PEMANFAATAN *AQUATIC MACROPHYTES* DALAM MENGOLAH LIMBAH CAIR KANTIN KAMPUS

Achmad Chusnun Ni'am
Teknik Lingkungan – Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
Jl. Arief Rahman Hakim 100 Surabaya, 60117
Email : ach.niam@itats.ac.id

ABSTRACT

Canteen is one source of wastewater including greywater. Canteen wastewater can pollute the environment if not managed properly. The aim of the research is to measure the abilities of aquatic macrophtes is Eichhornia crassipes and Lemna minor in reducing pollutants in the wastewater from the campus canteen. The research was conducted for 12 days by used a batch reactor system. Samples were taken from tank the wastewater of campus canteen. The parameters analyzed are initial and last of Biochemcial Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total suspended solids (TSS), nitrogen the canteen wastewater. The research used by aquatic macrophytes are Eichhornia crassipes and Lemna minor. The result showed is Eichhornia crasseipes has an efficiency decrease in the concentration of BOD, COD, nitrogen and TSS in wastewater from canteen campus by 76.44%; 80.97%; 75%; 76% whereas Lemna minor has an efficiency by 64.57%; 71.69%; 47%; 64%

Keywords : *canteen wastewater, Eichhornia crassipes, Lemna minor*

ABSTRAK

Kantin merupakan salah satu sumber penghasil limbah cair yang termasuk dari *greywater*. Limbah cair kantin dapat mencemari lingkungan apabila tidak dikelola dengan baik dan benar. Tujuan dari penelitian adalah mengukur kemampuan jenis tumbuhan *aquatic macrophytes,* yaitu *Eichhornia crassipes* dan *Lemna minor* dalam menurunkan bahan pencemar dalam limbah cair dari kantin kampus. Penelitian dilakukan selama 12 hari dengan menggunakan sistem *batch reactor*. Sampel penelitian diambil dari bak penampung limbah cair kantin . Data yang analisis adalah data parameter awal dan akhir *Biochemcial Oxygen Demand (BOD), Chemical Oxygen Demand (COD), Total suspended solids (TSS), nitrogen* dari limbah cair kantin. Penelitian menggunakan *aquatic macrophytes,* yaitu *Eichhornia crassipes* dan *Lemna minor.* Hasil penelitian diperoleh bahwa *Eichhornia crasseipes* memiliki efisiensi penurunan konsentrasi BOD, COD, nitrogen, dan TSS pada limbah cair kantin kampus sebesar 76,44%; 80,97%; 75%; 76% sedangkan *Lemna minor* memiliki efisiensi sebesar 64,57%; 71,69%; 47%; 64%

Kata kunci : limbah cair kantin, *Eichhornia crassipes, Lemna minor*

PENDAHULUAN

Kantin merupakan salah satu sarana kegiatan penunjang manusia seperti perkantoran, sekolah, dan kampus yang menyediakan pelayanan konsumsi. Sisa kegiatan dari kantin dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Limbah cair merupakan sisa kegiatan dari kantin yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Jika tidak dilakukan pengolahan limbah maka limbah cair yang berupa materi organik, sisa lemak, dan detergen dari sisa kegiatan kantin dapat menyebabkan pencemaran air.

Salah satu metode alternatif pengolahan air limbah yang diakibatkan dari sisa kegiatan kantin adalah dengan menggunakan tumbuhan, atau yang lebih dikenal dengan metode fitoremediasi. Menurut [1] fitoremediasi merupakan *green technology* dengan menggunakan tumbuhan yang mampu mengakumulasi, mentranslokasi elemen-elemen toksik ke dalam bagian tumbuhan. Selain ramah lingkungan dan ekonomis, metode fitoremediasi memiliki nilai estetika dikarenakan menggunakan tumbuhan sebagai agen remediasi. *Eichhornia crassipes* mampu menurunkan nila BOD, COD, dan TSS masing masing sebesar 85%. 82%, 86% pada limbah *greywater*

dengan konsetrasi 25% [2], sedangkan *Lemna minor* mampu menyisihkan COD pada *municipal wastewater* sebesar 83.67% [3]

KAJIAN PUSTAKA

Limbah cair kantin tergolong ke dalam limbah cair domestik. Limbah cair kantin berasal dari proses pencucian peralatan dapur, makan, dan proses pengolahan makanan dan minuman. Bahan buangan organik pada kantin dapat terdegradasi oleh mikroorganisme. Selain itu, bahan buangan organik juga dapat menaikkan kadar BOD di perairan [4].

