

FITOREMEDIASI COD, FOSFAT, DAN AMMONIA AIR LIMBAH DOMESTIK BERSALINITAS DENGAN ECENG GONDOK (*Eichhornia crassipes*)

I Wayan Koko Suryawan*
Universitas Universal, Batam, Indonesia
Email: iwayankokosuryawan@gmail.com

ABSTRAK

Pelayanan air bersih di daerah pesisir pantai sangat berkaitan dengan tingkat salinitas. Salinitas sumber air pesisir sangat bervariasi sehingga akan mempersulit teknik pengolahan. Eceng gondok merupakan salah satu tanaman yang dapat tumbuh dalam salinitas yang cukup tinggi. Pertumbuhan eceng gondok yang tidak terkendali dapat dimanfaatkan dalam pengolahan air limbah dengan cara fitoremediasi. Potensi eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) untuk menyisihkan beban pencemaran seperti COD, fosfat, dan ammonia limbah domestik bersalinitas. Penelitian dibagi menjadi tiga tahap yaitu tahap seeding, aklimatisasi, dan pengolahan 100% air limbah. Percobaan dilakukan dengan memvariasikan salinitas air limbah yaitu 1, 5, 10, dan 20 ppt. Penyisihan bahan organik terlarut dihitung dalam bentuk COD terlarut sebesar 40-63%. Penurunan yang signifikan untuk parameter fosfat dan ammonia 70-74% dan 59-77%.

Kata Kunci – ammonia, COD, eceng gondok, fosfat, dan salinitas

Diterima: Oktober 2018

Dipublikasikan: November 2018

I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk di wilayah pesisir di Indonesia cukup pesat. Tingginya jumlah penduduk dapat menyebabkan tingginya aktivitas serta hasil samping dari kegiatan sehari – hari. Imroatus menyebutkan 97,6% warga kawasan pesisir di Dusun Talaga Desa Kairatu Kabupaten Seram Bagian Barat tidak memiliki jamban (Imroatus, Mulyadi, & Maryam, 2015). Kondisi sanitasi serupa juga ditemukan di Pulau Lae lae Kecamatan Ujung Pandang yang membuang air limbah ke badan air pesisir. MDGs Indonesia yang dilaksanakan tahun 2015-2019 memiliki program 100-0-100 yaitu adanya 100% akses air minum aman, 0% pemukiman kumuh serta 100% akses sanitasi layak. Sanitasi pada kawasan pesisir memiliki tingkat pelayanan yang rendah dan penerapan teknologi pengolahan air limbah yang cukup sulit terkait dengan salinitas.

Air limbah domestik yang berasal dari kawasan pesisir memiliki tingkat salinitas yang berbeda. Tingkat salinitas air limbah ditentukan oleh sumber air bersih dan pengolahan yang digunakan. Sumber air

kawasan pesisir pantai biasanya memiliki salinitas yang cukup tinggi. Wahyudi, dkk menyebutkan tingkat salinitas di Kawasan Pesisir Surabaya Timur memiliki tingkat salinitas beragam mulai dari 2 - 8 ppt hingga 20-32 ppt (Wahyudi, Setiyono, & Jayanthi, 2014). Masalah pencemaran lingkungan yang diakibatkan salinitas tinggi adalah susahya pengolahan oleh bakteri. Pelayanan pengolahan air limbah domestik yang biasa diaplikasikan di Indonesia adalah pengolahan dengan cara lumpur aktif, *anaerobic baffled reactor*, bidang resapan, filtrasi, dan sebagainya. Teknologi pengolahan air limbah seperti proses lumpur aktif serta filtrasi tidak sepenuhnya layak untuk diterapkan di daerah pedesaan dan daerah terluar (Chen, Wen, Zhou, & Vymazal, 2014). Pemahaman masyarakat terhadap peraturan air limbah domestik yang semakin ketat masih sangat terbatas dan tidak memadai. Dengan demikian, pemilihan teknologi alternatif berbiaya rendah dan efisien untuk pengolahan air limbah sangat penting. Fitoteknologi merupakan suatu pilihan yang digunakan untuk mengolah air limbah karena biaya yang rendah, pengoperasian dan pemeliharaan yang mudah (Rai, et al., 2013).

