



Imobilisasi *Pseudomonas Aeruginosa* Menggunakan Entraping Sabut Kelapa Dalam Menurunkan Kadar Minyak Dan Lemak Sungai Kaliotik Kabupaten Lamongan

Mutiara Sribudi Kusuma Putri¹, Gading Wilda Aniriani¹, Denaya Andrya Prasydia¹, Eko Sulistiono¹

¹Program Studi Kesehatan Lingkungan, Universitas Islam Lamongan

Email Korespondensi : gading@unisla.ac.id

Diterima: 29 Agustus 2024
Disetujui: 6 Januari 2025
Diterbitkan: 9 Januari 2025

Kata Kunci:

Imobilisasi, Entraping, Sabut Kelapa, *Pseudomonas aeruginosa*, Minyak dan lemak, Sungai Kaliotik.

ABSTRAK

Sungai Kaliotik menjadi tempat pembuangan limbah domestik dan industri, sehingga telah dilaporkan dengan status tercemar berat. Adanya kandungan minyak dan lemak merupakan indikator pembuangan limbah domestik. Penggunaan sabut kelapa merupakan teknik entrapping dalam teknologi bioremediasi biakan melekat pada imobilisasi bakteri. Salah satu kondisi untuk mendukung keadaan pembentukan biofilm dalam kondisi aerobik yaitu dengan membantu bakteri dalam proses perlekatan pada media yang berongga yaitu sabut kelapa. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui adanya pengaruh entrapping sabut kelapa pada *Pseudomonas aeruginosa* dalam menurunkan kadar minyak dan lemak, pH, BOD dan COD air Sungai Kaliotik. Penelitian ini bersifat deskriptif kuantitatif *true experimental* dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial, dengan faktor pertama adalah perlakuan dan kontrol dan faktor kedua yaitu waktu inkubasi (0, 7, 14, 21 hari). Data hasil pengujian dianalisis secara statistika menggunakan ANNOVA 1 arah. Hasil penelitian ini menunjukkan terdapat pengaruh penambahan entrapping sabut kelapa pada *Pseudomonas aeruginosa* dalam menurunkan kadar minyak dan lemak Sungai Kaliotik, dengan selisih penurunan yang signifikan mencapai 4,9 mg/L selama 21 hari pada perlakuan. Sedangkan pada pH, BOD dan COD menunjukkan selisih penurunan yang kurang signifikan pada hari ke-21 meliputi nilai pH sebesar 0.22, nilai BOD sebesar 186 mg/L, dan nilai COD sebesar 129 mg/L.

Received: 29 August 2024
Accepted: 6 January 2025
Published: 9 January 2025

Keywords:

Entraping, Coconut Coir, *Pseudomonas aeruginosa*, Oils and fats.

ABSTRACT

The Kaliotic River has become a dumping ground for domestic and industrial waste, and has been reported as heavily polluted. The presence of oil and fat content is an indicator of domestic waste disposal. The use of coconut coir is an entrapping technique in bioremediation technology attached to bacterial immobilization. One of the conditions to support the state of biofilm formation under aerobic conditions is to assist bacteria in the process of attachment to hollow media, namely coconut fiber. The purpose of this study was to determine the effect of coconut fiber entrapping on *Pseudomonas aeruginosa* in reducing oil and fat content, pH, BOD and COD of Kaliotic River water. This research is a descriptive quantitative true experimental with the method of Completely Randomized Design (CRD) with factorial pattern. The first factor was treatment and control and the second factor was incubation time (0, 7, 14, 21 days). The test data were analyzed statistically using 1-way ANNOVA. The results of this study showed that there was an effect of the addition of coconut fiber entrapping on *Pseudomonas aeruginosa* in reducing the oil and fat content of Kaliotic River, with a significant difference in the decrease reaching 4.9 mg/L for 21 days in the treatment. While the pH, BOD and COD showed a less significant difference on the 21st day, including a pH value of 0.22, a BOD value of 186 mg/L, and a COD value of 129 mg/L.

1. PENDAHULUAN

Sungai Kaliotik adalah salah satu sungai yang terletak di Kabupaten Lamongan yang membentang sepanjang 12,5 Km, dimana aliran sungai yang terdapat di tengah kota melintasi permukiman, restoran serta pusat kegiatan pasar. Sepanjang tepi dari Sungai Kaliotik digunakan sebagai pusat aktivitas

warga Lamongan. Sungai ini difungsikan sebagai tempat pembuangan limbah domestik rumah-rumah yang berada dipinggir sungai dan sampai sekarang masih dipergunakan untuk pembuangan air limbah rumah tangga, bengkel, restoran dan lain-lain. Akibatnya Sungai Kaliotik menjadi tercemar, timbul bau tak sedap dan airnya menjadi berwarna hitam. Selain itu, kadar minyak dan lemak dari hasil pembuangan

limbah rumah tangga juga menjadi faktor utama pencemaran air Sungai Kaliotik.

Salah satu parameter yang menjadi perhatian kali ini adalah adanya minyak dan lemak. Tingginya kadar minyak dan lemak di Sungai Kaliotik diperlukan langkah untuk mengatasi permasalahan yaitu dengan adanya bioremediasi. Bioremediasi menjadi teknik yang digunakan untuk mengurai bahan organik atau bahan lainnya dengan menggunakan biodegradasi. Biodegradasi memanfaatkan mikroorganisme pendegradasi yang ada di lingkungan (Anggraeni & Triajie, 2021). Mikroorganisme khususnya bakteri akan bertahan dan menyesuaikan diri dengan lingkungan sehingga bakteri akan membentuk koloni dan melekat pada suatu media. Bakteri yang berkoloni dapat memaksimalkan potensinya dalam mendegradasi polutan, sehingga semakin kompleks tingkat koloninya maka semakin besar kecepatan bakteri dalam proses pendegradasian (Nurjanah, 2018).

Salah satu spesies mikroba pendegradasi yang memiliki kapasitas multi-substrat yang baik untuk bioremediasi lingkungan adalah *Pseudomonas aeruginosa*. Mikroorganisme pendegradasi memiliki kapasitas metabolisme dalam mendegradasi molekul organik sehingga menjadi bentuk yang lebih sederhana dan tidak berbahaya jika berada di lingkungan (Bhardwaj et al., 2015). Salah satu kondisi untuk mendukung keadaan pembentukan biofilm dalam kondisi aerobik yaitu dengan membantu bakteri dalam proses perlekatan pada media yang berongga yaitu sabut kelapa. Peran sabut kelapa yaitu sebagai media biakan melekat.

Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* akan menguraikan molekul minyak dan lemak dengan cara aerob yaitu menggunakan oksigen untuk berkembangbiak. Semakin banyak kadar oksigen yang terlarut maka akan semakin pesat pertumbuhan dari bakteri *Pseudomonas aeruginosa* (Dzikra & Suryo, 2021). Menurut Memon (2020) entraping menggunakan sabut kelapa terbukti memiliki potensi penyisihan bahan organik yang tinggi untuk imobilisasi bakteri daripada media lekat lain seperti kulit apel, kulit lemon dan jeruk sehingga media sabut kelapa dapat menurunkan persentase dari parameter COD dengan efisiensi sebesar 75,93% dan 73,79%. Selain itu, hasil dari menggunakan matriks sabut kelapa ini dapat menyisihkan nitrat dan nitrit dengan masing-masing sebesar 79,7% dan 78,1%. Sabut kelapa memiliki komposisi kimia lignin (45,8%), selulosa (43,4%), hemiselulosa (10,25%), pektin (3,0%) (Astuti & Kuswytasari, 2013).

Penggunaan sabut kelapa merupakan teknik entraping dalam teknologi bioremediasi biakan melekat pada imobilisasi bakteri. Keunggulan sabut kelapa jika digunakan sebagai entraping dalam media lekat dibanding media lain yaitu termasuk dalam bahan yang mudah di dapat dan murah (Firdaus et al., 2020), salah satu media dari bahan alami sampah organik tanpa campuran bahan kimia (Suhariyono & Asmoro, 2016), dan mudah dalam proses pengoperasiannya (Askari, 2015). Maka dari itu pemilihan sabut kelapa sebagai media pada proses entraping dengan menambahkan *Pseudomonas aeruginosa* menjadi pilihan tepat dalam mendukung proses degradasi minyak dan lemak Sungai Kaliotik.

2. METODE

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah deskriptif kuantitatif dimana pengumpulan data dengan pengambilan sampel air Sungai Kaliotik. Metode ini memerlukan pengambilan sampel dilakukan pada musim dengan cuaca cerah berawan. Penelitian ini terdiri dari tahap pengambilan sampel limbah cair dan tahap pengujian kualitas limbah cair berupa pengukuran minyak dan lemak, pH, BOD, dan COD. Desain dari penelitian ini adalah true eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola faktorial 3×4 , dengan 3 kali pengulangan (triplo). Faktor pertama adalah Perlakuan (P) dan Kontrol (K) dan faktor kedua adalah waktu inkubasi (0, 7, 14, dan 21 hari).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian Penentuan Lokasi dan Titik Uji Sampel

Pengambilan sampel air di Sungai Kaliotik dilakukan menurut SNI 6989.59:2008 dengan jarak pengambilan 1/3 dan 2/3 dari lebar sungai. Sampel diambil pada debit air kurang dari 5 m³/detik dengan pengambilannya yaitu pada 0,5 kali kedalaman dari permukaan air sungai. Setelah itu dihomogenkan lalu disterilkan dengan cara dipanaskan pada suhu 100 °C (Rophi, 2022). Hal tersebut sedikit berbeda dengan Ahdiaty & Fitriana (2020) dimana pada setiap titik pengambilan sampel berjarak 1,7 m. Sunarya (2023) melakukan pengambilan sampel dengan jarak 2,5 m dari setiap titiknya. Tetapi keduanya memiliki konsep yang sama yaitu menggunakan metode composite sampling. Pengambilan sampel dilakukan dengan memperhatikan kondisi cuaca, apabila terjadi hujan maka pengambilan dilakukan 3 hari setelah turunnya hujan. Begitu juga pengambilan disaat pagi hari, air limbah dari kegiatan di sekitar aliran sungai dibuang pada pagi hari di-jam 07.00–10.00 WIB sehingga pengambilan sampel dilakukan pada pukul 06.00 WIB untuk menghindari komposisi air limbah tidak konstan (Ardianor & Leonardo, 2020).

Pretreatment Sabut Kelapa

Sabut kelapa diperoleh dari limbah penjual kelapa kupas di Pasar Sidoharjo, Kabupaten Lamongan. Berat sabut kelapa yang telah terkumpul sebelum di *pretreatment*. Selanjutnya sabut yang telah terkumpul di keringkan di luar ruangan tepat di bawah sinar matahari selama 3 hari. Setelah kering, sabut disobek memanjang kecil menjadi helaian, lalu di oven dengan suhu 37 °C untuk menghindari kontaminasi oleh bakteri lain. Selanjutnya, agar tidak terkontaminasi oleh mikroba lain setelah sabut kelapa di sobek memanjang berukuran kecil seperti yang dilakukan oleh Astuti & Kuswytasari (2013), lalu dilakukan sterilisasi dengan ditempatkan di dalam loyang lalu memasukkan ke dalam oven dengan suhu 37 °C selama 24 jam



C D








Gambar 1 Pretreatment Sabut Kelapa ;
 (A): Sabut kelapa sebelum disterilkan, (B): Pengeringan sabut kelapa (C): Sabut kelapa setelah disobek memanjang kecil (D): Sterilisasi sabut kelapa

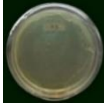
Pada Gambar 1 merupakan alur *pretreatment* sabut kelapa sebelum digunakan sebagai media entraping. Berat sabut kelapa yang dibutuhkan sebanyak 50 gram × 6 (perlakuan dan kontrol) = 300 gram. Sabut kelapa yang digunakan untuk entraping sebesar 50 gram dan diletakkan mengambang di atas permukaan air dalam reaktor uji. Sabut kelapa memiliki kandungan serat selulosa dimana serat tersebut menjadi nutrisi untuk *Pseudomonas aeruginosa* sehingga efektif dalam biodegradasi air limbah. Hal tersebut diperkuat oleh Memon (2020) yang mengatakan bahwa sabut kelapa memiliki kandungan serat selulosa yang dapat meningkatkan jumlah mikroba dalam proses penyisihan minyak dan lemak serta zat kimia lainnya pada air limbah.

