

Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) pada Rumput Laut *Gracilaria* sp. di Kampung Rumput Laut Kecamatan Jabon Sidoarjo

*Concentration of Heavy Metal Cadmium (Cd) on Seaweed *Gracilaria* sp. Cultivated in Kampung Rumput Laut Jabon District Sidoarjo*

Dinik Rokhmatin*, Tarzan Purnomo

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Surabaya

ABSTRAK

Rumput laut *Gracilaria* sp telah dibudidayakan di Kampung Rumput Laut Kecamatan Jabon Sidoarjo. Sungai Porong mengalami pencemaran logam berat dikarenakan pembuangan lumpur Lapindo. Salah satu desa yang dilewati oleh aliran Sungai Porong adalah Desa Kupang di Kecamatan Jabon Sidoarjo. Rumput laut yang terpapar logam berat dapat mengalami penurunan kadar protein dan kinerja fotosintesis yang akan menurunkan pertumbuhannya. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kandungan kadmium (Cd) pada rumput laut *Gracilaria* sp. dan menganalisis hubungan antara konsentrasi Cd terhadap kadar protein rumput laut. Pengambilan sampel rumput laut *Gracilaria* sp. dilakukan di Desa Kupang pada tiga tempat dengan tiga kali ulangan, yakni di Dusun Tegal Sari, Dusun Kali Aloo, dan Dusun Tanjung Sari. Analisis kadar Cd dilakukan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (AAS). Konsentrasi Cd pada rumput laut dan hubungan dengan kadar protein dianalisis secara deskriptif kualitatif, uji korelasi, dan dibandingkan dengan SNI 7387:2009. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi Cd pada rumput laut *Gracilaria* sp. di Kampung Rumput Laut Kecamatan Jabon Sidoarjo masih di bawah ambang batas maksimal. Hasil tersebut masih memenuhi baku mutu yang ditetapkan oleh standar keamanan pangan. Hubungan konsentrasi Cd dengan kadar protein pada rumput laut *Gracilaria* sp. memiliki korelasi negatif, semakin rendah konsentrasi Cd, maka semakin tinggi kadar protein dalam rumput laut *Gracilaria* sp.

Kata kunci: Cd, rumput laut *Gracilaria* sp., Kampung Rumput Laut

ABSTRACT

Gracilaria sp seaweed has been cultivated in Seaweed Village, Jabon Sidoarjo District. The Porong River suffers from heavy metal pollution due to Lapindo mud. One of the villages that the Porong River flows through is Kupang Village in Jabon Sidoarjo District. Seaweed exposed to heavy metals can experience a decrease in protein content and photosynthetic performance, decreasing its growth. This study aimed to analyze the content of cadmium (Cd) in seaweed *Gracilaria* sp. and analyze the relationship between Cd concentration and seaweed protein content. A sampling of seaweed *Gracilaria* sp. was conducted in Kupang Village in three stations and three replications in Tegal Sari Hamlet, Kali Aloo Hamlet, and Tanjung Sari Hamlet. Cd levels were analyzed using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Cd concentration in seaweed and the relationship with protein content were analyzed using a qualitative descriptive correlation test and compared with SNI 7387:2009. The results showed that the concentration of Cd in seaweed *Gracilaria* sp. in the Seaweed Village, Jabon Sidoarjo District, is still below the maximum threshold. These results still meet the quality standards set by food safety standards. The relationship between Cd concentration and protein content in seaweed *Gracilaria* sp. has a negative correlation. The lower the concentration of Cd, the higher the protein content in seaweed *Gracilaria* sp.

Keywords: Cd, *Gracilaria* sp. seaweed, Kampung Rumput Laut

PENDAHULUAN

Semburan lumpur panas Sidoarjo di Desa Renokenongo, Kecamatan Porong, Kabupaten Sidoarjo Jawa Timur terjadi sejak tanggal 27 Mei 2006 hingga sekarang menyebabkan pencemaran

di Daerah Aliran Sungai Porong. . Pembuangan lumpur Lapindo di Sungai Porong dan Aloo dapat menimbulkan dampak negatif terhadap ekosistem air, baik air laut maupun air sungai Porong dan Aloo (Juniawan, *et. al.*, 2013). Fitra

*Alamat korespondensi:
dinikrokhmatin@mhs.unesa.ac.id

(2013) menyatakan bahwa kadmium (Cd) pada tanah yang tercemar mempunyai nilai sebesar 28,84 ppm. Kadar total Cd dalam tanah berkisar antara 0,01 sampai dengan 7,00 ppm, tanah dikatakan tercemar apabila terdapat kandungan Cd yang mencapai lebih dari 3,0 ppm (Hidayat, 2013).

