

Penurunan Fosfat dan Kimia Organik dengan menggunakan Modifikasi Parit Oksidasi secara Paralel

Rizka Novembrianto^{1*}, Syadzadhiya Qotrunada Zakiyayasin Nisa'², Munawar³,
Muslikha Nourma Rhomadhoni⁴,

^{1,2,3} Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran"
Jawa Timur, Surabaya, Indonesia

⁴ Program Studi DIV Keselamatan dan Kesehatan Kerja, Fakultas Kesehatan, Universitas Nahdlatul Ulama
Surabaya, Surabaya, Indonesia

*rizka.tl@upnjatim.ac.id

Abstract

Laundry business activities produce waste water from the washing process and have the potential to pollute water bodies. The number of domestic laundry activities is currently experiencing significant growth, as these activities increase, the amount of waste water released is also increasing. So far, the waste water produced has been directly discharged into the environment. Initial testing of the sample showed that the results did not meet the threshold according to East Java Governor Regulation No. 72 of 2013, so it is necessary to treat waste water effectively. In this research, laundry wastewater was treated using an oxidation ditch. The multilevel modified Parit Oksidasi is made from an activated sludge unit. Seeding and acclimatization takes 14 days to obtain optimum processing. The best variation uses 3 wavemaker units to reduce COD by 91.87%, phosphate by 98.49% and TDS by 57.21%. Apart from that, other contents in the sludge were also identified, namely oxygen (44.28%), carbon (21.25%), sodium (9.73%), calcium (7.11%), silica (4.46%), Sulfide (4.36%), Magnesium (2.73%), Chlorine (2.68%), Potassium (1.59%), Iron (0.61) and Phosphorus (0.07 %).

Keywords: Domestic, phosphate, laundry, oxidation ditch.

Abstrak

Kegiatan usaha *laundry* menghasilkan air limbah dari proses pencucian dan berpotensi untuk mencemari badan air. Jumlah kegiatan domestik laundry saat ini mengalami pertumbuhan yang naik secara signifikan, seiringnya pertambahan kegiatan tersebut, maka air limbah yang dikeluarkan juga semakin banyak. Selama ini air limbah yang dihasilkan langsung dibuang ke lingkungan. Pengujian awal sampel menunjukkan hasil tidak memenuhi ambang batas sesuai Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013, sehingga perlu dilakukan pengolahan air limbah secara efektif. Pada penelitian ini air limbah laundry diolah menggunakan parit oksidasi. Parit oksidasi termodifikasi bertingkat merupakan dari unit activated sludge. Pada seeding dan aklimatisasi membutuhkan waktu 14 hari untuk mendapatkan pengolahan optimum. Variasi terbaik menggunakan 3 unit wavemaker dalam penurunan COD sebesar 91,87 %, Fosfat sebesar 98,49 % dan TDS sebesar 57,21 %. Selain itu pula teridentifikasi kandungan lainnya yang berada di sludge yakni secara berurutan secara berurutan yakni oksigen (44,28%), karbon (21,25 %), natrium (9,73%), Calsium (7,11%), Silika (4,46%), Sulfida (4,36%), Magnesium (2,73%), klor (2,68%), Kalium (1,59%), besi (0,61) dan Fospor (0,07%).

Kata Kunci: Domestik, fosfat, *laundry*, parit oksidasi

1. PENDAHULUAN

Tujuan pada program Sustainable Development Goals (SDGs) adalah sanitasi dan air bersih yang laik. Indonesia berkomitmen untuk mewujudkan sanitasi layak sebesar akses 90%, dalam persentase tersebut terdapat 15% akses yang aman pada rumah tangga untuk akhir tahun 2024. Upaya untuk mencapai hal tersebut yaitu dengan

pengelolaan air limbah berkarakter domestik. air limbah berkarakter domestik merupakan air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman, apartemen, asrama, restoran, perniagaan dan perkantoran. Pada Air limbah untuk domestik yang dihasilkan dalam jumlah besar akan tetapi penanganannya masih sedikit dilakukan. Salah satu kegiatan domestik yang menghasilkan air limbah yaitu kegiatan mencuci.