Uji Viabilitas Sel pada Perlakuan dan Kontrol

Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* yang diremajakan merupakan bakteri koleksi Laboratorium Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Islam Lamongan dengan membiakkan kembali isolat bakteri yang sudah ada pada media *Nutrient Agar* (NA) dengan metode *streak* dan diinkubasi selama 24 jam dengan suhu 37 °C. Bakteri di lepaskan dari cawan petri menggunakan jarum ose untuk membuat konsorsium ODλ: 610= 5 dengan mencairkan bakteri menggunakan aquades steril lalu diuji menggunakan alat spektrofotometer. Dilanjutkan dengan pemberian *Pseudomonas aeruginosa* konsorsium ODλ: 610= 5 masing-masing sebanyak 25 ml pada sampel perlakuan. Selanjutnya dilakukan uji viabilitas sel diuji pada perlakuan dan kontrol setiap waktu inkubasi ke 0, 7, 14, dan 21 sebagai berikut:

Tabel 1 Hasil Uji Viabilitas Sel

Hari ke-	Sampel	Gambar	Keterangan
0	Sampel awal		<i>Spread</i>
	Setelah di sterilkan		0 CFU/mL
7	Perlakuan		89,6 CFU/mL
	Kontrol		0 CFU/mL
14	Perlakuan		92,64 CFU/mL
	Kontrol		70 CFU/mL
21	Perlakuan		209,38 CFU/mL

Hari ke-	Sampel	Gambar	Keterangan
	Kontrol		170,04 CFU/mL

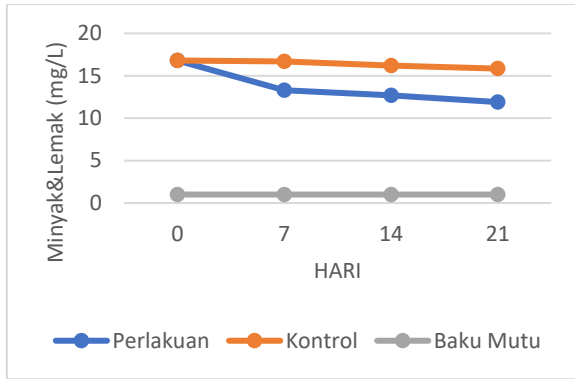
Sumber: dokumen pribadi

Berdasarkan Tabel 1 analisis hasil uji sampel perlakuan pada hari ke-7, jumlah *Pseudomonas aeruginosa* pada sampel perlakuan sebesar 89,6 CFU/mL. Adanya peningkatan jumlah mikroba dikarenakan bakteri melekat dan ter-entraping dengan baik pada sabut kelapa. Demikian dengan pernyataan dari Baunsele & Missa (2020) menyatakan bahwa sabut kelapa memiliki kandungan selulosa, lignin dan hemiselulosa yang merupakan gugus aktif dan bersifat hidrofilik yang berperan sebagai sumber nutrisi bagi *Pseudomonas aeruginosa* sehingga bakteri tersebut dapat tumbuh secara cepat. Berbeda dengan sampel kontrol, tidak ditemukan mikroba sehingga nilai TPC nya sebesar 0 CFU/mL. Hal tersebut karena dilakukan sterilisasi pada air untuk mematikan bakteri yang ada pada air tersebut.

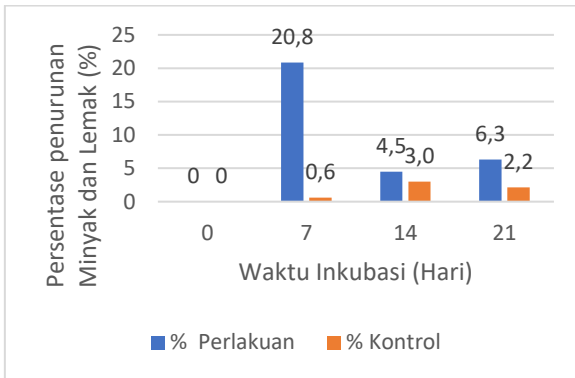
Selanjutnya pada hari ke-14, didapatkan peningkatan jumlah pertumbuhan mikroba di sampel perlakuan sebesar 92,64 CFU/mL. Pada sampel kontrol jumlah mikroba meningkat mencapai 70 CFU/mL Terjadinya perubahan pada sampel kontrol diduga karena adanya kontaminasi luar seperti adanya bakteri yang tertinggal di sabut kelapa dan memungkinkan untuk tumbuh. Kemudian pada hari ke-21 didapatkan jumlah peningkatan pertumbuhan mikroba pada sampel perlakuan yaitu 209,38 CFU/mL dan sampel kontrol sebesar 175,04 CFU/mL. Berdasarkan pada Tabel 1 menunjukkan pertumbuhan jumlah koloni bakteri tergantung pada waktu inkubasi sehingga setiap minggunya jumlah mikroba mengalami kenaikan. Hal ini sependapat dengan Pudjiwati & Hamid (2020) bahwa jumlah mikroba dipengaruhi oleh nutrisi dan lama waktu inkubasi

Pengaruh Entraping Sabut Kelapa dalam Menurunkan Kadar Minyak dan Lemak pada Air Sungai Kaliotik

Hasil pengujian parameter Sungai Kaliotik dari hari ke- 0, 7, 14, dan 21 dengan penambahan entraping sabut kelapa dalam menurunkan kadar minyak dan lemak disajikan pada Tabel 2 sebagai berikut: Berdasarkan Tabel 2 menyajikan hasil dari pengecekan parameter yang menunjukkan bahwa pada hari ke-0 nilai minyak dan lemak tidak memenuhi standar baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Konsentrasi minyak dan lemak dari kedua sampel mengalami penurunan yang signifikan. Untuk mengetahui perubahan nilai pada data di atas dapat ditinjau dari gambar grafik sebagai berikut:



Gambar 2 Grafik Nilai Minyak Dan Lemak



Gambar 3 Persentase Penurunan Minyak dan Lemak

Diketahui dari Gambar 2 menunjukkan konsentrasi minyak dan lemak dari kedua sampel melebihi standar baku mutu. Tetapi konsentrasi nilai minyak dan lemak pada hari ke-0 hingga hari ke-21 pada masing-masing sampel mengalami penurunan konsentrasi perminggunya. Berdasarkan Gambar 3 persentase penurunan minyak dan lemak tertinggi yaitu pada perlakuan dengan waktu inkubasi 7 hari sebesar 20,8 %.

