

ISOLASI BAKTERI INDIGEN PENGOKSIDASI SULFIDA (H₂S) PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI PENGOLAHAN IKAN DI SUNGAI KALI MATI, KECAMATAN MUNCAR

Martin A. Pratama¹, Mohammad Amin², Endang Suarsini²

¹ Mahasiswa Pascasarjana Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang no.5, Malang

² Dosen Pascasarjana Universitas Negeri Malang, Jl. Semarang no.5, Malang

E-mail: m.tamtam14@gmail.com

Abstrak: Kecamatan Muncar memiliki kekayaan dan potensi ikan laut yang cukup besar. Hal itu telah menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan industri pengolahan ikan pada kawasan tersebut. Perkembangan industri pengolahan ikan di Kecamatan Muncar itu memiliki dampak positif maupun negatif. Salah satu dampak yang menjadi fokus dalam penelitian ini ialah adanya dampak pencemaran lingkungan di kawasan muara Sungai Kali Mati. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kadar sulfida dalam bentuk H₂S di Sungai Kali Mati mencapai 7,04 ppm. Nilai tersebut di atas baku mutu kandungan sulfida dalam air pada PPRI No.82 Tahun 2001 yakni hanya 0,002 ppm. Tujuan penelitian ini adalah mengisolasi bakteri indigen di muara Sungai Kali Mati yang memiliki potensi dalam menurunkan kandungan sulfida. Penelitian ini diawali dengan tahap isolasi bakteri dan dilanjutkan ke tahap uji kemampuan dalam mengoksidasi sulfida oleh masing-masing isolat bakteri yang ditemukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 5 isolat bakteri yang berbeda. Masing-masing isolat bakteri yang ditemukan memiliki karakteristik yang beraneka ragam. Kelima isolat bakteri yang didapatkan seluruhnya merupakan bakteri gram negatif. Isolat bakteri yang paling potensial dalam mengoksidasi sulfida adalah isolat dengan nomor 3 dan 2. Selama 7 hari, isolat 3 mempunyai efektifitas penurunan sulfida sebesar 70,97%. Sedangkan isolat bakteri nomor 2 efektifitas penurunannya adalah 61,97%.

Kata Kunci: sulfida, isolasi, bakteri indigen

PENDAHULUAN

Muncar merupakan salah satu kecamatan di Kabupaten Banyuwangi yang terkenal sebagai kawasan industri pengolahan ikan. Kecamatan Muncar sendiri juga merupakan bandar ikan laut terbesar kedua di Indonesia setelah Bagansiapiapi (Hikamah dan Mubarak, 2012; Anugrah, 2013). Berdasarkan hasil dari penghitungan Unit Pengelolaan Pelabuhan Perikanan Pantai (UP4) Kecamatan Muncar, setiap hari ikan yang dibongkar di Muncar minimal 61,22 ton dan sekitar 90% dipasok ke industri pengolahan ikan setempat. Pada tahun 2012 besar produksi ikan di Kecamatan Muncar mencapai 10.813,422 ton. Adanya sumber daya ikan yang sangat melimpah inilah mendorong berdirinya berbagai industri perikanan, mulai dari produksi pengasinan ikan, tepung ikan, pakan udang, minyak ikan, sampai produksi pengalengan ikan (sarden) (Mayasari, 2013).

Perkembangan industri pengolahan ikan di Kecamatan Muncar tersebut memiliki dampak positif maupun negatif. Dampak positif dari perkembangan industri pengolahan ikan itu adalah terbukanya lapangan pekerjaan baru bagi masyarakat sekitar industri pengolahan ikan (Hikamah dan Mubarak,

2012). Namun di sisi lain, perkembangan industri pengolah ikan di Muncar juga telah memberikan dampak negatif berupa pencemaran lingkungan yang cukup memprihatinkan pada kawasan industri tersebut (Setyono dan Yudo, 2008b).