Pembuangan lumpur lapindo pada Sungai Porong mengakibatkan sungai tersebut tercemar oleh logam berat. Daerah Aliran Sungai (DAS) melewati beberapa desa yang ada di Sidoarjo sebelum bermuara di Selat Madura. Salah satu desa yang dilewati oleh aliran Sungai Porong adalah Desa Kupang di Kecamatan Jabon Sidoarjo (Qumain, 2016). Terdapat 3 dusun di Desa Kupang, yaitu Dusun Tegal Sari, Kali Aloo, dan Tanjung Sari. Berdasarkan wawancara kepada petani rumput laut, hasil panen rumput laut di Dusun Tanjung Sari dijual dalam bentuk bahan mentah yaitu rumput laut yang dikeringkan. Rumput laut tersebut akan diolah menjadi berbagai macam produk olahan seperti nugget rumput laut, kembang gula, kerupuk, es krim dan stik rumput laut. Pada dusun Tegal Sari dan Kali Aloo hasil panen rumput laut hanya dijual dalam bentuk bahan mentah berupa rumput laut kering. Jarak antar tiga dusun tersebut saling berdekatan, berjarak sekitar 3 km antar dusun. Budidaya rumput laut di Desa Kupang dilakukan di tambak dengan memanfaatkan pasang surut air laut sebagai sumber aliran air dengan jarak sekitar 6 km dari tambak.

Rumput laut yang dibudidayakan di Kampung Rumput Laut adalah jenis rumput laut *Gracilaria* sp. Budidaya dan perawatan rumput laut jenis *Gracilaria* sp. sangat mudah meskipun kondisi lingkungan perairan yang berbeda antara perairan payau dan perairan laut, seperti tambak. Kondisi perairan di habitat asli dan kondisi tambak sangat berbeda, di perairan laut kualitas air cukup mendukung dengan baik dalam memenuhi kebutuhan hidupnya, sedangkan perairan tambak memiliki tingkat kesuburan yang beragam dan kualitas air yang fluktuatif. Rumput laut *Gracilaria* sp. dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang tidak sama dengan lingkungan aslinya. Rumput laut ini dapat bertahan hidup dalam salinitas antara 15 g/l hingga 50 g/l (Aslan, 1998).

Produk hasil perikanan seperti rumput laut harus memenuhi syarat standar kualitas keamanan pangan yang tidak mengandung logam berat. Lumpur Lapindo yang mengandung berbagai logam berat telah menyebabkan ekosistem perairan dan akuakultur di wilayah Sidoarjo tercemar logam berat (Purnomo, 2014). Berdasarkan pernyataan di atas keberadaan logam berat dalam rumput laut perlu menjadi

perhatian khusus oleh pemerintah dan masyarakat agar sumber pangan laut seperti rumput laut aman dan tidak mengganggu kesehatan manusia apabila dikonsumsi. Informasi mengenai analisis konsentrasi logam berat Cd dan kadar protein (karagenan) rumput laut *Gracilaria* sp. masih sangat terbatas. Penelitian ini perlu dilakukan agar dapat menambah informasi mengenai hubungan kandungan logam berat Cd dengan kadar protein (karagenan) pada rumput laut *Gracilaria* sp. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kandungan kadmium (Cd) pada rumput laut *Gracilaria* sp. dan menganalisis hubungan antara konsentrasi Cd terhadap kadar protein rumput laut *Gracilaria* sp.