Tabel 2 Hasil Analisis Statistika ANNOVA Satu Arah terhadap Nilai Minyak dan Lemak pada Kontrol maupun Perlakuan

ANOVA

Minyak dan Lemak

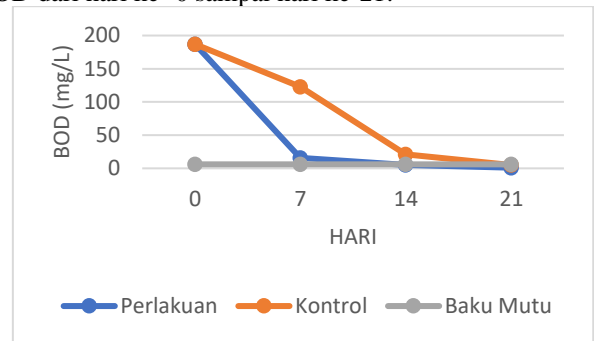
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14.715	1	14.715	6.048	.049
Within Groups	14.599	6	2.433		
Total	29.315	7			

Hasil analisis statistik ANNOVA 1 arah (Tabel 3) terhadap pengaruh penambahan entrapping sabut kelapa pada *Pseudomonas aeruginosa* dalam menurunkan kadar minyak dan lemak air Sungai Kaliotik menunjukkan bahwa adanya pengaruh penambahan entrapping sabut kelapa pada *Pseudomonas aeruginosa* dalam menurunkan kadar minyak dan lemak Sungai Kaliotik. Hal tersebut berbanding lurus dengan penelitian bahwa degradasi minyak dan lemak terus mengalami peningkatan yang signifikan lebih tinggi dibandingkan kontrol. Penurunan konsentrasi minyak dan lemak seperti pada Gambar 3 diduga karena *Pseudomonas aeruginosa* ter-entrapping dengan baik dan kebutuhan nutrisi yang terkandung dalam sabut kelapa melimpah sehingga dapat meningkatkan proses degradasi minyak dan lemak (Uyun, 2018).

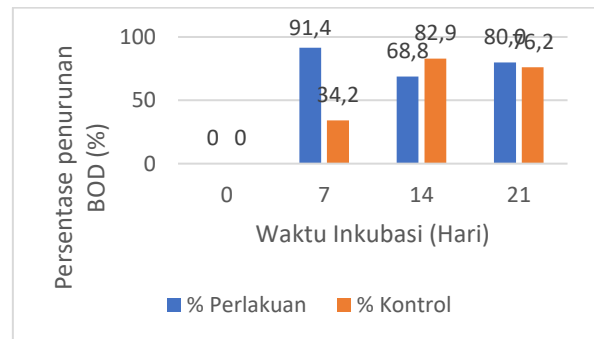
Pengaruh Entrapping Sabut Kelapa dalam Menurunkan Kadar BOD, COD dan pH pada Air Sungai Kaliotik

BOD (Biological Oxygen Demand)

Tabel di bawah ini merupakan hasil pengukuran dari parameter BOD selama 21 hari dengan waktu inkubasi pada hari ke- 0, 7, 14 dan 21. Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai BOD tertinggi pada masing-masing sampel perlakuan dan kontrol sebesar 187 mg/L pada hari ke-0. Sedangkan nilai BOD terendah sampel perlakuan sebesar 1 mg/L dan nilai terendah sampel kontrol sebesar 5 mg/L pada hari ke-21. Selisih penurunan nilai BOD hari ke-0 dan hari ke-21 mencapai 186 mg/L pada sampel perlakuan. Sedangkan selisih penurunan nilai BOD hari ke-0 dan hari ke-21 pada kontrol mencapai 182 mg/L. Berikut disajikan gambar grafik nilai BOD dari hari ke- 0 sampai hari ke-21:



Gambar 4 Grafik Nilai BOD



Gambar 5 Persentase Penurunan BOD (%)

Pada Gambar 4 dapat dilihat bahwa nilai BOD mengalami penurunan hingga kedua sampel dapat memenuhi Standar Baku Mutu PP NO 22 Tahun 2021 yaitu dibawah 6 mg/L, dengan nilai BOD pada perlakuan mencapai 1 mg/L dan kontrol mencapai 5 mg/L. Sampel perlakuan membutuhkan waktu 14 hari untuk menurunkan nilai hingga memenuhi standar baku mutu, sedangkan sampel kontrol memerlukan 21 hari untuk memenuhi standar baku mutu. Berdasarkan Gambar 5 persentase penurunan BOD tertinggi dengan waktu inkubasi 7 hari yaitu pada perlakuan sebesar 91,4 %.

Tabel 3 Hasil Analisis Statistika ANNOVA Satu Arah Terhadap Nilai BOD pada Kontrol maupun Perlakuan.

ANOVA

BOD

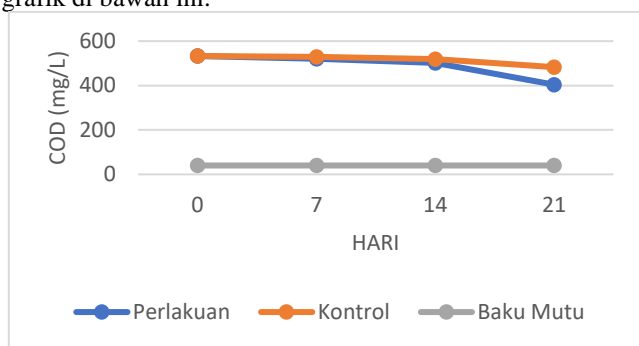
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2016.125	1	2016.125	.259	.629
Within Groups	46670.750	6	7778.458		

Total	48686.875	7			
--------------	-----------	---	--	--	--

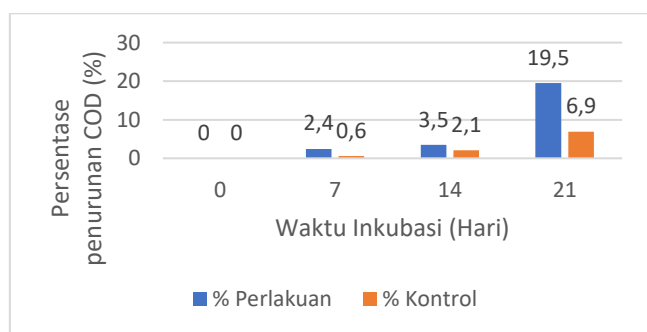
Hasil dari analisis ANNOVA 1 arah untuk mengetahui pengaruh penambahan entrapping sabut kelapa pada *Pseudomonas aeruginosa* dalam menurunkan nilai BOD air Sungai Kaliotik menunjukkan tidak adanya pengaruh penambahan entrapping sabut kelapa pada *Pseudomonas aeruginosa* dalam menurunkan nilai BOD Sungai Kaliotik. Hal tersebut dikarenakan data tidak berdistribusi normal karena selisih nilai penurunan BOD sangat besar pada kedua sampel di hari ke-0 menuju hari ke-7.

