

Evaluasi Karakteristik Air Limbah Hasil Pengolahan Waste Stabilization Pond di Kota Jakarta

Yesaya Emeraldy Priutama¹⁾, Ariyanti Sarwono²⁾, I Wayan Koko Suryawan³⁾
Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Perencanaan Infrastruktur Universitas
Pertamina, Jl. Teuku Nyak Arief, Kebayoran Lama, Jakarta Selatan 12220, Indonesia
Email: yesayaep@gmail.com¹⁾, arisarwono3@gmail.com²⁾
i.suryawan@universitaspertamina.ac.id³⁾

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v12i1.657>

(Received: November 2021 / Revised: February 2022 / Accepted: March 2022)

Abstrak

Kota Jakarta merupakan kota metropolitan yang tidak lepas dari permasalahan lingkungan seperti adanya timbulan air limbah domestik. Air limbah domestik di kota Jakarta salah satunya diolah dengan *waste stabilization pond* (WSP) dan dengan sistem terpusat. Peningkatan jumlah pelayanan dan berubahnya karakteristik air limbah dapat mempengaruhi kinerja WSP. Tujuan dari studi ini adalah untuk mengevaluasi kinerja pengolahan air limbah dengan WSP di kota Jakarta. Adapun pengukuran dilakukan pada inlet dan outlet sistem WSP dan pengukuran berdasarkan parameter dari *Biological Oxygen Demand* (BOD₅), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solids* (TSS), pH dan amonia. Berdasarkan standar yang ditetapkan oleh pemerintah Indonesia, semua parameter tersebut telah memenuhi baku mutu. Efisiensi penyisihan parameter BOD, COD, TSS, amonia masing-masing adalah 96,22%; 88,66%, 96,19%, 98,62%. pH hasil pengolahan juga berada pada kondisi netral yaitu 6,5-8,5. Hasil dari pengolahan dengan WSP dapat dikatakan berjalan dengan baik dan diperlukan upaya untuk peningkatan yang berkelanjutan seperti perencanaan penggunaan ulang air hasil pengolahan.

Kata kunci: *waste stabilization pond*, *air limbah*, *efisiensi*, *parameter*

Abstract

The city of Jakarta is a metropolitan city that cannot be separated from environmental problems such as the generation of domestic wastewater. One of the domestic wastewaters in the city of Jakarta is treated with a centralized system and treated with a waste stabilization pond (WSP). Increasing the number of services and changing wastewater characteristics can affect WSP performance. The purpose of this study is to evaluate the performance of wastewater treatment with WSP in the city of Jakarta. The measurements were carried out at the inlet and outlet of the WSP system and based on the parameters of Biological Oxygen Demand (BOD₅), Chemical Oxygen Demand (COD), Total Suspended Solids (TSS), pH and Ammonia. Based on the standards set by the Indonesian government, all of these parameters have met the quality standards. Efficiency of removal of parameters BOD, COD, TSS, ammonia is 96.22% respectively; 88.66%, 96.19%, 98.62%. The pH of the processing is also in a neutral pH condition, namely 6.5-8.5. The results of the treatment with WSP can be said to be going well and efforts are needed for continuous improvement such as planning for the reuse of treated water.

Keywords: *waste stabilization pond*, *wastewater*, *efficiency*, *parameters*

1. Latar Belakang

Diperkirakan 40–60% kawasan perkotaan di kota-kota di Indonesia merupakan permukiman tidak terencana atau informal yang berkembang secara bertahap tanpa standar infrastruktur perkotaan yang memadai (Juliman, 2009). Sebagian besar dari mereka menghasilkan limbah cair yang diolah dengan kualitas buruk, sesuai dengan izin pembuangan yang ditetapkan oleh Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (Peraturan No. P.68/2016) (Yulistyorini *et al.*, 2019).

