

BAKTERI PENYERAP LOGAM TIMBAL (Pb) DARI SEDIMEN DAN KERANG HIJAU, DI LAUT BANYU URIP UJUNG PANGKAH, GRESIK

BACTERIA ABSORBING METAL LEAD (Pb) FROM SEDIMENTS AND GREEN SHELLS, IN BANYU URIP SEA, UJUNG PANGKAH, GRESIK

Ummul Firmani*, Nur Maulida Safitri

Program Studi Akuakultur, Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Gresik

*ummul.firmani@umg.ac.id

Abstrak

Kerang hijau (*Perna viridis*) di Desa Banyu urip Kecamatan Ujung pangkah Gresik sangat potensi untuk dikembangkan karena ketersediaan benih melimpah dialam, metode budidayanya mudah yaitu menggunakan karamba jaring apung dan bagan tancap, serta permintaan pasar yang tinggi. Permasalahan dalam kerang hijau diantaranya adalah tingginya kandungan logam berat Timbal (Pb) dalam dagingnya yang merupakan hasil akumulasi logam berat perairan. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah mengisolasi, mengkarakterisasi dan menguji kemampuan biosorpsi logam berat Timbal Pb bakteri dari sedimen dan kerang hijau di laut Banyu urip Ujung pangkah Gresik yang bisa digunakan sebagai penyerap logam berat Pb pada kerang hijau pasca panen. Tahapan penelitian antara lain sampling, isolasi, karakterisasi makroskopis dan mikroskopis, uji *in vitro* penyerap logam berat Pb. Hasil penelitian didapatkan 6 isolat bakteri, yaitu 2 isolat dari kerang hijau diberi kode K1 dan K2 serta 4 isolat bakteri dari sedimen laut diberi kode S1, S2, S3 dan S4. Keenam isolat bakteri didapatkan karakteristik makroskopis, mikroskopis dan telah terbukti secara *in vitro* mampu tumbuh dalam media Nutrien agar yang diperkaya 0,8 mg/L Pb(NO₃)₂.

Kata Kunci: bakteri, kerang hijau, penyerap, sedimen, timbal.

Abstract

Green mussels (*Perna viridis*) in Banyu Urip Village, Ujung Pangkah Gresik District, have great potential to be developed due to the abundant availability of seeds in nature, easy cultivation methods, namely using floating net cages and step nets, and high market demand. One of the issues with green mussels is the high content of the heavy metal Lead (Pb) in their flesh, which is caused by heavy metal accumulation in the waters. The goal of this study was to isolate, characterize, and test the ability of heavy metal Lead-Pb bacteria to biosorb heavy metal Pb in post-harvest green mussels from sediments and green mussels in the Banyu urip Ujung Pangkah Gresik Sea. The stages of the research included sampling, isolation, macroscopic and microscopic characterization, *in vitro* testing of Pb heavy metal absorbent. The results showed 6 bacterial isolates, namely two from green mussels coded K1 and K2 and 4 bacterial isolates from marine sediments coded S1, S2, S3 and S4. The six bacterial isolates obtained macroscopic and microscopic characteristics and have been shown *in vitro* to be able to grow in Nutrient agar enriched 0.8 mg/L Pb(NO₃)₂.

Keywords: absorber, bacteria, green mussel, lead, sediment

PENDAHULUAN

Desa Banyu urip Kecamatan Ujung pangkah Gresik memiliki potensi sumber daya perikanan yang sangat besar, diantaranya kerang hijau (*Perna viridis*). Kerang hijau di Laut Banyu urip dibudidaya di karamba baik karamba tancap dari bambu maupun karamba jaring apung. Kerang hijau (*Perna viridis*) di Laut Banyu urip sangat potensial karena benih tersedia sepanjang tahun, metode budidayanya cukup mudah, serta permintaan pasar yang tinggi. Masyarakat disekitar menggemari kerang hijau karena rasa daging enak dan nilai gizi tinggi.

