

Perendaman Daging Kerang Hijau (*Perna viridis*) Menggunakan Asam Asetat dan Bubuk *Sargassum* sp. sebagai Penurun Kadar Logam Timbal (Pb)

Khoirunnisah Riswanti, Sri Sedjati*, Endang Supriyantini

Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Jacob Rais, Tembalang, Semarang, Jawa Tengah 50275 Indonesia
Corresponding author, e-mail: sedjati69@gmail.com

ABSTRAK: Akumulasi logam berat berlebih pada kerang hijau (*Perna viridis*) dapat membahayakan konsumen. *Sargassum* sp. merupakan rumput laut yang berpotensi sebagai penurun kadar logam karena mengandung alginat yang memiliki gugus fungsi penyerap logam. Gugus fungsi seperti hidroksil dan karboksil dapat menyerap ion logam timbal (Pb) yang terdapat pada daging kerang hijau. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan bubuk rumput laut *Sargassum* sp. dan asam asetat sebagai penurun kadar logam timbal pada daging kerang hijau serta mengidentifikasi gugus fungsi yang terkandung dalam bubuk *Sargassum* sp. Metode yang digunakan yaitu percobaan labotatoris, menggunakan perlakuan konsentrasi sebanyak 3 kali pengulangan. Bubuk *Sargassum* sp. dikeringkan menggunakan oven suhu 45°C selama 24 jam, kemudian dihaluskan dan diuji FTIR. Daging kerang direndam pada konsentrasi bubuk *Sargassum* sp. 0%, 4%, 6%, dan 8%, dengan pH 5 (penambahan asam asetat) selama 90 menit. Sampel didestruksi dan dilakukan pengukuran kadar logam timbal menggunakan *Atomic Adsorption Spectrofotometri* (AAS). Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi bubuk rumput laut *Sargassum* sp. tidak mempengaruhi penyerapan logam timbal dengan uji Anova ($P \leq 0,05$). Konsentrasi bubuk rumput laut *Sargassum* sp. dengan penurunan kadar logam tertinggi yaitu konsentrasi 8% sebesar 0,111 mg/kg. Gugus fungsi yang terdapat pada bubuk *Sargassum* yaitu hidroksil (-OH), amina (-NH₂), dan alkana (-CH₂).

Kata kunci: Konsentrasi Bubuk; Penjerapan; Kadar Logam; Gugus Hidroksil

***Soaking Green Mussel Meat (Perna viridis) Using Acetic Acid and Sargassum* sp. Powder as an Adsorbent for Heavy Metal Lead (Pb)**

ABSTRACT: Excessive accumulation of heavy metals in green mussels (*Perna viridis*) can harm consumers. *Sargassum* sp. is a seaweed that has the potential as a metal reducing agent because it contains alginate which has a metal-absorbing functional group. Functional groups such as hydroxyl and carboxyl can absorb lead metal (Pb) ions found in green mussel meat. This study aims to determine the effect of using powdered seaweed *Sargassum* sp. and acetic acid as lowering metal levels of lead in green mussels as well as identifying the functional groups contained in powdered *Sargassum* sp. The method was used is a laboratory experiment, using a concentration treatment of 3 repetitions. *Sargassum* sp. powder dried using an oven at 45°C for 24 hours, then mashed and tested FTIR. Scallop meat soaked in powder concentration of *Sargassum* sp. 0%, 4%, 6%, and 8%, with pH 5 (addition of acetic acid) for 90 minutes. The sample was destroyed and the lead content was measured using *Atomic Adsorption Spectrophotometry* (AAS). The results showed that the concentration of *Sargassum* sp. powder not affect lead metal adsorption by Anova test ($P \leq 0.05$). The concentration of powdered seaweed *Sargassum* sp. with the highest decrease in metal content, namely the concentration of 8% at 0.111 mg/kg. The functional groups in *Sargassum* powder are hydroxyl (-OH), amine (-NH₂), dan alkane (-CH₂).

Keywords: Powder Concentration; Adsorption; Metal Content; Hydroxyl Group

PENDAHULUAN

Salah satu biota yang terdapat di perairan yaitu kerang hijau (*P. viridis*). Kerang hijau merupakan salah satu biota laut yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat (Eshmat et al., 2014).

Kerang hijau memiliki sifat yang tahan terhadap ion logam pada dasar perairan dikarenakan memiliki adaptasi fisiologis dan morfologis (Andayani *et al.*, 2020). Kemampuan alami kerang hijau sebagai *filter feeder*, dimana kerang hijau hidup di dasar perairan yang menyebabkan banyaknya kandungan logam berat yang terserap pada daging kerang hijau. Keberadaan logam berat pada daging kerang akan berdampak pada kelangsungan hidup organisme tersebut dan konsumen daging kerang hijau. Akumulasi logam pada daging kerang hijau yang apabila terserap terus menerus akan meningkatkan kadar logam berat pada daging kerang hijau (Barokah *et al.*, 2019).

Logam timbal merupakan salah satu logam berat yang berbahaya. Keberadaan logam timbal di lingkungan disebabkan karena adanya akumulasi timbal dan senyawanya yang berasal dari kegiatan manusia contohnya manufaktur, pertambangan, dan pembakaran bahan bakar fosil yang terakumulasi didalam tanah, air, maupun udara (Adhani dan Husaini, 2017). Logam berat timbal yang berada di perairan lama kelamaan akan mengalami pengendapan dan terakumulasi bersama dengan sedimen, sehingga cepat atau lambat dapat menyebabkan transfer senyawa beracun dari sedimen ke organisme. Organisme tersebut akan terkonsentrasi menerima logam berat melalui proses bioakumulasi dan biomagnifikasi (Permanawati *et al.*, 2013). Salah satu akumulasi logam timbal pada biota laut yaitu kerang hijau. Akumulasi jumlah logam timbal pada daging kerang hijau di perairan Tambak Lorok, Semarang sebesar 0,4 mg/kg pada titik 2 dan 0,5 mg/kg pada titik 3 (Hapsari *et al.*, 2019).

