

Pemanfaatan Bakteri *Pseudomonas putida* Sebagai Agen Bioremediasi Untuk Penurunan Kadar Fosfat Pada Limbah Cair Jasa Laundry di Medan

Nur Khadijah(1), Kartika Manalu(2), Rizki Amelia Nasution(3)

Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara

nurkhadijahpuja7@gmail.com(1), kartikamanalu@uinsu.ac.id(2), rizkiamelianst@uinsu.ac.id(3)

ABSTRAK

Usaha laundry adalah suatu jasa layanan yang terdapat sarana pencucian pakaian. Angka pengguna jasa laundry meningkat setiap tahunnya di kota Medan. Limbah dari laundry umumnya tidak diolah terlebih dahulu yang kemudian dapat menimbulkan pencemaran baik untuk tanah maupun air. Tujuan dari penelitian ini untuk memperoleh dan mengetahui informasi konsentrasi berapakah yang paling baik dalam menurunkan kadar Fosfat dengan menggunakan populasi mikroorganisme *pseudomonas putida* dan pengaruh penambahan waktu inkubasi. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan menggunakan rancangan kuantitatif dan analisis statistik SPSS ANOVA (Analysis of Variance) One Way, untuk melihat pengaruh penambahan variasi konsentrasi Bakteri *P.putida* selama proses bioremediasi. Penelitian dilakukan selama 4 Minggu dengan memvariasikan penambahan bakteri *P.putida* sebanyak 0% (kontrol), 5%, 10%, dan 15% dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 3 ulangan. Berdasarkan hasil penelitian penambahan variasi konsentrasi bakteri *Pseudomonas putida* dilakukan pengujian ANOVA One-Way memiliki hasil sig. 0,002. Konsentrasi 15% bakteri *Pseudomonas putida* dinyatakan konsentrasi terbaik yang dapat menurunkan kadar fosfat hingga melampaui batas baku mutu. Pemberian waktu inkubasi pengukuran penurunan kadar fosfat tidak homogen karena Hasil uji ANOVA One-Way memiliki hasil yang tidak sig. 0,302. Penurunan kadar fosfat tertinggi pada minggu ke -4 sebesar 1,7 mg/L.

Kata Kunci : Limbah laundry, Fosfat, *Pseudomonas putida*, bioremediasi, konsentrasi bakteri, waktu inkubasi.

ABSTRACT

Laundry business is a service that has clothes washing facilities. The number of users of laundry services increases every year in the city of Medan. Waste from laundry is generally not treated first which can then cause pollution to both soil and water. The aim of this study was to obtain and find out which concentration is the best in reducing phosphate levels by using a population of *pseudomonas putida* microorganisms and the effect of adding incubation time. This research is an experimental study using a quantitative design and statistical analysis SPSS ANOVA (Analysis of Variance) One Way, to see the effect of adding variations in the concentration of *P.putida* bacteria during the bioremediation process. The study was conducted for 4 weeks by varying the addition of *P.putida* bacteria as much as 0% (control), 5%, 10%, and 15% in a Completely Randomized Design (CRD) with 3 replications. Based on the results of the study, the addition of variations in the concentration of *Pseudomonas putida* bacteria was carried out using the One-Way ANOVA test, which had sig. 0.002. The concentration of 15% of *Pseudomonas putida* bacteria is declared the best concentration that can reduce phosphate levels to exceed the quality standard. The incubation time for measuring the decrease in phosphate levels was not homogeneous because the results of the One-Way ANOVA test had a non-significant result of 0.302. The highest decrease in phosphate levels in week -4 was 1.7 mg/L.

Keywords : Phosphate, *Pseudomonas putida*, bioremediation, bacterial concentration, incubation time n..

I. PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Angka pengguna jasa *laundry* meningkat setiap tahunnya di kota Medan, pada tahun 2016 jumlah konsumen antara 1.078 s/d 2.056 pelanggan, sedangkan di tahun 2017 meningkat menjadi 2.500 s/d 4.000 pelanggan dan di tahun 2018 dan awal tahun 2019 pelanggan semakin meningkat menjadi 6.000. Kenaikan pengguna ini berdampak pula pada perkembangan *laundry*. Berdasarkan Ketua Asosiasi *Laundry* Indonesia (ASLI) menyebutkan bahwa bisnis *laundry* dari tahun ke tahun mengalami pertumbuhan sebesar 20%, walaupun pada tahun 2017 bisnis *laundry* hanya tumbuh 15% saja akan tetapi tidak memberikan dampak negative terhadap perkembangan bisnis *laundry*. Tahun 2018 tercatat bahwa jumlah bisnis *laundry* di Indonesia telah mencapai 4.000 usaha yang terdiri dari berbagai jenis *laundry*. Data ini membuktikan bahwa usaha jasa *laundry* adalah salah satu bisnis yang diminati pengusaha dan sekarang tengah berkembang (Siregar, 2019).mLimbah dari *laundry* umumnya tidak diolah terlebih dahulu yang kemudian dapat menimbulkan pencemaran baik untuk tanah maupun air. Pencemaran tanah dapat mengubah pH tanah, kandungan mineral berubah serta gangguan kandungan nutrisi yang digunakan untuk penyerapan tumbuhan dan tercemarnya sumber air tanah. Sementara pencemaran air dapat mengganggu kehidupan biota air, kualitas air yang semakin menurun akan menyebabkan kelangkaan air bersih untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia (Hakim, 2016). Menurut Zairinayati (2019) Penanganan limbah deterjen yang bisa dilakukan adalah melalui pemanfaatan peran bakteri untuk mendegradasi parameter kimia yaitu fosfat, surfaktan. Sistem biodegradasi dengan isolasi bakteri aerob yang dikembangkan melalui proses aerasi diharap kan mampu menurunkan nilai konsentrasi surfaktan dan kandungan fosfat dari limbah cair *laundry* sampai dibawah baku mutu yang ditetapkan. Kedua parameter tersebut dipilih karena dalam deterjen yang digunakan dalam limbah *laundry* mengandung surfaktan dan fosfat yang sulit terurai di dalam perairan. Menurut Tarigan (2019) Jumlah *P. putida* yang efektif dalam menurunkan kandungan fosfat dan amonia dalam limbah cair rumah sakit yakni pada perlakuan C dengan penambahan 4 tabung reaksi *P. putida* dengan jumlah sel total $89,2 \times 10^8$ sel/tabung serta dengan menurunkan kadar fosfat limbah cair rumah sakit mencapai persentase sebesar 70,4033 %..

2. Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Apakah penambahan konsentrasi *Pseudomonas putida* dapat menurunkan kadar fosfat terhadap limbah cair jasa *laundry* di medan?
2. Bagaimana pengaruh waktu inkubasi dalam penurunan kadar fosfat pada limbah cair jasa *laundry* di medan?

3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk :

1. Metode yang digunakan dalam penelitian ini ialah metode deskriptif kuantitatif dengan melihat kadar fosfat dan jumlah populasi mikroorganisme.
2. Mikroorganisme yang digunakan dalam penelitian ini adalah bakteri *Pseudomonas putida*.

4. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai salah satu alternatif upaya penerapan pengolahan limbah *laundry* secara biologis dalam menurunkan kadar fosfat agar tidak menimbulkan suatu dampak negatif bagi lingkungan.

Khadijah Nur, Manalu K, Amelia Nasution R : Pemanfaatan Bakteri *Pseudomonas putida* Sebagai Agen Bioremediasi Untuk Penurunan Kadar Fosfat Pada Limbah Cair Jasa Laundry di Medan

II. METODE

Tempat dan Waktu

Pengambilan sampel limbah cair *laundry* dilakukan dari salah satu usaha laundry di Jl. Brigjend Katamso Kampung Baru, Medan Maimun. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas MIPA, Universitas Sumatera Utara (USU) dan di Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BTKLPP) Medan yang berlokasi di Jalan Kyai Haji Wahid Hasyim No. 15, Medan Baru. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan November – Desember 2022.