METODE PENELITIAN

Penelitian observasional ini dilakukan dari bulan Januari hingga Maret 2019. Sampel rumput laut *Gracilaria* sp. Diambil dari Kampung Rumput Laut Desa Kupang Kecamatan Jabon Sidoarjo pada tiga tempat. Analisis konsentrasi logam berat kadmium (Cd) pada rumput laut *Gracilaria* sp. dan kadar protein pada rumput laut *Gracilaria* sp. dilakukan di Balai Riset dan Standardisasi Industri Surabaya.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah termometer, pH meter, refraktometer tangan (*hand refractometer*), Atago S-28 E salinitas 0-28‰, kertas label dan AAS (*Atomic Absorption Spectrofotometer*). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air tambak, sampel rumput laut *Gracilaria* sp., asam nitrat (HNO_3), H_2O_2 , aquades, kaporit 0,25%, asam asetat 0,5%, NaHCO_3 , etanol 90%. Pengambilan sampel rumput laut *Gracilaria* sp. dilakukan di tiga tempat (stasiun), yaitu stasiun I di Dusun Tanjung Sari, stasiun II di Dusun Kali Aloo, stasiun III di Dusun Tanjung Sari. Data yang diperoleh yaitu konsentrasi logam berat kadmium (Cd) yang terakumulasi pada rumput laut *Gracilaria* sp. dan kadar proteinnya. Analisis yang digunakan adalah uji statistik korelasi Pearson untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi logam berat Cd terhadap kadar protein pada rumput laut *Gracilaria* sp. menggunakan *Statistical Product and Service Solution (SPSS) 22.0 for Windows*. Data hasil pengamatan berupa pengukuran kualitas air yang meliputi suhu, pH, dan salinitas merupakan data pendukung yang dianalisis secara deskriptif kualitatif. Data hasil konsentrasi logam berat Cd pada rumput laut dianalisis secara deskriptif kualitatif, uji korelasi, dan dibandingkan dengan SNI 7387:2009

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis konsentrasi logam berat Cd pada rumput laut *Gracilaria* sp. di Kampung Rumput Laut Kecamatan Jabon Sidoarjo dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Konsentrasi Logam Berat Kadmium (Cd) pada Rumput Laut *Gracilaria* sp.

Stasiun	Sub Stasiun	Konsentrasi logam Cd (ppm)	Rerata (ppm)	Baku mutu (ppm)
I	1	0,002	0,062	0,2
	2	0,180		
	3	0,002		
II	1	0,002	0,091	0,2
	2	0,110		
	3	0,160		
III	1	0,028	0,011	
	2	0,002		
	3	0,002		

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa konsentrasi Cd pada rumput laut *Gracilaria* sp. yang dibudidayakan di Kampung Rumput Laut Jabon Sidoarjo berada di bawah ambang batas maksimum baku mutu. Rerata tertinggi konsentrasi logam berat Cd pada rumput laut yaitu sebesar 0,091 ppm pada stasiun II yang terletak di Dusun Kali Aloo, sedangkan rerata terendah sebesar 0,011 ppm pada stasiun III yang terletak di Dusun Tanjung Sari.

Rerata kandungan protein pada rumput laut *Gracilaria* sp. masih terbilang cukup rendah yaitu 2,34% dari berat basah (Tabel 2). Berdasarkan hasil uji korelasi Pearson yang telah dilakukan dapat diketahui bahwa korelasi antara konsentrasi logam berat Cd dengan kadar protein pada rumput laut *Gracilaria* sp. memiliki korelasi negatif. Namun korelasi tersebut cukup kuat karena koefisien korelasi menunjukkan angka 1. Berdasarkan nilai Sig. (2-tailed) dapat diketahui dari nilai Sig. (2-tailed) > 0,05 maka tidak terdapat korelasi, sedangkan untuk nilai r hitung < r tabel yaitu $-0,443 < 0,997$ dengan signifikansi 5% maka tidak terdapat korelasi antar variabel. Tabel 2 memberikan hasil analisis hasil pengukuran kadar protein pada rumput laut *Gracilaria* sp.

Tabel 2. Kadar Protein pada Rumput Laut *Gracilaria* sp.