Beberapa spesies alga telah ditemukan memiliki kemampuan yang cukup tinggi untuk menyerap ion logam baik dalam keadaan hidup maupun dalam bentuk sel mati atau biomassa, karena terdapat kandungan senyawa gugus fungsi seperti hidroksil, karboksil, amino dan sulfat yang dapat melakukan pengikatan dengan ion logam (Yantyana *et al.*, 2018). Penelitian tentang adsorben menggunakan alga dilaporkan oleh Chusein dan Ibrahim (2012), merendam kerang dara rebus menggunakan alga *Sargassum* yang diolah menjadi bubuk dengan hasil bahwa *Sargassum* memiliki kemampuan dalam penurunan kadar logam kadmium. Hal ini diduga terdapat alginat yang terkandung pada dinding *Sargassum* sp. terdapat gugus fungsi yang dapat menyebabkan adanya penyerapan ion logam. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Chotimah *et al.* (2016), hasilnya bahwa larutan alginat memiliki efektivitas untuk menurunkan kadar logam kadmium pada kerang hijau, dengan konsentrasi terbaiknya 4% selama 30 menit yaitu 0,140 ppm (65,26%). Penelitian lain dilakukan oleh Kama *et al.* (2020), bahwa *Sargassum* sp. yang diolah menjadi bubuk dapat menurunkan kadar logam timbal pada daging kerang hijau dengan konsentrasi dan waktu terbaiknya sebesar 6% selama 45 menit yaitu dengan kadar 101,7 mg/kg.

Salah satu rumput laut yang potensial yaitu *Sargassum* sp. Penggunaan rumput laut dalam bentuk bubuk belum digunakan sebagai penurun kadar logam berat, oleh karena itu dilakukan penelitian penggunaan bubuk rumput laut *Sargassum* sp. sebagai penurun kadar logam timbal pada daging kerang hijau *P. viridis*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bubuk *Sargassum* sp. sebagai penurun kadar timbal pada daging kerang hijau dan mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada bubuk *Sargassum* sp.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilakukan dari bulan Januari – Maret 2022. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Atomic Absorption Spectrometry* (AAS), kantong sampel, penggaris, *ice box*, baskom, pisau, blender, corong, gelas *beaker*, *hotplate*, neraca digital, pipet tetes, gelas ukur, pengaduk, dan oven. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kerang hijau (*P. viridis*) yang didapatkan di perairan Tambak Lorok, Semarang dan *Sargassum* sp. didapatkan di Pulau Panjang, Jepara. Selain itu, *dry ice*, akuades, asam nitrat (HNO_3), asam asetat 95% (CH_3COOH), kertas alumunium, kertas saring *Whatmann* No. 42, dan kertas label.

Metode penelitian yang digunakan adalah percobaan laboratoris menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 1 perlakuan 4 taraf konsentrasi bubuk *Sargassum* sp. Konsentrasi bubuk *Sargassum* yang dipakai untuk perendaman yaitu 0%, 4%, 6%, dan 8% selama 90 menit pH 5. Penelitian dilaksanakan menjadi 4 bagian, yaitu preparasi kerang hijau, pembuatan bubuk *Sargassum* sp., perendaman dan destruksi sampel, uji AAS dan FTIR.

Preparasi Daging Kerang Hijau

Kerang hijau yang didapat dicuci sampai bersih dengan cara dibersihkan cangkangnya supaya tidak ada kotoran yang masuk kedalam daging ketika proses perendaman. Kerang hijau yang sudah bersih kemudian di buka cangkangnya menggunakan pisau. Daging kerang hijau diambil dan ditimbang sebanyak ± 25 g per sampel. Setelah itu, dimasukkan kedalam kantong sampel dan disimpan dalam *coolbox*.

Pembuatan Bubuk *Sargassum*

Sargassum sp. sebanyak ± 2 kg dicuci menggunakan air tawar kemudian direndam dengan air kapur pada pH 11 selama 6 jam, setelah itu dicuci lagi hingga bersih (Kartikaningsih *et al.*, 2020). Air kapur digunakan karena berfungsi untuk melunakkan bahan, menghilangkan bau pada rumput laut, mencegah pencoklatan secara enzimatis dan mempertahankan tekstur *thallus* (Amin *et al.*, 2018). Pembuatan bubuk *Sargassum* mengacu pada Maulina *et al.* (2019), menggunakan metode pengeringan. *Sargassum* sp. dimasukkan kedalam oven dengan suhu 45°C selama ± 20 jam. *Sargassum* sp. yang sudah kering dipotong menjadi kecil lalu dihaluskan menggunakan blender.

Uji dan Destruksi Sampel

Bubuk *Sargassum* sp. ditimbang sebanyak 0, 4, 6 dan 8 g, masing-masing bubuk dilarutkan ke dalam 100 ml akuades didalam gelas beaker kemudian diaduk. Larutan konsentrasi yang sudah dibuat dimasukkan kedalam kantong sampel. Pemakaian pH optimal untuk logam timbal berdasarkan penelitian Vijayaraghavan *et al.* (2020), berada pada pH 5 yang bersifat asam sehingga perlu penambahan larutan asam pada setiap larutan yang dibuat untuk mencapai pH 5 menggunakan CH_3COOH (asam asetat) 95%. Perendaman daging kerang hijau dengan bubuk *Sargassum* sp. mengacu pada Kama *et al.* (2020), daging kerang hijau ditimbang sebanyak ± 25 g untuk setiap sampel. Setelah itu, daging kerang hijau dimasukkan kedalam kantong sampel larutan konsentrasi secara acak. Kantong sampel ditutup dengan rapat dan direndam selama 90 menit, pengadukan dilakukan setiap 30 menit. Setelah itu, daging kerang hijau ditiriskan diatas kertas saring dilanjutkan proses destruksi.

