

# Konsentrasi Logam Berat Tembaga (Cu) pada Rumput Laut *Gracilaria* sp. di Kampung Rumput Laut Kecamatan Jabon, Sidoarjo

## Concentration of Copper (Cu) Heavy Metals on *Gracilaria* sp. in the Seaweed Village of Jabon Sub-District, Sidoarjo

Juni Rahayu\*, Tarzan Purnomo

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya  
Jln. Ketintang, Surabaya 60231

### ABSTRAK

Seiring dengan banyaknya budidaya rumput laut *Gracilaria* sp. di perairan tambak Kampung Rumput Laut Kecamatan Jabon, Sidoarjo. *Gracilaria* sp. maka dapat dimanfaatkan sebagai olahan pangan karena memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Akibat lumpur Lapindo yang sebagian besar dibuang di perairan sungai Porong dan Kali Aloo menyebabkan kedua sungai tersebut mengandung logam berat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsentrasi logam tembaga (Cu) yang terkandung pada rumput laut *Gracilaria* sp. dan perairan tambak terkait status keamanan pangan. Pengambilan sampel dilakukan di tambak budidaya Kampung Rumput Laut Kecamatan Jabon, Sidoarjo pada tiga stasiun. Tiap stasiun diambil sampel pada tiga titik substasiun. Analisis konsentrasi logam berat Cu menggunakan metode Spektrofotometri Serapan Atom (AAS). Konsentrasi Cu dalam air dan rumput laut dianalisis secara uji statistik korelasi Pearson, serta dianalisis secara deskriptif kuantitatif, dan dipadankan dengan baku mutu Peraturan Kementerian Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004. Hasil dari penelitian mengindikasikan bahwa konsentrasi Cu pada air tambak sudah melebihi nilai batas ambang yaitu dengan kisaran 0,022-0,029 mg/L, sedangkan konsentrasi Cu pada rumput laut masih dalam kategori aman yaitu dengan kisaran 1,92-2,75 mg/L. Besarnya konsentrasi Cu pada rumput laut *Gracilaria* sp. dan air tambak memiliki korelasi negatif yakni semakin tinggi konsentrasi Cu pada rumput laut *Gracilaria* sp. maka akan semakin rendah konsentrasi Cu pada air tambak.

**Kata Kunci:** Tembaga (Cu); Rumput laut *Gracilaria* sp.; Kampung Rumput Laut

### ABSTRACT

Seaweed *Gracilaria* sp. widely cultivated in pond waters of Kampung Rumput Laut of Jabon Sub-District, Sidoarjo. *Gracilaria* sp. is used in food processed because it has high economic value. The Porong River and Aloo River which are used as sources of pond water are, affected by the disposal of Lapindo mud waste which contains various heavy metals. This study purposed to analyse the concentration of heavy metal Copper (Cu) in *Gracilaria* sp. and pond waters related to food safety status. Sampling *Gracilaria* sp. and waters carried in the Pond of Kampung Rumput Laut in Jabon Sub-District, Sidoarjo on three stations. Each stations was taken samples at three substation points and analyzed Copper (Cu) concentration using the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) method. Cu concentration in water and seaweed was analyzed by Pearson correlation and descriptive quantitatively. Subsequently, it was compared with the quality standards of Regulation of the State Ministry of Environment Number 51 of 2004. The results showed that Cu concentration in pond water had exceeded the threshold value, which was in the range of 0,022-0,029 mg/L, while the concentration of Cu on seaweed is still in the safe category, which is in the range of 1.92 - 2.75 mg/L. Concentration heavy metal in *Gracilaria* sp. and pond water negatively correlate. The higher Cu concentration in *Gracilaria* sp. will lower the concentration of Cu in pond water.

**Key words:** Copper (Cu); *Gracilaria* sp.; Seaweed, Kampung Rumput Laut

### PENDAHULUAN

Kecamatan Jabon menjadi salah satu dari tiga kecamatan yang tergenangi luapan lumpur Lapindo Sidoarjo, sejak tanggal 27 Mei 2006 (Juniawan dkk., 2016). Terdapat beberapa tambak milik warga di kecamatan Jabon yang terkena dampak dari tercemarnya Sungai Porong akibat pembuangan lumpur lapindo, dimana lumpur

tersebut mengandung logam berat yang merupakan zat pencemar berbahaya antara lain: Cu, Pb, Zn (Harlyan dkk., 2015); Cr, dan Cd (Sandy, 2010).