Pencemaran lingkungan yang terjadi di Kecamatan Muncar diakibatkan dari lemahnya pengawasan dan rendahnya tingkat pemahaman masyarakat tentang IPAL (Instalasi Pengelolaan Air Limbah) serta sistem manajemen limbah. Hal itu menyebabkan sulitnya untuk mengelola limbah tersebut, sehingga hampir semua limbah yang dihasilkan industri pengolahan ikan di Kecamatan Muncar langsung dibuang ke sungai. Pembuangan limbah secara langsung tanpa pengolahan ini menyebabkan tingginya tingkat pencemaran lingkungan di sungai-sungai sekitar lokasi industri tersebut (Setyono dan Yudo, 2008a).

Berdasarkan penelitian sebelumnya di Kecamatan Muncar, telah ditemukan dalam limbah cair yang dihasilkan oleh Industri pengolahan ikan mengandung Sulfida (dalam bentuk senyawa H₂S), Nitrat (NO₃-N), Pospat (PO₄), Amoniak, klorin bebas (Cl₂) dan minyak lemak. Selain itu, kandungan BOD dan COD pada limbah dan badan perairan juga

memiliki nilai yang cukup tinggi (Setyono dan Yudo, 2008b; Rizqon dkk., 2011).

Hasil penelitian lain menyebutkan bahwa limbah yang dibuang langsung ke sungai-sungai mengakibatkan bau yang menyengat dan amis (Wiyarno dan Widyastuti, 2010). Bau yang menyengat tersebut ditimbulkan oleh senyawa-senyawa pencemar, salah satunya ialah sulfida. Setyono dan Yudo (2008b) menjelaskan bahwa kadar sulfida dalam bentuk H₂S di Sungai Kali Mati sangatlah tinggi dan membahayakan, yaitu mencapai 7,04 ppm. Nilai tersebut sangat tinggi jika dibandingkan dengan minimal kandungan sulfida dalam air pada baku mutu air dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (PPRI) No.82 Tahun 2001 yakni 0,002 ppm (Setyono dan Yudo, 2008b).

Salah satu upaya yang dapat dijadikan pertimbangan dalam penanganan limbah sulfida adalah dengan cara biologis atau yang sering kita sebut dengan bioremediasi (Fitri, 2015). Bioremediasi dipandang lebih aman dan murah jika dibandingkan menggunakan cara fisik atau kimia. Bioremediasi sendiri adalah pemanfaatan ilmu mikrobiologi, terutama misalnya ragi, jamur atau bakteri untuk membersihkan wilayah tanah atau badan perairan yang tercemar (Ranjan *et al.*, 2014). Dalam upaya untuk mengoptimalkan hasil bioremediasi, para peneliti sering menggunakan bakteri indigen sebagai agen bioremediator dari wilayah yang tercemar tersebut.

Berdasarkan uraian permasalahan tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mengisolasi bakteri indigen pengoksidasi sulfida (H₂S) di muara Sungai Kali Mati, kecamatan Muncar. Selain itu peneliti akan menganalisis potensi dari masing-masing isolat bakteri indigen yang didapatkan dalam mengoksidasi kandungan sulfida. Penelitian ini tidak lain dimaksudkan untuk mencari beberapa agen bioremediator potensial dalam menurunkan kandungan limbah sulfida.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah diskriptif laboratoris. Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Malang. Waktu pelaksanaannya adalah pada bulan Desember 2015. Populasi pada penelitian ini adalah segala mikroorganisme yang hidup pada cair industri pengolahan ikan. Sampel pada penelitian ini adalah bakteri indigen yang memiliki potensi dalam mengoksidasi Sulfida pada limbah. Pengambilan sampel pada penelitian ini dilakukan dengan teknik *purposive sampling* yakni sampel limbah diambil

dari tiga titik yang berbeda di badan perairan muara Sunagai Kali Mati secara aseptik.

Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini terdiri dari dua tahapan. Pada tahapan yang pertama adalah tahap isolasi bakteri indigen. Pada tahapan ini data hasil penelitian dihimpun dari proses pengambilan sampel, pengamatan makroskopis dan mikroskopis dari isolat bakteri yang didapatkan. Tahap kedua, isolat bakteri yang didapatkan diuji kemampuannya dalam mengoksidasi sulfida dengan spektrofotometer dan dianalisis untuk mendapatkan isolat bakteri yang potensial.

Pelaksanaan penelitian ini diawali dengan proses pembuatan medium, sterilisasi alat dan pengambilan sampel limbah cair industri pengolahan ikan. Pada proses isolasi bakteri indigen ini dilakukan dengan beberapa langkah, meliputi: propagasi dan pengayaan sel bakteri indigen pada limbah cair industri pengolahan ikan dalam medium Luria Bertani selama 5-7 hari, pengenceran sampel limbah cair industri pengolahan ikan, inokulasi sampel limbah cair pada medium lempeng NA-Na₂S₂O₃ dan diinkubasi selama 1x24 jam, inokulasi koloni bakteri yang muncul pada medium lempeng NA-Na₂S₂O₃, diinokulasikan ke dalam medium sulfat selektif dengan teknik *streak* yang diinkubasi selama 2-3 hari jam, selanjutnya koloni bakteri yang telah murni diinokulasi pada medium miring NA-Na₂S₂O₃.

Pada proses pengujian kemampuan oksidasi isolat bakteri terhadap kadar sulfida, biakan murni bakteri hasil isolasi ditumbuhkan pada Luria Bertani yang telah ditambahkan Na₂S₂O₃ sebesar 30 ppm. Dalam keadaan tertentu Na₂S dapat digantikan dengan Na₂S₂O₃. Na₂S dan Na₂S₂O₃ sama-sama memiliki bilangan oksidasi 2- pada unsur S (S²⁻). Pengamatan penurunan kadar S²⁻ (ion sulfida) dilakukan setiap hari sekali selama 7 hari dengan spektrofotometer. Hasil dari penurunan kandungan S²⁻ tersebut selanjutnya dirata-rata untuk mendapatkan bakteri yang potensial dalam mengoksidasi sulfida.

Terdapat beberapa variabel yang harus dipenuhi dalam proses pengujian kemampuan dalam mengoksidasi kandungan sulfida oleh isolat bakteri. Variabel bebas adalah isolat-isolat bakteri yang telah ditemukan. Variabel terikatnya adalah kadar sulfida dalam medium pada setiap harinya. Variabel kontrol pada penelitian ini adalah; jumlah sel masing-masing isolat bakteri yang digunakan, jenis dan volume dari medium uji, kandungan sulfida di awal, waktu, serta tempat pengujian berlangsung.

HASIL DAN PEMBAHASAN

q. Isolasi Bakteri Indigen Limbah Cair Pengolahan Ikan

Isolasi adalah upaya untuk mengambil mikroorganisme yang terdapat di alam dan menumbuhkannya pada suatu medium buatan. Prinsip isolasi mikroba ialah memisahkan satu jenis mikroba dengan mikroba lainnya yang bermacam-macam di alam. Hal tersebut dapat dilakukan dengan cara menumbuhkannya dalam media padat atau cair yang memungkinkan sel-sel mikroba akan membentuk suatu koloni sel yang tetap pada tempatnya (Alam dkk., 2013).

Dalam melakukan isolasi yang terpenting adalah memahami karakteristik umum yang muncul dan dapat digunakan sebagai indikator pembeda pada masing-masing koloni bakteri. Karakteristik tersebut

dapat berupa karakteristik makroskopis dan atau mikroskopis. Hasil dari karakterisasi tersebut akan menjadi dasar untuk menentukan jumlah dan jenis isolat bakteri yang ditemukan. Isolat bakteri adalah biakan murni dari bakteri yang telah dipisahkan atau diisolasi dari tempat awalnya di alam dan telah ditumbuhkan dalam medium buatan (Alam dkk., 2013).