Rancangan Penelitian atau Model

Penelitian ini merupakan penelitian non factorial yang disusun dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) karena pada percobaan ini digunakan 1 perlakuan dengan 3 tingkat jumlah volume bakteri yang berbeda yaitu wadah A (kontrol) tanpa bakteri *P. putida*, B dengan 5% *P. putida*, wadah C dengan 10% *P. putida* dan wadah D dengan 15% *P. putida* disertai dengan ulangan sebanyak 3 kali.

Bahan dan Peralatan

Adapun bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu isolat murni bakteri *Pseudomonas putida*, sampel limbah laundry 60 L, media *Trypticase Soy Broth* (TSB), media *Plate Count Agar* (PCA), arang kayu, alkohol 70%, Aquades, spirtus, larutan PO⁴-1, larutan PO⁴-2, wadah galon keran air ukuran 10 liter, aerator, pipet ukur, autoklaf, cawan petri, tabung reaksi, rak tabung reaksi, jarum ose, spatula, timbangan analitik, spektrofotometer NOVA 60, vortex mixer, aluminium foil, inkubator, pH meter digital, DO meter digital, thermometer digital.

Tahapan Penelitian

Penelitian diawali dengan persiapan alat dan bahan, dilanjutkan dengan pembuatan media cair bakteri *Pseudomonas putida*, pembuatan media PCA, pengambilan sampel limbah *laundry* selanjutnya Proses bioremediasi pada penelitian ini dilakukan selama 4 Minggu, sebelum dimasukkan ke dalam reaktor yang terbuat dari wadah galon keran, limbah cair *laundry* telah dipersiapkan sebanyak 60 liter. Setelah itu diberikan penambahan bakteri *Pseudomonas putida* yang sebelumnya telah dikembangkan di media cair TS B selama 24 jam, berikut tahap persiapannya : Pada wadah galon I diisi dengan limbah cair *laundry* dengan volume 5 liter dan tanpa diberi *P. putida* (0%). Wadah ini sebagai perlakuan A (kontrol). Pada wadah galon II, diisi dengan limbah cair *laundry* dengan volume 5 liter. *P. putida* yang ditambahkan ditentukan sebanyak 250 ml (5%). Wadah ini sebagai perlakuan B. Pada wadah galon III, diisi dengan limbah cair *laundry* dengan volume 5 liter. *P. putida* yang ditambahkan ditentukan sebanyak 500 ml (10%). Wadah ini sebagai perlakuan C. Pada wadah galon IV, diisi dengan limbah cair *laundry* dengan volume 5 liter. *P. putida* yang ditambahkan ditentukan sebanyak 750 ml (15%). Wadah ini sebagai perlakuan D. Selanjutnya bagian atas toples ditutup dengan penutup yang telah tersedia setelah itu dihidupkan aerator untuk dinkubasi dan selanjutnya dilakukan uji parameternya seperti temperatur, pH, DO (Dissolved Oxygen), Perhitungan populasi bakteri dan kadar fosfat yang dimulai pada umur minggu ke -1, minggu ke -2, minggu ke -3, minggu ke -4

III. HASIL PENELITIAN

A. Perhitungan Jumlah Sel Total Bakteri *Pseudomonas putida*

Pseudomonas putida yang digunakan dalam penelitian dihitung jumlah sel total bakteri pada tiap starter. Perhitungan jumlah sel total dilakukan untuk mengetahui jumlah sel total pada starter bakteri sebelum dimasukkan ke dalam sampel limbah cair *laundry*. Selain itu menurut Rajasa (2010), untuk melihat pertumbuhan dan perkembangan bakteri di dalam