Salah satu permasalahan penting dalam konsumsi kerang hijau yang harus mendapatkan perhatian serius adalah masih tingginya kandungan logam berat Timbal (Pb) dalam daging kerang hijau. Eshmat *et al.*, (2014) dari hasil penelitian menyatakan bahwa kadar Pb dalam kerang hijau di perairan Ngembah Gresik sebesar sebesar 0,1-0,9 ppm. Tingginya kadar Pb pada perairan tersebut disebabkan karena stasiun pengambilan sampel dekat dengan muara sungai yang terkena dampak limbah rumah tangga (Nadjib, 2011). Hasil penelitian Putri *et al.*, (2014) juga menyatakan bahwa muara Sungai

Manyar, Gresik mengandung Timbal (Pb) sekitar 0.31 mg/L – 0,57 mg/L dan pada sedimen berkisar antara 2.7757 - 3.3724 mg/Kg. Timbal yang masuk ke badan air sungai berasal dari aktivitas industri di darat, lalu mengalir hingga ke laut lepas.

Logam berat Pb yang tinggi dalam daging kerang hijau berbahaya bagi manusia yang mengkonsumsi. Berbagai cara telah dilakukan dan dikembangkan metode untuk mengurangi kadar Pb yang tertimbun dalam daging kerang hijau. Salah satunya adalah dengan memanfaatkan bakteri pendegradasi logam berat. Panuntun *et al.*, (2012) menemukan 3 isolat bakteri dengan kemampuan toleransi tinggi terhadap Timbal (Pb) sampai kadar 0,3 ppm yaitu genus *Entrococcus*, *Lactobacillus* dan *Pseudomonas*. Beberapa bakteri yang sudah dilaporkan mempunyai kemampuan untuk menyerap logam Pb yaitu *Bacillus sp*, *Corynebacterium glutamicum*, *Enterobacter sp*, *Pseudomonas putida*, *Streptomyces rimosus*, *Streptovorticillium cinnamoneum*, dan *Symphortcarpus albus*.

Mikroorganisme mampu bertahan dalam lingkungan dengan kadar logam berat yang tinggi bergantung pada kemampuan detoksifikasi mikroorganisme tersebut. Tingginya paparan logam berat Timbal memaksa bakteri untuk melakukan mekanisme adaptasi terhadap keberadaan logam berat tersebut. Bakteri memiliki mekanisme yang berbeda-beda dalam toleransi dan proses bioremediasi logam berat yang ada di lingkungan. Tujuan dilakukan penelitian ini adalah (1) mendapatkan bakteri dari sedimen dan daging kerang hijau yang memiliki kemampuan tinggi dalam menyerap logam berat Timbal (Pb); (2) mengkarakterisasi bakteri dengan kemampuan menyerap logam berat Timbal (Pb).

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan pada Bulan Maret – Mei 2022. Pengambilan sampel sedimen dan kerang hijau di Perairan Banyu Urip, Kecamatan Ujung Pangkah, Kabupaten Gresik, Provinsi Jawa Timur. Isolasi dan karakterisasi bakteri di Laboratorium Mikrobiologi LSIH Universitas Brawijaya dan Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Gresik.

Penelitian ini dilakukan di Laut Banyu urip Kecamatan Ujung Pangkah yaitu dengan dimulai dengan pengambilan sampel sedimen dasar laut dan kerang hijau. Sampel yang telah diambil, segera di bawa ke Laboratorium dengan dimasukkan dalam styrofoam yang berisi *ice gel* untuk menjaga agar mikroba yang ada di sedimen dan kerang hijau tetap hidup.