Usaha pencucian pakaian (laundry) merupakan jasa cuci atau tempat jasa binatu dan keberadaannya tumbuh pesat di Indonesia. Kegiatan usaha laundry menghasilkan air limbah dari proses pencucian dan berpotensi untuk mencemari badan air. Jumlah kegiatan domestik laundry saat ini mengalami pertumbuhan yang naik secara signifikan, seiringnya penambahan kegiatan tersebut, maka air limbah yang dikeluarkan juga semakin banyak. Selama ini air limbah yang dihasilkan langsung dibuang ke lingkungan/badan air / drainase tanpa pengolahan. Pencemaran air disekitar kegiatan menjadi tinggi, karena terdapat senyawa-senyawa polutan sehingga daya tampung lingkungan hidup menjadi menurun. 85 % air sisa buangan masuk ke perairan dan mempunyai dampak proses *selfpurification* yang tidak berjalan semestinya dan tidak seimbang. Jika air limbaj yang dibuang pada volume dan waktu paparan yang lama menyebabkan pencemaran lingkungan (Palilingan dkk, 2019).

Deterjen sebagai bahan baku utama pada kegiatan mencuci pakaian laundry. Dalam bahan kimia seperti Alkil Benzena Sulfonat (ABS) yang lebih dikenal dengan surfaktan. Mikroorganisme sulit untuk menguraikan kandungan ABS di permukaan tanah. Air limbah laundry yang mengandung deterjen yang berlebih berpotensi mencemari lingkungan dan kesehatan lingkungan sekitar menjadi berbahaya karena mengandung konsentrasi Surfaktan, fosfat, nitrogen, ammonia dan total suspended solid, kekeruhan, chemical oxygen demand (COD) dan biochemical oxygen demand (BOD) menjadi tinggi. Hal tersebut mempunyai dampak pada penurunan LC50 yang mempunyai arti limbah tersebut berkarakter sifat toksik bagi lingkungan dan biota yang ada di dalamnya. (Astuti dan Sinaga 2015).

Fosfat pada bahan kimia polutan dari air limbah laundry dengan komposisi paling besar yakni pada kisaran 70-80 %. Kandungan fosfat dalam detergen tersebut umumny tinggi. Fosfat tersebut merupakan makronutrien untuk tanaman. Jika fosfat pada badan air berlebih maka pertumbuhan tanaman air semakin cepat dan mengalami eutrofikasi (Kinasih dan Astuti, 2022).

Penyisihan parameter fosfat pada air limbah laundry telah banyak diupayakan melalui beberapa metode, diantaranya pengolahan secara fisika dan kimia, sedangkan pengolahan

biologis umumnya menggunakan tumbuhan. Proses parit oksidasi adalah salah satu pendekatan paling ekonomis yang saat ini digunakan untuk menghilangkan bahan organik secara bersamaan karbon, nitrogen, dan juga fosfor (P) dari air limbah. Pada penelitian ini air limbah laundry diolah menggunakan parit oksidasi. Parit Oksidasi merupakan modifikasi dari unit aeration activated sludge dan dapat menurunkan parameter organik. Parit Oksidasi memiliki toleransi terhadap fluktuasi beban organik tanpa mempengaruhi kualitas effluent (Terashima dkk, 2016).

2. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan penelitian ini berada di Laboratorium Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Jawa Timur. Penelitian ini berfokus pada pengujian beberapa parameter, yaitu parameter TDS, TSS, COD, dan Fosfat. Subjek penelitian yakni air limbah laundry yang berasal dari usaha laundry daerah Rungkut, Surabaya. Data hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel yang menunjukkan perubahan kadar TDS, TSS, Fosfat dan COD pada sampel air limbah laundry setelah diolah pada unit parit oksidasi. Seeding dilakukan selama 14 hari dilakukan di unit parit oksidasi.

Kondisi operasional pada penelitian ini pada ukuran DO antara 5-6 mg/L, pH 7-8 dan suhu pada 27 – 30 °C, kondisi tersebut disesuaikan dengan penelitian Euis dkk, (2022).