Destruksi yang dilakukan berdasarkan penelitian Kama *et al.* (2020), menggunakan destruksi basah dengan modifikasi waktu penggunaan oven dan *furnace*. Cawan porselen 50 ml sebanyak 15 buah disiapkan, kemudian cawan porselen direndam menggunakan HNO_3 6N. Sampel daging kerang dimasukkan, kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 100°C selama 18 jam. Suhu dinaikkan menjadi 250°C selama 1 jam lalu 300°C selama 1 jam. Setelah itu, sampel dipindahkan kedalam *furnace* yang telah diatur pada suhu 400°C selama 24 jam sampai sampel berwarna putih. Selanjutnya, larutkan abu dalam 2 ml HNO_3 pekat dan diencerkan dengan akuades sampai 25 ml. Sampel dipanaskan di atas *hotplate* selama 2 jam dengan suhu 100°C dan diaduk menggunakan batang pengaduk. Setelah itu, sampel disaring menggunakan kertas *whatmann* no. 42 yang sudah dibasahi menggunakan HNO_3 10%. Filtrat ditampung dalam labu ukur 50 ml dan akuades ditambahkan sampai batas labu.

Uji Kadar Timbal (Pb) dalam Daging Kerang

Sampel destruksi dilakukan analisis kadar timbal menggunakan alat *Atomic Absorption Spektrofotometri* (AAS). *Atomic Absorption Spektrofotometri* merupakan alat untuk analisis penentuan unsur-unsur logam dan metalloid yang pengukurannya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam bebas dengan prinsip dasar interaksi antara radiasi elektromagnetik. Panjang gelombang yang digunakan untuk logam timbal yaitu spesifik 283,3 nm (Dewi *et al.*, 2021). Kemudian, dialirkan ke dalam AAS dan absorbansi atau tinggi peak (puncak) dapat diukur (BSN, 1998).

Uji Gugus Fungsi dalam Bubuk *Sargassum* sp.

Sampel bubuk *Sargassum* dilakukan analisis gugus fungsi dengan *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR). Uji FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terkandung pada *Sargassum* yang dipakai untuk penelitian. Penentuan jenis gugus fungsi dapat ditentukan dengan letak puncak

serapan % spektrum transmitansi yang terdapat pada suatu bilangan gelombang (Mandasari & Purnomo, 2016). Uji FTIR pada bubuk *Sargassum* sp. menggunakan alat FTIR ATR (*Attenuated Total Reflectance*) dengan merk instrumen Nicolet iS 5.

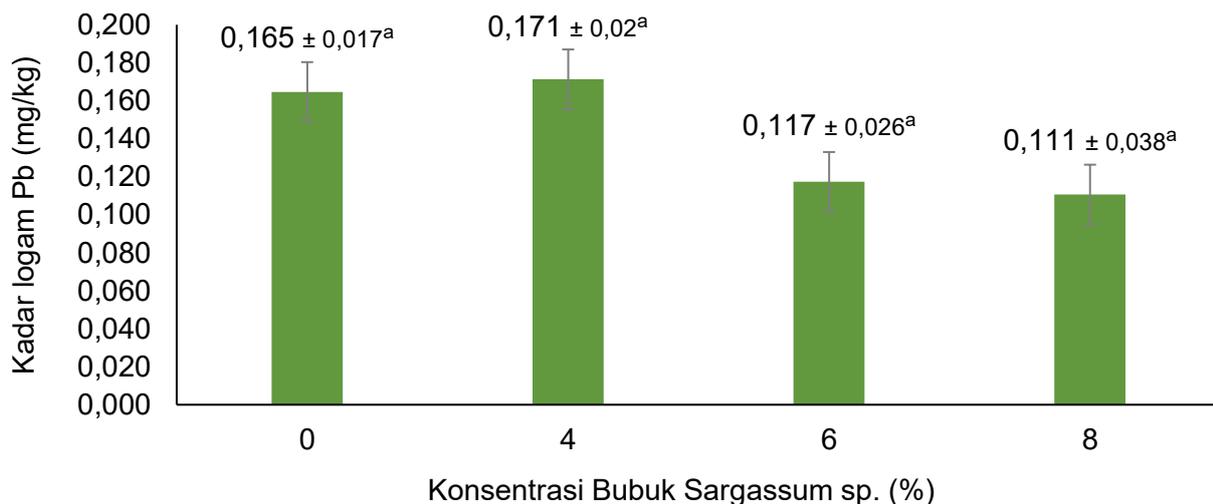
Analisis Data

Seluruh perolehan hasil analisa kadar timbal didata menggunakan *Microsoft Excel*, selanjutnya dilakukan uji statistik diantaranya uji normalitas, uji homogenitas, uji *Analysis of Variant* (ANOVA), dan uji Tukey menggunakan *IBM SPSS Statistic 25*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelitian ini, nilai kadar timbal pada daging kerang hijau dengan perendaman menggunakan variasi konsentrasi bubuk *Sargassum* tersaji pada Gambar 1 Kadar awal timbal pada daging kerang hijau sebesar 0,194 mg/kg. Berdasarkan data yang diperoleh, dapat dilihat bahwa pada empat konsentrasi bubuk *Sargassum* sp. menunjukkan hasil yang berbeda, dengan konsentrasi perendaman 0%, 4%, 6%, dan 8%. Hasil kadar timbal daging kerang hijau pada konsentrasi 0% bubuk *Sargassum* sp. yaitu sebanyak 0,165 mg/kg, kadar timbal daging kerang hijau pada konsentrasi 4% bubuk *Sargassum* sp. yaitu sebanyak 0,171 mg/kg, kadar timbal daging kerang hijau pada konsentrasi 6% bubuk *Sargassum* sp. yaitu sebanyak 0,117 mg/kg, dan kadar timbal daging kerang hijau pada konsentrasi 8% bubuk *Sargassum* sp. yaitu sebanyak 0,111 mg/kg.