Sebagian besar teknologi yang digunakan dalam pengolahan memerlukan energi yang besar, mahal, dan dapat mengganggu ekosistem alami [5]. Menurut [6] tumbuhan telah digunakan dalam memulihkan air tercemar, metode fitoremediasi menggunakan tumbuhan untuk menghilangkan polutan dalam air limbah. Tumbuhan air yang paling umum digunakan dalam pengelolaan air limbah adaah *water hyacinth, penny wort, water lettuce, water ferns* dan *duckweed* dikarenakan lebih murah dan mudah dioperasikan [7].

Secara umum, *Eichhornia crassipes* digunakan untuk meningkatkan kualitas air dengan mengurangi konsentrasi nutrien. Selama bertahun-tahun, tumbuhan perennial ini telah digunakan dalam sistem perairan untuk pemurnian air limbah di seluruh dunia [8]. Efisiensi duckweed sebagai alternatif pengolahan air limbah secara biologis telah dilakukan oleh [9] menunjukkan bahwa *Lemna gibba* mampu menurunkan TSS, BOD, COD, nitrat, ammonia, ortho-phosphate, Cu, Pb, Zn dan Cd masing-masing sebesar 96.3%, 90.6%, 89.0%, 100%, 82.0%, 64.4%, 100%, 100%, 93.6% dan 66.7%.

METODE PENELITIAN

Limbah cair kantin kampus diambil dari bak penampung limbah. Reaktor yang digunakan menggunakan sistem *batch reactor* dengan ukuran volume 5 liter. Tumbuhan yang digunakan merupakan *floating aquatic macrophytes*, yaitu *Eichhornia crassipes* dan *Lemna minor.* Penelitian terdiri dari tahap pendahuluan (aklimatisasi dan *range finding test*) kemudian dilanjutkan dengan tahap uji yang dilakukan selama 12 hari. Konsentrasi limbah cair yang digunakan sebesar 50%. Data penelitian yang analisis adalah data parameter awal dan akhir yaitu BOD, COD, nitrogen, dan TSS dari limbah cair kantin.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan uji sampel limbah awal kantin kampus diperoleh hasil analisis laboratorium dari beberapa paramater yang disajikan pada Tabel 1

Tabel 1. Karakteristik awal limbah kantin ITATS

Paramater	Nilai (mg/L)
BOD	253,37
COD	471,88
Nitrogen	12,626
TSS	160
pH	7

Karakteristik limbah kantin kampus menurut [10] tidak sesuai dengan baku mutu. Hal ini dikarenakan tidak adanya instalasi pengolahan limbah dari kantin sehingga kadar polutan dalam limbah memiliki konsentrasi yang tinggi atau tidak sesuai dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat penurunan konsentrasi limbah cair kantin pada seluruh perlakuan selama 12 hari dengan pH limbah stabil pada nilai 7 (Tabel 2). Penurunan secara signifikan terjadi pada perlakuan menggunakan tumbuhan daripada kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa tumbuhan berperan penting dalam menurunkan konsentrasi limbah cair