Pada penelitian ini memerlukan seperangkat alat uji COD yaitu COD heating reaktor, tabung kultur, erlenmeyer, buret dan statif, serta alat pelengkap lain seperti pipet volume, pipet pump, beaker glass, dan pipet tetes. Alat uji TDS yaitu dengan menggunakan TDS meter, pompa TSS, dan alat uji Fosfat. pH meter dan DO meter.

Pengujian air bekas deterjen laundry pada titik sebelum dan sesudah proses Parit Oksidasi (outlet reaktor). Kemudian bahan untuk uji COD yaitu larutan kalium dikromat $K_2Cr_2O_7$ (digestion solution), asam sulfat COD, indikator ferroin, dan FAS (Ferro Ammonium Sulfate). Bahan uji TSS, yaitu kertas saring dan akuades (Rahayu dkk, 2023).

Sampel air limbah deterjen laundry yang telah diolah pada unit, parit oksidasi selanjutnya diperiksa di laboratorium untuk mengetahui karakteristiknya. Parameter yang

diperiksa adalah meliputi parameter air bersih terbatas. COD diukur dengan metode titrasi. TDS diukur dengan menggunakan TDS meter. TSS diukur dengan metode gravimetri. Fosfat diukur dengan menggunakan spektrofotometer. Untuk pengukuran pH, digunakan pH meter. DO diukur dengan menggunakan DO meter (Aulia dkk, 2021).

Persiapan sampel uji air bekas deterjen laundry yang diambil dari tempat laundry di sekitar daerah Rungkut, Surabaya, kemudian diolah pada unit parit oksidasi. Sampel yang diuji diambil dari unit Parit Oksidasi pada waktu 0 - 18 hari saat proses *seeding* dan aklimatisasi setelah air limbah diolah.

Proses pengolahan limbah deterjen di parit oksidasi ini menggunakan dalam desain reaktor bertingkat sehingga tidak menggunakan lahan yang lebih banyak lagi. Variable dalam penelitian ini adalah menggunakan jumlah *wavemaker* (pembuat gelombang) untuk pengaliran sekitar 3-5 cm/detik. Desain teknis lainnya pada limbah laundry diambil sebanyak 12 L dan dimasukkan kedalam alat parit oksidasi yang sudah disertai dengan dua buah aerator yang berfungsi untuk mempercepat pelarutan oksigen ke dalam air untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam air. Reaktor parit oksidasi ini dijalankan selama beberapa hari dan mengambil sampel pada 0 hari (sampel awal), sampai hari ke-18. Kemudian dilakukan pengukuran terhadap parameter COD, TSS, TDS, Phospat, serta mengukur DO dan pH sebagai parameter pendukung. Penentuan pengambilan sampel COD dilakukan pada unit tiap proses pengolahan koagulasi-flokulasi pada tiap tiap variasi tawas dan superfloc. Memasukkan 2,5 mL sampel yang telah diencerkan ke dalam tabung kultur. Menambahkan larutan digestion solution 1,5 mL dan larutan asam sulfat 3,5 mL pada tabung kultur. Kemudian memanaskan sampel menggunakan COD Heating Reaktor dengan suhu 150°C selama waktu 2 jam. Setelah selesai dilakukan pemanasan, larutan sampel diturunkan suhunya dan kemudian dituang pada erlenmeyer. Larutan tersebut ditambahkan dengan indikator yakni ferroin dengan jumlah 3 tetes lalu titrasi dengan larutan *Ferro Ammonium Sulfate* hingga terjadi perubahan warna dari hijau-biru ke merah-cokelat.