Pengolahan air limbah yang paling tepat adalah yang akan menghasilkan efluen yang memenuhi baku mutu kualitas mikrobiologi, fisika, dan kimia yang direkomendasikan baik dengan biaya rendah dan dengan persyaratan operasional dan pemeliharaan yang rendah (Naidoo and Olaniran, 2014). Sistem yang berbeda digunakan di seluruh dunia untuk pengolahan air limbah seperti lumpur aktif, *trickling filter* dan sistem kolam stabilisasi/*waste stabilization pond* (WSP). Unit pengolahan WSP umumnya digunakan untuk pemurnian limbah kota, terutama di negara berkembang, karena efektivitas biaya dan potensi tinggi untuk menghilangkan polutan (El-Deeb Ghazy *et al.*, 2008; Gruchlik, Linge and Joll, 2018; Achag, Mouhanni and Bendou, 2021).

WSP dirancang untuk mencapai berbagai bentuk pengolahan hingga tiga tahap secara berurutan, tergantung pada kekuatan organik dari limbah input dan tujuan kualitas efluen. Biasanya, WSP klasik terdiri dari kolam anaerobik, diikuti oleh kolam fakultatif primer atau sekunder. Jika pengurangan patogen lebih lanjut diperlukan, kolam pematangan akan diperkenalkan untuk memberikan pengobatan tersier. WSP sangat banyak digunakan untuk komunitas pedesaan kecil tetapi sistem besar ada di Kota Jakarta dan beberapa daerah di Indoensia (Azizah, Slamet and Yuniarto, 2017; Solikhin, 2018; Marleni, Putri and Istiqomah, 2020; Darwin *et al.*, 2021; Di, Musi and Mura, 2021; Handoko and Pendahuluan, 2021). Pengolahan air limbah oleh WSP telah dianggap sebagai cara yang ideal untuk menggunakan proses alami untuk meningkatkan limbah air limbah.

Sistem WSP umumnya mencakup pembuangan terus menerus melalui serangkaian kolam anaerobik, fakultatif dan pematangan. Kolam anaerobik pertama menghilangkan sebagian besar padatan tersuspensi dan beberapa bahan organik. Sisa bahan organik dihilangkan oleh aktivitas alga dan bakteri heterotrofik di kolam fakultatif. Dengan aplikasi WSP di kota Jakarta yang sudah berjalan cukup lama maka diperlukan evaluasi hasil pengolahan tersebut. Tujuan dari studi ini adalah untuk mengevaluasi pengolahan air limbah dengan WSP di Kota Jakarta.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan observasi lapangan dan wawancara. Observasi lapangan dilakukan untuk menentukan sistem pengolahan air limbah yang dilakukan di lokasi penelitian.

Pengambilan sampel air influen dan efluen dilakukan dengan mengikuti standar yang berlaku yaitu SNI 6989.59:2008 tentang Air dan Air Limbah Bagian

59: Metode Pengambilan Contoh Air Limbah. Pengambilan sampel dan pengujian laboratorium dilakukan dua minggu sekali atau satu bulan sebanyak dua kali. Sampel air pada bagian inlet yaitu kolam penampungan pada *Sludge Acceptance Plant* dan pada bagian outlet yaitu kolam final.

Hasil laboratorium akan dibandingkan dengan standar baku mutu yang ditetapkan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.

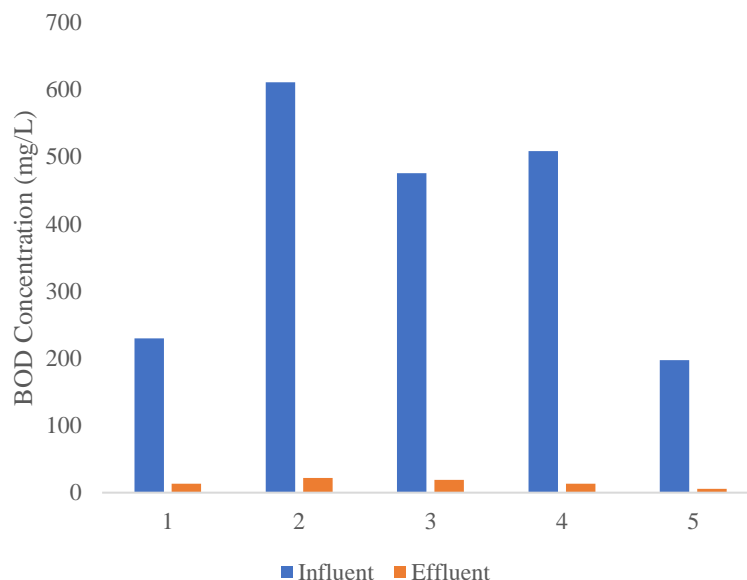
Selain itu, pendataan sekunder juga dilakukan untuk mengetahui kuantitas dan kualitas air limbah yang ada. Studi literatur juga dilakukan untuk membandingkan kondisi eksisting dengan kondisi ideal dalam pengolahan air limbah