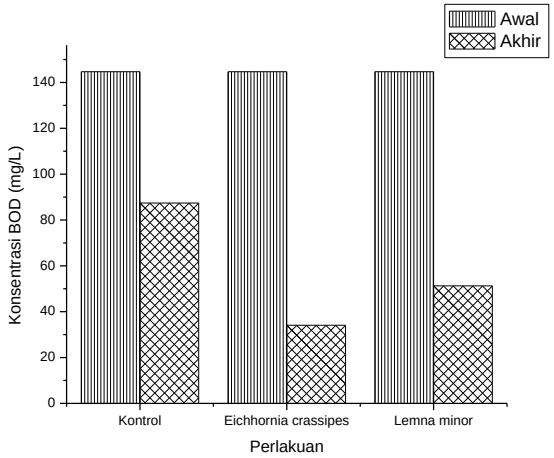
kantin. Limbah cair kantin termasuk dari *greywater* karena berasal dari aktivitas dapur non toilet [11]. Rasio COD/BOD pada hari ke-0 penelitian sebesar 2,5. Menurut penelitian yang dilakukan [12] rasio COD/BOD dibawah 2,5 menunjukkan *greywater* mudah untuk terdegradasi.

Tabel 2. Hasil uji penelitian konsentrasi limbah cair kantin ITATS

Paramater	Hari ke-0	Hari ke-12		
		Kontrol	*Eichhornia crassipes*	*Lemna minor*
BOD	144,7	87,41	34,09	51,26
COD	368,61	174,39	70,12	104,34
Nitrogen	9,84	9,22	2,46	5,18
TSS	250	120	60	90
pH	7	7	7	7

Kemampuan *Eichhornia crassipes* dan *Lemna minor* dalam menurunkan konsentrasi BOD

Hasil analisis menunjukkan efisiensi penurunan konsentrasi BOD terbesar pada perlakuan tumbuhan *Eichhornia crassipes* dengan nilai 76,44%. Perlakukan dengan tumbuhan *Lemna minor* sebesar 64,57% sedangkan pada kontrol sebesar 39,59% (Gambar 1). Berikut merupakan hasil analisis penurunan konsentrasi BOD pada limbah cair kantin.

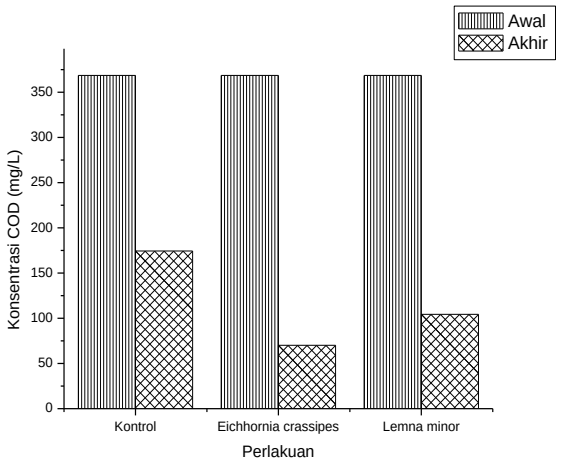


Gambar 1. Grafik konsentrasi BOD limbah cair kantin

Efisiensi tertinggi penurunan konsentrasi BOD limbah cair kantin diperoleh dengan perlakuan *Eichhornia crassipes* sebesar 76,44%. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh [2] bahwa *Eichhornia crassipes* mampu menurunkan konsentrasi limbah *grey water* hingga 83%. Penelitian yang dilakukan oleh [13] menyebutkan bahwa *Lemna minor* mampu menurunkan konsentrasi BOD pada *municipal wastewater* dengan pengenceran 25% secara maksimum sebesar 79%. Sedangkan pada penelitian ini *Lemna minor* mampu menurunkan konsentrasi BOD limbah cair kantin dengan pengenceran 50% sebesar 64,57%. Tumbuhan memiliki peranan penting dalam menurunkan senyawa organik, salah satunya dikarenakan dari aktivitas fotosintesis dan pertumbuhan tanaman [14]. *Eichhornia crassipes* memiliki biomassa yang lebih besar dan zona perakaran yang lebih luas sehingga efisiensi penurunan konsentrasi BOD lebih tinggi daripada *Lemna minor* yang memiliki biomassa dan perakaran lebih kecil. Berdasarkan penelitian [15] *duckweed* berukuran 1-3 mm dengan akar rapat yang pendek sekitar 1-3 cm.