Logam tembaga (Cu) merupakan salah satu logam berat yang terkandung di sekitar tanggul perairan Sungai Porong dan Kali Aloo. Sumber logam berat dapat berasal dari kegiatan manusia seperti pertanian, proses pembakaran,

\*Alamat korespondensi:  
[junirahayu@mhs.unesa.ac.id](mailto:junirahayu@mhs.unesa.ac.id)

pertambangan, limbah domestik dan kegiatan industri (Jamil dkk., 2015). Beberapa aktivitas industri yang menghasilkan limbah logam berat di antaranya industri *electroplating*, tekstil, baterai, pupuk, plastik, dan pertambangan (Sinicropi dkk., 2010). Tembaga (Cu) merupakan logam berat yang tergolong sangat berbahaya dalam konsentrasi yang tinggi (Yuliani dkk., 2013). Juniawan dkk (2013) melaporkan sungai Porong mengandung logam Cu sebesar 0,83- 1,31 mg/L, dan pada Kali Aloo mengandung logam Cu 0,83 -0,85 mg/L. Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan tahun 2004 tentang status mutu air menyatakan bahwa konsentrasi logam berat Cu ini diperbolehkan di perairan adalah 0,008 mg/L. Sungai Porong dan Kali Aloo dijadikan sebagai sarana pembuangan limbah lumpur lapindo yang diduga dapat mencemari dan menimbulkan dampak ekosistem di sekitar aliran sungai. Daya dukung lingkungan akan menurun ketika terdapat bahan-bahan yang sudah melebihi batas ambang masuk ke dalam perairan (Juniawan dkk., 2016). Menurut Amanda (2013), Sungai Porong memiliki kualitas air yang rendah, tetapi masih dijadikan oleh petani tambak sebagai sistem pengairan budidaya. Kecamatan Jabon adalah salah satu daerah yang berpotensi sebagai penghasil budidaya tambak rumput laut. Sekitar 29,99% daerahnya merupakan area pertambakan (Firdaus dkk., 2015).

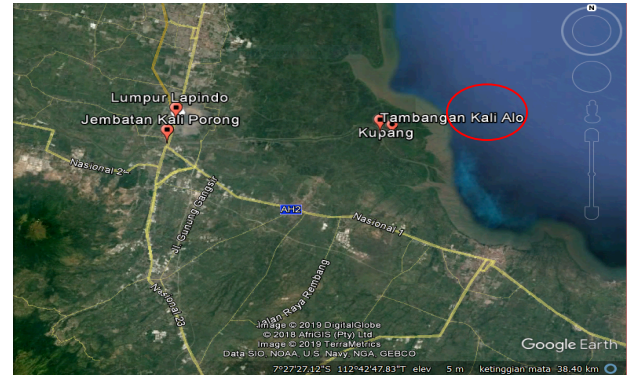
*Gracilaria* sp. merupakan satu-satunya jenis rumput laut yang banyak ditemui di perairan tambak Kecamatan Jabon Sidoarjo. Lokasi penanamannya tersebar di tiga dusun yang berada di Kecamatan Jabon, diantaranya Dusun Tanjungsari, Tegalsari, dan Kali Aloo. Salah satu jenis rumput laut yang dapat ditemui di perairan tambak di wilayah tersebut adalah *Gracilaria* sp. Rumput laut tersebut dapat dapat dikonsumsi secara langsung sebagai sayuran bahkan dijadikan bahan campuran roti, sup, es krim, serbat, keju, puding, selai dan lain-lain (Kordi, 2011)

Mengingat tingginya minat masyarakat sekitar untuk mengkonsumsi dan mengolah rumput laut *Gracilaria* sp. maka penelitian ini perlu dilakukan untuk mengetahui kandungan logam berat yang ada di tanaman tersebut. Dengan demikian hasilnya dapat dijadikan sumber informasi terkait pengolahan lebih lanjut atas besarnya konsentrasi logam berat tersebut, sehingga bisa aman dikonsumsi oleh masyarakat sekitar.

#### METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan observasi langsung di lokasi perairan tambak budidaya di Kampung

Rumput Laut Desa Kupang, Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo yang terdiri dari 3 lokasi yakni di Dusun Tanjungsari, Tegalsari, dan Kali Aloo. Analisis logam berat Cu dilakukan di Balai Riset dan Standarisasi Industri Surabaya, di Jl. Jagir Wonokromo No. 360 Surabaya. Lokasi pengambilan sampel *Gracilaria* sp. dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Skala peta 1 : 25.000

**Gambar 1.** Lokasi Pengambilan Sampel Rumput Laut di Kecamatan Jabon, Sidoarjo.  
(Sumber : Google Earth, 2018)

Peralatan dan bahan yang perlu disiapkan dalam kegiatan observasi tersebut antara lain: kantong sampel, botol sampel, termometer, pH meter, refractometer, cawan porselen, oven, tanur, desikator, AAS, sampel *Gracilaria* sp., air tambak, HCl pekat, HNO<sub>3</sub> (Asam nitrat), NaOH, dan akuades.