Pada Penentuan TDS dan pH, mengambil 20 mL sampel air limbah dan memasukkannya ke dalam beaker glass lalu, TDS meter

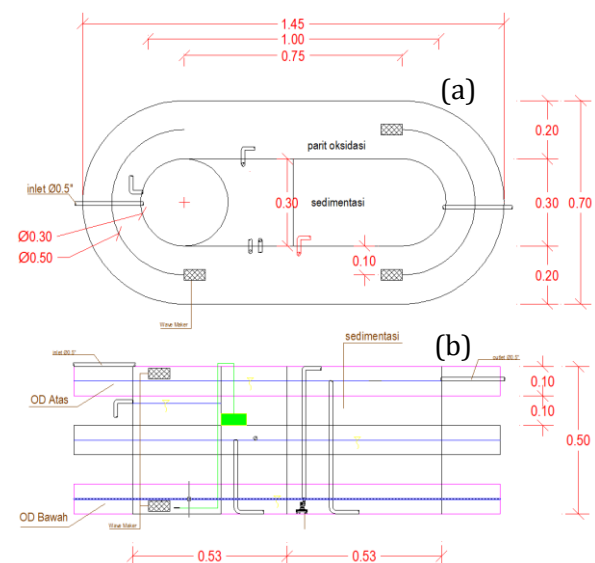
dimasukkan ke dalam *beaker glass* dan tunggu hingga menunjukkan angka yang stabil. Kemudian mengukur pH sampel dengan pH meter hingga menunjukkan angka yang stabil (Ali dkk, 2023).

Dalam penentuan TSS dengan persiapan kertas saring dan menimbang berat kertas saring sebelum digunakan. Menyaring larutan sampel yang telah dihomogenkan menggunakan kertas saring yang telah disiapkan pada pompa vakum TSS. Setelah larutan sampel disaring, kertas saring dicuci dengan aquadest dan dibiarkan hingga kering. Kertas khusus saring dipindahkan ke oven untuk dipanaskan pada suhu 105°C dengan waktu selama 1 jam. Selanjutnya dilakukan pendinginan, kertas saring ditimbang pada timbangan analitik.

Dalam pengukuran parameter fosfat membuat larutan kerja fosfat dan membuat kurva kalibrasi. Menguji larutan sampel yang telah ditambahkan 2 mL larutan campuran amonium molibdat - asam askorbat menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 880 nm (Nurmala dkk, 2021). Menghitung kadar fosfat berdasarkan persamaan linier kurva untuk kalibrasi.

Pengukuran DO pada sampel dengan menggunakan DO meter hingga DO meter menunjukkan angka yang stabil. Pengukuran semuanya dilakukan pada outlet setelah pengendapan selama 3 jam. Sedangkan untuk pembacaan foto dan kandungan sludge menggunakan SEM-EDAX.

Gambar reaktor dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Reaktor Penelitian (a) denah parit oksidasi, (b) potongan parit oksidasi

Pada reaktor gambar 1(a) merupakan gambar denah dan gambar 1(b) merupakan potongan reaktor memiliki dimensi Panjang 1,45 m dan lebar 0,7 m dan tinggi 0,5 m. Untuk 1 rotor pengaduk (wave maker) memiliki kecepatan pengaduk F_{max} turbulensi sebesar 3000 L/jam, power 3 watt, frekuensi 50/60 Hz dan 220/240 V serta impeller spiral. Untuk kecepatan aliran 3 – 5 cm/detik.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

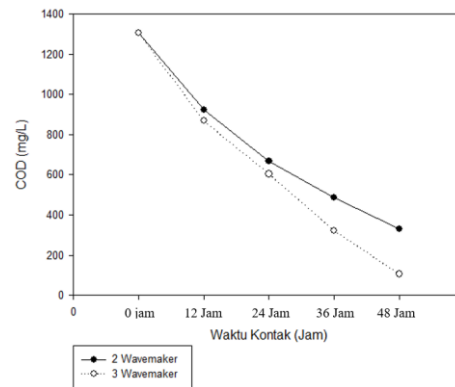
Pada hasil penelitian ini didapatkan analisa awal pada parameter COD, fosfat, pH dan TDS terlihat pada Tabel 1 dibawah ini :

Tabel 1. Hasil Analisa Awal Air Limbah Laundry pada Unit Pengolahan Parit Oksidasi

