuaian kondisi pada tempat penelitian (suhu, sinar matahari). Air limbah untuk sistem SSF-*wetland* artifisial pada penelitian ini diambil dari Mira laundry melalui outlet dengan cara ditampung terlebih dahulu dengan ember, untuk kemudian dituang dengan cara genangan (*batch*) dengan volume 20 L untuk setiap bak. Setelah semua bak siap dan sesuai dengan sistem yang direncanakan, dilakukan aklimatisasi. Untuk masa aklimatisasi, tanaman ditanam pada unit SSF-*wetland* dengan kerapatan $\pm 200 \text{ gr/cm}^2$, lalu diaklimatisasi selama 15 hari dengan rincian yaitu pada tahap awal semua bak digenangi dengan konsentrasi 100% air bersih selama 3 hari kemudian dikosongkan dan diganti dengan campuran 25% air limbah ($\pm 5 \text{ L}$) dan 75% air bersih ($\pm 15 \text{ L}$) selama 3 hari kemudian dikosongkan kembali dan diganti dengan 50% air limbah ($\pm 10 \text{ L}$) dan 50% air bersih ($\pm 10 \text{ L}$) selama 3 hari kemudian dikosongkan lagi dan diganti dengan 25% air bersih ($\pm 5 \text{ L}$) dan 75% air limbah ($\pm 15 \text{ L}$) selama 3 hari selanjutnya dikosongkan lagi untuk kemudian digenangi kembali dengan konsentrasi 100% air limbah ($\pm 20 \text{ L}$).

Tahap awal penelitian dilakukan dengan mengambil sampel limbah cair deterjen pada kondisi konsentrasi 100% air limbah dan diuji laboratorium untuk mengetahui kadar polutan sebagai kondisi awal (hari ke-0). Penelitian selanjutnya dilakukan dengan mengambil sampel di masing-masing bak *wetland* artifisial A, B, yang berisi tanaman dan bak E untuk bak kontrol, pada hari ke 1, 3, 6, dan 10 untuk kemudian dibawa ke laboratorium untuk diuji kadar polutannya (BOD, pH dan nutrisi yakni PO_4^{3-}). Observasi juga dilakukan untuk mengetahui pertumbuhan dan kondisi vegetasi.

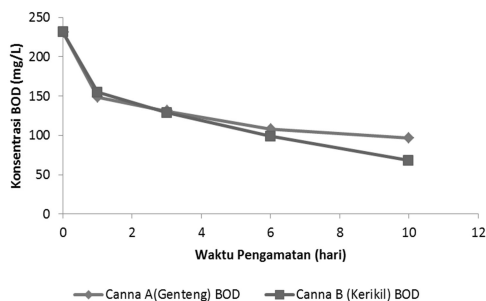
PEMBAHASAN

1. Fluktuasi BOD pada SSF-*wetland* dengan menggunakan media arang

Penurunan konsentrasi BOD untuk tanaman pada ke dua media terbilang cukup baik. Laju penurunan BOD pada hari pertama cukup besar, dimana pada awal penelitian yakni hari ke-0 konsentrasi BOD tanaman *canna* dengan media genteng dan media kerikil yakni 231,359 mg/L turun drastis menjadi 148,537 mg/L (efisiensi penyisihan 36%) untuk tanaman *canna* media genteng dan 154,770 mg/L (efisiensi penyisihan 33%) untuk tanaman *canna* dengan media kerikil, sedangkan pada akhir waktu percobaan (hari ke-10) penurunan BOD semakin drastis yakni 96,680 mg/L (efisiensi penyisihan 58%) untuk tanaman *canna* dengan media genteng dan 67,880 mg/L (efisiensi penyisihan 71%) untuk tanaman *canna* dengan media kerikil. Terjadinya penurunan tajam pada waktu awal percobaan diduga dipengaruhi oleh kandungan nutrisi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan mikroorganisme cukup melimpah, sehingga akan terjadi fase pertumbuhan dipercepat (*exponential growth phase*). Karena percobaan ini menggunakan sistem curah (*batch*), maka dalam bak reaktor tidak ada penambahan nutrisi baru yang dapat mendukung kehidupan mikroorganisme.

Secara keseluruhan, penurunan BOD oleh unit *wetland* artifisial SSF dengan tanaman *canna* dengan media genteng dan tanaman *canna* menggunakan

media kerikil selama 10 hari penelitian ini cukup baik, dengan BOD 96,680 mg/L, efisiensi penyisihan 58% untuk tanaman *canna* media genteng dan 67,880 mg/L dengan efisiensi penyisihan 71% untuk tanaman *canna* media kerikil. Sehingga dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa unit *wetland* artifisial SSF dengan tanaman *canna* menggunakan media genteng dan kerikil tersebut sangat baik dalam mendegradasi bahan organik (BOD), hal ini didukung juga oleh sifat dari media genteng yang bahannya menggunakan tanah lempung yakni memiliki daya tarik terhadap air, dapat digunakan sebagai absorben, penyangga katalis, penukar ion, dan lain-lain. Tanah lempung mengandung berbagai macam mineral yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman seperti silika (SiO₂), alumina, besi oksida, magnesium oksida, kalium oksida, potasium oksida, sodium oksida dan masih banyak lagi yang lainnya. Laju penurunan konsentrasi BOD disajikan dalam grafik pada Gambar 3.