Beberapa tahapan yang dilakukan dalam kegiatan observasi ini antara lain 1) tahap persiapan, 2) tahap penentuan stasiun, 3) pengambilan sampel air tambak (Khatimah, 2016), 4) pengambilan sampel *Gracilaria* sp., 5) pengukuran daya dukung perairan tambak budidaya rumput laut *Gracilaria* sp. yang meliputi suhu, pH, dan salinitas 6) analisis konsentrasi Cu pada air tambak dan sampel *Gracilaria* sp (Khasanah, 2013).

Pengambilan titik sampel pada penelitian ini ditentukan berdasarkan letak dusun yang berada di Kampung Rumput Laut Kecamatan Jabon, Sidoarjo. Stasiun I di Dusun Tegalsari, Stasiun II di Dusun Kali Aloo, dan Stasiun III di Dusun Tanjungsari. Jarak dari masing-masing stasiun yaitu ±4 km. Stasiun I dan Stasiun III memiliki jarak yang dekat dengan pemukiman warga. Selain itu, keberadaannya tidak jauh dengan Sungai Porong. Stasiun II di Dusun Kali Aloo jaraknya paling jauh dengan pemukiman warga, namun juga dijadikan aliran sebagai tempat pembuangan lumpur lapindo. Data yang diperoleh yaitu hasil analisis

konsentrasi Cu pada air tambak, rumput laut *Gracilaria* sp., serta data analisis daya dukung lingkungan perairan. Data tersebut dianalisis secara deskriptif kuantitatif dan dilakukan uji statistik korelasi Pearson untuk mengetahui konsentrasi Cu yang terdapat pada perairan dan rumput laut *Gracilaria* sp., Hasil analisis dibandingkan dengan Peraturan Kementerian Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 dan Keputusan Direktur Jendral Pengawasan Obat dan Makanan No.03725/B/SK/V.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis hasil tentang konsentrasi Cu pada rumput laut *Gracilaria* sp., dan air tambak di tiga stasiun dengan tiga titik substasiun pengambilan sampel yakni substasiun 1, substasiun 2, dan substasiun 3 diperoleh hasil berturut-turut, stasiun I diketahui memiliki konsentrasi sebesar 2,75 mg/L dan 0,022, stasiun II diketahui memiliki konsentrasi sebesar 2,37 mg/L dan 0,023 mg/L, dan stasiun III diketahui memiliki konsentrasi sebesar 1,92 mg/L dan 0,029 mg/L. Hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Berdasarkan perhitungan rata-rata konsentrasi Cu yang terkandung pada rumput laut *Gracilaria* sp. apabila dibandingkan berdasarkan Keputusan

Direktur Jendral Pengawasan Obat dan Makanan No.03725/B/SK/VII/1989 nilai pada semua stasiun masih dalam kategori aman dengan baku mutu yang telah ditetapkan yaitu 5 mg/L, sedangkan pada air tambak diketahui semua stasiun sudah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan oleh oleh Kementerian Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 dengan konsentasi Cu yang diperbolehkan di perairan adalah 0,008 mg/L. Hasilnya dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Hasil uji korelasi Pearson terdapat korelasi tidak signifikan, dimana diketahui nilai Sig. (2-tailed) < 0,05 sedangkan untuk nilai r hitung < r tabel diketahui yaitu -0,468 < 0,045 dengan taraf nyata yang digunakan adalah 5%. Hal ini mengindikasikan adanya korelasi antara konsentrasi logam berat Cu pada rumput laut *Gracilaria* sp. dan air tambak yang memiliki korelasi berlawanan atau berkorelasi negatif karena koefisien korelasi terdapat tanda negatif, namun korelasi tersebut cukup kuat karena menunjukkan angka 1.

Hasil pengukuran suhu, pH dan salinitas air dapat dicermati pada **Tabel 3**. Diketahui suhu air sekitar 33-34°C, dengan pH 8,5 dan salinitas 10-14%.

**Tabel 1.** Rata-rata Konsentrasi Logam Berat Cu pada Rumput Laut *Gracilaria* sp. yang Dibudidaya di Tambak Kampung Rumput Laut Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo.

Stasiun	Konsentrasi Tembaga (Cu) pada rumput laut di sub stasiun (mg/L)			Rata-rata ±SD	Baku Mutu (mg/L) (*)
	1	2	3		
I	0,15	3,14	4,97	2,75±2,43	5
II	2,83	2,69	1,59	2,37± 0,67	
III	1,18	3,17	1,42	1,92± 1,08	

\*Keputusan Direktur Jendral Pengawasan Obat dan Makanan No.03725/B/SK/VII/1989

**Tabel 2.** Rata-rata Konsentrasi Logam Berat Cu pada Perairan Tambak Budidaya Rumput Laut *Gracilaria* sp. Kecamatan Jabon, Kabupaten Sidoarjo.