Hasil dari penelitian ini berupa isolat-isolat yang dihimpun dari pengamatan makroskopis dan mikroskopis pada koloni-koloni bakteri yang muncul di medium. Berdasarkan hasil isolasi (Tabel 1), telah didapatkan beberapa isolat bakteri. Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 1, telah didapatkan 5 isolat bakteri yang memiliki karakteristik yang beragam. Seluruh isolat bakteri yang berhasil didapatkan tersebut merupakan bakteri Gram negatif.

Tabel 1. Karakteristik Makroskopis dan Mikroskopis Isolat Bakteri Indigen

No	Parameter	Kode Isolat				
		1	2	3	4	5
A. Makroskopis						
1	Warna koloni	Putih	Putih	Putih	Putih	Putih Bening
2	Tepian	Licin	Kerang	Licin	Kerang	Licin
3	Elevasi	Cembung	Datar	Cembung	Timbul	Timbul
4	Bentuk koloni	Bundar	Berombak	Bundar	Tidak Beraturan	Bundar
5	Mengkilat/suram	Mengkilat	Mengkilat	Mengkilat	Mengkilat	Mengkilat
B. Mikroskopis						
1	Gram	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif	Negatif
2	Bentuk sel	Kokus	Basil	Basil	Basil	Kokus
3	Ukuran sel (µm)	± 0,70	± 0,35	± 0,70	± 0,70	± 0,70
4	Motilitas	Motil	Motil	Motil	Tidak Motil	Motil

Konteks penelitian ini sebenarnya tidak sebatas pada isolasi bakteri indigen tetapi juga mencari isolat bakteri indigen potensial dalam mengoksidasi sulfida serta dapat dijadikan sebagai agen bioremediasi. Bakteri indigen sendiri merupakan bakteri asli yang tinggal pada lokasi tertentu. Proses bioremediasi dapat lebih efektif ketika menggunakan bakteri indigen sebagai agennya (Thieman dan Palladino, 2013). Berdasarkan uraian di atas, kelima isolat bakteri indigen yang ditemukan kemudian dianalisis kemampuan oksidasinya terhadap Sulfida (H₂S) pada medium Luria Bertani (LB yang diperkaya dengan Na₂S₂O₃).

r. Uji Kemampuan Isolat Bakteri Indigen dalam Mengoksidasi Sulfida

Sebagai sumber ion sulfida (S²⁻), peneliti menambahkan Na₂S₂O₃, atau dalam keadaan tertentu

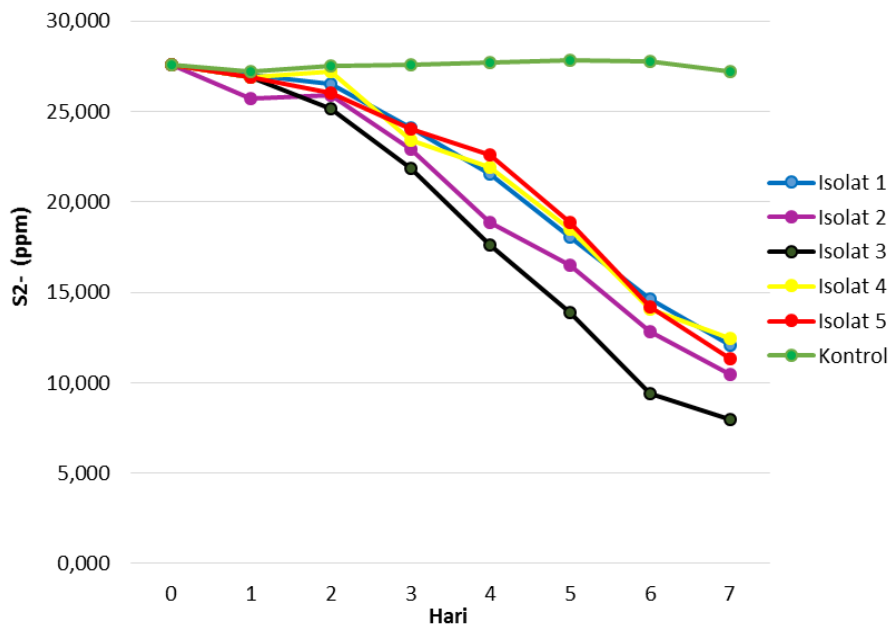
dapat digantikan dengan Na₂S pada medium Luria Bertani (LB). Keadaan tertentu yang dimaksud misalnya adanya sifat dari senyawa yang mudah mencair atau menguap, reaktif, dan ketersediaan stok bahan pada laboratorium (Talaro dan Chess, 2012; Lenk, 2007). Tabel 2 dan Gambar 1, adalah nilai penurunan kandungan ion Sulfida (S²⁻) dalam medium Luria Bertani dengan waktu inkubasi selama 7 hari.