Stasiun	Protein (%)	Rerata (%)
I	2,4	2,34
II	2,08	
III	2,54	

Rerata suhu air tertinggi terdapat pada stasiun II yaitu 35°C di Dusun Kali Aloo,

sedangkan rerata suhu air terendah terdapat pada stasiun I yaitu 33,7°C di Dusun Tegal Sari. Rerata pH (derajat keasaman) tertinggi terdapat pada stasiun II yaitu 8,5 di, sedangkan rerata pH terendah terdapat pada stasiun III sebesar 8,1. Rerata tingkat salinitas tertinggi terdapat pada stasiun III yaitu 13,3‰, sedangkan rerata salinitas terendah terdapat pada stasiun II yaitu 10,7‰ (Tabel 3).

Tabel 3. Faktor Fisika-Kimia Lingkungan Tambak Budidaya Rumput Laut *Gracilaria* sp.

Stasiun	Suhu (°C)	pH	Salinitas (‰)
I	33,7	8,4	11,0
II	35,0	8,5	10,7
III	34,3	8,1	13,3

Rumput laut *Gracilaria* sp. yang dibudidaya di Kampung Rumput Laut Kecamatan Jabon Sidoarjo ternyata mengandung logam berat kadmium (Cd) namun masih dalam ambang batas aman yaitu di bawah 0,2 ppm. Stasiun II memiliki konsentrasi logam berat Cd paling tinggi, kemudian diikuti oleh stasiun I dan stasiun III yang memiliki konsentrasi logam berat Cd paling rendah. Hal ini dapat dilihat dari kepadatan pemukiman warga pada setiap stasiun pengambilan sampel. Pada stasiun II pemukiman warga cukup padat dan sepanjang jalan sekitar tambak merupakan jalan utama bagi warga yang akan pergi ke luar Dusun dari arah estuari, selain itu terdapat juga sungai Alo yang berdekatan dengan tambak yang berada di Dusun Kali Alo. Sungai Alo merupakan salah satu sungai yang digunakan untuk pembuangan aliran lumpur lapindo. Pada stasiun I tambak budidaya jauh dari pemukiman warga namun beberapa rumah warga. Pada stasiun III tambak budidaya jauh dari pemukiman warga hanya ada beberapa gubuk kecil untuk istirahat para petani rumput laut.

Padatnya pemukiman warga mengakibatkan adanya limbah cair domestik. Penumpukan limbah cair dari pemukiman dapat mempengaruhi kualitas perairan. Semakin banyak limbah yang mengandung logam berat akan meningkatkan konsentrasi logam berat pada perairan tersebut. (Komarawidjaja, *et al.*, 2017).

Berdasarkan hasil penelitian ini konsentrasi logam berat Cd yang terdapat dalam rumput laut *Gracilaria* sp. sebesar 0,062 ppm di stasiun I; 0,091 ppm di stasiun II dan 0,011 ppm di stasiun III. Konsentrasi logam berat Cd berada dibawah

ambang batas maksimum berdasarkan SNI 7387:2009 yaitu sebesar 0,2 ppm. Dengan adanya logam berat Cd yang terakumulasi oleh rumput laut *Gracilaria* sp. dapat menghambat pertumbuhan dan mengakibatkan kerusakan pada rumput laut tersebut (Teheni, 2016). Keberadaan logam berat Cd dalam rumput laut dapat disebabkan karena aliran air sungai dari Sungai Porong dan Sungai Aloo yang sudah tercemar oleh aliran lumpur lapindo yang dimanfaatkan untuk pengairan tambak budidaya rumput laut. Sudharsa, *et al.* (2012) menyebutkan bahwa rumput laut mampu mengakumulasi logam berat di perairan, salah satunya yaitu logam berat Cd, karena sifat logam berat yang sulit terurai (Ika, *et al.* 2012)

Beberapa sifat kimia karaginan dalam rumput laut *Gracilaria* sp. adalah kadar air, kadar abu, lemak, protein dan karbohidrat (da Costa, *et al.*, 2018). Pada penelitian ini didapatkan salah satu data dari sifat karaginan rumput laut *Gracilaria* sp. yaitu kadar protein. Kadar protein pada rumput laut memiliki rerata 2,34% dari berat basah. Kadar protein pada setiap stasiun berbeda-beda, hal ini dapat dikarenakan waktu panen yang tidak sama, nutrisi yang diterima di setiap stasiun dan faktor musim. Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa kadar protein tertinggi terdapat pada stasiun III yang berada pada Dusun Tanjung Sari sebesar 2,54%, sedangkan kadar protein terendah terdapat pada stasiun II yang berada di Dusun Kali Aloo sebesar 2,08%. Hasil ini telah memenuhi syarat baku mutu kadar protein untuk dijadikan bahan baku industri.