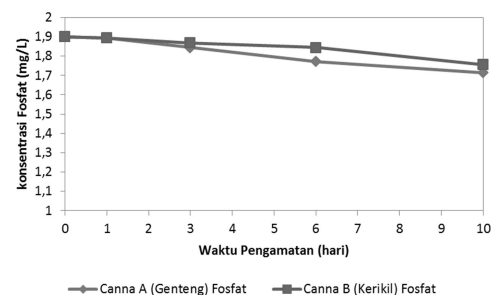


Gambar 3. Perubahan nilai BOD terhadap waktu pada tanaman *Canna Indica L.* menggunakan media genteng dan media kerikil

2. Penurunan konsentrasi fosfat pada SSF-wetland dengan tanaman *Canna Indica L.* menggunakan media genteng dan kerikil

Gambar 4 menampilkan perubahan konsentrasi fosfat terhadap waktu pada SSF-wetland menggunakan media genteng dan media kerikil pada tanaman *Canna Indica L.* Pada grafik tersebut tampak konsentrasi fosfat pada unit *wetland* artifisial SSF dengan tanaman *canna* menggunakan media genteng dan media kerikil mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu

tinggal, dari konsentrasi awal fosfat 1,89976 mg/L pada hari ke-0 masing-masing turun pada hari ke-1, 3, 6, dan 10 untuk tanaman *canna* media genteng yakni menjadi 1,859 mg/L (efisiensi penyisihan 0,25%), 1,844 mg/L (efisiensi penyisihan 2,9%), 1,773 mg/L (efisiensi penyisihan 6,7%) dan 1,715 mg/L (efisiensi penyisihan 10%) dan untuk tanaman *canna* menggunakan media kerikil masing-masing menjadi 1,895 mg/L (efisiensi penyisihan 0,25%), 1,867 mg/L (efisiensi penyisihan 1,7%), 1,844 mg/L (efisiensi penyisihan 2,9%) dan 1,757 mg/L (efisiensi penyisihan 7,5%). Hal ini dikarenakan tanaman sudah dapat beradaptasi dengan baik dan aktifitas bakteri sudah memasuki masa *exponensial growth phase*, sehingga populasi bakteri yang bertambah mempercepat proses dekomposisi nutrisi yang nantinya dapat diserap oleh tanaman. Sampai akhir penelitian konsentrasi fosfat pun cenderung menurun, serta pertumbuhan kondisi kedua tanaman tersebut cukup baik.

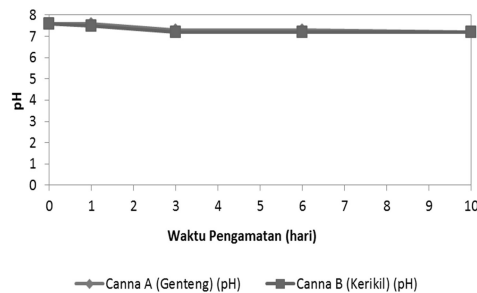


Gambar 4. Perubahan konsentrasi fosfat terhadap waktu pada SSF-wetland menggunakan media genteng dan media kerikil pada tanaman *Canna Indica L.*

Secara keseluruhan, penurunan konsentrasi fosfat oleh unit *wetland* artifisial SSF dengan tanaman *canna* menggunakan media genteng dan media kerikil selama sepuluh hari penelitian ini terbilang cukup baik, karena konsentrasi fosfat di akhir penelitian lebih kecil dari konsentrasi fosfat di awal penelitian, jika di dibandingkan penurunan konsentrasi fosfat pada ke dua media tanam tersebut tidaklah jauh berbeda, keduanya mempunyai performa yang hampir sama yakni untuk media genteng diakhir penelitian konsentrasi fosfat menjadi

1,715 mg/L dengan efisiensi penurunan 10% dan untuk media kerikil konsentrasi fosfat menjadi 1,757 mg/L dengan efisiensi penyisihan 7,5%. Sehingga, dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa unit *wetland* artifisial SSF dengan tanaman *canna* menggunakan media genteng maupun media kerikil mempunyai kemampuan yang hampir sama dalam penyisihan limbah fosfat hasil buangan cucian.

Berdasarkan data hasil penelitian dan pengujian laboratorium, pH unit *wetland* artifisial dengan sistem SSF menggunakan media arang dapat disajikan dalam bentuk grafik seperti Gambar 5.