Spesies tanaman dan jenis media merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap kinerja penyisihan pencemar dalam proses fitoremediasi karena dianggap sebagai komponen biologis utama remediasi dan mengkonversi secara langsung atau tidak langsung polutan (Li, et al., 2008). Tanaman eceng gondok merupakan salah satu tanaman indikator pencemar di suatu badan air. Keberadaan eceng gondok hampir dapat ditemukan di seluruh wilayah Indonesia, bahkan di beberapa daerah sudah mencapai kondisi *blooming*. *Blooming* eceng gondok sering terlihat di daerah Rawa Pening dengan kecenderungan kenaikan jumlah dari tahun ke tahun (Indrayati & Hikmah, 2018). Tertutupnya lahan sebesar 43% dari luas total Danau Tempe oleh tanaman air termasuk eceng gondok (Bahri, 2016). Dengan melimpahnya keberadaan eceng gondok maka tanaman ini sangat cocok digunakan sebagai tanaman untuk mengolah bahan pencemar sebagai substrat.

Pemilihan substrat dalam proses pengolahan dengan cara fitoremediasi ditentukan oleh permeabilitas hidrolis dan kapasitas menyerap polutan. Konduktivitas hidraulik yang buruk akan mengakibatkan penyumbatan dan akan mengurangi keefektifan sistem, dan rendahnya tingkat adsorpsi. Salinitas merupakan senyawa toksik yang dapat mengganggu pertumbuhan eceng gondok. Pada salinitas 6 g/L terjadi kematian eceng gondok pada hari ke 3, dimana eceng gondok sudah tidak dapat mentoleransi salinitas (de Casabianca & Laugier, 1995). Penelitian lain menyebutkan toksisitas mematikan eceng gondok pada salinitas yaitu 2-3 g/L (Penfound, 1948). Pengolahan air limbah bersalinitas tinggi (6,6 g/L) dengan tanaman glagah putih dan *Sarcocornia fruticosa* memiliki potensi untuk pengolahan dan sangat efektif dalam penyisihan bahan organik, nitrogen dan fosfor (Calheiros, et al., 2012). Air lindi bersalinitas 2,5 g/L dapat menyisihkan ammonium dan nitrat (Ni'am & Warmadewanthi, 2013).

Penyisihan polutan dalam proses sedimentasi, penyaringan, penguapan, adsorpsi, absorpsi tanaman, dan berbagai

proses pengolahan mikroorganisme umumnya secara langsung dan/atau tidak langsung dipengaruhi oleh kondisi lingkungan internal dan eksternal yang berbeda seperti suhu, ketersediaan oksigen terlarut (DO) dan sumber karbon organik, kondisi pH dan redoks dalam tumbuhan. Tujuan dari makalah ini adalah untuk mengetahui pengaruh salinitas terhadap penyisihan COD, fosfat, dan ammonia oleh tanaman eceng gondok. Makalah ini juga meninjau perkembangan dalam eceng gondok dalam penyisihan substrat dalam operasional pengolahan air limbah.

II. METODE

A. Alat dan bahan penelitian

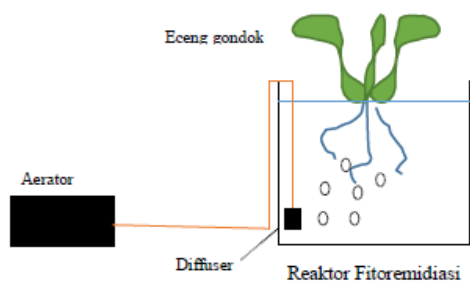
Penelitian dilakukan dengan menggunakan reaktor batch dengan volume air limbah domestik sebesar 3,5L (Gambar 1). Air limbah yang digunakan berasal dari saluran disekitar muara Tukad Badung, Provinsi Bali. Variasi air limbah domestik yang digunakan adalah sebagai berikut Air limbah domestik tanpa penambahan salinitas sebagai control dan air limbah domestik dengan penambahan salinitas 5, 10, dan 20 ppt. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer untuk menguji parameter COD, fosfat, dan ammonia. Dalam penelitian ini dilakukan control terhadap pH yang diukur dengan pH meter. Nilai DO selalu dijaga dengan injeksi udara dengan aerator dan nilai DO diukur dengan DO meter.