Di dalam hasil penelitian (Tabel 2 dan Gambar 1) telah menunjukkan bahwa kelima isolat bakteri indigen yang diuji memiliki kemampuan dalam menurunkan kandungan ion sulfida (S²⁻). Hal itu terlihat pada Tabel 2, dimana masing-masing isolat bakteri indigen yang diuji memiliki kandungan sulfida yang cukup berbeda jika dibandingkan dengan kontrol. Selain itu juga terjadi penurunan

konsentrasi sulfida dalam medium Luria Bertani dari hari ke-0 sampai dengan hari ke-7.

Pada hari ke-0 rerata kandungan sulfida awal dalam seluruh medium adalah sebesar 27,56 ppm. Namun pada hari ke-7, medium yang ditanami isolat bakteri 1 menunjukkan bahwa rerata sisa kandungan ion sulfidanya adalah sebesar 12,08 ppm. Rerata kandungan sulfida dalam medium yang ditanami isolat bakteri 2 pada hari ke-7 hanya tersisa 10,48

ppm. Isolat bakteri nomor 3, memiliki rerata kandungan sulfida hanya sebesar 8,00 ppm pada medium di hari ke-7. Kemudian pada medium yang ditanami Isolat bakteri 4 di hari ke-7 memiliki rerata kandungan sulfida sebesar 12,47 ppm. Sedangkan dalam medium yang ditanami Isolat bakteri 5 di hari ke-7, rerata kandungan sulfidanya ialah sebesar 11,35 ppm (lihat pada Tabel 2 dan Gambar 1).



Gambar 1. Kemampuan Masing-Masing Isolat dalam Menurunkan Kandungan S²⁻

Tabel 2. Rerata Nilai Penurunan Sulfida dari Masing-Masing Isolat Bakteri Indigen

Hari	Rerata Penurunan Kandungan S ²⁻ Dalam Limbah ± SD (ppm)					
	Isolat 1	Isolat 2	Isolat 3	Isolat 4	Isolat 5	Kontrol
0	27,56 ± 0,25	27,56 ± 0,25	27,56 ± 0,25	27,56 ± 0,25	27,56 ± 0,25	27,56 ± 0,25
1	27,02 ± 0,06	25,70 ± 2,08	26,90 ± 0,06	26,88 ± 0,09	26,92 ± 0,03	27,19 ± 0,19
2	26,51 ± 0,13	25,93 ± 0,26	25,14 ± 0,13	27,23 ± 1,98	26,05 ± 0,13	27,50 ± 0,09
3	24,11 ± 0,25	22,92 ± 0,43	21,87 ± 0,49	23,40 ± 0,32	24,02 ± 0,25	27,56 ± 0,03
4	21,54 ± 0,38	18,85 ± 0,37	17,65 ± 0,43	21,93 ± 0,31	22,64 ± 0,47	27,71 ± 0,12
5	18,08 ± 0,45	16,53 ± 0,31	13,86 ± 0,22	18,49 ± 0,25	18,85 ± 0,19	27,85 ± 0,16
6	14,62 ± 0,37	12,82 ± 0,31	9,40 ± 0,68	14,04 ± 0,19	14,23 ± 0,49	27,77 ± 0,06
7	12,08 ± 0,48	10,48 ± 0,44	8,00 ± 0,38	12,47 ± 0,35	11,35 ± 0,26	27,23 ± 0,28