Berdasarkan hubungan antara konsentrasi logam berat Cd terhadap kadar protein pada rumput laut *Gracilaria* sp. dapat diketahui bahwa konsentrasi logam berat Cd mempengaruhi kadar protein pada rumput laut. Konsentrasi tertinggi logam berat Cd pada rumput laut *Gracilaria* sp. terdapat pada stasiun II di Dusun Kali Aloo sedangkan kadar protein terendah terdapat pada stasiun II di Dusun Kali Aloo. Berdasarkan hasil uji korelasi Pearson hubungan antara kedua variabel memiliki korelasi negatif, hal ini yang menjadikan semakin tinggi konsentrasi logam Cd pada rumput laut maka semakin rendah kadar protein pada rumput laut.

Mekanisme penyerapan Cd oleh mikroalga seperti yang telah dijelaskan oleh Widiyani, *et al.* (2014) pada *Chlorella vulgaris* terdiri atas dua proses yaitu adsorpsi dan absorpsi. Selulosa berpotensi sebagai penangkap ion logam karena gugus OH yang terikat dapat berinteraksi dengan logam Cd. Gugus OH menyebabkan terjadinya mekanisme pertukaran ion logam Cd dengan selulosa. Logam berat yang terabsorpsi akan terakumulasi di dalam sel yang akan berikatan

dengan protein pengikat logam seperti metalotionin dan fitokelatin (Rahmadiani, *et al.*, 2013).

Kondisi lingkungan juga sangat berpengaruh terhadap kandungan logam berat Cd di perairan. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa pH (derajat keasaman) di tambak Kampung Rumput Laut Sidoarjo memiliki pH yang relatif tinggi yaitu berkisar antara 8,1-8,5. Logam berat Cd yang terdapat pada perairan ber-pH rendah akan larut ke dalam air sehingga kadar logam berat Cd akan terakumulasi menjadi lebih tinggi. Sedangkan jika logam berat Cd terdapat pada perairan ber-pH tinggi, logam berat Cd akan mengendap di dasar perairan dan akan terakumulasi dalam rumput laut *Gracilaria* sp. (Teheni, 2013).

Rumput laut hidup dan tumbuh pada perairan pada suhu 28-30°C namun masih dapat tumbuh pada suhu 31°C (KLH, 2004). Berdasarkan hasil pengukuran suhu di tambak Kampung Rumput Laut Jabon Sidoarjo berkisar antara 33,7-35°C. Suhu air yang tinggi dikarenakan waktu pengambilan sampel dilakukan pada siang hari yang menjadikan perairan semakin panas dan menyebabkan penyerapan cahaya oleh air. Pada hasil penelitian dapat diketahui bahwa tingkat salinitas di tambak Kampung Rumput Laut Jabon Sidoarjo berkisar antara 10,7-13,3‰. Hal tersebut berbeda dengan penjelasan Sadhori (1985) yang menyatakan bahwa tingkat salinitas yang optimal untuk pertumbuhan rumput laut berkisar antara 31-35 ppt. Salah satu penyebab dari turunnya salinitas adalah karena masuknya air tawar dari sungai yang dapat menyebabkan pertumbuhan rumput laut *Gracilaria* sp. menurun.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa konsentrasi logam berat kadmium (Cd) pada rumput laut *Gracilaria* sp. yang dibudidayakan di Kampung Rumput Laut Kecamatan Jabon Sidoarjo memiliki rerata sebesar 0,055 ppm, konsentrasi logam tersebut berada di bawah ambang batas baku mutu. Hubungan antara konsentrasi logam berat kadmium (Cd) pada rumput laut dan kadar protein pada rumput laut *Gracilaria* sp. berkorelasi negatif, semakin tinggi konsentrasi logam Cd pada rumput laut *Gracilaria* sp. maka semakin rendah kadar protein pada rumput laut *Gracilaria* sp.