Stasiun	Konsentrasi Tembaga (Cu) pada air tambak di sub stasiun (mg/L)			Rata-rata ±SD	Baku mutu (mg/L) (*)
	1	2	3		
I	0,022	0,022	0,025	0,023±0,00	0,008
II	0,022	0,022	0,022	0,022±0,00	
III	0,031	0,031	0,025	0,029±0,00	

\*Peraturan Kementerian Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004

**Tabel 3.** Parameter Lingkungan Perairan Budidaya Tambak Rumput Laut *Gracilaria* sp. di Kampung Rumput Laut Kecamatan Jabon, Sidoarjo.

Parameter	Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III	Baku Mutu(*)
Suhu (°C)	34±2,64	33±1,52	34±0,57	28-30
pH	8,5±0,02	8,5±0,14	8,5±0,12	7-8,5
Salinitas (%)	10±0	11,6±0,57	14±0,57	33-34

\*Peraturan Kementerian Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004

Rumput laut *Gracilaria* sp. termasuk genus Gracilariaceae dengan habitat tumbuhnya di daerah tropik dan sub tropik yang dominan tumbuh di perairan laut (Othman dkk., 2018). Umumnya masyarakat Jabon memanfaatkan rumput laut *Gracilaria* sp. sebagai bahan pangan yang dapat dimakan langsung maupun diolah terlebih dahulu menjadi olahan krupuk, kripik, stik dll. Hal ini sesuai teori yang disebutkan oleh Kordi (2011) bahwa bahan pangan seperti rumput laut dijadikan sebagai sayuran, bahkan untuk pembuatan roti, sup, es krim, serbat, keju, puding, selai dan lain-lain.

Kecamatan Jabon menjadi salah satu daerah yang tergenang semburan lumpur panas Lapindo pada tahun 2009 (Farida, 2013). Menurut Purnomo (2014), Lumpur Lapindo menyebabkan peningkatan kadar logam berat di ekosistem perairan pesisir timur Porong, Sidoarjo, Jawa Timur, sehingga berkontribusi terhadap kandungan logam berat yang berada di biota perairan. Dampak dari pembuangan luapan lumpur menyebabkan menyebabkan kualitas air sungai menurun, padahal aliran air tersebut dimanfaatkan oleh para petani sebagai sumber pengairan.

Berdasarkan hasil analisis AAS rumput laut *Gracilaria* sp. konsentrasi logam Cu (Tembaga) masih dalam kategori aman dengan baku mutu yang telah ditetapkan yaitu 5 mg/L menurut Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan No.03725/B/SK/VII/1989 Tentang Batas Maksimum Cemar Logam Berat Dalam Makanan, sedangkan konsentrasi logam Cu pada ketiga stasiun di perairan tambak memiliki kisaran 0,022-0,029 mg/L dan sudah melebihi batas baku mutu yang telah ditetapkan yaitu 0,008 mg/L menurut Kementerian Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004. Kondisi ini dikarenakan aliran air yang berasal dari Sungai Porong dan Kali Aloo bisa keluar masuk ke daerah tambak, sehingga logam Cu bisa larut dan banyak mengendap di sedimen (Juniawan dkk., 2016).

Sesuai dengan teori Priyanto dkk (2008) yang menyatakan bahwa logam berat menyebabkan kelarutan di perairan, namun logam tersebut sulit larut dalam air sehingga dalam waktu yang lama akan timbul endapan atau sedimen dan menyebabkan konsentrasi Cu meningkat bahkan akan terakumulasi pada *thalus*.

Hasil analisis rata-rata konsentrasi logam berat Cu pada rumput laut dan air tambak pada stasiun I sebesar 0,022±0,00 mg/L dan 2,75±2,43 mg/L. Pada stasiun ini sumber pengairan yang disalurkan ke tambak-tambak berasal dari Sungai Porong.

Parawita dkk (2009) pada penelitiannya menyebutkan bahwa limbah yang dibuang ke perairan yang seringkali dilakukan sehingga memicu meningkatnya konsentrasi bahan yang terlarut seperti logam berat dan ini dapat membahayakan kehidupan organisme air. Logam berat bisa terjadi pengendapan oleh sebab itu rumput laut lebih mudah mengakumulasi ke bagian *thalus*.