3. Hasil dan Pembahasan

WSP atau yang juga dikenal sebagai *lagoon* adalah teknologi pengolahan air limbah domestik yang paling sederhana (Von Sperling, 2007) dan paling banyak digunakan untuk pengolahan air limbah di seluruh dunia.

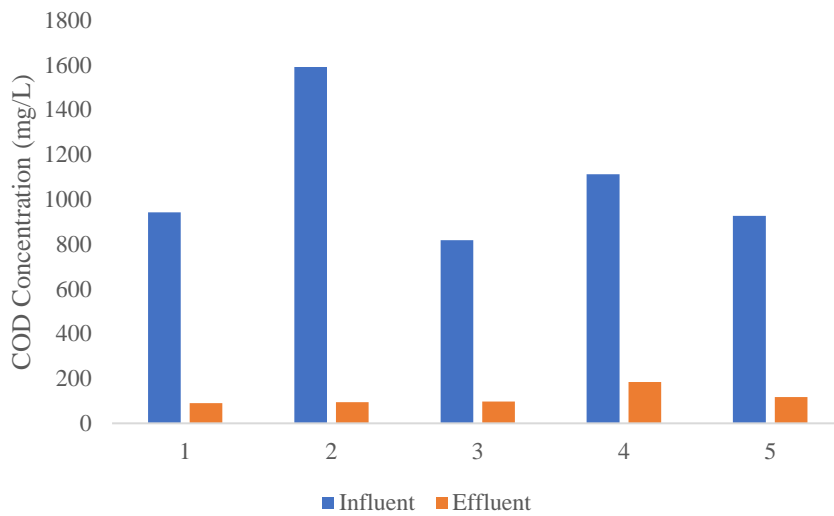
Gambar 1 sampai dengan Gambar 5 menunjukkan nilai konsentrasi pencemar pada inlet dan outlet dari keseluruhan proses WSP dari *Biological Oxygen Demand* (BOD₅), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solids* (TSS), pH dan amonia.

Terjadiya Perubahan konsentrasi BOD pada inlet dan outlet seerti diperlihatkan pada Gambar 1.



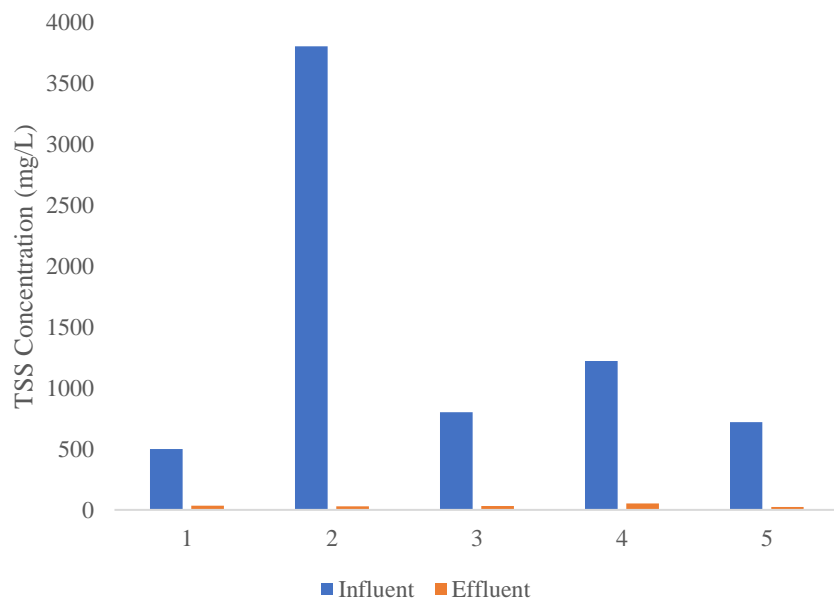
Gambar 1 Perubahan konsentrasi BOD pada inlet dan outlet