COD

Selanjutnya hasil pengukuran dari parameter COD selama 21 hari dengan waktu inkubasi pada hari ke- 0, 7, 14 dan 21. Berdasarkan Tabel 6 nilai COD tertinggi pada perlakuan yaitu sebesar 533 mg/L di hari ke-0 dan nilai terendah yaitu sebesar 404 mg/L di hari ke-21. Selisih penurunan nilai COD hari ke-0 dan hari ke-21 pada sampel perlakuan mencapai 129 mg/L, sedangkan selisih penurunan nilai COD pada kontrol sebesar 50 mg/L. Berikut penurunan nilai COD yang ditampilkan pada grafik di bawah ini.



Gambar 6 Grafik Nilai COD



Gambar 7 Persentase Penurunan COD (%)

Berdasarkan pada Gambar 6 bahwa grafik nilai COD pada sampel perlakuan mengalami penurunan di hari ke-21. Meskipun mengalami penurunan tetapi COD pada kedua sampel masih belum memenuhi standar baku mutu. Berikut merupakan hasil uji ANNOVA 1 arah pada parameter COD. Berdasarkan Gambar 7 persentase penurunan minyak dan lemak tertinggi yaitu pada perlakuan dengan waktu inkubasi 21 hari sebesar 19,5 %.

Tabel 4 Hasil Analisis Statistika Data Pengaruh Penambahan Entrapping Sabut Kelapa Pada *Pseudomonas aeruginosa* Terhadap Nilai COD Air Sungai Kaliotik

ANOVA

COD

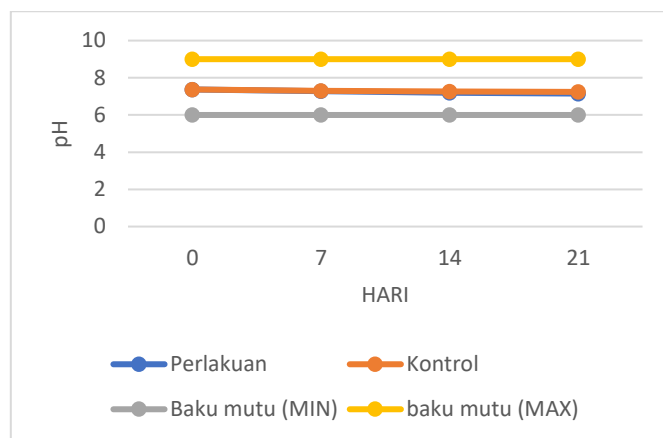
Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
----------------	----	-------------	---	------

Between Groups	1404.500	1	1404.500	.710	.432
Within Groups	11871.500	6	1978.583		
Total	13276.000	7			

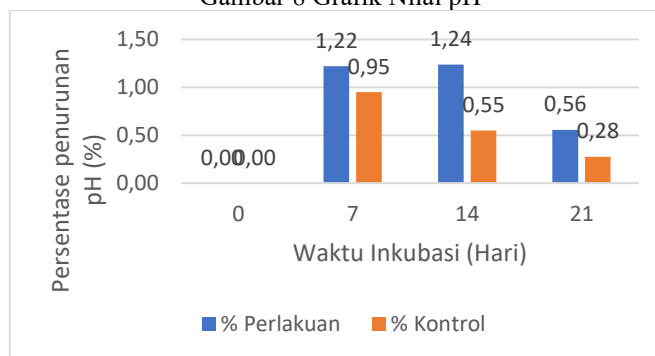
Hasil dari analisis ANNOVA 1 arah untuk mengetahui pengaruh penambahan entrapping sabut kelapa pada *Pseudomonas aeruginosa* dalam menurunkan nilai COD air Sungai Kaliotik. Berdasarkan Tabel 7 menunjukkan hasil analisis ANNOVA 1 arah yaitu tidak ada pengaruh penambahan entrapping sabut kelapa pada *Pseudomonas aeruginosa* dalam menurunkan nilai COD air Sungai Kaliotik. Selanjutnya berikut hasil pengukuran parameter pH:

Tabel 5 Hasil Uji pH

Berdasarkan Tabel 8 nilai pH tertinggi sampel perlakuan pada hari ke-0 yaitu 7,37 dan nilai pH terendah pada hari ke-21 yaitu 7,15. Demikian pada kontrol, nilai pH tertinggi sebesar 7,37 dan nilai terendah sebesar 7,24. Selisih penurunan nilai pH hari ke-0 dan hari ke-21 pada perlakuan sebesar 0,22, sedangkan pada kontrol sebesar 0,13. Dapat dilihat dari grafik di bawah ini mengenai penurunan nilai pH.



Gambar 8 Grafik Nilai pH



Gambar 9 Persentase Penurunan pH

Pada Gambar 8 dilihat bahwa nilai pH pada sampel perlakuan sedikit mengalami penurunan di hari ke-21. Nilai pH air Sungai Kaliotik dari hari ke-0 hingga hari ke-21 memenuhi standar baku mutu. Pada analisis ANNOVA 1 arah menunjukkan hasil sebagai berikut. Berdasarkan Gambar 9 persentase penurunan minyak dan lemak tertinggi yaitu pada perlakuan dengan waktu inkubasi 14 hari sebesar 1,24 %.