Kemampuan *Eichhornia crassipes* dan *Lemna minor* dalam menurunkan konsentrasi COD

Hasil analisis menunjukkan efisiensi penurunan konsentrasi COD terbesar pada perlakuan tumbuhan *Eichhornia crassipes* dengan nilai 80,97%. Perlakukan dengan tumbuhan *Lemna minor* sebesar 71,69% sedangkan pada kontrol sebesar 52,68% (Gambar 2). Berikut merupakan hasil analisis penurunan konsentrasi COD pada limbah cair kantin.

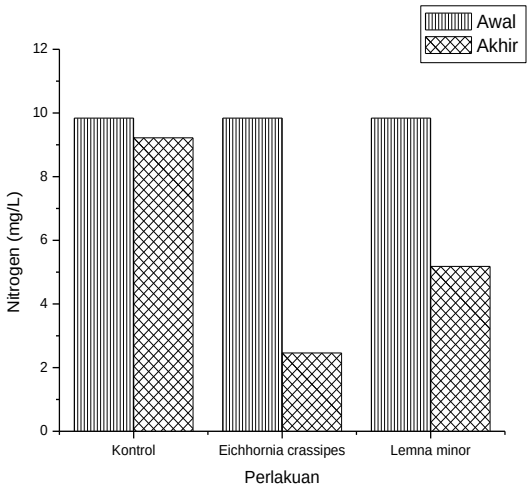


Gambar 2. Grafik konsentrasi COD limbah cair kantin

Efisiensi penurunan konsentrasi terbesar COD terdapat pada perlakuan dengan adanya tumbuhan. *Eichhornia crassipes* memiliki efisiensi paling besar hingga 80,97% daripada *Lemna minor* dengan efisiensi 71,69% dikarenakan memiliki zona perakaran yang lebih luas yang mampu mampu mengabsorbsi senyawa organik daripada *Lemna minor*. Tumbuhan air mengangkut oksigen melalui organ tumbuhan hingga berada pada kolom air untuk dimanfaatkan oleh mikroorganisme sebagai sumber elektron dalam sistem enzimnya. Selain itu, mikroorganisme yang terdapat pada zona perakaran memiliki peranan dalam menurunkan konsentrasi senyawa organik. Penelitian yang dilakukan ini memiliki kesamaan dengan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya. *Lemna minor* mampu menyisihkan COD pada *municipal wastewater* sebesar 83,67% [3]. Penelitian yang dilakukan oleh [13] menunjukkan bahwa *Lemna minor* mampu menurunkan konsentrasi COD sebesar 73% pada *municipal wastewater* tanpa *dilution* selama 28 hari.

Kemampuan *Eichhornia crassipes* dan *Lemna minor* dalam menurunkan konsentrasi nitrogen

Hasil analisis menunjukkan efisiensi penurunan konsentrasi nitrogen terbesar pada perlakuan tumbuhan *Eichhornia crassipes* dengan nilai 75%. Perlakuan dengan tumbuhan *Lemna minor* sebesar 47% sedangkan pada kontrol hanya 6,3% (Gambar 3). Berikut merupakan hasil analisis penurunan konsentrasi nitrogen pada limbah cair kantin.