DAFTAR PUSTAKA

Aslan LM, 1998. *Budidaya Rumput Laut*. Yogyakarta: Kanisius.

- Fitra A, Yuni SR, Winarsih, 2013. Kemampuan Fitoremediasi *Typha latifolia* dalam Menurunkan Kadar Logam Kadmium (Cd) Tanah yang Tercemar Lumpur Lapindo di Porong Sidoarjo. *LenteraBio* Vol. 2(3): 185-189.
- Hidayat A, 2013. *Cemaran Logam Berat Kadmium (Cd) dan Akibatnya Bagi Kesehatan Manusia* (Online). Diakses melalui http://p.php.deptan.go.id/disp_informasi/1/1/0/1339/cemaran_logam_berat_kadmium_cd_dan_akibatnya_bagi_kesehatan_manusia.html pada 11 Oktober 2018.
- Ika TI, dan Said I, 2012. Analisis Logam Timbal (Pb) dan Besi (Fe) dalam Air Laut di Wilayah Pesisir Pelabuhan Ferry Taipa Kecamatan Palu Utara. *Jurnal Kimia* Vol. 1(4): 181-186.
- Juniawan A, Barlah R, Bambang I, 2013. Karakteristik Lumpur Lapindo dan Fluktuasi Logam Berat Pb dan Cu Pada Sungai Porong dan Aloo. *Sains dan Terapan Kimia* Vol. 7(1): 50-59.
- Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup, 2004. *Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup No. Kep- 51/MNKLH/1/2004 Tentang Pendoman Penetapan Baku Mutu Air Laut*. Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup. Jakarta.
- Komarawidjaja W, Agung R, Yudhi SG, 2017. Status Kandungan Logam Berat Perairan Pesisir Kabupaten Aceh Utara dan Kota Lhokseumawe. *Jurnal Teknologi Lingkungan* Vol. 18(2): 251-258.
- Purnomo, T, 2014. Cadmium and Lead Content in Aquatic Ecosystem, Brackishwater Ponds and Fish in Areas Affected Lapindo Mud. *Proceedings of International Conference on Research, Implementation and Education of Mathematics and Sciences*. ISBN. 978-979-99314-8-1: 169-176.
- Rahmadiani WDD, dan Aunurohim, 2013. Bioakumulasi Logam Berat Kadmium (Cd) oleh *Chaetoceros calcitrans* pada Konsentrasi Sublethal. *Jurnal Sains dan Seni Pomits* Vol. 2(2): 202-206.
- Sadhori N, 1985. *Teknik Penangkapan Ikan*. Bandung: Angkasa.
- Standar Nasional Indonesia, 2009. *Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan SNI 7387:2009* (Online). Diakses melalui http://sertifikasibbia.com/upload/logam_bera//t.pdf pada 11 Oktober 2018.
- Sudarshan S, Seedeve P, Ramasamy SN, 2012. Heavy Metal Accumulation in Seaweed and Sea Gresses Along Southeast Coast of India. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research* Vol. 4(9): 4240-4244.
- Teheni MT, Syamsidar HS, 2013. Penentuan Kadar dan Distribusi Spasial Logam Berat Kadmium (Cd) pada Rumput Laut *Eucheuma cottonii* Asal Perairan Kab. Takalar Dengan Metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). *Al-Kimia* Vol. 1(1): 30-41.
- Teheni MT, Nafle NL, Dali S, 2016. Analisis Logam Berat Cd dalam Alga *Eucheuma cottonii* di Perairan Kabupaten Bantaeng. *Ind. J. Chem. Res* Vol. 4(1): 348-351.
- Qumain S, Dharmawan A, Prabaningtyas S, 2016. Analisis Perbandingan Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Rumput Laut *Gracilaria* sp. dan Agar Desa Kupang Kecamatan Jabon, Sidoarjo. *Jurnal Ilmu Hayati* Vol. 1(1): 1-12.
- Widiyani P, dan Endah RSD, 2014. Penurunan Konsentrasi Logam Berat Kadmium (Cd) dan Pertumbuhan Mikroalga *Chlorella vulgaris* pada Media Kultur. *BIOMA* Vol. 3(2): 17-26.