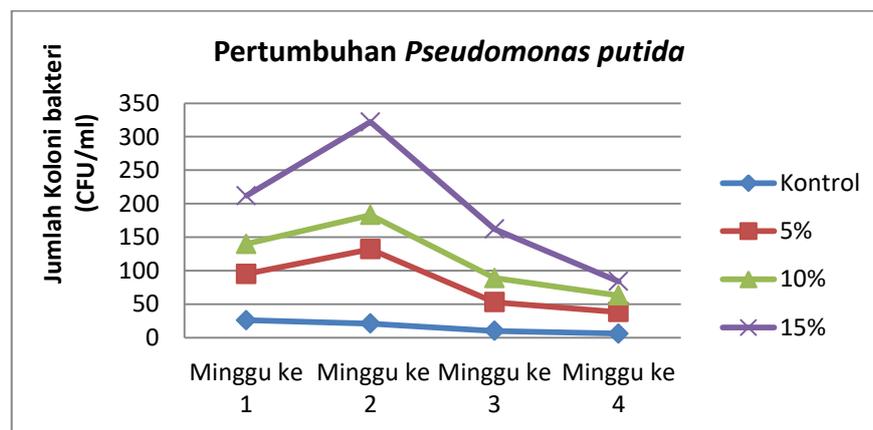
limbah cair maka harus dilakukan perhitungan jumlah sel total bakteri terlebih dahulu. Perhitungan jumlah sel total bakteri *P. putida*.dapat dilihat pada Tabel 3.1

Tabel 3.1 Jumlah Sel Total Bakteri *P. putida*

NO	Variasi	Jumlah Sel Total Bakteri <i>P. putida</i> (1 mL : 18×10^6 (sel/mL)
1	Penambahan 5% (250 ml) Bakteri <i>P. putida</i>	$4,500 \times 10^6$
2	Penambahan 10% (500 ml) Bakteri <i>P. putida</i>	$9,000 \times 10^6$
3	Penambahan 15% (750 ml) Bakteri <i>P. putida</i>	$13,500 \times 10^6$

B. Pertumbuhan Bakteri *Pseudomonas putida*

Hasil perhitungan koloni *Pseudomonas putida* pada minggu ke 1, minggu ke 2, minggu ke 3, minggu ke 4, dapat dilihat pada Tabel 4.2,untuk melihat perumbuhan bakteri *P. putida* disetiap mingguyadigunakan metode Total Plate Count (TPC) yang bertujuan untuk menunjukkan jumlah bakteri yang terdapat dalam sampel limbah *laundry* dengan cara menghitung koloni bakteri yang tumbuh pada media PCA. Proses pengenceran dilakukan sebanyak 6 bertujuan agar mengurangi kerapatan pertumbuhan bakteri agar mudah melakukan perhitungan dan tujuan penggunaan media PCA agar bakteri yang ditumbuhkan ke media berbentuk koloni.



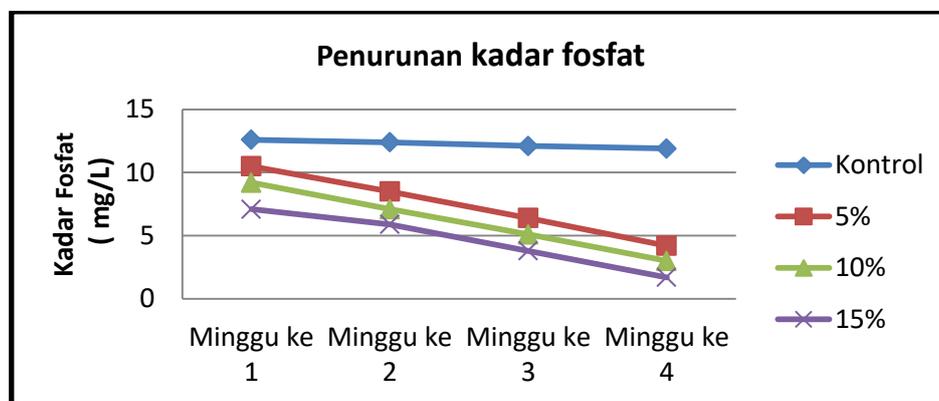
Gambar 3.1 Gambar grafik fase pertumbuhan bakteri *P. putida*