Hasil uji statistik terdistribusi normal dengan nilai $P\ 0,414 > 0,05$ dan uji anova $P\ 0,05 \geq 0,05$. Hasil uji statistik tersebut menandakan bahwa konsentrasi bubuk *Sargassum* tidak memengaruhi penyerapan ion logam pada daging kerang hijau, namun secara deskriptif menunjukkan adanya penurunan kadar logam timbal. Hasil olah data yang didapat Kama *et al.* (2020), memakai konsentrasi dengan kelipatan kecil yaitu 0, 2, 4, dan 6 dengan hasil statistik yang tidak berpengaruh. Hal tersebut disebabkan oleh perbedaan konsentrasi bubuk *Sargassum* yang tidak signifikan sehingga hasil olah data tidak mempengaruhi. Penurunan kadar timbal daging kerang hijau yang paling tinggi terjadi pada konsentrasi perendaman bubuk *Sargassum* 8% yaitu 0,111 mg/kg. Sedangkan, penurunan kadar timbal daging kerang hijau terendah terjadi pada konsentrasi perendaman bubuk *Sargassum* 4% yaitu 0,171 mg/kg. Perendaman daging kerang hijau pada kontrol masih lebih rendah dibandingkan dengan konsentrasi 4%, yaitu 0,165 mg/kg. Hasil yang

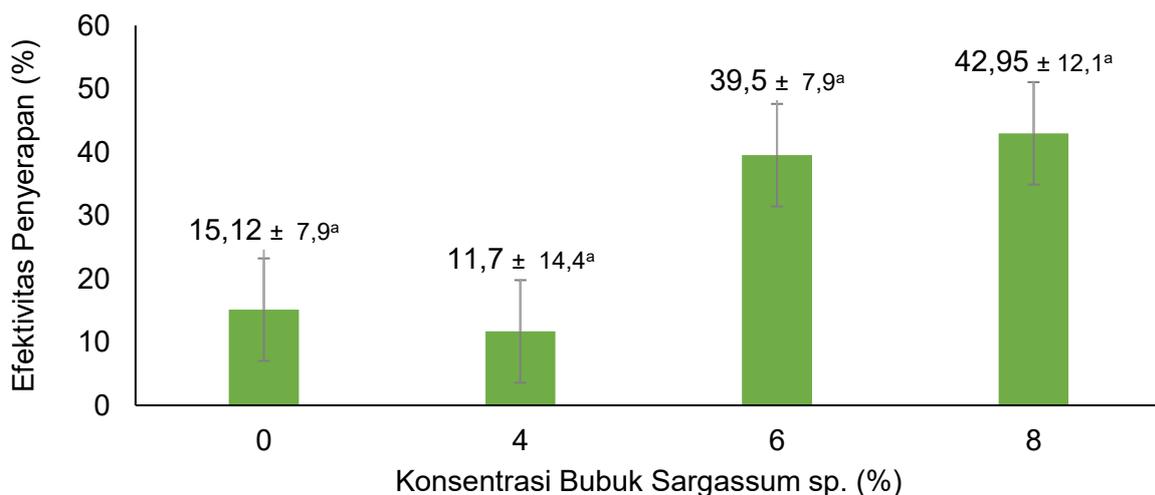


Gambar 1. Grafik penurunan kadar timbal setelah perendaman menggunakan variasi konsentrasi bubuk *Sargassum* sp. Keterangan: Data merupakan rata-rata dari 3 pengulangan $\bar{x} \pm SD$ ($n=3$); Huruf *superscript* yang sama menyatakan antar perlakuan tidak berbeda nyata ($P \geq 0,05$).

didapat berbeda dengan Kama *et al.* (2020), konsentrasi bubuk *Sargassum* sp. dengan penurunan kadar logam timbal tertinggi yaitu pada konsentrasi 6% dengan taraf konsentrasi 0%, 2%, 4%, dan 6%. Selain itu, berdasarkan hasil Chotimah *et al.* (2016), konsentrasi 4% merupakan konsentrasi dengan kadar logam kadmiun terendah dalam larutan alginat *Sargassum* sp.