Isolasi bakteri

Isolasi bakteri dilakukan dengan mengambil sampel sedimen sebanyak 5 g dan dilarutkan dalam 45 mL Na-Fisiologis 0,9%. Sampel dihomogenkan dan dilakukan pengenceran berseri menggunakan Na-Fisiologis 0,9% sampai 10^6 . Sampel dari pengenceran 10^6 diambil sebanyak 1 mL dan dikultur dalam media Nutrient agar dengan metode sebar (*Spread plate*) secara duplo. Demikian halnya dengan sampel kerang hijau, namun daging kerang terlebih dahulu dihaluskan menggunakan mortar steril. Sampel yang telah dikultur, diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C (Kurniawan *et al.*, 2019).

Koloni yang tumbuh dikarakterisasi bentuk, diameter koloni, warna, tepian, dan elevasi. Pengamatan karakteristik sel bakteri dilakukan dengan membuat preparat ulas dan pewarnaan gram. Karakteristik sel yang diamati meliputi bentuk, ukuran panjang, dan sifat gram. Uji katalase juga dilakukan dengan menggunakan H_2O_2 untuk mengetahui kemampuan bakteri menghasilkan enzim hidrogen peroksidase. Koloni bakteri yang telah dikarakterisasi, dimurnikan dengan mengkultur ulang di media NA miring menggunakan tabung reaksi.

Uji *in vitro* bakteri penyerap Pb

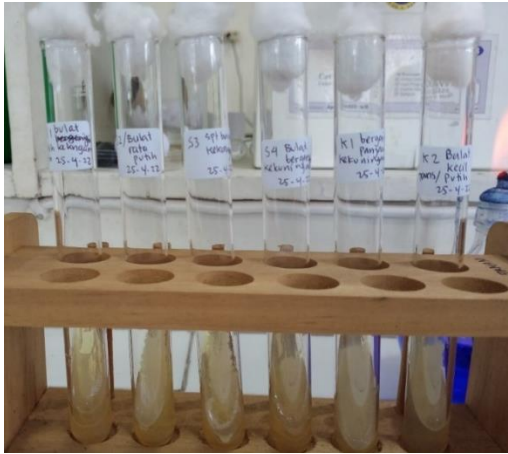
Uji *in vitro* bakteri penyerap logam berat Timbal (Pb) dilakukan dengan menumbuhkan bakteri pada media nutrient agar yang telah diperkaya 0,8 mg/L $Pb(NO_3)_2$. Koloni bakteri yang mampu tumbuh pada media tersebut menunjukkan bahwa bakteri mampu mentolelir logam berat Pb hingga kadar 0,8 mg/L.

HASIL

Hasil isolasi dan pemurnian bakteri didapatkan 6 isolat bakteri murni pada tabung reaksi (Gambar 1). Karakteristik morfologi koloni bakteri murni disajikan pada Tabel 1. Isolat bakteri diberi kode sesuai dengan asal bakteri tersebut diisolasi yaitu dari kerang hijau (isolat K1 dan K2) dan sedimen laut (isolat S1, S2, S3 dan S4). Koloni bakteri sebagian besar berbentuk bulat dengan warna putih hingga krem, tepian rata dan bergerigi serta elevasi/permukaannya datar.

Karakteristik sel bakteri yang didapatkan dari sedimen dasar laut Banyu urip dan kerang hijau utuh disajikan dalam Tabel 2, Gambar 2 dan 3 dibawah. Dari 6 isolat yang didapatkan semua sel berbentuk batang dengan ukuran panjang 1-5 μm . Kemampuan keenam isolat bakteri dalam menyerap logam berat Pb juga diuji secara *in vitro* menggunakan media Nutrien agar yang diperkaya dengan 0,8 mg/L $Pb(NO_3)_2$ yang hasilnya disajikan dalam Gambar 4. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa keenam isolat