Pada inkubasi bakteri *Pseudomonas putida* minggu ke 1 yang dapat dilihat pada grafik (gambar 4.2) yang mulai meningkat dapat dikatakan fase lag pada bakteri *Pseudomonas putida*,dimana fase ini, ditandai dengan peningkatan komponen makromolekul, aktivitas metabolik, dan kerentanan terhadap zat kimia dan faktor fisik. Fase lag merupakan suatu periode penyesuaian yang sangat penting untuk penambahan metabolit pada kelompok sel, menuju tingkat yang setaraf dengan sintesis sel maksimum. Pada Inkubasi bakteri *P. putida* minggu ke-2 yang dapat dilihat pada grafik (Gambar 4.2) peningkatan tertinggi dapat dikatakan Fase Log/Pertumbuhan Eksponensial pada bakteri *Pseudomonas putida*. Menurut Handayani (2006) fase eksponensial adalah fase pertumbuhan yang memiliki laju pembelahan sel yang tetap serta Masa dan volume sel meningkat oleh faktor yang sama dalam arti rata-rata komposisi sel dan konsentrasi relatif metabolit tetap konstan. Pertumbuhan seimbang, kecepatan peningkatan dapat diekspresikan dengan fungsi eksponensial alami terjadi pada periode ini. Sel membelah dengan kecepatan konstan yang ditentukan oleh sifat intrinsik bakteri dankondisi lingkungan. Hal ini menunjukkan terdapat

keragaman kecepatan pertumbuhan berbagai mikroorganisme. Pada Inkubasi bakteri *P. putida* minggu ke-3 yang dapat dilihat pada grafik (Gambar 4.2) yang mulai menurun dapat dikatakan Fase Stasioner pada bakteri *Pseudomonas putida*. Menurut Handayani (2006) Fase stasioner yaitu fase dimana laju pembiakan berkurang dan beberapa sel mati yang ditunjukkan oleh menyusutnya nutrisi dalam media. Pada Inkubasi bakteri *P. putida* minggu ke-4 yang dapat dilihat pada grafik (Gambar 4.2) merupakan fase penurunan populasi atau fase kematian populasi bakteri akan menurun jumlahnya pada saat medium kehabisan nutrisi. Jumlah sel yang mati lebih banyak daripada sel yang hidup.

C. Perhitungan Kadar Fosfat

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil penurunan kadar fosfat dapat dilihat pada Tabel 4.3 Penurunan fosfat terjadi karena adanya aktivitas bakteri *Pseudomonas putida* yang mampu menghasilkan enzim fosfatase yang dapat memineralisasi fosfat organik yang ada di dalam air. Enzim fosfatase juga berperan penting dalam proses hidrolisis fosfat organik menjadi fosfat anorganik (Fitriatin et al, 2020).



Gambar 3.2 Gambar grafik penurunan kadar fosfat

Berdasarkan grafik (Gambar 4.2) dapat diketahui bahwa terjadi penurunan nilai pada setiap perlakuan dari minggu ke-1 hingga minggu ke -4 dengan angka tertinggi kadar fosfat ada pada perlakuan (A) pada minggu ke -1 yaitu sebesar 12,6 mg/l dan angka terendah kadar fosfat ada pada perlakuan D hari 4 minggu yaitu sebesar 1,7 mg/l dari kadar awal sebesar 12,9 mg/L.