Untuk perubahan konsentrasi COD pada inlet dan outlet seperti diperlihatkan pada Gambar 2.

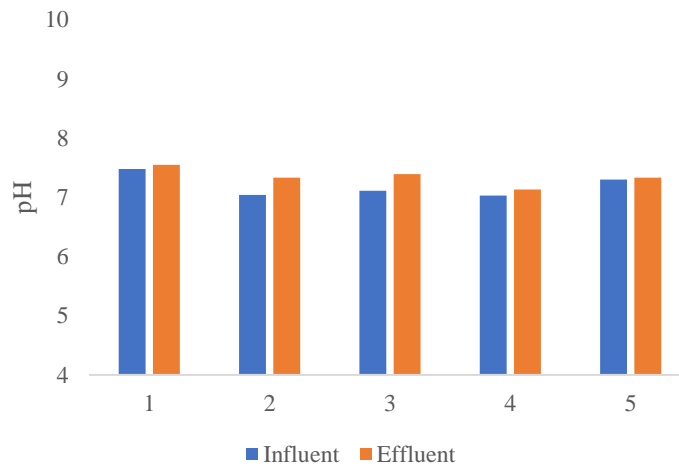


Gambar 2 Perubahan konsentrasi COD pada inlet dan outlet

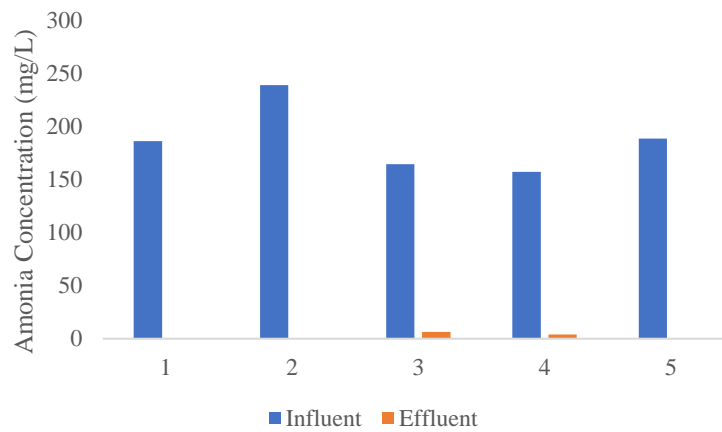
Sementara itu untuk perubahan konsentrasi TSS pada inlet dan outlet seperti diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Perubahan konsentrasi TSS pada inlet dan outlet