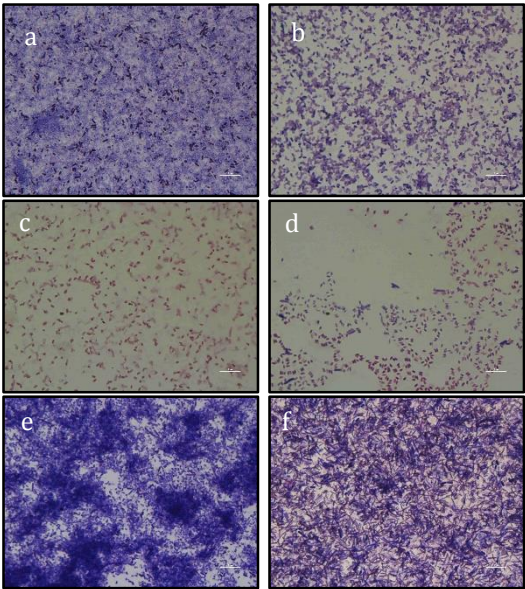
bakteri mampu tumbuh dalam media yang mengandung logam berat Pb. Hal ini menunjukkan bahwa keenam isolat bakteri mampu mentolelir logam berat Pb hingga 0,8 mg/L.



Gambar 1. Isolat bakteri dari Kerang Hijau dan Sedimen dasar laut

Tabel 1. Karakteristik morfologi koloni bakteri dari sedimen dan kerang hijau

Kode isolat	Bentuk	Warna	Tepian	Elevasi
K1	Memanjang	Krem	bergerigi	Datar
K2	Bulat	Putih	Rata	Datar
S1	Bulat	Krem	Rata	Datar
S2	Bulat	Putih	Rata	Datar
S3	Seperti bunga	Krem	bergelo mbang	Datar
S4	Bulat	Krem	Bergerigi	Datar



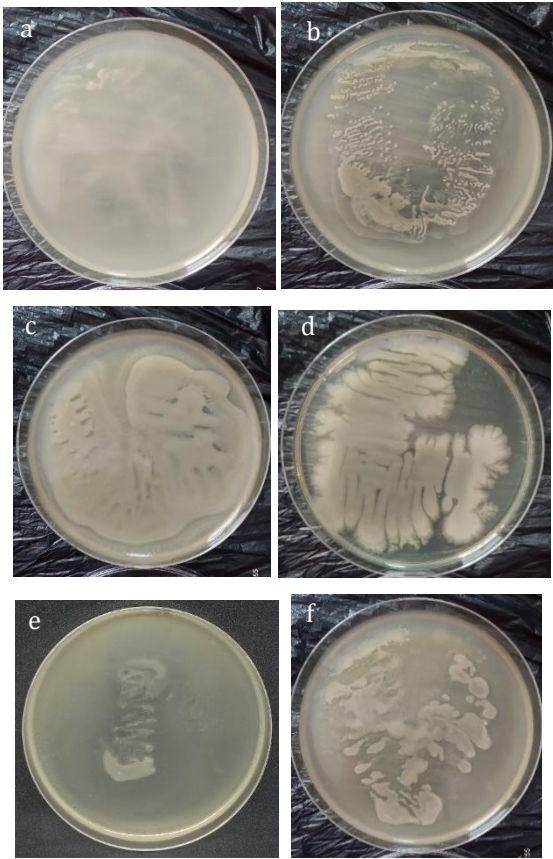
Gambar 2. Hasil pewarnaan gram bakteri dari Kerang Hijau dan Sedimen dasar laut Banyu Urip. (a) K1; (b) K2; (c) S1; (d) S2; (e) S3; (f) S4



Gambar 3. Hasil uji katalase bakteri dari Kerang Hijau dan Sedimen dasar laut

Tabel 2. Karakteristik sel bakteri dari sedimen dan kerang hijau

Kode isolat	Bentuk	Ukuran	Sifat Gram	Katalase
K1	Batang	2-3 μm	Positif	Positif
K2	Batang	2-3 μm	Positif	Positif
S1	Batang pendek	1-2 μm	Negatif	Positif
S2	Batang	1,5-2 μm	Negatif	Negatif
S3	Batang	1-1,5 μm	Positif	Positif
S4	Batang	4-5 μm	Positif	Positif