Parameter	Hasil	Pergub Jatim No.72 Tahun 2013	Satuan
COD	1305	250	mg/L
Fosfat	12,62	10	mg/L
pH	8,83	6-9	-
TDS	963	-	mg/L

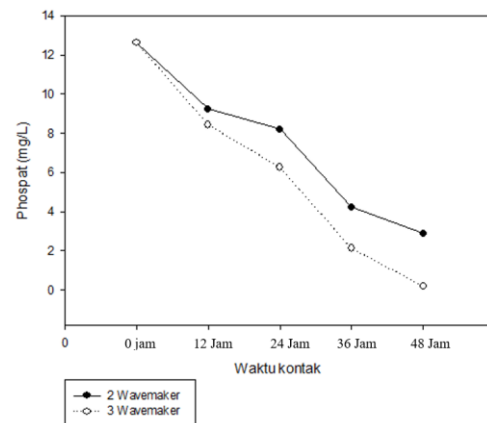
Tabel 1 menunjukkan analisa awal dengan hasil uji kualitas pada parameter COD sebesar 1035 mg/L; Fosfat 12,62 mg/L; TDS sebesar 963 mg/L. Sehingga kualitas tersebut masih diatas dari baku mutu Peraturan Gubernur Jatim No. 72 Tahun 2013.

Dari hasil tersebut diperlukan pengolahan menggunakan parit oksidasi yang memanfaatkan aktivitas mikroorganisme untuk menurunkan pencemar (Xuemin dkk, 2019). Selain itu juga menurut penelitian Zhang et al., (2019) mampu menurunkan COD sebesar 91~94 % atau dari konsentrasi *influent* berkisar 715~1233 mg/L menjadi 66~92 mg/L untuk *effluent* dengan menggunakan parit oksidasi. Agar kemampuan mikroorganisme maksimal maka harus mengetahui laju pertumbuhan pada saat *seeding* dan aklimatisasi (Novembrianto, dkk, 2023). Hasil *seeding* menunjukan hasil 2 minggu telah mampu berkembangbiak dengan baik.



Gambar 2. Penurunan COD dengan Variasi Wavemaker

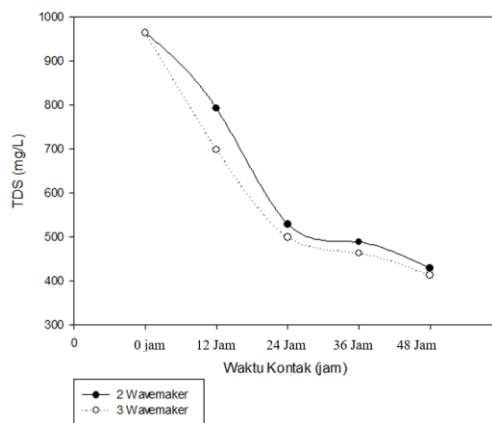
Gambar 2 menunjukkan penurunan parameter COD menggunakan 2 wavemaker berturut-turut pada 0 jam, 12 jam, 24 jam dan 36 jam serta 48 jam sebesar 1305; 992; 668; 486 dan 329 mg/L. Sedangkan pada variasi 3 wavemaker berturut-turut pada 0 jam, 12 jam, 24 jam dan 36 jam serta 48 jam yakni sebesar 1305; 868; 604; 322 dan 106 mg/L. Hal ini menunjukkan bahwa mikroorganisme mampu mendegradasi parameter COD dengan parit oksidasi. Penurunan parameter COD ini akibat dari proses aktivitas mikroorganisme yang menguraikan substrat organik (Astuti dan Sinaga, 2015).