Hasil penjerapan kadar timbal selama 90 menit dengan pH 5 pada konsentrasi bubuk *Sargassum* sp. 0% sebesar 15,12%, penjerapan konsentrasi bubuk *Sargassum* sp. 4% sebesar 11,7%, penjerapan konsentrasi bubuk *Sargassum* sp. 6% sebesar 39,5%, sedangkan untuk penjerapan konsentrasi bubuk *Sargassum* sp. 8% sebesar 42,95%. Penjerapan tertinggi terdapat pada perlakuan perendaman konsentrasi 8%, sedangkan penjerapan terendah terdapat pada perlakuan perendaman konsentrasi 4%. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan adanya kenaikan konsentrasi bubuk *Sargassum* sp. yang dipakai serta kondisi larutan yang bersifat asam. Menurut Barros *et al.* (2003), jumlah massa adsorben mempengaruhi proses adsorpsi yang terjadi. Apabila semakin banyak jumlah biomassa yang dipakai maka kemampuan adsorben untuk menjerap ion logam timbal akan semakin tinggi, sehingga pada Gambar 2 didapat hasil yang sama dengan hasil efektivitas penjerapan meningkat dengan bertambahnya konsentrasi yang dipakai. Selain itu, penelitian yang dilakukan Sari & Keman (2016), waktu perendaman dengan larutan asam berpengaruh nyata terhadap penurunan kadar logam oleh bubuk *Sargassum* sp. Keadaan tersebut diakibatkan oleh adanya waktu perendaman sehingga asam memiliki kesempatan yang lama untuk mengikat logam.

Hasil pada Gambar 3 konsentrasi bubuk *Sargassum* sp. 0% memiliki kapasitas adsorpsi paling rendah dengan nilai sebesar 0 mg/g, konsentrasi bubuk *Sargassum* sp. 4% dengan nilai sebesar 0,00055 mg/g, pada konsentrasi bubuk *Sargassum* sp. 6% sebesar 0,00041 mg/g, konsentrasi tertinggi bubuk *Sargassum* sp. 8% sebesar 0,0004 mg/g. Berdasarkan grafik pada Gambar 8 kapasitas adsorpsi bubuk *Sargassum* sp. sebagai adsorben logam timbal pada daging kerang hijau mengalami penurunan sehingga semakin besarnya konsentrasi bubuk *Sargassum* sp. yang ditambahkan maka semakin berkurangnya nilai kapasitas adsorpsi. Konsentrasi terendah didapat pada 0% yang disebabkan oleh tidak adanya penjerapan yang dilakukan oleh bubuk *Sargassum* sp. terhadap ion logam timbal, sedangkan untuk konsentrasi 4% menuju 8% terlihat pada Gambar 3 grafiknya menurun. Hasil tersebut menunjukkan bahwa saat adanya peningkatan konsentrasi bubuk *Sargassum* sp. maka terjadi peningkatan persentase penjerapan dan penurunan kapasitas adsorpsi. Hasil ini diperkuat Baidho *et al.* (2013), bahwa dengan hasil yang sama dengan semakin besarnya konsentrasi adsorben bubuk *Sargassum* sp. pada saat proses adsorpsi dan konsentrasi adsorbat



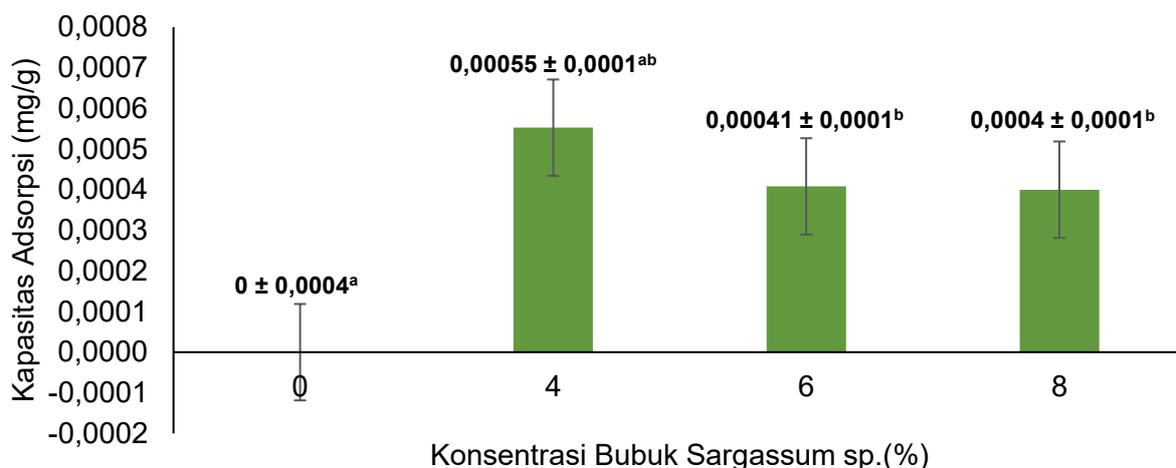
Gambar 2. Grafik efektivitas penjerapan logam timbal setelah perendaman menggunakan variasi konsentrasi bubuk *Sargassum* sp. Keterangan: Data merupakan rata-rata dari 3 pengulangan $\bar{x} \pm SD$ (n=3); Huruf *superscript* yang sama menyatakan antar perlakuan tidak berbeda nyata ($P \geq 0,05$).

yang tetap, maka kapasitas adsorpsi yang didapat adalah semakin kecil. Selain itu, penelitian Barros *et al.* (2003), kapasitas adsorpsi dipengaruhi massa adsorben dan luas permukaan. Ketika konsentrasi bubuk *Sargassum sp.* bertambah dan luas permukaan tidak berubah, ion pada bubuk *Sargassum sp.* yang seharusnya dapat bereaksi untuk menjerap menjadi terbatas dikarenakan luas permukaan yang tetap.

Kadar timbal pada daging kerang hijau memiliki kecenderungan yang menurun seiring bertambahnya konsentrasi. Kadar pada sampel kontrol didapat lebih rendah dari konsentrasi 4% dan lebih tinggi dari konsentrasi 6% dan 8%. Hal tersebut di dukung oleh Permanadewi *et al.* (2021), konsentrasi yang semakin meningkat maka bertambah banyak partikel pada larutan sehingga proses penjerapan juga akan meningkat. Apabila semakin banyak jumlah biomassa yang dipakai maka kemampuan adsorben untuk menjerap ion logam timbal akan semakin tinggi. Selain itu, adanya kenaikan konsentrasi bubuk *Sargassum sp.* yang dipakai serta kondisi larutan yang bersifat asam mempengaruhi proses adsorpsi yang terjadi.