Gambar 4 Perubahan pH pada inlet dan outlet



Gambar 5 Perubahan konsentrasi Amonia pada inlet dan outlet

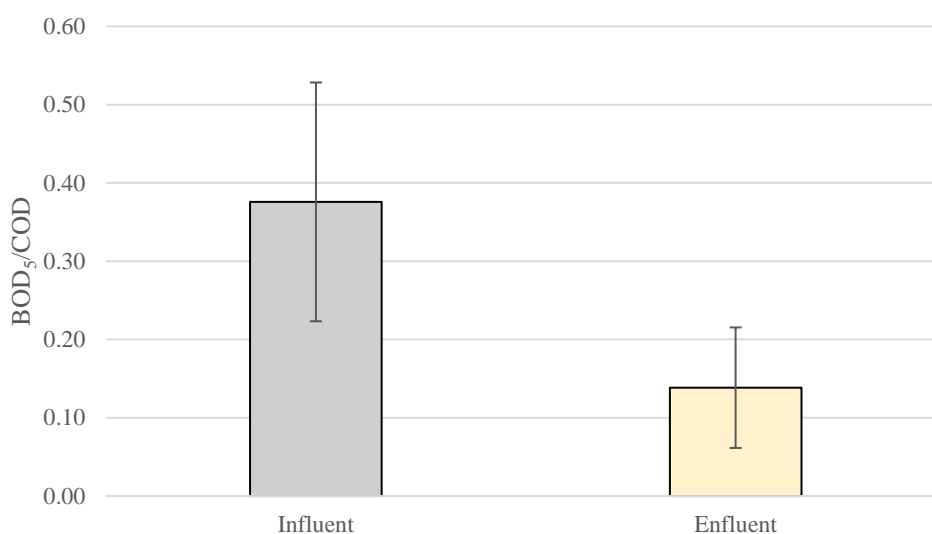
Gambar 1 sampai Gambar 5 memperlihatkan Perubahan Konsentrasi Parameter Pencemar BOD, COD, TSS, pH, dan Amonia dalam Pengolahan WSP di Kota Jakarta

Sementara pada Tabel 1 menunjukkan standar baku mutu air limbah domestic menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 68 Tahun 2016

Tabel 1 Standar Baku Mutu Permen LHK RI No. 68 Tahun 2016

Parameter uji	Standar Baku Mutu Permen LHK RI No. 68 Tahun 2016
BOD (mg/L)	30
COD (mg/L)	100
TSS (mg/L)	30
pH	6-9
Amonia (mg/L)	10

BOD₅ pada influen berada pada konsentrasi 220 mg/l dan 27 mg/l pada efluen kolam maturasi. Ini mewakili efisiensi penyisihan 94,18 - 97,4% dalam sistem WSP. Kinerja penghilangan BOD yang memuaskan dapat dikaitkan dengan *hydraulic retention time* (HRT) yang lebih tinggi dari yang diterapkan. Ketika limbah dengan konsentrasi BOD yang tinggi dibuang ke badan air alami, mereka dapat menyebabkan menipisnya sumber oksigen alami yang dapat menyebabkan kondisi septik (Pandey *et al.*, 2017). Sebuah studi oleh (Bansah and Suglo, 2016) menunjukkan bahwa pengolahan limbah dengan WSP mendapatkan penyisihan BOD lebih baik dari 90% dalam stabilisasi limbah. Temuan dalam studi ini menunjukkan bahwa sistem WSP di kota Jakarta sangat efektif dalam penghapusan BOD.



Gambar 2 Perubahan Nilai BOD₅/COD dalam Pengolahan WSP di Kota Jakarta

Polutan organik dalam pengolahan limbah WSP umumnya dikaitkan dengan keberadaan biomassa hidup alga (Hasan, Saeed and Nakajima, 2019). Parameter polutan organik dalam bentuk BOD, COD serta rasio BOD₅/COD pada influen sebesar 0.38 dan 0.14 pada tahap akhir pengolahan sebagai efluen. Gambar 2). Rasio 0,3 atau lebih tinggi menunjukkan bahan organik yang mudah terurai oleh mikroorganisme (Suryawan *et al.*, 2021). Perubahan nilai BOD₅/COD dalam sistem WSP di Kota Jakarta memperlihatkan didegradasi polutan organik dengan baik oleh mikroorganisme.

Sementara untuk pH dalam penelitian ini menunjukkan nilai pada kisaran 7-7,5. Kebanyakan bakteri lebih menyukai kondisi mendekati netral atau sedikit basa, sekitar pH 6,5-8,5. Di sisi lain, semua sistem memberikan jaminan penuh untuk pH di dalam kondisi netral. Peningkatan nilai pH selama pengolahan air limbah dapat dijelaskan dengan adanya ion hidroksida yang terbentuk oleh konsumsi karbon dioksida selama fotosintesis alga (D'Alessandro *et al.*, 2015).

Kadar amonia dalam proses pengolahan WSP cenderung menurun secara drastis dari inlet ke outlet dimana efisiensi penyisihan amonia diatas 99%.