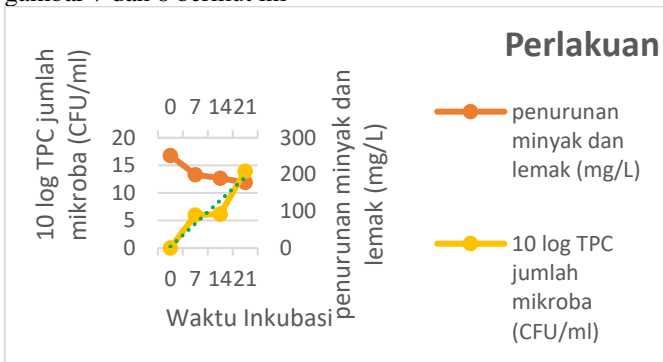
Tabel 6 Hasil Analisis Statistika Data Pengaruh Penambahan Entraping Sabut Kelapa Pada *Pseudomonas aeruginosa* Terhadap Nilai pH Air Sungai Kaliotik

ANOVA					
pH	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.004	1	.004	.627	.459
Within Groups	.039	6	.006		
Total	.043	7			

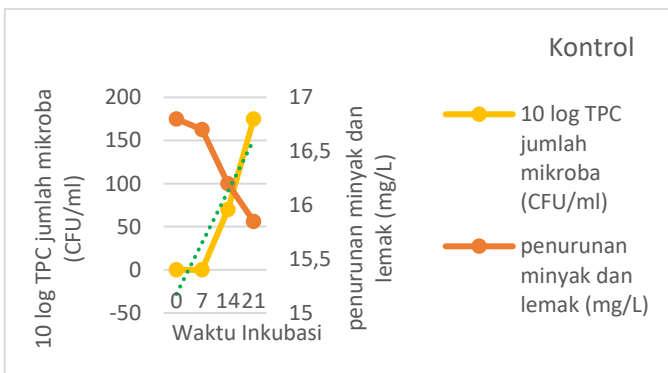
Hasil dari analisis ANNOVA 1 menunjukkan tidak ada pengaruh. Berdasarkan Tabel 10 menunjukkan hasil analisis ANNOVA 1 arah menunjukkan tidak ada pengaruh penambahan entrapping sabut kelapa pada *Pseudomonas aeruginosa* dalam menurunkan nilai pH air Sungai Kaliotik.

Hubungan Hasil TPC *Pseudomonas aeruginosa* (CFU/ml) dalam Penurunan Minyak dan Lemak

Hubungan antara hasil ¹⁰log TPC mikroba (CFU/ml) dengan penurunan konsentrasi minyak dan lemak (mg/L) selama 21 hari pada masing-masing sampel air dijelaskan pada gambar 7 dan 8 berikut ini



Gambar 1 Grafik Peningkatan 10log TPC jumlah mikroba (CFU/mL) dan penurunan konsentrasi minyak dan lemak (mg/L) pada hari ke- 0, 7, 14, dan 21 pada sampel air perlakuan



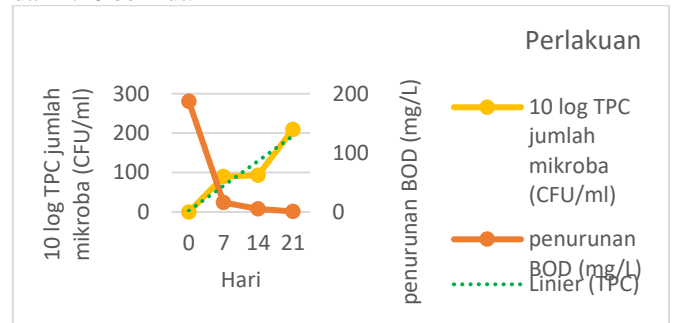
Gambar 2 Grafik Peningkatan 10log TPC jumlah mikroba (CFU/mL) dan penurunan konsentrasi minyak dan lemak (mg/L) pada hari ke- 0, 7, 14, dan 21 pada sampel air kontrol

Berdasarkan Gambar 7 peningkatan jumlah *Pseudomonas aeruginosa* (CFU/mL) berbanding terbalik

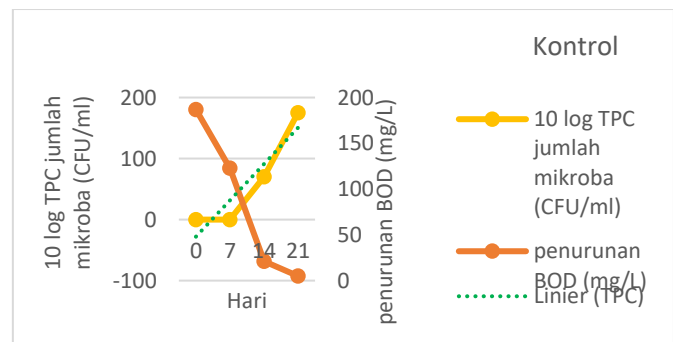
dengan penurunan kadar minyak dan lemak pada sampel perlakuan dan sampel kontrol. Diduga kemampuan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dalam mendegradasi minyak dan lemak karena merupakan bakteri gram negatif yang umumnya mampu tumbuh pada media tercemar dan mempunyai kemampuan mengakumulasi minyak dan lemak dengan dinding selnya (Kawuri & Darmayasa, 2022). Demikian dengan Sisnayati (2021) yang menyatakan bahwa mikroorganisme dapat menghidrolisis lemak pada limbah menjadi gliserol dan asam lemak. Proses hidrolisis oleh lipase inilah yang menyebabkan minyak dan lemak pada limbah menurun.

Hubungan Hasil TPC *Pseudomonas aeruginosa* (CFU/ml) dalam Penurunan pH, BOD, dan COD

Hubungan antara hasil ¹⁰log TPC mikroba (CFU/ml) dengan penurunan konsentrasi BOD (mg/L) selama 21 hari pada masing-masing sampel air dijelaskan pada Gambar 4.9 dan 4.10 berikut.



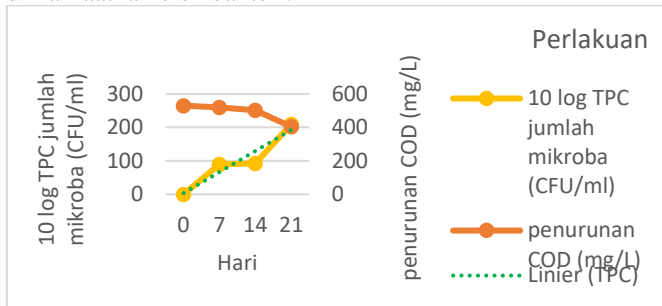
Gambar 3 Grafik Peningkatan 10log TPC jumlah mikroba (CFU/mL) dan penurunan BOD (mg/L) pada hari ke- 0, 7, 14, dan 21 pada sampel air perlakuan