Larutan konsentrasi bubuk *Sargassum sp.* memiliki pH awal sekitar 7-8. Uji pH perendaman daging kerang menggunakan larutan alginat *Sargassum sp.* dilakukan oleh Chotimah *et al.* (2016), bahwa pH yang didapat pada larutan konsentrasi berkisar antara 6,7-6,2 cenderung pH rendah. Berdasarkan penelitian Vijayaraghavan *et al.* (2020), spesiasi ion logam sangat dipengaruhi oleh pH dan pH 5 merupakan pH optimal untuk logam timbal tereduksi ion H⁺. Larutan yang bersifat pH rendah (asam) dapat meningkatkan ionisasi timbal sehingga terjadi pelarutan. Penambahan larutan asam asetat (CH₃COOH) untuk mencapai pH 5 pada perendaman daging kerang hijau menggunakan variasi konsentrasi bubuk rumput laut mempengaruhi penurunan kadar logam pada daging kerang hijau.

Hasil yang didapat pada kontrol menunjukkan bahwa adanya senyawa asam pada proses perendaman dapat menurunkan kadar timbal pada daging kerang hijau. Hal tersebut dapat dilihat pada kontrol dan 4% bubuk *Sargassum sp.*, adanya peningkatan kadar logam timbal pada daging kerang hijau. Namun, kadar timbal konsentrasi 4% hingga 8% terjadi penurunan kadar logam timbal. Penambahan asam asetat (CH₃COOH) untuk mencapai pH 5 dapat meningkatkan penyesuaian ion logam agar tereduksi dengan baik, sesuai dengan penelitian Chotimah *et al.* (2016), pH rendah (asam) menyebabkan unsur kation dari logam akan menghilang karena proses pelarutan. Pengaruh kondisi asam erat hubungannya dengan perubahan anion dalam daging kerang. Larutan asam yang berarti banyak H⁺, gugus amino yang netral akan menarik H⁺ untuk diikat dengan gugus COO⁻ sehingga memudahkan untuk melepaskan ion logam yang bermuatan positif. Lingkungan yang asam dapat meningkatkan proses ionisasi logam sehingga dapat tereduksi.



Gambar 3. Grafik kapasitas adsorpsi setelah perendaman menggunakan variasi konsentrasi bubuk *Sargassum sp.* Keterangan: Data merupakan rata-rata dari 3 pengulangan $\bar{x} \pm SD$ (n=3); Huruf *superscript* yang sama menyatakan antar perlakuan tidak berbeda nyata ($P \geq 0,05$); Huruf *superscript* yang berbeda menyatakan antar perlakuan berbeda nyata ($P \leq 0,05$).

FTIR Bubuk *Sargassum*

Uji FTIR menunjukkan senyawa atau gugus fungsi yang terdapat di dalam bubuk rumput laut. Hasil didapat berdasarkan Tabel 1 bahwa terdapat variasi senyawa yang terkandung di bubuk *Sargassum* sp., bubuk tersebut yang dipakai sebagai adsorben logam timbal pada daging kerang hijau. Gugus fungsi yang terdapat didalam alginat pada dinding sel rumput laut coklat memiliki fungsi dapat mengikat logam. Gugus fungsi yang terdapat di dalam bubuk *Sargassum* sp. yaitu gugus hidroksil, alkana, dan amina.

Setelah dilakukan uji FTIR pada bubuk *Sargassum* sp. beberapa gugus fungsional yang didapat yaitu gugus fungsi hidroksil (O-H) pada bilangan gelombang 3373,20 cm^{-1} , gugus fungsi alkana (C-H) pada bilangan gelombang 1414,24 cm^{-1} , gugus fungsi amina (C-N) pada bilangan gelombang 1211,69 cm^{-1} , dan gugus fungsi pendukung pada daerah sidik jari dengan bilangan gelombang 850-410 cm^{-1} . Proses penyerapan ion logam dengan berkurangnya kadar logam timbal pada daging kerang hijau disebabkan adanya gugus fungsi pada bubuk *Sargassum* sp. Gugus fungsi hidroksil, alkana, dan amina merupakan senyawa yang menunjukkan penyebab terjadinya pengikatan ion logam pada saat daging kerang hijau melalui proses perendaman menggunakan bubuk *Sargassum* sp. Berdasarkan penelitian Nguyen *et al.* (2022), banyak dari gugus fungsi seperti hidroksil, alkana dan amina dapat menjadi adsorben logam berat karena memiliki afinitas yang tinggi terhadap ion logam. Penurunan kadar logam timbal pada daging kerang hijau disebabkan adanya gugus fungsi fungsi hidroksil, alkana, dan amina.

Gugus fungsi yang terdapat pada bubuk rumput laut *Sargassum* sp. yang telah dilakukan pengeringan tidak mengandung salah satu senyawa alginat yang dapat menyerap ion logam yaitu gugus karboksil, berbeda dengan hasil FTIR rumput laut coklat yang tidak melalui proses pengeringan. Perbedaan hasil dapat dibandingkan dengan penelitian Riwanti & Izazih (2019), pada *Sargassum polycystum* dengan spektrum FTIR menunjukkan adanya pita serapan senyawa C-H alkana yang terdapat pada bilangan gelombang 2920,992 cm^{-1} dan 2851,759 cm^{-1} . Untuk gugus aromatik ditunjukkan oleh spektrum senyawa aromatis C=C pada bilangan gelombang 1457,612 cm^{-1} . Selain itu gugus fungsi pada penelitian Bijang *et al.* (2018), dengan hasil FTIR alginat *Padina australis* terdapat gugus karboksil dan hidroksil dengan intensitas yang sangat tinggi berada di kolom atas grafik FTIR, berbeda dengan hasil penelitian yang dapat dilihat pada Tabel 1. Keberadaan gugus fungsi karboksil, hidroksil, amina, dan lainnya tersebut memengaruhi jumlah serapan kadar ion logam pada daging kerang hijau yang disebabkan oleh keberadaan bubuk *Sargassum* sp. dan penambahan senyawa asam pH 5.