Proses ini sering disebut sebagai bioakumulasi. Menurut Shukla dkk (2007), bioakumulasi merupakan penumpukan bahan kimia pada rumput laut *Gracilaria* sp. dengan kepekatannya lebih tinggi daripada yang berasal dari sumber dari luar. Logam berat dapat teradsorpsi bahkan dapat terlarut atau tersuspensi dalam air, atau diambil oleh *thalus* seperti rumput laut (Abidin dkk., 2016).

Pada stasiun II rata-rata konsentrasi logam berat Cu pada rumput laut dan air sebesar 2,37 ±0,67 mg/L dan 0,022 mg/L. Stasiun II merupakan lokasi yang berada di dekat estuari serta jauh dari pemukiman warga. Pengairan pada tambak berasal dari aliran Kali Aloo. Kali Aloo dijadikan masyarakat sebagai tempat pembuangan limbah lumpur lapindo dan industri setempat tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu yang seharusnya tempat pembuangan akhir adalah di laut. Berdasarkan penelitian Juniawan dkk (2016), Kali Aloo berpotensi sebagai sumber pencemaran lingkungan karena sebagai lokasi pembuangan limbah lumpur lapindo yang salah satunya menghasilkan bahan-bahan berbahaya seperti logam berat yang dapat mengganggu kehidupan ekosistem di perairan. Masuknya aliran air dari Kali Aloo bersama dengan bahan-bahan terlarut lainnya yang mengendap di tepi dan tengah perairan dengan laju aliran air yang tidak diatur menyebabkan logam berat seperti logam Cu lebih mudah larut di perairan oleh sehingga konsentrasi logam berat Cu di stasiun tersebut bisa terus bertambah maupun berkurang.

Hasil analisis rata-rata konsentrasi logam berat Cu pada rumput laut dan air pada stasiun III sebesar 1,92 mg/L ±1,08 mg/L dan 0,029±0,00

mg/L. Stasiun III merupakan lokasi yang paling dekat dengan pemukiman warga serta aliran air pada tambak diperoleh sama halnya dengan stasiun I yaitu berasal dari Sungai Porong. Konsentrasi Cu terlarut pada stasiun ini lebih tinggi serta lebih banyak menyerap logam Cu (**Tabel 2**). Stasiun ini berdekatan dengan jalur aliran masuk air yang memungkinkan tercampur dengan partikel-partikel seperti logam Cu, kemudian akan

larut serta terjadi pengendapan, sehingga akumulasi logam berat Cu secara terus-menerus bisa terakumulasi oleh *thalus*. Penelitian Achyani dkk (2013), menyebutkan bahwa logam berat dapat dilepaskan ke permukaan air biasanya dalam bentuk terlarut. Pada penelitian ini logam Cu pada air permukaan dapat mengalami oksidasi atau menyerap partikel di sedimen dan mengendap di bagian bawah, sehingga *Gracilaria* sp. memiliki kemampuan menyerap logam berat lebih tinggi dibandingkan pada air tambak.

Uji pendahuluan yang dilakukan oleh United Nation Disaster Assessment and Coordination (UNDAC) sebagai pengkaji dan koordinasi bencana PBB, ada beberapa kandungan lumpur lapindo mengenai logam berat diantaranya Cu sebesar 24,5 mg/L dan Pb sebesar 17,8 mg/L. Penelitian ini didukung oleh Qumain (2015), bahwa rumput *Gracilaria* sp. di Jabon mampu menyerap logam Pb 0,725 ppm serta sudah melebihi batas ambang cemaran logam SNI (0,5 ppm) sehingga tidak layak konsumsi.

Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh, maka hubungan konsentrasi logam Cu pada rumput laut terhadap konsentrasi logam Cu pada air tambak berkorelasi negatif, dimana semakin meningkat konsentrasi Cu pada rumput laut akan semakin rendah konsentrasi Cu pada air tambak. Silalahi (2014), menyatakan bahwa jenis logam berat, jenis atau ukuran organisme, lama pemaparan, serta kondisi lingkungan perairan seperti suhu, pH dan salinitas dapat mempengaruhi besarnya penumpukan logam berat di dasar perairan.

Nilai suhu yang diperoleh yaitu berkisar antara 33-34°C. Kondisi kisaran tersebut sudah melebihi batas baku mutu yaitu 28-30 °C. Seharusnya apabila suhu perairan naik maka adsorpsi senyawa logam berat menjadi rendah (Palar, 2012). Pada penelitian ini dalam keadaan suhu naik konsentrasi logam berat Cu pada rumput laut juga semakin meningkat sedangkan pada air semakin turun. Menurut Sari dkk (2017), pada kondisi suhu perairan yang rendah, logam berat tidak dapat larut di perairan namun akan mengendap di dasar perairan sehingga lebih mudah diserap oleh *thalus*.