B. Prosedur Penelitian

Tahap penelitian dibagi menjadi tiga tahap yaitu *seeding*, *aklimatisasi*, dan *running*. Eceng gondok yang didapatkan dari badan air sungai yang mengandung salinitas rendah. *Seeding* dalam percobaan menggunakan air dengan salinitas yang disesuaikan jenis limbah yang akan diolah. Substrat yang digunakan dalam *seeding* adalah glukosa dengan konsentrasi 1000 mg/L. Setelah terjadi pertumbuhan eceng gondok atau dilihat terdapat tunas baru maka dilanjutkan dengan tahap *aklimatisasi* dengan perbandingan air glukosa:air limbah adalah 75%:25%; 50%:50%; dan 25%:75%. Periode *aklimatisasi* dilakukan dengan melihat adanya

pertumbuhan daun. Panjang daun diukur dari awal hingga akhir percobaan. Setelah terlihat adanya pertumbuhan maka dapat dilakukan pengolahan 100% limbah cair domestik.

Paramater pencemaran air limbah domestik yang diukur adalah fosfat dan ammonia. Pengukuran fosfat dan ammonia dilakukan berdasarkan standard method dengan spektrofotometer. Tingkat cemaran bahan organik diukur berdasarkan parameter COD. Parameter COD, nitrat, dan fosfat diukur secara periodik. Jangka waktu pengukuran limbah yaitu sampai keadaan pengolahan konstan. Dalam percobaan salinitas juga diukur sebagai parameter kontrol.



Gambar 1. Reaktor pengolahan limbah domestik bersalinitas dengan eceng gondok

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Awal

Karakteristik awal limbah menentukan jumlah pencemar yang harus diolah pada proses fitoremediasi. Berdasarkan baku mutu Peraturan Gubernur Bali no 16 tahun 2016, effluent limbah kegiatan domestik parameter BOD dan COD masih belum memenuhi baku mutu (Tabel 1). Kondisi eksisting air limbah diolah menggunakan septic tank dan dialirkan langsung ke badan air. Jika dilihat dari karakteristik awal air limbah mengandung ammonia dan fosfat yang tinggi yang dapat menyebabkan terjadinya pencemaran eutrofikasi hingga meledaknya populasi alga.

TABEL I
KARAKTERISTIK LIMBAH DOMESTIK

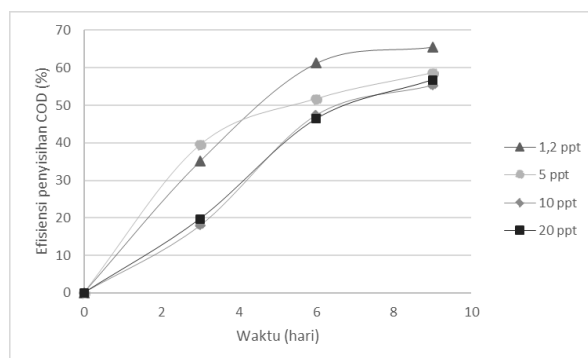
No.	Parameter	Konsentrasi	Satuan	Baku Mutu*)
1	TSS	34	mg/L	100
2	pH	8,03		6-9
3	BOD	178,2	mg/L	100
4	COD	379,7	mg/L	100
5	Minyak dan lemak	6,3	mg/L	10

6	Salinitas	1,2	ppt	-
7	PO4	0,812	mg/L	-
8	NH3	1,043	mg/L	-

*) Baku mutu Peraturan Gubernur no 16 tahun 2016

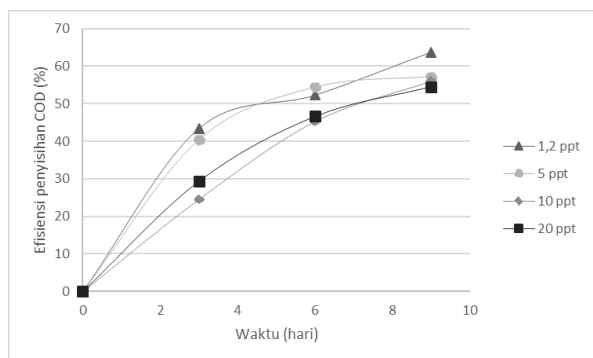
B. Aklimatisasi

Proses aklimatisasi dilakukan dalam tiga tahap yaitu dengan penambahan glukosa:air limbah 75:25%; 50:50%; dan 25:75%. Proses aklimatisasi masing – masing variasi dilakukan selama 9 hari, mempertimbangkan proses degradasi yang terjadi untuk penyisihan substrat. Pada aklimatisasi 75%:25% penyisihan COD pada hari ke 9 sudah mencapai 50% pada penambahan salinitas 1,2 ppt dan 5 ppt (Gambar 2). Adanya penyisihan COD menandakan tumbuhan eceng gondok sudah mulai terbiasa dengan kondisi limbah dan gula sebagai substrat. Penyisihan pada salinitas 20 ppt terjadi lebih lambat mengindikasikan tanaman eceng gondok belum terbiasa dengan kondisi salinitas tinggi.