Daerah sidik jari hasil uji FTIR bubuk *Sargassum* sp. menunjukkan banyaknya gugus fungsi pendukung dan yang tergolong senyawa logam dalam jumlah yang tidak sedikit. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan habitat atau kondisi perairan terdapat logam-logam perairan dan partikel lain di lingkungan tempat rumput laut hidup, sehingga senyawa logam terjerap dan berada di dalam *thallus* rumput laut. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Subagan *et al.* (2020), bahwa rumput laut di perairan bisa menjadi biokontrol, yaitu sebagai organisme yang dimanfaatkan senyawa aktifnya untuk mengurangi dampak negatif terhadap suatu populasi, senyawa, atau zat yang bersifat racun

Tabel 1. FTIR Bubuk *Sargassum* sp.

Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Interpretasi Gugus Fungsi	Rentang Panjang Gelombang (cm^{-1}) ^{1*}
3373,20	Regang Hidroksil (O-H)	3300-3600
1602,89		
1414,24	Alkana (C-H)	1340-1470
1211,69	Amina (C-N)	1180-1360
1029,11		
574 - 410	Gugus fungsi sidik jari	1004-500

Keterangan: ¹Menurut Silverstein & Webster, (1996)

maupun yang mengganggu lingkungan sekitar pada suatu kondisi lingkungan perairan. Penyerapan ion-ion perairan yang dilakukan oleh rumput laut tersebut dapat memengaruhi kandungan alginat bahkan ion maupun senyawa didalamnya yang terdapat pada dinding sel *Sargassum* sp.

Proses penjerapan ion logam pada daging kerang hijau ditandai dengan berkurangnya jumlah logam timbal. Penjerapan yang terjadi terdapat mekanisme adsorpsi mendasar untuk prosesnya. Berdasarkan penelitian Nguyen *et al.* (2022), mekanisme yang mendasari adsorpsi ion logam adalah pertukaran ion-ion dan gaya tarik menarik elektrostatis dengan bergantung pada formasi antara divalen, kation logam trivalen dengan karboksil, hidroksil, dan gugus amina yang berdekatan pada struktur biosorben. Dasar mekanisme tersebut mengarah pada koordinasi ikatan yang stabil dari senyawa logam untuk melepaskan proton atau kation, sehingga mekanisme akhir terjadi bergantung pada pembentukan gaya tarik elektrostatis antara kation logam bermuatan positif dan permukaan bermuatan negatif, sehingga dapat meningkatkan mobilisasi dan penjerapan ion logam berat dalam struktur biosorben.

KESIMPULAN

Konsentrasi bubuk rumput laut *Sargassum* sp. tidak mempengaruhi penjerapan logam timbal pada daging kerang hijau. Hasil uji Anova $P 0,05 \leq 0,05$ tidak berbeda secara nyata. Konsentrasi bubuk rumput laut *Sargassum* sp. dengan penurunan kadar logam tertinggi yaitu konsentrasi 8% sebesar 0,111 mg/kg dengan kadar awal 0,194 mg/kg, persentase penjerapan 42,95%, dan kapasitas adsorpsi 0,0004 mg/g. Bubuk rumput laut *Sargassum* sp. terdapat gugus fungsi yaitu gugus fungsi hidroksil (-OH), gugus fungsi alkana (-CH₂), dan gugus fungsi amina (-NH₂).

DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, R., & Husaini., 2017. Logam Berat Sekitar Manusia, Ed.2, Lambung Mangkurat University Press, Banjarmasin.
- Amin, M., Novitasari, R., & Mardesci, H., 2018. Studi Perbandingan Kacang Merah (*Phaseolus Vulgaris* L.) dan Rumput Laut (*Eucheima Cottonii*) Terhadap Karakteristik Permen Jelly. *Jurnal Teknologi Pertanian*, 7(1):21–32. DOI: 10.32520/jtp.v7i1.110.
- Andayani, A., Koesharyani, I., Fayumi, U., Rasidi, R., & Sugama, K., 2020. Akumulasi Logam Berat Pada Kerang Hijau di Perairan Pesisir Jawa, *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 5(2):135-144. DOI: 10.14203/oldi.2020.v5i2.279.
- Barokah, G.R., Dwiwitno., & Nugroho, I., 2019. Kontaminasi Logam Berat (Hg, Pb, dan Cd) dan Batas Aman Konsumsi Kerang Hijau (*Perna Viridis*) dari Perairan Teluk Jakarta di Musim Penghujan. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 14(5):95–106. DOI: 10.15578/jpbkp.v14i2.611.
- Barros, L.M.J., Macedo, G.R., Duarte, M.M.L., Silva, E.P., & Lobato, A.K.C.L., 2003. Biosorption of Cadmium Using The Fungus *Aspergillus niger*. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 20(3):229–239. DOI: 10.1590/S0104-66322003000300003.
- Bijang, C.M., Latupeirissa, J., & Ratuhanrasa, M., 2018. Biosorpsi Ion Logam Tembaga (Cu²⁺) pada Biosorben Rumput Laut Coklat (*Padina Australis*). *Indonesian Journal of Chemical Research*, 6(1):26–37. DOI: <https://doi.org/10.30598/ijcr.2018.6-cat>.
- Chotimah, S.N., Riyadi, P.H., & Romadhon., 2016. Efektivitas Larutan Alginat dalam Menurunkan Kandungan Logam Berat Kadmium pada Daging Kerang Hijau (*Perna viridis*). *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 5(4):1–10.
- Chusein, A.F., & Ibrahim, R., 2012. Lama Perendaman Daging Kerang Darah (*Anadara Granosa*) Rebus dalam Larutan Alginat Terhadap Pengurangan Kadar Kadmium. *Jurnal Saintek Perikanan*, 8(1):19–25.
- Dewi, L., Hadisoebroto, G., Anwar, K., Farmasi, J., Al-ghifari, U., & Atom, S.S., 2021. Penentuan Kadar Logam Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Sumber Air di Kawasan Gunung Salak Kabupaten Sukabumi dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *Jurnal Sabdariffarma*, 9(2):15–24. DOI: 10.53675/jfsfar.v3i2.393.