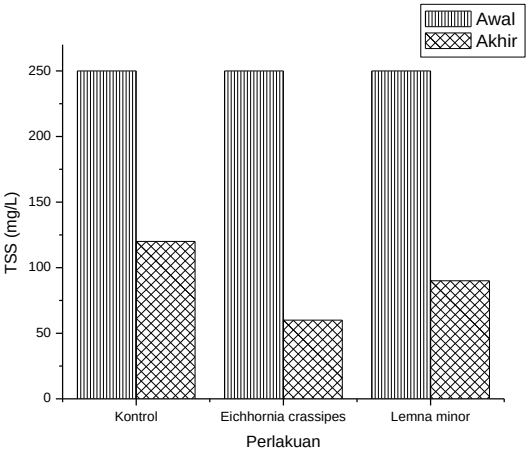


Gambar 3. Grafik konsentrasi nitrogen limbah cair kantin

Efisiensi penurunan konsentrasi nitrogen pada perlakuan kontrol jauh lebih kecil daripada dengan menggunakan tumbuhan. Hal ini dapat membuktikan bahwa tumbuhan berperan penting dalam menurunkan konsentrasi nitrogen pada limbah cair dengan menyerap nitrogen dalam bentuk nitrat dan ammonium. Selain itu, mikroorganisme yang berada pada zona perakaran tumbuhan memiliki peranan dalam penyisihan nitrogan dalam limbah cair kantin. Menurut [3] ammonium dan nitrat merupakan nitrogen anorganik utama yang diserap oleh akar tumbuhan yang digunakan dalam proses metabolisme. *Eicchornia crassipes* memiliki efisiensi penurunan nitrogen lebih tinggi daripada *Lemna minor* dikarenakan *Eichhornia crassipes* memiliki kemampuan asimilasi yang baik dalam menyerap ammonium dan nitrat [16]. Penurunan konsentrasi ammonium pada reaktor kontrol disebabkan adanya mikroorganisme yang menggunakan nitrogen sebagai nutrien. Proses nitrifikasi dan denitrifikasi merupakan mekanisme utama dalam menurunkan konsentrasi nitrogen. Selain itu, limbah cair kantin yang memiliki nilai pH 7 menjadi faktor pendukung dari proses nitrifikasi. Proses nitrifikasi berjalan optimal pada pH antara 7,05-7,81 [17] sedangkan penelitian yang dilakukan [18] menunjukkan nilai pH 7,5-7,81.

Kemampuan *Eichhornia crassipes* dan *Lemna minor* dalam menurunkan konsentrasi TSS

Hasil analisis menunjukkan efisiensi penurunan konsentrasi TSS terbesar pada perlakuan tumbuhan *Eichhornia crassipes* dengan nilai 76%. Perlakukan dengan tumbuhan *Lemna minor* sebesar 64% sedangkan pada kontrol sebesar 52% (Gambar 4). Berikut merupakan hasil analisis penurunan konsentrasi TSS pada limbah cair kantin kampus.



Gambar 4. Grafik konsentrasi TSS limbah cair kantin

Perlakuan dengan menggunakan tumbuhan menunjukkan efisiensi penurunan konsentrasi TSS lebih besar daripada kontrol. Tumbuhan memiliki perakaran yang mampu melakukan mekanisme filtrasi dan absorpsi (rhizofiltrasi) padatan tersuspensi total yang terkandung pada limbah cair kantin. Penelitian yang dilakukan oleh [13] melaporkan bahwa *Lemna minor* mengurangi tingkat kekeruhan dengan mengadsorpsi material koloid. Menurut [16] selain peranan tumbuhan, mikroorganisme pada bagian akar memiliki pernan dalam menurunkan konsentrasi padatan melalui proses metabolik pada bagian akar tumbuhan. Penurunan konsentrasi TSS pada perlakuan kontrol dikarenakan mikroorganisme menggunakan senyawa organik untuk metabolisme sedangkan senyawa anorganik mengalami pengendapan.

KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat pada penelitian ini adalah *Eichhornia crassipes* memiliki efisiensi penurunan konsentrasi BOD, COD, nitrogen, phospat, TSS, minyak dan lemak berturut-turut adalah 76,44% ; 80,97% ; 75% ; 65% ; 76% ; 54,3%. *Lemna minor* memiliki efisiensi penurunan konsentrasi BOD, COD, nitrogen, phospat, TSS, minyak dan lemak berturut-turut adalah 64,57% ; 71,69% ; 47% ; 43% ; 64% ; 36,22% sedangkan untuk kontrol memiliki efisiensi penurunan konsentrasi BOD, COD, nitrogen, phospat, TSS, minyak dan lemak berturut-turut adalah 39,59% ; 52,68% ; 6,3% ; 26,13% ; 52% ; 15,84%.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Rahman, M.A dan Hasegawa H. (2011), "Aquatic arsenic: Phytoremediation using floating macrophytes", *Chemosphere*, Vol.83, pp.633–646