Gambar 4. Bentuk koloni bakteri dari Kerang Hijau (K1-K2) dan Sedimen laut (S1-S4) pada media Nutrien Agar (NA) yang diperkaya 0,8mg/L $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. (a) K1; (b) K2; (c) S1; (d) S2; (e) S3; (f) S4

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sedimen laut Banyu urip lebih banyak keanekaragaman mikrobanya dibandingkan dari kerang hijau. Jumlah bakteri yang ditemukan sebanyak 4 isolat dari sedimen dan 2 isolat dari kerang hijau. Sedimen merupakan habitat mikroba terutama bakteri karena didalamnya kaya kandungan bahan organik hasil endapan yang terbawa dari sungai dibagian hulu hingga hilir. Sedimen pada hutan bakau, dasar sungai, dan bahkan kolong bekas tambang memiliki beragam bakteri (Kurniawan *et al.*, 2018; Fahrudin *et al.*, 2019; Kurniawan dan Asriani, 2020).

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa sedimen laut menjadi tempat mengendapnya logam berat yang terbawa dari daratan dan mengalir melalui sungai hingga bermuara didasar laut. Keberadaan logam berat timbal (Pb) pada sedimen dan kerang hijau juga dipengaruhi oleh musim. Hasil penelitian Nurhayati dan Putri (2019) menunjukkan bahwa kandungan logam berat pada sedimen dan kerang hijau dimusim penghujan lebih rendah dibandingkan musim kemarau. Pada musim penghujan terjadi pengenceran air laut sehingga menurunkan konsentrasi logam berat timbal di perairan. Logam berat timbal pada kerang hijau juga menurun pada musim penghujan, kemungkinan disebabkan karena terjadi pelepasan logam berat ke perairan karena pengenceran air laut. Selain itu, arus yang kuat juga bisa menyebabkan menurunnya konsentrasi logam berat di sedimen maupun kerang hijau. Arus diduga menyebabkan terjadinya gesekan antara permukaan sedimen dan kerang hijau dengan massa air sehingga partikel termasuk logam berat pada terlepas dari sedimen maupun daging kerang hijau (Nurhayati dan Putri, 2019).

Bakteri yang ditemukan dari sedimen dan kerang hijau semuanya memiliki kemampuan hidup pada media pertumbuhan yang mengandung logam berat Pb sekitar 0,8 mg/L. Kandungan kadar logam berat dalam kerang hijau sangat dipengaruhi oleh kualitas air tempat kerang hijau tinggal. Kerang hijau bersifat *filter feeder* dengan mobilitas rendah sehingga mudah mengakumulasi logam berat di dalam tubuhnya. Logam berat dapat diserap oleh spesies *filter feeder* baik langsung dari air yang diminum maupun melalui pakan yakni fitoplankton, zooplankton dan tumbuhan renik yang sudah terakumulasi timbal. Logam berat dapat terakumulasi ke dalam jaringan maupun organ tubuh kerang hijau yaitu insang, kulit, saluran, hati, ginjal, dan lain-lain. Akibat yang ditimbulkan dari toksisitas logam dapat berupa kerusakan fisik (degenerasi, nekrosis) maupun gangguan fisiologis (gangguan fungsi enzim dan

metabolisme) (Fitriyah, 2007). Logam berat yang terakumulasi didalam daging kerang hijau dapat berpindah ke konsumen kerang hijau diantaranya manusia. Akumulasi logam berat pada manusia melalui kerang hijau dapat menyebabkan berbagai kerusakan dan penyakit jika terakumulasi dalam jangka panjang.