Derajat Keasaman (pH) pada ketiga stasiun penelitian ini berkisar 8,5. Nilai pH tersebut termasuk dalam kategori basa (>7). Menurut Papalia dan Hairati (2013), pH yang terlalu asam dan basa dapat mengancam kelangsungan hidup organisme karena dapat mengganggu metabolisme dan respirasi. Dengan kondisi pH yang tinggi, permukaan rumput laut menjadi bermuatan negatif sehingga terjadi interaksi gaya elektrostatik dengan

daya serap logam yang bermuatan positif (Aravindhan dkk., 2006).

Salinitas juga menjadi faktor meningkatnya logam berat di perairan. Berdasarkan pengukuran salinitas dari ketiga stasiun diperoleh nilai berkisar 10-14 ppt. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan masih di bawah batas aman. Menurunnya salinitas dapat menyebabkan meningkatnya akumulasi logam berat pada *Gracilaria* sp. Hal ini didukung oleh penelitian Yudiati dkk (2009), yang mengatakan bahwa salinitas menurun dapat menyebabkan akumulasi logam berat menjadi meningkat. Menurut WWF (2014), *Gracilaria* sp. dapat tumbuh optimal pada kisaran salinitas 20-28 ppt. Pertumbuhan rumput laut akan terganggu apabila nilai salinitas berada di bawah 20 ppt.

Menurut World Health Organization (WHO) (2011), logam berat tembaga termasuk logam esensial dan dibutuhkan oleh manusia dalam jumlah tertentu sebagai sumber bahan metabolisme hemoglobin dan dapat diekskresikan melalui rambut, keringat, darah menstruasi, *feses* serta *urine*. Jaringan tubuh manusia yang mudah mengakumulasi logam berat yaitu terutama pada bagian hati dan ginjal. Akumulasi logam berat tembaga dengan konsentrasi yang tinggi dalam jangka waktu yang cukup lama dapat bersifat sebagai racun sehingga akan sulit diekskresikan.

Tingginya toksisitas Cu juga dapat menyebabkan kerusakan jaringan pada rumput laut. Akumulasi Cu di dalam *thalus* rumput laut secara terus menerus dapat menghambat pertumbuhan (Komarawidjaja, 2011) disertai dengan depurasi yaitu proses biologis untuk mengeluarkan kelebihan logam di dalam tubuh rumput laut yang dikendalikan oleh senyawa fitokelatin (Mellado dkk., 2012).

Menurut Tandon dkk (2011), spesies *Gracilaria* sp. mampu mengakumulasi 17 % logam berat Cu dari berat segar dengan waktu pemaparan selama 6 hari. Selain itu penelitian Supriyantini dkk (2018), melaporkan bahwa rumput laut *Gracilaria* sp. pada perlakuan konsentrasi logam Cu sebesar 5 ppm dan 50 ppm dalam kurun waktu 28 hari pemeliharaan mampu menurunkan berat basah. Konsentrasi Cu yang semakin tinggi dengan waktu pemaparan yang lama akan mempengaruhi berat basah *Gracilaria* sp.

Mekanisme logam Cu untuk masuk ke dalam *thalus* melalui dinding sel. Cu yang berada di dinding sel akan diikat oleh protein dan polisakarida. Cu akan masuk ke dalam sel yang lebih dalam dengan bentuk ion bebas (Cu<sup>2+</sup>) dan berpotensi menjadi toksik (Lobban dan Harrison, 1994). Rumput laut *Gracilaria* sp. meskipun memiliki sifat akumulatif rendah dan sedang,

namun keberadaannya harus tetap diperhatikan karena adanya sifat akumulatif dari logam berat yang terkandung pada rumput tersebut sehingga jika dikonsumsi secara terus menerus dalam waktu yang lama menyebabkan keracunan yang bersifat kronis.