[2] Kalsum, SY.U., Napoleon, A., Yudono B. (2014), "Efektivitas Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*), Hydrilla (*Hydrilla verticillata*), dan Rumput Payung (*Cyperus alterni-folius*) dalam Pengolahan Limbah *Grey Water*", *Jurnal Penelitian Sains*, Vol.17, No.1, hal.20-25

[3] Ozengin, Nihan dan Ayse Elmaci (2007), "Performance of Duckweed (Lemna minor L.) on different types of wastewater treatment", *Journal of Environmental Biology*, Vol 28(2), pp.307-314

[4] Warlina, L. (2004). *Pencemaran Air: Sumber, Dampak dan Penanggulangannya*, Makalah, IPB, Bogor

[5] Chirakkara, R.A. dan Reddy, K.R. (2014), "Synergistic Effects of Organic and Metal Contaminants on Phytoremediation", *American Society of Civil Engineers*, pp.1703-1712

[6] Hamidian, A.H. (2014), "Green Plants and Nature: Natural Wastewater Treatment Plants", *Int'l Journal of Advances in Agricultural & Environmental Engg. (IJAAEE)*, pp.29-33

[7] Rizwana M., Darshan M., dan Nilesh D. (2014), "Phytoremediation of Textile Waste Water Using Potential Wetland Plant: Eco Sustainable Approach", *International Journal of Interdisciplinary and Multidisciplinary Studies (IJIMS)*, Vol.1, No.4 , pp.130-138

[8] Akhter, A.F.M.S. (2013), "Performance Assessment of Macrophyte Stabilization Pond- A case Study of Eight Parameters, *International Journal of Scientific and Research Publications*, Vol.3, pp.1-6

[9] El-Kheir, W.A., Ismail, G., El-Nour. F.A., Tawfik, T., Hammad D. (2007), "Assessment of the Efficiency of Duckweed (Lemna gibba) in Wastewater Treatment", *International Journal of Agriculture & Biology*, Vol.9, No.5

[10] Peraturan Gubernur Jawa Timur nomor 72 tahun 2013 tentang baku mutu air limbah bagi industri dan/atau kegiatan usaha lainnya

[11] Al-Jayyousi O. (2013), "Greywater reuse: Towards sustainable water management. *Desalination*. Vol.156, pp.181-192.

[12] Olanrewaju, O. O. dan Ilemobade, A. A. (2015), "Greywater Reuse Review and Framework for Assessing Greywater Treatment Technologies for Toilet Flushing", *Advances in Research*, Vol.5(4), pp. 1-25

[13] Selvarani, A.J., Padmavathy, P., Srinivasan, A., Jawahar, P. (2015), "Performance of Duckweed (Lemna minor) on different types of wastewater treatment", *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, Vol. 2(4), pp. 208-212

[14] Mahmood, Qaisar., Arshid Pervez, Bibi Saima Zeb, Habiba Zaffar, Hajra Yaqoob, MuhammadWaseem, Zahidullah, and Sumera Afsheen (2013), "Natural Treatment Systems as Sustainable Ecotechnologies for the Developing Countries", *BioMed Research International*

[15] Altay, A., H.Bayhan dan L. Akca (1996), "*Nutrient removal efficiency of the natural treatment system utilizing duckweed*", 1st Uludag Environmental Engineering Symposium, Bursa

[16] Sooknah, R. (2000), "Review of the mechanisms of pollutant removal in water hyacinth systems", *Science and Technology*,Vol.6

[17] Strom, E. (2010), *Leachate treatment and anaerobic digestion using aquatic plants and algae*, Tesis, Water and Environmental Studies Department of Thematic Studies Linköping University

[18] Ni'am, Achmad Chusnun (2012), *Efektifitas Eichhornia crassipes dan Typha angustifolia dalam Mengolah Efluen Leachate dari TPA Ngipik, Gresik*, Tesis, Teknik Lingkungan FTSP-ITS, Surabaya

- halaman ini sengaja dikosongkan -