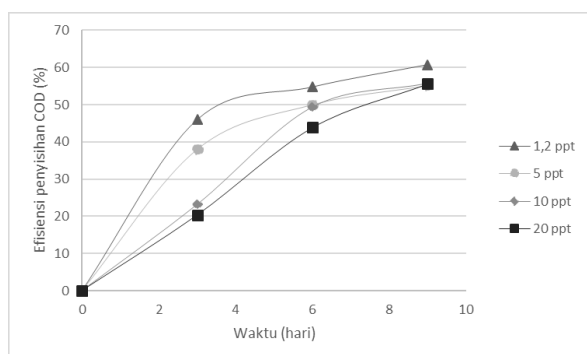
Gambar 2. Persentase penyisihan COD pada aklimatisasi 75%:25%

Proses aklimatisasi 50%:50% tidak ada perubahan yang signifikan untuk salinitas 1,2; 5; dan 10 ppt terhadap efisiensi penyisihan pada hari ke 9 (Gambar 3). Penyisihan COD pada salinitas 20 ppt menunjukkan terjadinya penurunan efisiensi penyisihan COD dari 36% menjadi 31%. Pertumbuhan daun pada proses aklimatisasi 50%:50% tetap terjadi pada semua reaktor dan terlihat adanya tunas baru pada eceng gondok yang menandakan tanaman masih tetap dapat hidup dalam kondisi limbah 50% serta adanya penambahan salinitas.



Gambar 3. Persentase penyisihan COD pada aklimatisasi 50%:50%

Penyisihan COD pada aklimatisasi terakhir pada penambahan 75% limbah menunjukkan adanya penurunan efisiensi penyisihan COD pada salinitas 1,2; 5; dan 10 ppt (Gambar 4). Rata-rata panjang daun yang tumbuh saat proses aklimatisasi adalah 0,18-0,27 cm. Penyisihan COD saat proses aklimatisasi terakhir adalah 55,6-60,7%.

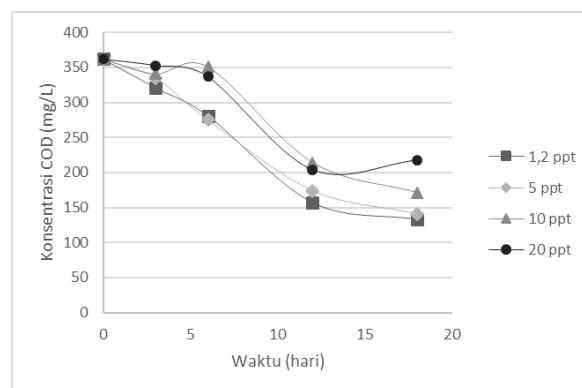


Gambar 4. Persentase penyisihan COD pada aklimatisasi 25%:75%

C. Penyisihan COD terlarut

Banyaknya bahan organik yang diolah dihitung berdasarkan nilai COD terlarut. Tanaman eceng gondok yang digunakan dapat menyisihkan bahan organik yang terlarut. Efisiensi penyisihan COD terlarut dalam proses fitoremediasi adalah 40-63%. Penelitian yang telah dilakukan oleh Ratnani, (Ratnani, 2012) menunjukkan adanya penyisihan COD sebesar 60% selama 22 hari pengolahan pada limbah industri tahu. Efisiensi pengolahan yang cukup tinggi dapat diperoleh oleh Ni'am dan Warmadewanthi, (Ni'am & Warmadewanthi, 2013) menyebutkan eceng gondok memiliki kemampuan untuk menyerap salinitas dengan batas tertentu. Dapat dilihat pada konsentrasi salinitas tinggi menyebabkan penyisihan bahan organik yang tidak optimum. Tidak

optimumnya penyisihan bahan organik dalam limbah domestik bersalinitas dapat disebabkan oleh adanya tekanan osmotik yang berlebih karena tingginya salinitas sehingga penyerapan bahan organik tidak optimal.