D. Pengaruh Konsentrasi Bakteri *Pseudomonas putida* untuk menurunkan kadar fosfat

Berdasarkan hasil pengukuran pH dilakukan setiap Minggu ke 1 selama 4 minggu (Tabel 4.2). Hasil dari setiap variasi penambahan bakteri *P. putida* pada minggu ke 1- 4 diperoleh suhu berkisar 7,85-8,95. Sehingga salah satu faktor yang berperan penting dalam pertumbuhan bakteri memerlukan suatu pH optimum 6-9 untuk tumbuh optimal (Suriani, 2013). Nilai pH masih tergolong kedalam kategori normal dan aman terhadap lingkungan. Meningkatnya pertumbuhan bakteri menyebabkan terjadinya peningkatan pada produksi, sehingga kemampuan dalam meremediasi meningkat. Berdasarkan tabel 4.7 penurunan kadar fosfat dalam reaktor berbanding lurus dengan pemberian konsentrasi bakteri *Pseudomonas putida* sehingga mengalami peningkatan persentase penurunan kadar fosfat.

Tabel 3.2 Hasil Pengamatan penurunan fosfat berdasarkan konsentrasi bakteri

Kelompok Konsentrasi Bakteri	Rataan SD(%) Kadar Fosfat	P=value
Kontrol (0%)	12,25 ±0,31 ^b	0,002
Konsentrasi 5% <i>P. putida</i>	7,40±2,71 ^a	
Konsentrasi 10% <i>P. putida</i>	6,10±2,65 ^a	
Konsentrasi 15% <i>P. putida</i>	4,62±2,37 ^a	

Keterangan : Huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan pada tingkat kepercayaan 95%

Berdasarkan hasil uji SPSS Versi 25.0 dengan signifikan sebesar 5% atau 0,05. Hasil uji Anova One Way Pada Pengamatan kadar Fosfat berdasarkan konsentrasi bakteri didapatkan nilai signifikan 0,002 yang menunjukkan bahwa adanya pengaruh penambahan variasi konsentrasi bakteri *Pseudomonas putida* terhadap penurunan kadar fosfat selama proses bioremediasi berlangsung. Nilai intensitas penurunan kadar fosfat berkisar 4,67-12,25 dengan rata-rata 7,59. Rataan terendah terdapat pada perlakuan penambahan bakteri *Pseudomonas putida* sebesar 15% yaitu 4,67 dan rata-rata yang tertinggi terdapat pada perlakuan 0% (kontrol) yaitu 12,25. Selain terjadi penurunan kandungan fosfat di dalam limbah cair jasa laundry pada perlakuan penambahan jumlah bakteri *P. putida* yang berbeda yaitu 5%, 10% dan 15%, penurunan kadar fosfat juga terjadi pada perlakuan 0% atau kontrol yakni tanpa adanya penambahan bakteri. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat aktifitas mikrobial alami di dalam limbah cair rumah sakit, sehingga terjadi penurunan kadar fosfat pada perlakuan kontrol.

E. Pengaruh Waktu Inkubasi Bakteri Untuk Penurunan Kadar Fosfat

Menurut Yulia (2013) bahwa keberhasilan proses bioremediasi salah satunya adalah lama waktu inkubasi. Lama waktu inkubasi dikatakan berhasil dan memberikan beda bergantung pada konsentrasi awal kadar suatu polutan tersebut.

Tabel 3.3. Hasil Pengamatan Kadar Fosfat berdasarkan waktu inkubasi

Kelompok waktu inkubasi	Rataan SD (%) Kadar Fosfat	P=value
Minggu ke -1	9,85 ±2,30 ^a	0,302
Minggu ke -2	8,47±2,82 ^a	
Minggu ke -3	6,85±3,65 ^a	
Minggu ke -4	5,20±4,58 ^a	

Keterangan : Huruf yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan yang signifikan pada tingkat kepercayaan 95%

Berdasarkan hasil uji statistika SPSS Versi 25.0 dengan signifikan sebesar 5% atau 0,05. Hasil uji Anova One Way Pada Pengamatan kadar Fosfat berdasarkan waktu inkubasi didapatkan nilai signifikan 0,302 yang menunjukkan bahwa tidak adanya pengaruh penambahan waktu inkubasi terhadap penurunan kadar fosfat selama proses bioremediasi berlangsung. Nilai intensitas penurunan kadar fosfat berkisar 5,20- 9,85 dengan rata-rata 7,59. Rataan terendah terdapat pada perlakuan waktu inkubasi di minggu ke -4 yaitu 5,20 dan rata-rata yang tertinggi terdapat pada minggu ke -1 yaitu 9,85.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah :

1. Penambahan variasi konsentrasi bakteri *Pseudomonas putida* dilakukan pengujian ANOVA One-Way memiliki hasil sig. 0,002. Konsentrasi 15% bakteri *Pseudomonas putida* dinyatakan konsentrasi terbaik yang dapat menurunkan kadar fosfat hingga melampaui batas baku mutu.
2. Pemberian waktu inkubasi pengukuran penurunan kadar fosfat tidak homogen karena Hasil uji ANOVA One-Way memiliki hasil yang tidak sig, 0,302. Penurunan kadar fosfat teringgi pada minggu ke -4 sebesar 1,7 mg/L.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyani, N. 2017. Penurunan Kadar Surfaktan dan Sulfat dalam Limbah Laundry. *Jurnal Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2(1), 37–44. <https://doi.org/10.33084/mitl.v2i1.132>
- Arini, Fitri, Citra. 2020. Bioremediasi Limbah Jasa laundry di Surabaya dengan Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* untuk penurunan kadar fosfat. Skripsi. Universitas Airlangga.
- Marta, Maghfirotn, Banin, dkk. 2021. Pengolahan Limbah cair Industri Pembekuan Ikan Kaca Piring (*Sillago sihama*) Menggunakan Kombinasi Bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp.* dan *Pseudomonas Putida* Secara Aerob. *Journal of Tropical Agrifood*. 3(1): 49-62
- Pratama, Sandi, Alala., Silvia, Ramadhani. 2021. Kajian Pengelolaan Limbah Laundry Industry(Studi Kasus Industri Laundry Hancabarasih di Kota Malang). Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya
- Rachmawati, B., Surya Y., & Mirwan, M. 2014. Proses elektrokoagulasi pengolahan limbah laundry. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*. 6(1) : 15-22.
- Rajasa, G. 2010. Pemanfaatan Biofilm Mikrobentos Untuk Menurunkan kadar Fosfat Pada Limbah Deterjen Laundry. Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta, Yogyakarta.
- Sharma, S. B., Sayyed, R. Z., Trivedi, M. H., Gobi, T. A. 2013. Phosphate solubilizing microbes: sustainable approach for managing phosphorus deficiency in agricultural soils. *Springerplus* 2, 587–600. doi: 10.1186/21931801-2-587.
- Tarigan Br, Meylica, Dora, Anasthasia. 2019. Potensi Bakteri *Pseudomonas Putida* dalam menurunkan kandungan fosfat dan Amoniak dari Limbah Cair Rumah Sakit. Skripsi. Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
- Waluyo, L. 2008. Teknik Metode Dasar Mikrobiologi. Penerbit Universitas Muhammadiyah Malang (UMM Press). Malang
- Wani, P. A., Khan, M. S., Zaidi, A. (2007). Coinoculation of nitrogen fixing and phosphate Yuliana, dkk. 2020. Air Limbah Laundry : Karakteristiknya Terhadap Kualitas Air. *Jurnal Natural*. 16(1) : 25-33
- Yusriani, Sapta, Dewi. 2012. Efektivitas Degradasi Surfaktan Dengan Bakteri *Pseudomonas putida*. *Jurnal Ilmiah Universitas Satya Negara Indonesia*. 5(1): 39-43
- Zairinayati., Heri, Shatriadi. 2019. Biodegradasi Fosfat pada Limbah Laundry menggunakan Bakteri Consorium Pelarut Fosfat. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 18 (1) : 57-61

Accepted Date	Revised Date	Decided Date	Accepted to Publish
17 Juni 2023	12 Juli 2023	18 Agustus 2023	Ya