Peningkatan konsentrasi amonia dalam air limbah dapat menyebabkan pertumbuhan alga (Septiariva and Suryawan, 2021). Sedimen WSP diketahui melepaskan nutrisi yang ada dalam detritus yang menetap dari waktu ke waktu, dengan jumlah pelepasan terkait dengan kandungan nutrisi di lapisan benthik (Faleschini and Esteves, 2013). Asimilasi-sedimentasi oleh alga memiliki peran utama dalam penghilangan nitrogen di WSP (Mayo and Abbas, 2014; Bastos, Rios and Sánchez, 2018). Penggunaan alga juga menjadi salah satu cara dalam peningkatan efisiensi penyisihan nutrisi dan pemanenan yang bermanfaat untuk berbagai industri (Afifah, Suryawan and Sarwono, 2020; Sofiyah *et al.*, 2021).

Tabel 2 Rekapitulasi Penyisihan Parameter Pencemar selama Pengolahan dengan WSP di kota Jakarta

No	% Penyisihan BOD	% Penyisihan COD	% Penyisihan TSS	% Penyisihan Amonia
1	94,18	90,47	93,40	99,82
2	96,46	94,02	99,26	99,74
3	95,98	88,03	96,00	96,06
4	97,40	83,39	95,68	97,54
5	97,09	87,38	96,60	99,94
Rata-rata	96,22	88,66	96,19	98,62

Dilihat dari hasil pengolahan, WSP eksisting berpeluang untuk pemanfaatan kembali air untuk sistem irigasi. Oleh karena itu keberlanjutan teknologi ini berperan penting dalam upaya *recycling* atau penggunaan kembali air (Muga and Mihelcic, 2008) dan dapat dengan mudah diintegrasikan dengan penggunaan kembali air pertanian untuk meningkatkan ketahanan pangan, terutama untuk kota-kota kecil yang menghadapi peningkatan populasi dan urbanisasi (Verbyla, Oakley and Mihelcic, 2013). Selain itu, pendekatan semacam itu dapat mengimbangi dampak negatif eutrofikasi seraya memulihkan nutrisi dan menyuplai kebutuhan pertumbuhan tanaman (Sofiyah *et al.*, 2021). Namun, terdapat tantangan dalam mengelola WSP yang terkait dengan penghilangan parasit, bakteri, dan virus. Tingkat penghilangan patogen sangat tergantung pada kinerja hidrolis WSP (Verbyla and Mihelcic, 2015), yang juga mempengaruhi parameter kualitas air yang terkait dengan TSS dan BOD (Verbyla, Oakley and Mihelcic, 2013). Maka diperlukan suatu penelitian yang tepat dalam upaya memodifikasi daur ulang air limbah dengan pengolahan WSP di kota Jakarta.

Teknologi pengolahan seperti membran dapat diaplikasikan karena kemampuannya untuk menghilangkan patogen, akan tetapi perlu diperhatikan biaya yang mungkin dibutuhkan (Hasnaningrum, Ridhosari and Suryawan, 2021). Di negara Singapura, penggunaan kembali air telah menyediakan rata-rata 30% dari kebutuhan air nasional dan salah satu IPAL pada negara singa tersebut, NEWater telah berkontribusi besar dalam mengubah Singapura menjadi pusat hidro global untuk memelopori teknologi *water reuse* (Lefebvre, 2018). Penelitian yang dilakukan tersebut dapat berupa pengembangan membran, proses oksidasi lanjutan, pendekatan elektrokimia, dan integrasinya sebagai solusi khusus yang hemat biaya (Lefebvre, 2018).

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dilakukan evaluasi terhadap kinerja pengolahan air limbah domestik dengan WSP di kota Jakarta. Berdasarkan parameter BOD₅, COD, TSS, pH dan amonia telah memenuhi Permen LHK no 68 tahun 2016 tentang baku mutu air limbah domestik. Efisiensi penyisihan parameter BOD, COD, TSS, amonia masing-masing adalah 96,22%; 88,66%, 96,19%, 98,62%. Berdasarkan efisiensi penyisihan parameter-parameter yang telah memenuhi baku mutu tersebut, hasil pengolahan WSP eksisting tersebut berpeluang untuk pemanfaatan kembali air untuk sistem irigasi.