Gambar 5. pH pada SSF-*wetland* menggunakan media genteng dan media kerikil pada tanaman *Canna Indica L.*

Berdasarkan grafik pada Gambar 5, terlihat nilai pH pada unit *wetland* artifisial SSF pada tanaman *canna* dengan variasi media tanam yakni media pecahan genteng dan media kerikil dari hari ke-0 sampai akhir penelitian yakni hari ke-10 cenderung stabil masih berada dalam kisaran pH netral, pada hari ke-0, 1, 3, 6, dan 10 untuk SSF-*wetland* dengan media pecahan genteng berturut-turut yakni 7, 6; 7,6; 7,3; 7,3, dan 7,2 dan untuk media kerikil berturut-turut yakni: 7,6; 7,5; 7,2; 7,2 dan 7,2. Hal ini menandakan bahwa kadar keasaman air limbah pada kedua bak reaktor hampir sama dan masih termasuk dalam rentang pH yang dapat ditolerir oleh mikroorganisme.

Dari keseluruhan hasil penelitian menunjukkan bahwa tanaman *canna* sangat cocok digunakan dalam sistem SSF-*wetland* karena dapat mempercepat proses degradasi bahan organik dan nutrisi yakni fosfat. Untuk media tanam pada SSF-*wetland*, media tanam yang

paling optimal dalam penyisihan limbah BOD adalah media tanam kerikil yakni pada akhir penelitian mampu menurunkan konsentrasi BOD menjadi 67,880 mg/L.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa fitoremediasi pada *wetland* artifisial dengan sistem SSF merupakan metode alternatif yang cocok dalam *removal* limbah fosfat dari deterjen air buangan cucian karena sistem ini dapat menurunkan konsentrasi (mendegradasi) polutan dalam air limbah dengan sangat baik seiring bertambahnya waktu tinggal hidraulik (*hydraulic retention time*). Unit *wetland* artifisial SSF dengan tanaman *Canna Indica L.* menggunakan media genteng mengalami penurunan konsentrasi BOD menjadi 96,680 mg/L dan fosfat menjadi 1,715 mg/L. tanaman *canna Indica L.* menggunakan media kerikil mengalami penurunan konsentrasi BOD menjadi 67,880 mg/L, dan fosfat menjadi 1,757 mg/L. Dari hasil perbandingan berdasarkan jenis media tanaman, media pecahan genteng dan media kerikil merupakan media yang cocok digunakan dalam penyisihan limbah fosfat. Sistem dengan kedua media ini mampu menurunkan kadar fosfat yakni untuk media genteng turun menjadi 1,715 mg/L dan untuk media kerikil turun menjadi 1,757 mg/L. Penyisihan limbah BOD yang paling optimum adalah dengan sistem SSF-*wetland* menggunakan media kerikil yakni pada akhir penelitian mampu menurunkan konsentrasi BOD menjadi 67,880 mg/L.

Saran

Fitoremediasi dengan sistem *wetland* artifisial SSF sebaiknya digunakan sebagai pengolahan limbah deterjen hasil buangan cucian baik pada skala rumah tangga maupun pada industri *laundry*. Perlu penelitian lebih lanjut tentang laju penyerapan BOD dan PO_4^{3-} pada unit *wetland* artifisial SSF dan tanaman *canna* dengan mempertimbangkan faktor-faktor seperti media, degradasi oleh mikroorganisme, evapotranspirasi pada tanaman dan

faktor-faktor lainnya, sehingga diperoleh pemodelan matematis laju penurunan polutan pada sistem.

DAFTAR PUSTAKA

- Maria, E., 2015, Penyisihan Limbah Fosfat, BOD dan COD dari Deterjen Air Buangan Cucian dengan Fitoremediasi pada Wetlan Artifisial, *Tesis*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Savitri, C., 2010, Penurunan Kadar Organik Air Limbah Laundry dengan Menggunakan Trickling Filter, *Skripsi*, UPN Veteran, Surabaya.
- Supradata, 2005, Pengolahan Limbah Domestik Menggunakan Tanaman Hias *Cyperus Alternifolius L.* dalam Sistem Lahan Basah Buatan Aliran

Bawah Permukaan (SSF Wetlands), *Tesis*, UNDIP, Semarang.

Wardana. A. W., 2001, *Dampak Pencemaran Lingkungan*, Penerbit Andi, Yogyakarta.

BIODATA PENULIS

Ernastin Maria, S.Si., M.Eng. lahir di Kendari pada tanggal 24 Februari 1983, menyelesaikan pendidikan S1 dari Universitas Haluoleo tahun 2005 pada bidang Biologi MIPA, dan pendidikan S2 dari Universitas Gadjah Mada tahun 2016 pada bidang Teknik Sistem Lingkungan. Saat ini tercatat sebagai Pengajar Tetap pada Program Studi Teknik Industri di Institut Teknologi Yogyakarta dengan bidang minat penelitian limbah cair industri.