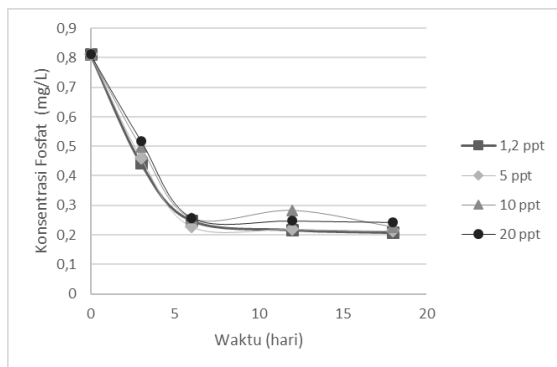


Gambar 5. Penyisihan COD terlarut dalam 18 hari pengolahan

Pengukuran DO dalam penelitian menunjukkan konsentrasi 5,6 – 6,2 mg/L sehingga proses pengolahan berada dalam kondisi aerobik. pH dalam penyisihan berada dalam suasana sedikit basa yaitu 7,8 – 8,9. Penelitian yang dilakukan Padmaningrum dkk., dalam pengolahan limbah laundry menunjukkan pada pH 8,8 dapat menurunkan bahan organik dan fosfat dengan baik dengan menggunakan tanaman melati air (Padmaningrum, Aminatun, & Yuliati, 2014).

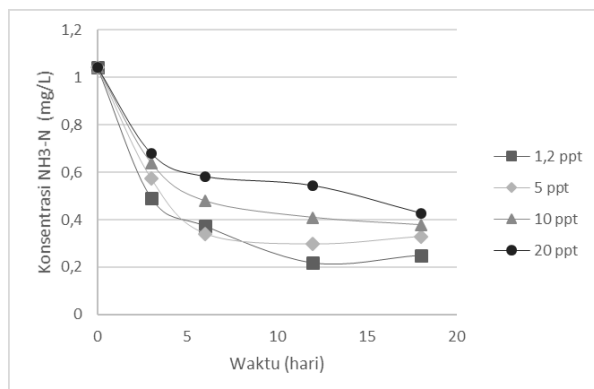
D. Penyisihan Fosfat dan Ammonia

Fosfor merupakan unsur makro nutrient bagi tumbuhan, fosfor diserap oleh tumbuhan dalam bentuk ion fosfat. Ion fosfat umumnya diserap oleh tumbuhan dalam bentuk ion ortofosfat ($H_2PO_4^-$ dan HPO_4^{2-}). Di badan air jumlah ion ortofosfat yang berlebih dapat menimbulkan dampak negative seperti meningkatkan pertumbuhan alga sehingga terjadi alga *blooming*. Penyisihan fosfat dalam penelitian menunjukkan penyisihan 70-74%. Dengan menggunakan waktu tinggal selama 10 jam penyisihan fosfat hanya mencapai 71 – 88,5% (Romadhony & Sutrisno, 2013). Penggunaan tanaman kiambang (*Salvinia Molesta*) berhasil menyisihkan fosfat sebesar 71,71% pada hari ke 3 pengolahan (Rahmawati, Zaman, & Purwono, 2016).



Gambar 6. Penyisihan fosfat dalam 18 hari pengolahan

Ammonia yang dapat disisihkan dalam percobaan selama 9 hari yaitu 59-77%. Penyisihan ammonia dapat mencapai diatas 76,3 % dalam percobaan pengolahan selama 76 jam (Fariez, Chairul, & Said, 2014). Proses pengolahan air limbah industri gula tebu secara kontinu dengan penggunaan tanaman eceng gondok dapat menyerap ammonia sebesar 17,22% dengan HRT 1,33 hari (Hasanudin, Suroso, & Hartono, 2013). *Spirodela polyrhiza* dapat menyisihkan ammonia sebesar 60% dalam waktu dua hari dengan inisial konsentrasi tinggi (Ng & Chan, 2017).