Gambar 3. Penurunan Fosfat dengan Variasi Wavemaker

Pada Gambar 3 menunjukkan penurunan signifikan pada durasi 48 jam. untuk penggunaan 3 unit wavemaker mampu berkinerja dengan baik. Selain menghasilkan turbulensi lebih besar sehingga proses transfer massa dan difusi oksigen dan aliran kecepatan juga lebih cepat (Mako dkk, 2021). Penggunaan 3 unit wavemaker yang mengalami penetrasi ke air lebih banyak daripada yang menggunakan 2 unit wavemaker. Hasil fosfat yang telah diturunkan terbaik pada penelitian

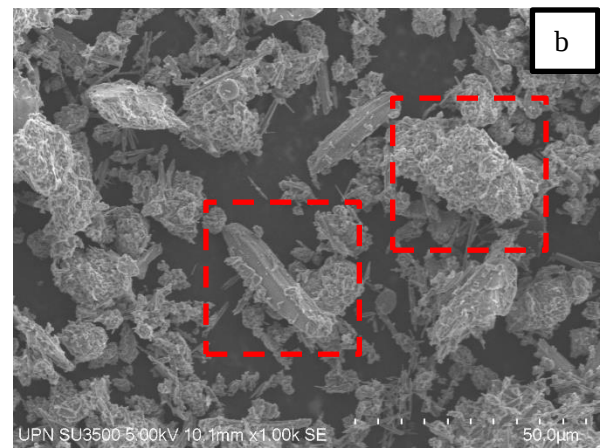
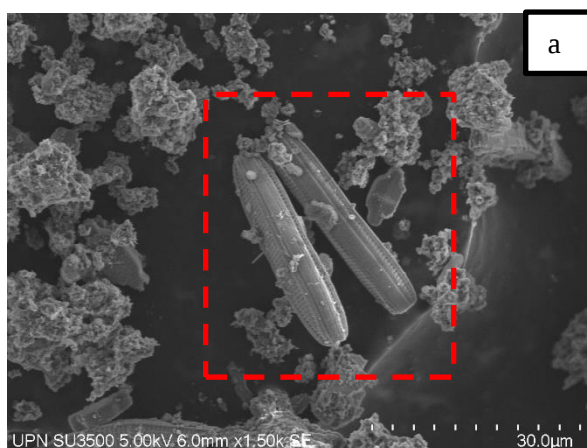
ini mencapai 0.19 mg/L atau 98,4 % dari konsentrasi awal fosfat.



Gambar 4. Penurunan TDS dengan Variasi Wavemaker

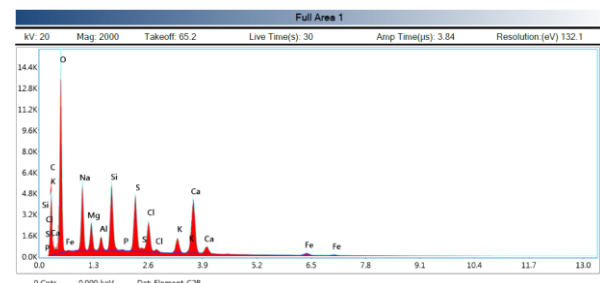
Pada Gambar 4 juga menunjukkan penurunan TDS terbaik dengan menggunakan 3 wavemaker pada 48 jam dengan waktu dengan konsentrasi mencapai 412 mg/L. Berbeda dengan yang menggunakan 3 wavemaker sedikit dibawahnya mencapai 428 mg/L.

Pada penelitian ini juga melakukan pengukuran analisis kadar DO outlet olahan air limbah laundry. Diketahui bahwa kadar DO terus meningkat hingga hari ke-12, yaitu dengan nilai DO antara 5,7-6,8. Adanya aerator pada unit *Parit Oksidasi* dapat menambah kadar oksigen terlarut dalam air limbah sehingga mikroba dapat hidup dan berkembang biak. Mikroba yang hidup kemudian dapat membantu dalam penurunan parameter lainnya seperti COD dan BOD.



Gambar 5. (a) SEM dengan Perbesaran 5.00 mm x 1.50 k SE (b) SEM dengan Perbesaran 10.1 mm x 1.00 k SE dengan SU3500 5.00kV

Pada Gambar 5(a) terdapat beberapa bagian dari sludge yang tidak terselimuti oleh mikroba sedangkan 5(b) menunjukkan bahwa permukaan masing-masing sludge terselimuti oleh mikroba (biofilm). Hal ini mengindikasikan bahwa sludge terdapat mikroba yang tumbuh secara attached meskipun dalam reaktor sistem suspensi. Hal yang sama pernah dilakukan penelitian oleh Naz et al., (2013) dimana terdapat *biofilm* yang menempel atau menyelimuti permukaan media *polystyrene* dari proses *activated sludge*.