4.2 Saran

Penelitian terkait peningkatan upaya dari pengolahan air menjadi penggunaan kembali menjadi tantangan agar tercapai keberlanjutan pengolahan air di kota Jakarta. Hal tersebut dapat dilakukan dengan penelitian mengenai teknologi yang sudah diuji coba di negara lain maupun teknologi baru yang mungkin diaplikasikan di Indonesia, khususnya kota Jakarta.

Daftar Kepustakaan

- Achag, B., Mouhanni, H. and Bendou, A. (2021) 'Improving the performance of waste stabilization ponds in an arid climate', *Journal of Water and Climate Change*. doi: 10.2166/wcc.2021.218.
- Afifah, A. S., Suryawan, I. W. K. and Sarwono, A. (2020) 'Microalgae production using photo-bioreactor with intermittent aeration for municipal wastewater substrate and nutrient removal', *Communications in Science and Technology*, 5(2), pp. 107–111. doi: 10.21924/cst.5.2.2020.200.
- Azizah, R. N., Slamet, A. and Yuniarto, A. (2017) 'Evaluasi Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Tapioka Di Kabupaten Lampung Timur', *IPTEK Journal of Proceedings Series*, 3(5), pp. 147–153. doi: 10.12962/j23546026.y2017i5.3126.
- Bansah, K. J. and Suglo, R. S. (2016) 'Sewage Treatment by Waste Stabilization Pond Systems', *Journal of Energy and Natural Resource Management (JENRM)*, 3(1 SE-). doi: 10.26796/jenrm.v3i1.82.
- Bastos, R. K. X., Rios, E. N. and Sánchez, I. A. (2018) 'Further contributions to the understanding of nitrogen removal in waste stabilization ponds', *Water Science and Technology*, 77(11), pp. 2635–2641. doi: 10.2166/wst.2018.218.
- D'Alessandro, E. B. et al. (2015) 'Influência da sazonalidade em lagoas de estabilização', *Ingeniería del agua*, 19(4), p. 193. doi: 10.4995/ia.2015.3418.
- Darwin, D. et al. (2021) 'Evauation Of Wastewater Treatment In Nusa Dua Tourism Area and Their Challenges To Algea Bloom', *Astonjadro: CEAESJ*, 10(2), pp. 346–351.