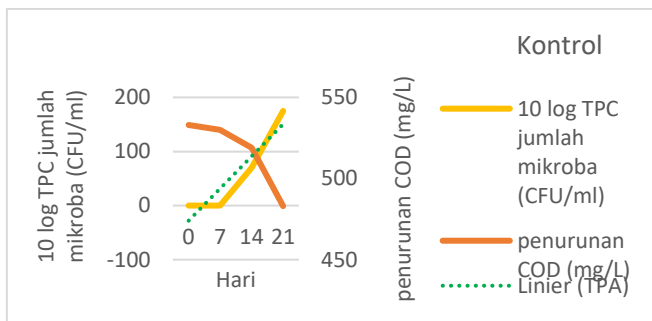
Gambar 4 Grafik Peningkatan 10log TPC jumlah mikroba (CFU/mL) dan penurunan BOD (mg/L) pada hari ke- 0, 7, 14, dan 21 pada sampel air kontrol

Berdasarkan Gambar 9 peningkatan jumlah mikroba (CFU/mL) berbanding terbalik dengan penurunan nilai BOD pada sampel perlakuan. Diduga karena adanya aktifitas bakteri sehingga nilai BOD turun dan mengindikasikan bahwa air Sungai Kaliotik didominasi oleh senyawa yang biodegradable. Didukung oleh Kardena (2020) bahwa senyawa organik akan dipergunakan oleh mikroorganisme untuk tumbuh dan bereproduksi maka hal ini pula yang mengakibatkan hasil pengukuran BOD yang mengalami penurunan. Hal tersebut diperkuat oleh Tyas (2018) bahwa *Pseudomonas aeruginosa* membutuhkan BOD untuk dekomposisi bahan organik di dalam air. Adanya BOD dapat mengindikasikan adanya

aktivitas biologis dan keberadaan nutrisi yang dapat dimanfaatkan oleh bakteri.

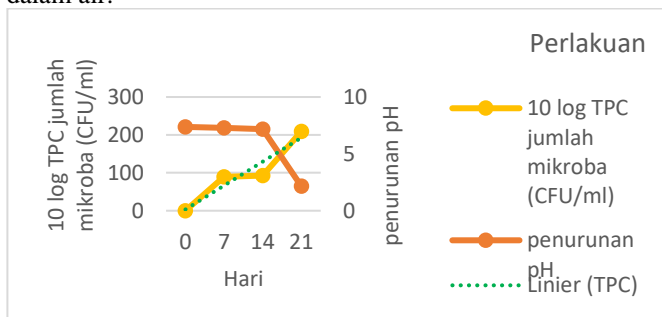


Gambar 5 Grafik Peningkatan 10log TPC jumlah mikroba (CFU/mL) dan penurunan COD (mg/L) pada hari ke- 0, 7, 14, dan 21 pada sampel air perlakuan

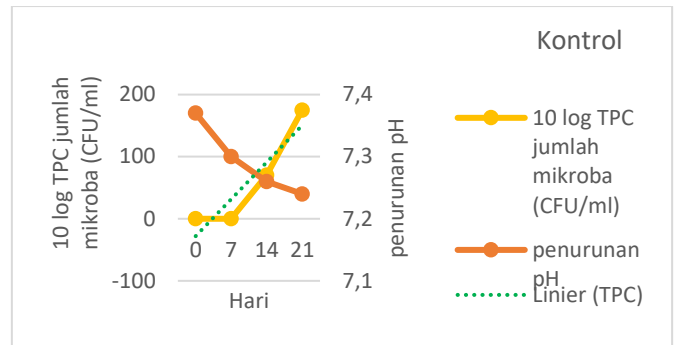


Gambar 6 Grafik Peningkatan 10log TPC jumlah mikroba (CFU/mL) dan penurunan COD (mg/L) pada hari ke- 0, 7, 14, dan 21 pada sampel air kontrol

Berdasarkan Gambar 4.11 peningkatan jumlah mikroba (CFU/mL) berbanding terbalik dengan penurunan COD pada sampel perlakuan.. Hal tersebut diduga adanya tanda bahwa mikroorganisme sudah dalam kondisi steady state. Kondisi steady state merupakan kondisi dimana penyisihan zat organik oleh mikroorganisme sudah pada kondisi stabil, ditandai dengan penurunan nilai COD yang relatif stabil dengan perbedaan persentase penurunannya tidak lebih dari 10 % selama 21 hari berturut-turut. Diperkuat oleh Dzikra & Suryo (2021), bahwa adanya proses aklimatisasi yaitu indikator keberhasilan dan tanda bahwa mikroorganisme telah beradaptasi dengan air limbah yang akan diolah sehingga mikroorganisme berada pada kondisi steady state. *Pseudomonas aeruginosa* membutuhkan COD sebagai sumber energi untuk mengoksidasi senyawa organik dan anorganik dalam air.



Gambar 4.7 Grafik Peningkatan 10log TPC jumlah mikroba (CFU/mL) dan penurunan pH (mg/L) pada hari ke- 0, 7, 14, dan 21 pada sampel air perlakuan



Gambar 4.8 Grafik Peningkatan 10log TPC jumlah mikroba (CFU/mL) dan penurunan pH (mg/L) pada hari ke- 0, 7, 14, dan 21 pada sampel air perlakuan

Berdasarkan Gambar 4.11 peningkatan jumlah *Pseudomonas aeruginosa* (CFU/mL) berbanding terbalik dengan penurunan pH pada sampel perlakuan diduga karena pada fase pertumbuhan bakteri ini dipengaruhi oleh pH, ketersediaan oksigen, nutrisi, dan sumber karbon. Tetapi nilai penurunan pH tidak terlalu tinggi diduga karena perubahan pH yang terjadi dalam media degradasi menunjukkan adanya aktivitas bakteri dalam merombak senyawa hidrokarbon. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Ristiati (2016) bahwa pH menurun disebabkan oleh aktivitas bakteri yang membentuk metabolit-metabolit asam, terutama metabolit hasil degradasi hidrokarbon sehingga dapat mempengaruhi metabolisme dan fungsi sel bakteri.

4. SIMPULAN

Terdapat pengaruh penambahan entrapping sabut kelapa pada *Pseudomonas aeruginosa* dalam menurunkan kadar minyak dan lemak Sungai Kaliotik, dengan persentase penurunan tertinggi pada perlakuan sebesar 20,8 % pada hari ke-7. Sedangkan tidak terdapat pengaruh penambahan entrapping sabut kelapa pada *Pseudomonas aeruginosa* dalam menurunkan nilai pH, BOD dan COD Sungai Kaliotik, dengan persentase penurunan tertinggi pada parameter BOD sebesar 91,4 % pada hari ke-7, COD sebesar 19,5 % pada hari ke-21, dan pH sebesar 1,24 % pada hari ke-14.