Gambar 6. Pembacaan Grafik SEM-EDAX

Dari Gambar 6 terlihat tertinggi adalah oksigen dan paling rendah adalah Ferri (besi). Pada pembacaan grafik tersebut juga terdapat kandungan fosfat (P_2O_4). Hal ini cukup membuktikan bahwa fosfat didalam sludge dan dapat direduksi menggunakan mikroorganisme melalui skema aerob, parit oksidasi.

Tabel 2. Kandungan yang terkandung dalam sampel pada pembacaan EDAX

Element	Weight %	Atomic %	Error %
C K	21.25	30.95	9.56
O K	44.28	48.43	9.3
NaK	9.73	7.4	8.25
MgK	2.73	1.96	8.01
AlK	1.14	0.74	7.89
SiK	4.46	2.78	4.91
P K	0.07	0.04	51.77
S K	4.36	2.38	3.4
ClK	2.68	1.32	3.61
K K	1.59	0.71	4.42
CaK	7.11	3.1	2.27
FeK	0.61	0.19	10.99

Dari Tabel 2 secara berurutan elemen yang terkandung dalam sampel tertinggi ke terendah adalah oksigen (44,28%), karbon (21,25 %), natrium (9,73%), Calsium (7,11%), Silika (4,46%), Sulfida (4,36 %), Magnesium (2,73%), klor (2,68%), Kalium (1,59%), besi (0,61) dan Fospor (0,07%). Kandungan tersebut umumnya juga ada pada air limbah laundry.

4. KESIMPULAN

Pengolahan air limbah laundry dapat diolah dengan menggunakan parit oksidasi pada perlakuan optimum selama 48 jam menggunakan 3 wavemaker dengan penurunan parameter COD sebesar 91,87 %, Fosfat sebesar 98,49 % dan TDS sebesar 57,21 %. Hasil pengujian SEM-EDAX pada sludge terdapat parameter teridentifikasi dari air limbah laundry secara berurutan yakni oksigen (44,28%), karbon (21,25 %), natrium (9,73%), calsium (7,11%), silika (4,46%), sulfida (4,36%), magnesium (2,73%), klor (2,68%), Kalium (1,59%), besi (0,61) dan fospor (0,07%).

5. DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M., Donoriyanto, D. S., & Rahmawati, N. (2023). Penurunan Konsentrasi Detergen Pada Limbah Industri Laundry Menggunakan Metode Settlement $\text{Ca}(\text{OH})_2$. *Journal of Sciencetech Research and Development*, 5(1), 86-96. <https://doi.org/10.56670/jsrd.v5i1.104>
- Astuti, Sri Widya ., Sinaga, Mersi Suriani. (2015). Pengolahan Limbah Laundry Menggunakan Metode Biosand Filter

Untuk Mendegradasi Fosfat. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara*, Vol. 4, No. 2 (Juni 2015).