- Di, I., Musi, K. and Mura, R. (2021) 'Analisis Penentuan Desain Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja Design Analysis of Faecal Sludge Treatment Plant', 16(1), pp. 15–21.
- El-Deeb Ghazy, M. M. *et al.* (2008) 'Performance evaluation of a waste stabilization pond in a rural area in Egypt', *American Journal of Environmental Sciences*, 4(4), pp. 316–326. doi: 10.3844/ajessp.2008.316.325.
- Faleschini, M. and Esteves, J. L. (2013) 'Benthic nutrient fluxes and sediment oxygen consumption in a full-scale facultative pond in Patagonia, Argentina', *Water Science and Technology*, 68(8), pp. 1770–1777. doi: 10.2166/wst.2013.365.
- Gruchlik, Y., Linge, K. and Joll, C. (2018) 'Removal of organic micropollutants in waste stabilisation ponds: A review', *Journal of Environmental Management*, 206, pp. 202–214. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.10.020>.
- Handoko, T. and Pendahuluan, I. (2021) 'Kabupaten Tulang Bawang Barat Sistem Kolam Stabilisasi (Studi Kasus: IPLT Penumangan Kabupaten Tulang Bawang Barat)', 2, pp. 19–25.
- Hasan, M. M., Saeed, T. and Nakajima, J. (2019) 'Integrated simple ceramic filter and waste stabilization pond for domestic wastewater treatment', *Environmental Technology & Innovation*, 14, p. 100319. doi: <https://doi.org/10.1016/j.eti.2019.100319>.
- Hasnaningrum, H., Ridhosari, B. and Suryawan, I. W. K. (2021) 'Planning Advanced Treatment of Tap Water Consumption in Universitas Pertamina', *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, 5(1), p. 1. doi: 10.33795/jtkl.v5i1.177.
- Juliman, D. (2009) *Water and Sanitation Issues in Indonesia*. Available at: www.fukuoka.unhabitat.org/kcap/activities/egm/2009/pdf/juliman_water_en.pdf.
- Lefebvre, O. (2018) 'Beyond NEWater: An insight into Singapore's water reuse prospects', *Current Opinion in Environmental Science & Health*, 2, pp. 26–31. doi: <https://doi.org/10.1016/j.coesh.2017.12.001>.
- Marleni, N. N. N., Putri, K. N. R. and Istiqomah, N. A. (2020) 'Resource Recovery Potential of Wastewater Treatment Plants in Yogyakarta', *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 599, p. 12071. doi: 10.1088/1755-1315/599/1/012071.
- Mayo, A. W. and Abbas, M. (2014) 'Removal mechanisms of nitrogen in waste stabilization ponds', *Physics and Chemistry of the Earth, Parts A/B/C*, 72–75, pp. 77–82. doi: <https://doi.org/10.1016/j.pce.2014.09.011>.
- Muga, H. E. and Mihelcic, J. R. (2008) 'Sustainability of wastewater treatment technologies', *Journal of Environmental Management*, 88(3), pp. 437–447. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2007.03.008>.
- Naidoo, S. and Olaniran, A. O. (2014) 'Treated Wastewater Effluent as a Source of Microbial Pollution of Surface Water Resources', *International Journal of Environmental Research and Public Health*. doi: 10.3390/ijerph110100249.
- Pandey, K. *et al.* (2017) 'Application of Microbial Enzymes in Industrial Waste Water Treatment', *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(8), pp. 1243–1254. doi: 10.20546/ijcmas.2017.608.151.

- Septiariva, I. V. A. Y. and Suryawan, I. W. K. (2021) 'DEVELOPMENT OF THE WATER QUALITY INDEX (WQI) AND HYDROGEN SULFIDE (H₂S) FOR ASSESSMENTS AROUND THE SUWUNG LANDFILL , BALI ISLAND', 16(4), pp. 137–148.
- Sofiyah, E. S. *et al.* (2021) 'The Opportunity of Developing Microalgae Cultivation Techniques in Indonesia', *Berita Biologi*, 20(2), pp. 221–233.
- Solikhin, M. (2018) 'Perencanaan Instalasi Iengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Babakan Karet Kabupaten Cianjur Menggunakan Kolam Stabilisasi Tahun 2017', *Skripsi*, 5(September), pp. 1–60.
- Von Sperling, M. (2007) *Waste stabilisation ponds*. IWA publishing.
- Suryawan, I. W. . *et al.* (2021) 'Comparison of Ozone Pre-Treatment and Post-Treatment Hybrid with Moving Bed Biofilm Reactor in Removal of Remazol Black 5', *International Journal of Technology*, 12(2).
- Verbyla, M. E. and Mihelcic, J. R. (2015) 'A review of virus removal in wastewater treatment pond systems', *Water Research*, 71, pp. 107–124. doi: <https://doi.org/10.1016/j.watres.2014.12.031>.
- Verbyla, M. E., Oakley, S. M. and Mihelcic, J. R. (2013) 'Wastewater Infrastructure for Small Cities in an Urbanizing World: Integrating Protection of Human Health and the Environment with Resource Recovery and Food Security', *Environmental Science & Technology*, 47(8), pp. 3598–3605. doi: 10.1021/es3050955.
- Yulistiyorini, A. *et al.* (2019) 'Performance of anaerobic baffled reactor for decentralized waste water treatment in urban Malang, Indonesia', *Processes*, 7(4), pp. 1–12. doi: 10.3390/pr7040184.

Copyright (c) Yesaya Emeraldy Priutama, Ariyanti Sarwono, I Wayan Koko Suryawan