### SIMPULAN

Konsentrasi logam berat Cu pada rumput laut *Gracilaria* sp. yang dibudidaya di Kampung Rumput Laut Kecamatan Jabon, Sidoarjo masih dalam kategori aman yaitu berkisar 1,92-2,75 mg/L sehingga masih layak dikonsumsi, namun juga harus diwaspadai karena dalam jangka waktu yang lama dapat membahayakan kesehatan tubuh, sedangkan konsentrasi logam berat Cu pada perairan tambak telah melebihi nilai batas ambang yaitu 0,022-0,029 mg/L sehingga dapat memicu akumulasi logam berat Cu secara terus-menerus oleh rumput laut *Gracilaria* sp. Konsentrasi logam Cu pada rumput laut *Gracilaria* sp. dan air tambak memiliki korelasi negatif, dimana semakin tinggi konsentrasi Cu pada rumput laut *Gracilaria* sp. maka akan semakin rendah konsentrasi Cu pada air tambak.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abidin F, Shinta W dan Rahamadi T, 2016. Biokonsentrasi *Fleshy Macroalgae* Terhadap Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) di Pulau Bonebatang, Barranglombo, dan Lae-Lae Caddi, Kota Makassar. *Jurnal Rumput Laut Indonesia*. Vol 1(1): 8-16.
- Achyani, R dan Gazali S, 2013. Evaluasi dan Akumulasi Logam pada *Anadara Granosa* dan *Anadara Inaequivalvis* di Perairan Kota Tarakan. *Jurnal Harpodon Borneo*. Vol.7(1): 19-26.
- Amanda, L. 2013. Evaluasi Kesesuaian Lahan tambak untuk Budidaya Udang Windu dan Bandeng Di Sekitar Desa Tambak Kalisogo dan Desa Permisian Kecamatan Jabon Kabupaten Sidoarjo. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol.3(1): 45-52.
- Aravindhana R, Rao JR and Nair BU. 2006. Removal of Basic Yellow Dye From Aqueous Solution by Sorption on Green Algae *Caulerpa Scalpelliformis*. *Journal of Hazardous Materials*. Vol. 5(1): 79-89.
- Firdaus M, Asep AP dan Rahmi N, 2015. Increasing The Quality Of Dry Seaweeds By Drum Washing Machine. *Journal of Inovation and Applied Technolog*. Vol.1(2): 48-57.
- Google earth, 2018. (Online), (Diakses melalui <https://www.google.com/earth/> pada tanggal 23 Desember 2018).
- Harlyan LI, Retnowati D, Sari SHJ dan Iranawati F, 2015. Concentration of Heavy Metal (Pb and Cu) In Sediment and Mangrove *Avicennia marina* at Porong River Estuary Sidoarjo, East Java. *Journal of Life Science*. Vol.2(2): 2355- 9926.
- Jamil AQ, Rahayu SP dan Ellyke, 2015. Perbedaan Penyerapan Logam Pb Pada Limbah Cair Antara Tanaman Kangkung. Air (*Ipomoea aquatica forsk*), Genjer (*Limnocharis flava*), dan Semanggi (*Marsilea drummondii* L). *Artikel Ilmiah Hasil Penelitian Mahasiswa*.
- Juniawan A, Barlah R dan Bambang I, 2016. Karakteristik Lumpur Lapindo Dan Fluktuasi Logam Berat Pb dan Cu Pada Sungai Porong dan Aloo. *Jurnal Sains dan Terapan*. Vol.7(1):50-59.
- Khasanah U, 2013. Analisis Kesesuaian Perairan untuk Lokasi Budidaya Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* di Perairan Kecamatan Sajoanging Kabupaten Wajo. *Skripsi*. Dipublikasikan. Makasar: Universitas Hasanudin Makasar.
- Khatimah K, 2016. Analisis Kandungan Logam Timbal (Pb) pada *Caulerpa Racemosa* yang Dibudidayakan di Perairan Dusun Puntondo, Kabupaten Takalar. *Skripsi*. Dipublikasikan. Makasar: Universitas Hasanudin Makasar.
- Kordi KMGH, 2011. Kiat Sukses Budidaya Rumput Laut di Laut dan di Tambak Pengaruh Konsentrasi NaOH yang Berbeda Terhadap Mutu Agar Rumput Laut Laut *Gracilaria verrucosa*. *Journal of Marine Research*. Vol.2(2): 120-129.
- Komarawidjaja W, 2011. Rumput Laut *Gracilaria* sp. Sebagai Biofilter Bahan Organik Perairan Tambak Budidaya. *Jurnal Teknik Lingkungan*. Vol.6(2): 410-415.
- Lobban CS dan Harrison PJ, 1994. Seaweed Ecology and Physiology. Cambridge University Press, USA.
- Mellado, Ganesan M, Sahu N and Eswaran K, 2012. Raft Culture of *Gracilaria edulis* in Open Sea Along The South-eastern Coast of India (Online), (Diakses melalui <https://doi.org/10.1016/j.aquaculture.2011.08.040>, pada tanggal 20 Januari 2019).
- Othman MNA, Ruhana, Hassan, Mohd, Nasarudin H and Amirshah RMS, 2018. Morphological Characteristics and Habitats of Red Seaweed *Gracilaria* sp. (Gracilariaceae, Rhodophyta) In Santubong and Asajaya, Sarawak, Malaysia. *Journal Tropical Life Sciences Research*. Vol.29 (1): 87-97.
- Palar H, 2012. Pencemaran dan toksikologi logam berat. Cetakan ke 4. Penerbit: Rineka Cipta. Jakarta.
- Papalia S dan Hairati A, 2013. Produktivitas Biomasa Makroalga di Perairan Pulau Ambalau, Kabupaten Buru Selatan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*. Vol.3(2): 465-477.
- Parawita D, Insafitri dan Wahyu AN, 2009. Analisis Konsentrasi Logam Berat Timbal (Pb) di Muara Sungai Porong. *Jurnal Kelautan*. Vol.2 (2): 117-124.
- Priyanto N, Dwiyitno dan Farida, 2008. Kandungan Logam Berat (Hg, Pb, Cd dan Cu) pada Ikan, Air, dan Sedimen di Waduk Cirata, Jawa Barat. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*. Vol. 3(1): 69-78.
- Purnomo T, 2014. Cadmium And Lead Content In Aquatic Ecosystem, Brackishwater Ponds And Fish In Areas Affected Lapindo Mud. *Proceeding of International Conference On Research, Implementation And Education*. ISBN. 978-979. Pp. 169-176.
- Qumain S, Agus D dan Sitoresmi P, 2015. Analisis Perbandingan Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Rumput Laut *Gracillaria* sp. Dan Agar Desa Kupang, Kecamatan Jabon, Sidoarjo.(Online), (Diakses melalui <http://jurnalonline.um.ac.id/data/artikel/artikel>