UCAPAN TERIMA KASIH

Saya ucapkan banyak terimakasih kepada Bapak dan Ibu Dosen yang telah membimbing penelitian ini serta kepada seluruh pihak yang membantu menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahdiaty, R., & Fitriana, D. (2020). Pengambilan Sampel Air Sungai Gajah Wong di Wilayah Kota Yogyakarta. *IJCA (Indonesian Journal of Chemical Analysis)*, 3(2), 65–73. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol3.iss2.art4>
- Anggraeni, A., & Triajie, H. (2021). Uji Kemampuan Bakteri (*Pseudomonas Aeruginosa*) Dalam Proses Biodegradasi Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb), Di Perairan Timur Kamal Kabupaten Bangkalan. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 2(3), 176–185. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v2i3.11754>

- Ardianor, E. R. dan, & Leonardo. (2020). Pengaruh Air Limbah Kota Palangka Raya Pada Kualitas Air Sungai Kahayan. *Journal of Environment and Management*, 1(2), 124–133.
- Askari, H. (2015). Perkembangan Pengolahan Air Limbah. *Carbon (TOC)*, 200(135), 1–10.
- Astuti, H. K., & Kuswytasari, N. D. (2013). Efektifitas pertumbuhan jamur tiram putih (*Pleurotus ostreatus*) dengan variasi media kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*) dan sabut kelapa (*Cocos nucifera*). *Jurnal Sains Dan Seni Pomits*, 2(2), 144–148.
- Baunsele, A. B., & Missa, H. (2020). Kajian Kinetika Adsorpsi Metilen Biru Menggunakan Adsorben Sabut Kelapa. *Akta Kimia Indonesia*, 5(2), 76. <https://doi.org/10.12962/j25493736.v5i2.7791>
- Bhardwaj, P., Sharma, A., Sagarkar, S., & Kapley, A. (2015). Mapping atrazine and phenol degradation genes in *Pseudomonas* sp. EGD-AKN5. *Biochemical Engineering Journal*, 102, 125–134. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2015.02.029>
- Dzikra, S., & Suryo, Y. (2021). Dengan Metode Biofilter Aerob-Anaerob Dan Anaerob-Aerob. *Jurnal Envirous*, 1(2), 67–76.
- Firdaus, M. A., Suherman, S. D. M., Ryansyah, M. H. D., & Sari, D. A. (2020). Teknologi dan Metode Pengolahan Limbah Cair sebagai Pencegahan Pencemaran Lingkungan. *Rajawali Pers*, 5(2), 232–238. <https://doi.org/10.35261/barometer.v4i2.3809>
- Kardena, E., Prabowo, H. G., & Helmy, Q. (2020). Imobilisasi Kultur Campuran Mikroba Dan Karakteristik Aktifitasnya Dalam Menurunkan Organik Dan Amoniak Pada Limbah Cair Domestik. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 26(1), 73–86. <https://doi.org/10.5614/j.tl.2020.26.1.5>
- Kawuri, R., & Darmayasa, I. B. G. (2022). *Potensi Bakteri Sebagai Biodegradasi Lemak Dan Minyak Pada Lingkungan Yang Tercemar Limbah Domestik*. 9(1), 184–189. <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2021.v09.i01.p18>
- Memon, H., Lanjewar, K., Dafale, N., & Kapley, A. (2020). Immobilization of Microbial Consortia on Natural Matrix for Bioremediation of Wastewaters. *International Journal of Environmental Research*, 14(4), 403–413. <https://doi.org/10.1007/s41742-020-00267-0>
- Nie, J., Sun, Y., Zhou, Y., Kumar, M., Usman, M., Li, J., Shao, J., Wang, L., & Tsang, D. C. W. (2020). Bioremediation of water containing pesticides by microalgae: Mechanisms, methods, and prospects for future research. *Science of the Total Environment*, 707, 136080. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136080>
- Nurjanah, I. (2018). Uji Potensi Bakteri Pendegradasi Minyak Solar di Perairan Pelabuhan Tanjung Perak Surabaya [Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya]. In *Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya* (Vol. 120, Issue 1).
- Pudjiwati, E. H., & Hamid, N. B. (2020). Viabilitas Dan Aktivitas Bakteri Pelarut Fosfat Indigenus Pada Beberapa Bahan Pembawa Cair. *Jurnal Borneo Saintek*, 3(2), 85–92. https://doi.org/10.35334/borneo_saintek.v3i2.1862
- Ristiati N P, & G P Putra I M. (2016). Uji Kemampuan Degradasi Minyak Solar Oleh Konsorsium Bakteri Hasil Preservasi Dengan Kombinasi Metode Liofilisasi Dan Metode Gliserol. *Prosiding Seminar Nasional MIPA*, 258–267.
- Rophi, A. H. (2022). Analisis Mutu Air Secara Mikrobiologi Pada Perlindungan Mata Air Di Kelurahan Sentani Kota Distrik Sentani Kota Kabupaten Jayapura. *Bio-Lectura : Jurnal Pendidikan Biologi*, 9(1), 42–54. <https://doi.org/10.31849/bl.v9i1.9257>
- Sisnayati, S., Dewi, D. S., Apriani, R., & Faizal, M. (2021). Penurunan BOD, TSS, minyak dan lemak pada limbah cair pabrik kelapa sawit menggunakan proses aerasi plat berlubang. *Jurnal Teknik Kimia*, 27(2), 38–45. <https://doi.org/10.36706/jtk.v27i2.559>
- Suhariyono, S., & Asmoro, P. (2016). Penggunaan Reaktor Biofilter untuk Meningkatkan Kualitas Liambah Cair di RSUD Dr. Soetomo Surabaya. *Jurnal Teknik UNIPA*, 13(1), 63–69. <https://doi.org/10.36456/waktu.v13i1.45>
- Sunarya, A. L. (2023). *Isolasi dan Identifikasi Spesies Bakteri Potensial Pendegradasi Senyawa Pencemar Utama Sungai Kaliotik*.
- Tyas, D. E., Widyorini, N., & Solichin, A. (2018). Perbedaan Jumlah Bakteri Dalam Sedimen Pada Kawasan Bermangrove Dan Tidak Bermangrove Di Perairan Desa Bedono, Demak. *Journal of Maquares*, 7(2), 189–196. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/maquares>
- Uyun, K. (2018). Dampak Variasi Pengemban untuk Imobilisasi Bakteri Mixed Cultures dalam Mendegradasi Minyak Bumi pada Mikrokosmos Sedimen Laut.