Berdasarkan uraian pada Tabel 2 diatas, menunjukkan bahwa isolat yang memiliki kemampuan paling tinggi dalam menurunkan kandungan sulfida adalah isolat 3 dan 2 (untuk mempertegas hasil dapat dilihat pada Tabel 3). Namun meski demikian isolat-isolat lainnya juga tidak bisa diabaikan begitu saja. Sebagaimana yang telah disebutkan diatas bahwa seluruh isolat juga memiliki kemampuan untuk beradaptasi serta dapat menurunkan kandungan

sulfida dalam limbah walaupun dalam jumlah yang relatif lebih kecil jika dibandingkan isolat 3 dan 2.

Tabel 3. Efektifitas Penurunan Sulfida dari Masing-Masing Isolat Bakteri Indigen

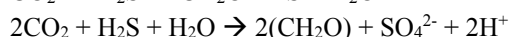
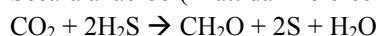
Perlakuan	Rerata Sulfida (ppm)		Efektivitas (%)
	Awal	Akhir	
Isolat 1	27,56	12,08	56,18
Isolat 2	27,56	10,48	61,97

Isolat 3	27,56	8,00	70,97
Isolat 4	27,56	12,47	54,75
Isolat 5	27,56	11,35	58,81
Kontrol	27,56	27,23	1,19

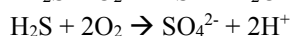
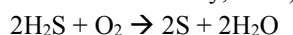
Dalam hal pemilihan agen bioremediator penting bagi seorang peneliti untuk mengetahui kemampuan oksidasi dari masing-masing agen dalam menurunkan limbah sulfida. Tabel 3, telah menunjukkan nilai efektifitas masing-masing isolat bakteri yang ditemukan dalam menurunkan kandungan sulfida selama 7 hari. Berdasarkan hasil pada Tabel 2 dan 3 di atas, dapat diartikan bahwa isolat yang paling berpotensi dalam menurunkan limbah sulfida adalah isolat 3 dan 2.

Kemampuan bakteri dalam beradaptasi sebagai upaya untuk menyesuaikan diri pada lingkungan yang tercemar senyawa tertentu itulah yang menjadi alasan mengapa bakteri tersebut resisten dan potensial sebagai agen bioremediator pada polutan atau limbah seperti sulfida. Mekanisme resistensi mikroorganisme dalam mengurangi senyawa tertentu pada limbah dikarenakan adanya kemampuan dalam mentransformasi senyawa tertentu. Kemampuan mentransformasi senyawa tersebut sering kita kenal dengan sebutan biotransformasi (seperti melalui proses oksidasi – reduksi) (Madigan *et al.*, 2012). Berikut adalah persamaan reaksi oksidasi hidrogen sulfida pada sel bakteri secara anaerob atau aerob.

Secara anaerob (Klatt dan Polerecky, 2015)



Secara aerob (Rattanapan dan Ounsaneha, 2011; Klatt dan Polerecky, 2015)



SIMPULAN, SARAN, DAN REKOMENDASI

Simpulan pada penelitian ini adalah: terdapat 5 isolat bakteri yang berhasil di isolasi pada limbah cair industri pengolahan ikan di muara sungai Kali Mati. Kelima isolat bakteri yang didapatkan seluruhnya mampu beradaptasi pada limbah sulfida. Isolat bakteri yang paling potensial dalam menurunkan kandungan sulfida adalah isolat dengan nomor 3 dan 2. Selama 7 hari, isolat 3 mempunyai efektifitas penurunan sulfida sebesar 70,97%. Sedangkan pada isolat bakteri nomor 2 memiliki efektifitas penurunan sulfida adalah 61,97%.