Karakteristik sel bakteri yang ditemukan pada sedimen dasar laut dan kerang hijau adalah semua berbentuk batang. Bakteri dari kerang hijau hasil penemuan semuanya bersifat Gram positif dan katalase positif. Bakteri yang ditemukan dari sedimen laut dengan kode S1 dan 2 bersifat Gram negatif sedangkan S3 dan S4 bersifat Gram positif. Sifat katalase dari bakteri sedimen laut adalah positif, kecuali isolat S2. Dinding sel bakteri gram positif terdiri atas tiga komponen utama, yaitu Peptidoglikan, Asam Teikoat dan Asam Teikuronat. Lapisan Peptidoglikan dan Asam Teikoat pada bakteri gram positif (seperti isolat K1, K2, S3 dan S4) lebih banyak dibandingkan dengan bakteri gram negatif, dimana lapisan Peptidoglikan mengandung gugus fungsi karboksil, hidroksil, dan amino. Lapisan peptidoglikan yang lebih tebal mampu menyerap logam berat lebih banyak dibandingkan yang tipis (Borisova *et al.*, 2016).

Bakteri diketahui memiliki kemampuan menghasilkan senyawa *Extracellular Polymeric Substances* (EPS) ketika berada dalam kondisi lingkungan yang tidak baik, misalnya adanya paparan logam berat Pb seperti pada penelitian ini. Hao *et al.* (2016) menyatakan bahwa EPS merupakan salah satu konstituen dalam biofilm yang mampu melakukan pengikatan ion logam, termasuk Pb. Produksi EPS yang bertindak sebagai bioakumulasi, pembentukan metabolit organik yang memiliki sifat pengkelat dan membentuk kompleks dengan logam, pengendapan, kristalisasi ekstraseluler oleh asam sulfat Garam- bakteri pereduksi membentuk endapan sulfida. Melalui pembentukan metallothionein, yang merupakan protein kaya sistein intraseluler yang dapat mengikat logam, dilakukan proses detoksifikasi, penyimpanan dan pengaturan ion logam dalam sel (Naik & Dubey, 2013).

Mekanisme penyerapan logam berat termasuk Pb oleh sel bakteri menurut hasil penelitian Ahmed (2014), bahwa ketika ion logam berat memasuki sel bakteri melalui membran, logam berat akan bereaksi dengan beberapa komponen dalam sel bakteri tersebut seperti NADPH, FADH₂, Pentosa, cystine, dan beberapa kelompok antioksidan seperti askorbat dan glutathione. Selanjutnya, bakteri menggunakan NAD(P)H dan sitokrom untuk memecah logam berat menjadi bentuk yang sederhana sehingga bisa mencegah kerusakan oksidatif pada protein dan DNA.