- [192D617789A228B3F2C6C9533148097CE.pdf](#), pada tanggal 13 November 2018).
- Sandy, 2010. Kajian Dampak Penecemaran Logam Berat di Daerah Sekitar Luapan Lumpur Lapindo Sidoarjo Terhadap Kualitas Air dan Budidaya Perikanan. *Jurnal GAMMA*. Vol.6(2): 129-136.
- Sari, Burdames dan Ngangi EIA, 2017. Kondisi Lingkungan Perairan Budidaya Rumput Laut di Desa Arakan, Kabupaten Minahasa Selatan. *Jurnal Budidaya Perairan*. Vol.2(3): 69-75.
- Shukla V, Monika D, Jai P and Sastry, 2007. Bioaccumulation of Zn, Cu and Cd in *Channa punctatus*. *Journal of Environmental Biology*. Vol.28(2): 395-397
- Silalahi HV, 2014. Analisis Kandungan Logam Berat Pb, Cu dan Zn pada Daging dan Cangkang Kerang Kepah (*Meretrix meretrix*) Di Perairan Bagan Asahan Kecamatan Tanjung Balai Asahan. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol.1(7): 1-13.
- Sinicropi MS, Amantea D, Caruso A and Saturnino C, 2010. Chemical and Biological Properties of Toxic Metals and Use of Chelating Agents for The Pharmacological treatment of Metal Poisoning. *Arch Toxicol*. Vol.8(7): 501-20.
- Supriyantini E, Gunawan WS dan Ladies NA, 2018. Pertumbuhan Rumput Laut *Gracilaria* sp. pada Media yang Mengandung Tembaga (Cu) dengan Konsentrasi yang Berbeda. *Jurnal Buletin Oseanografi Marina*. Vol.7(1): 250-259.
- Tandon RS, Lal R, Rao VV, 2011. The Organophosphate Insecticide Coumaphos induces Oxidative Stress and Increases Antioxidant and Detoxification Defences in The Green Macroalgae *Ulva pertusa*. *Journal Aquatic Toxicology*. Vol.122(123): 86-92.
- United Nation Disaster Assessment and Coordination (UNDAC), 2006. Environment Assesment *Hot Mud Flow East Java, Indonesia*. Switzerlan: UNEP/OCHA Environment Unit.
- WWF, 2014. Budidaya Rumput Laut *Gracilaria* sp. di Tambak. Jakarta:WWF Indonesia.
- WHO, 2011. Copper in Drinking Water America (NY). (Online), (Diakses melalui [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/dwq/chemicals/copper.pdf](https://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/copper.pdf) pada tanggal 17 November 2018).
- Yudiati K, Igusti BSD dan Ni Luh PRP, 2018. Laju Pertumbuhan Rumput Laut *Gracilaria* sp. Melalui Budidaya IMTA (*Integrated Multi Trophic Aquaculture*) di Pantai Geger, Nusa Dua, Kabupaten Bandung, Bali. *Jurnal of Marine and Aquatic Sciences*. Vol 4(2): 191-203.
- Yuliani DE, Sitorus S dan Wirawan T, 2013. Analisis Kemampuan Kiambang (*Salvinia Molesta*) untuk Menurunkan Konsentrasi Ion Logam Cu (II) pada Media Tumbuh Air. *Jurnal Kimia Mulawarman*. Vol.10(2):1693-5616.