- Eshmat, M.E., Mahasri, G., & Rahardja, B.S., 2014, Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) Pada Kerang Hijau (*Perna viridis* L.) di Perairan Ngemboh Kabupaten Gresik Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 6(1):101–108. DOI: 10.20473/jipk.v6i1.11387.
- Hapsari, T., Darusdiati, Y.H., & Dangiran, H.L., 2019. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Kandungan Timbal (Pb) pada Kerang Hijau Yang Dikonsumsi Istri Nelayan di Tambak Lorok, Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(5):891-897.
- Kama, N.A., Ayu, A.R., & Akbar, M.N., 2020. Efektivitas Bubur Rumpit Laut sebagai Reduktor Logam Timbal pada Kerang Hijau. *Jurnal ABDI*, 2(1):59–67. DOI:10.30649/pst.v1i1.35
- Kartikaningsih, H., Trihartita, Y., & Fuadi, F., 2020. Antibakteri Ekstrak Etanol Serbuk Kering *Sargassum cristaefolium* Terhadap Bakteri *Escherischia coli* dan *Salmonella thyposa*. *Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(1):53–60. DOI: 10.21776/ub.jfmr.2020.004.01.8.
- Mandasari, I., & Purnomo, A., 2016. Penurunan Ion Besi (Fe) dan Mangan (Mn) dalam Air dengan Serbuk Gergaji Kayu Kamper, *Jurnal Teknik ITS*, 5(1):1–6. DOI: 10.12962/j23373539.v5i1.15113.
- Maulina, S., Suhendra, L., & Gunam, I.B.W.G., 2019. Karakteristik Bubuk Alga Coklat (*Sargassum Polycystum*) pada Perlakuan Ukuran Bahan dan Suhu Pengeringan. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 3(2):58–66. DOI: 10.24843/JRMA.2018.v06.i01.p01.
- Nguyen, D.T.C., Tran, T.V., Kumar, P.S., Din, A.T.M., Jalil, A.A., & Vo, D.V.N., 2022. Invasive Plants as Biosorbents for Environmental Remediation: a Review. *Environmental Chemistry Letters*, 20(2):1421-1451. DOI: 10.1007/s10311-021-01377-7.
- Permanadewi, I., Kumoro, A.C., Wardhani, D.H., & Aryanti, N., 2021. Analisis Pengaturan Temperatur, Konsentrasi, dan Waktu Pengadukan pada Tekanan Atmosferik untuk Meningkatkan Kepresisian Densitas Larutan Alginat. *Teknik*, 42(1):29–34. DOI: 10.14710/teknik.v42i1.35994.
- Permanawati, Y., Zuraida, R., & Ibrahim, A., 2013. Kandungan Logam Berat (Cu, Pb, Zn, Cd, dan Cr) dalam Air dan Sedimen di Perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Geologi Kelautan*, 11(1):9–16. DOI: 10.32693/jgk.11.1.2013.227.
- Riwanti, P., & Izazih, F., 2019. Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol 96% *Sargassum polycystum* dan Profil dengan Spektrofotometri Infrared. *Acta Holistica Pharmacia*, 1(2):34–41.
- Silverstein, R.M., & Webster, F.X., 1996. Spectrometric Identification of Organic Compounds, *Journal of Chemical Education*, 39(11):546. DOI: 10.1021/ed039p546
- Subagan, K.N.G.D., Suhendra, L., & Wartini, N.M., 2020. Karakteristik Bubuk Alginat dari Alga Coklat *Sargassum* sp. pada Perlakuan Waktu dan Suhu Maserasi, *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 8(1):105-113. DOI: 10.24843/jrma.2020.v08.i01.p11.
- Supriyantini, E., & Soenardjo, N., 2016. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Dan Tembaga (Cu) pada Akar dan Buah Mangrove *Avicennia marina* di Perairan Tanjung Emas Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(2):98–106. DOI: 10.14710/jkt.v18i2.520.
- Vijayaraghavan, J., Rahman, D.Z., & Thivya, J., 2020 Sequestration of Pb (II), Ni (II) and Zn (II) Biosorption Onto Brown Seaweed *Sargassum wightii*: Isotherm and Kinetic Modeling. *Journal of The Indian Chemical Society*, 97(11):2224–2232.
- Yantiana, I., Amalia, V., & Fitriyani, R., 2018. Adsorpsi Ion Logam Timbal (II) Menggunakan Mikrokapsul Ca-Alginat. *Al-Kimiya*, 5(1):17–26. DOI: 10.15575/ak.v5i1.3721.