- Aulia Ulfah Faradiba, Kyky Fadhila Cindya Putri , Munawar Ali. 2021. Pengolahan Air Limbah Laundry Menggunakan Proses Bioreaktor Down-Flow Hanging Sponge. *ESEC prosiding* vol 2 No.1
- Euis Nurul Hidayah, Okik Hendriyanto Cahyonugroho, Elita Nurfitriyani Sulistyo, Nieke Karnaningroem. 2022. Using molecular weight-based fluorescent detector to characterize dissolved effluent organic matter in Parit Oksidasi with algae. *Environmental Science and Pollution Research* 29:67418–67429. DOI : <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22464-4>
- Kinasih, Rika Putri dan Astuti, Dwi. (2022) Kajian Literatur Pengaruh Karbon Aktif terhadap Penurunan Kadar Fosfat p ada Pengolahan Air Limbah Laundry. *Jurnal Semesta Sehat*, Vol 2, No. 2, Agustus 2022 Website: <https://jsemesta.iakmi.or.id/index.php/jm>
- Mako, Tom., Chew Jhon., Wenk, Jannis., Chang, Jian., Hofman, Jan. 2021. Computational fluid dynamics simulation of two-phase flow and dissolved oxygen in a wastewater treatment oxidation ditch. *Process Safety and Environmental Protection*. Vol 145 Page 340-353. DOI : <http://doi.org/10.1016/j.psep.2020.08.017>
- Mia Terashima, Ayano Yama, Megumi Sato^{1,3}, Isao Yumoto^{1,2}, Yoichi Kamagata and Souichiro Kato. 2016. Culture-Dependent and Independent Identification of Polyphosphate-Accumulating *Dechloromonas* spp. Predominating in a Full-Scale Parit Oksidasi Wastewater Treatment Plant. *Microbes Environ*. Vol. 31, No. 4, 449-455
- Naz, Iffat., Batool, Syeda Ain-ul., Ali, Naeem., Khatoon, Nazia., Atiq, Niama., Hameed, Abdul., Ahmed, Safia. (2013). Monitoring of growth and physiological activities of biofilm during succession on polystyrene

- from activated sludge under aerobic and anaerobic conditions. *Environ Monit Assess* (2013) 185:6881–6892. DOI [10.1007/s10661-013-3072-z](https://doi.org/10.1007/s10661-013-3072-z)
- Novembrianto, R., Murti, R. H. A., & Rhomadhoni, M. N. (2023). Dekontaminasi Parameter Biologi dan Pathogen Menggunakan Biofilm Konsorsium Bergerak Dilanjutkan dengan Integrasi Pengolahan Fisik (Pengendapan-Sterilisasi) Secara Simultan. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 8(2), 74–82. <https://doi.org/10.29080/alard.v8i2.1607>
- Nurmalawati, Susiana; Banon, Charles; Devirizanty, Devirizanty. (2021). Validasi dan Verifikasi Metode Uji Fosfat Dengan Spektrofotometer Uvi-Vis di Laboratorium Kimia. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Sains dan Teknologi*. DOI: <https://doi.org/10.33369/labsainte.k.v1i2.18352>
- Palilingan, Septiany Christin; Pungus, Meity; Tumimomor, Farly. Penggunaan kombinasi adsorben sebagai media filtrasi dalam menurunkan kadar fosfat dan amonia air limbah laundry. *Fullerene Journal of Chemistry*, [S.l.], v. 4, n. 2, p. 48-53, oct. 2019. ISSN 2598-5868. Doi: <https://doi.org/10.37033/fjc.v4i2.59>
- Rahayu, A., Maryudi, M., Nuraini, N., Amrillah, N. A. Z., Mulyadi, I., & Hanum, F. F. (2023). Reduction of COD, pH and Phosphate Levels in Laundry Wastewater Using Multi Soil Layering (MSL) Method. *Jurnal Sains Natural*, 13(1), 31–38. <https://doi.org/10.31938/jsn.v13i1.450>
- Sri Widya Astuti, Mersi Suriani Sinaga. 2015. Pengolahan Limbah Laundry Menggunakan Metode Biosand Filter Untuk Mendegradasi Fosfat. *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 4, No. 2 (Juni 2015)
- Xuemin Lv, Qian Dong, Zhiqiang Zuo, Yanchen Liu, Xia Huang, Wei-Min Wu. 2019. Microplastics in a municipal wastewater treatment plant: Fate, dynamic distribution, removal efficiencies, and control strategies, *Journal of Cleaner Production*, Volume 225, Pages 579-586, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.321>
- Meng Zhang, Junqin Yao, Xiyuan Wang, Ying Hong & Yinguang Chen. (2019). The microbial community in filamentous bulking sludge with the ultra-low sludge loading and long sludge retention time in oxidation ditch. *Scientific Report*. 9:13693. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-50086-3>