Gambar 7. Penyisihan ammonia dalam 18 hari pengolahan

IV. KESIMPULAN

Tanaman eceng gondok dapat mengolah bahan organik terlarut dalam waktu 18 hari dengan efisiensi penyisihan COD 63 % pada salinitas terendah yaitu 1,2 ppt dan terjadi penurunan efisiensi penyisihan COD menjadi 40% pada salinitas 20 ppt. Penyisihan nutrisi fosfat dan ammonia pada salinitas berbeda tidak signifikan. Efisiensi penyisihan fosfat dan ammonia sebesar 70,74% dan 59-77%.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Bahri, S. (2016). Identifikasi sumber pencemar nitrogen (n) dan fosfor (p) pada pertumbuhan melimpah tumbuhan air di danau tempe, sulawesi selatan. *Jurnal Sumber Daya Air*, 12, 159 – 174.
- Calheiros, C., Quitério, P., Silva, G., Crispim, L., Brix, H., Moura, S., & Castro, P. (2012). Use of constructed wetland systems with *Arundo* and *Sarcocornia* for polishing high salinity tannery wastewater. *Journal Environmental Management*, 95, 66-71.
- Chen, Y., Wen, Y., Zhou, Q., & Vymazal, J. (2014). Effects of plant biomass on denitrifying genes in subsurface-flow constructed wetlands. *Bioresour. Technol.*, 157, 341–345.
- de Casabianca, M., & Laugier, T. (1995). *Eichhornia crassipes* production on petroliferous wastewaters: effects of salinity. *Bioresource Technology*, 54, 39-43.
- Fariez, Chairul, & Said, Z. (2014). Fitoremediasi air tercemar polutan amoniak dengan memanfaatkan eceng gondok (*Eichornia Crassipes*). *Jurnal Online Mahasiswa*, 1, 1-6.
- Hasanudin, U., Suroso, E., & Hartono. (2013). Kajian efektifitas penggunaan tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dalam menurunkan beban pencemar air limbah industri gula tebu. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*, 18, 157-167.
- Imroatus, S., Mulyadi, & Maryam, L. (2015). Gambaran Sarana Sanitasi Masyarakat Kawasan Pesisir Pantai Dusun Talaga Desa Kairatu Kecamatan Kairatu Kabupaten Seram Bagian Barat Tahun 2014. *HIGIENE*, 1, 75 - 83.
- Indrayati, A., & Hikmah, N. (2018). Prediksi sedimen danau rawa pening tahun 2020 sebagai dasar reservasi sungai

- tuntang berbasis sistem informasi geografis. *Prosiding Seminar Nasional Geografi UMS IX 2018*, 543-552.
- Li, J., Wen, Y., Zhou, Q., Xingjie, Z., Li, X., Yang, S., & Lin, T. (2008). Influence of vegetation and substrate on the removal and transformation of dissolved organic matter in horizontal subsurface-flow constructed wetlands. *Bioresour Technol*, 99, 4990 - 4996.
- Ng, Y., & Chan, D. (2017). Phytoremediation Capabilities of *Spirodela polyrhiza*, *Salvinia molesta* and *Lemna* sp. In Synthetic Wastewater: A Comparative Study. *Journal of Phytoremediation*, 1549-7879.
- Ni'am, A., & Warmadewanthi, I. (2013). Efektifitas *Typha angustifolia* dan *Eichhornia crassipes* dalam mengolah leahate dengan sistem constructed wetland. *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVIII*, D71-D77.
- Padmaningrum, P., Aminatun, T., & Yuliaty. (2014). Pengaruh biomasa melati air (*Echinodorus paleaefolius*) dan teratai (*Nyphaea firecrest*) terhadap kadar fosfat, BOD, COD, TSS, dan derajat keasaman limbah cair laundry. *Jurnal Penelitian Saintek*, 19, 64-74.
- Penfound, W. (1948). Biology of the Water Hyacinth. *Ecological Monographs*, 18, 447-472.
- Rahmawati, A., Zaman, B., & Purwono. (2016). Kemampuan tanaman kiambang (*Salvinia Molesta*) dalam menyisihkan bod dan fosfat pada limbah domestik (grey water) dengan sistem fitoremediasi secara kontinyu. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5, 1-10.
- Rai, U., Tripathi, R., Singh, N., Upadhyay, A., Dwivedi, S., Shukla, M., . . . Nautiyal, C. (2013). Constructed wetland as an ecotechnological tool for pollution treatment for conservation of Ganga river. *Bioresour. Technol*, 535-541, 148.
- Ratnani, R. D. (2012). Kemampuan kombinasi eceng gondok dan lumpur aktif untuk menurunkan pencemaran pada limbah cair industri tahu. *Momentum*, 2, 1-5.
- Romadhony, A., & Sutrisno, J. (2013). Kinerja counstructed wetland dalam menurunkan kandungan phospat (PO4) dan ammonia (NH3) pada limbah rumah sakit. *Jurnal Teknik WAKTU*, 11, 22-27.
- Wahyudi, Setiyono, A., & Jayanthi, O. (2014). Studi Kualitas Dan Potensi Pemanfaatan Airtanah Dangkal Di Pesisir Surabaya Timur. *Eksplorium*, 3, 43 - 56.