Hasil penelitian Papadopoulou *et al.* (2006) menemukan beberapa jenis bakteri yang mengontaminasi kerang antara lain *Escherichia coli* (100%), *P. vulgaris* (96%), *P. mirabilis* (92%), *Y. enterocolitica* (40%), *S. aureus* (56,6%), *Pseudomonas fluorescens* (26,6%), dan *Listeria innocua* (3,3%). *Bacillus alvei*, *Bacillus pumilus*, *Bacillus licheniformis* merupakan beberapa bakteri indigenous yang memiliki potensi menurunkan logam berat Pb (Ikerismawati, 2019). Dari penelitian ini belum dilakukan identifikasi bakteri baik pada tingkat genus maupun spesies, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menguji karakteristik biokimia bakteri serta identifikasi spesies secara molekuler. Keenam isolat bakteri pada penelitian ini juga perlu diuji lanjut secara *in vivo* untuk mengetahui kemampuan bakteri dalam menyerap logam berat dari kerang hijau pasca panen.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ditemukan 6 koloni bakteri yang berasal dari sedimen dasar laut dan kerang hijau yang diberi kode S1, S2, S3, S4, K1 dan K2. Enam koloni bakteri tersebut terbukti memiliki kemampuan menyerap logam berat Pb hingga 8 mg/L pada uji secara *in vitro*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian masyarakat Universitas Muhammadiyah Gresik atas pendanaan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahemad M. 2014. Bacterial mechanisms for Cr(VI) resistance and reduction: an overview and recent advances. *Folia Microbiology* 59: 321-332
- Borisova M, Gaupp R, Duckworth A, Schneider A, Dalugge D, Muhleck M, Deubel D, Unsleber S, Yu W, Muth G, Bischoff M, Gotz F, Mayer C. 2016. Peptidoglycan Recycling in Gram-Positive Bacteria Is Crucial for Survival in Stationary Phase. *Mbio* 7(5): 1-10. DOI: 10.1128/mbio.00923-16.
- Eshmat ME, Mahasri G, Rahardja BS. 2014. Analisis kandungan logam berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) pada kerang hijau (*Perna viridis* L.) di perairan Ngembah Kabupaten Gresik Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* 6(1): 101-108.
- Fahrudin, F., Haedar, N. H. N., Santoso, S., & Wahyuni, S. (2019). Uji kemampuan tumbuh isolat bakteri dari air dan sedimen Sungai Tallo terhadap logam timbal (Pb). *Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan*, 10(2).
- Fitriyah KR. 2007. Studi Pencemaran Logam Berat Kadmium (Cd), Merkuri (Hg) dan Timbal (pb) pada Air Laut, Sedimen dan Kerang Bulu (*Anadara antiquata*) di Perairan Pantai Lekok Pasuruan. [Skripsi]. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Malang. 122 hal.
- Ikerismawati, S. 2019. Bioremediasi Pb Oleh Bakteri Indigen Limbah Cair Agar. *Jurnal Biosilampari: Jurnal Biologi*, 1(2), 51-58.
- Kurniawan, A., & Asriani, E. 2020. Review: Quorum Sensing Bakteri dan Peranannya pada Perubahan Nilai pH di Kolong Pascatambang Timah dengan Umur Berbeda. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 18(3), 602-609.
- Kurniawan, A., Febrianti, D., Sari, S. P., Prihanto, A. A., Asriani, E., Kurniawan, A., & Sambah, A. B. 2018. Isolasi dan identifikasi bakteri pendegradasi selulosa asal ekosistem mangrove Tukak Sadai, Bangka Selatan. *Jurnal Perikanan Pantura (JPP)*, 1(2), 9-16.
- Kurniawan, A., Sari, S. P., Asriani, E., Kurniawan, A., Sambah, A. B., Triswiyana, I., & Prihanto, A. A. 2019. Kapasitas hidrolisis bakteri pendegradasi selulosa dari ekosistem mangrove. *Journal of Tropical Marine Science*, 2(2), 76-82.
- Nadjib MM. 2011. Kelompok Kerja Sanitasi Kabupaten Gresik. Laporan Studi Environmental Health Risk Assessment (EHRA) Kabupaten Gresik.
- Naik, M.M., & Dubey, S. K. 2013. Lead Resistant Bacteria: Lead resistance mechanisms, their application in lead bioremediation and biomonitoring. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 98(1), 1-7.
- Nurhayati D, Putri DA. 2019. Bioakumulasi Logam Berat Pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) Di Perairan Cirebon Berdasarkan Musim Yang Berbeda. *Jurnal Akuatika Indonesia*, 4(1):6-10. ISSN 2528-052X ; eISSN 2621-7252
- Panuntun, P., Yulianto, B., & Ambariyanto, A. 2012. Akumulasi Logam Berat Pb pada Karang *Acropora aspera*: Studi Pendahuluan. *Journal of Marine Research*, 1, 153-158.
- Papadopoulou C, Economou V, George Z, Joanna A, Catherine S, Catherine DS. 2007. Microbiological and Pathogenic Contaminants of Seafood in Greece *Journal of Food Quality* 30(1):28-42. DOI: 10.1111/j.1745-4557.2007.00104.x