Saran yang dapat disampaikan pada penelitian ini adalah terkait perlu adanya proses karakterisasi lebih lanjut sampai identifikasi bakteri. Selain itu

perlu diadakan penelitian terkait konsorsia pada kelima isolat yang telah ditemukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M.S, Sarjono P.R, Aminin, A.L.N. (2013). Isolasi Bakteri Selulolitik Termofilik Kompos Pertanian Desa Bayat, Klaten, Jawa Tengah. *Chem Info*. No.1(1):190-195
- Anugrah S. P. (2013). *Sinergitas Lembaga Pengelola Lingkungan Hidup pada Pemerintah Kabupaten Banyuwangi dalam Mengendalikan Pencemaran Lingkungan Akibat Limbah Pengolahan Ikan di Muncar*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Fitri Y. L. (2015). *Penggunaan Biotrickling Filter Biotrickling Untuk Mengatasi Polutan H₂S*. www.academia.edu/attachments/31509100/download_file?st=MTQ0MjUxMjUwMiwzNi43OS4yNDcuMTE1LDg0Mjc2MjI%3D&s=work_strip. Diakses: 15 Desember 2015.
- Hikamah S. R., dan Mubarak H. (2012). Studi Deskriptif Pengaruh Limbah Industri Perikanan Muncar, Banyuwangi Terhadap Lingkungan Sekitar. *Bioshell*. Vol.1. No.1: 1-12.
- Klatt J. M., and Polerecky L. (2015). Assessment of the Stoichiometry and Efficiency of CO₂ Fixation Coupled to Reduced Sulfur Oxidation. *Frontiers in Microbiology*. Vol. 6, No. 484.
- Lenk S. (2007). *Diversity and Abundance of Sulfur-Oxidizing Bacteria in Wadden Sea Sediments Revealed by DsrAB Phylogeny and dsrAB-Targeted Real-Time PCR*. Bremen: Universitas Bremen
- Madigan T. M., Martinko J. M., Stahl D. A., dan Clark D. P. (2012). *Brock Biology of Microorganisms*. Pearson Education, Inc.: publishing as Benjamin Cummings.
- Mayasari L. D. (2013). *Pengaruh Hasil Tangkapan Ikan Lemuru Terhadap Produksi Pengalengan Ikan PT Maya Muncar Di Kecamatan Muncar Banyuwangi*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Ranjan R., Siddhnath dan Bavitha M. (2014). Bioremediation - A Potential Tool for Management of Aquatic Pollution. *International Journal of Multidisciplinary Research and Development 2014*. Vol. 1 (7): 335-340.
- Rattanapan C., dan Ounsaneha W. (2011). Removal of Hydrogen Sulfide Gas using Biofiltration - a Review. *Walailak J Sci & Tech*. Vol. 9(1): 9-18.
- Rizqon M. A. M., Hari D. U., dan Taryana D. 2011. *Pengaruh Pencemaran Limbah Cair Industri Pengolahan Ikan Terhadap Kualitas Air Tanah*

Di Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi.

Malang: Universitas Negeri Malang.

Setyono dan Yudo, S. (2008a). Potensi Pencemaran dari Limbah Cair Industri Pengolahan Ikan di Kecamatan Muncar, Kabupaten Banyuwangi. *JIA*. Vol. 4, No. 2:136-145.

Setyono dan Yudo, S. (2008b). Dampak Pencemaran Lingkungan Akibat Limbah Industri Pengolahan Ikan di Muncar (Studi Kasus Kawasan Industri Pengolahan Ikan di Muncar - Banyuwangi). *JIA*. Vol. 4, No. 1:69-80.

Talaro K. P., dan Chees B. (2012). *Foundations In Microbiology, Eighth Edition*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.

Thieman, W. J dan Palladino, M. A. (2013). *Introduction to Biotechnology 3th Edition*. US: Benjamin Cummings.

Wiyarno Y., dan Widyastuti S. (2010). *Isolasi dan Identifikasi Komponen Senyawa Bau pada Limbah Cair Industri Pengalengan Ikan Lemuru*. Surabaya: Universitas PGRI Adi Buana Surabaya.