

## BIOSORPSI ION LOGAM TEMBAGA (Cu<sup>2+</sup>) PADA BIOSORBEN RUMPUT LAUT COKLAT (*Padina australis*)

### Biosorption of Copper Metal Ions (Cu<sup>2+</sup>) on Brown Seaweed (*Padina australis*) Biosorbent

Catherina M. Bijang\*, Jolantje Latupeirissa, Marike Ratuhanrasa

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Pattimura University-Indonesia

\*Corresponding author: rina@fmipa.unpatti.ac.id

Received: May 2018 Published: July 2018

#### ABSTRACT

The research on the biosorption of Cu<sup>2+</sup> metal ions in brown seaweed biosorbent (*Padina australis*) has been done. This study aims to determine moisture content, ash content, biomass content, pH and optimum contact time of Cu<sup>2+</sup> metal ions absorption pH and optimum contact time of Cu<sup>2+</sup> metal ions absorption. The method used is batch method. The adsorption result of Cu<sup>2+</sup> metal ions was analyzed by Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The results showed that the optimum pH was 7 with 99.8308 % absorption ability of biosorbent and the optimum contact time was 5 hours with 99.5570 % biosorbent absorbency.

**Keywords:** Biosorption, biosorbent, seaweed, *Padina australis*, Cu<sup>2+</sup>

#### PENDAHULUAN

Perkembangan di bidang industri saat ini mengakibatkan banyaknya aktivitas manusia yang kemudian memberikan dampak positif dan negatif. Pertambahan jumlah industri dan kepadatan penduduk berakibat negatif yaitu bertambahnya pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh pembuangan limbah industri secara sembarangan ke lingkungan. Limbah yang dihasilkan dari industri jika tidak diolah dengan benar dan dibuang ke lingkungan akan berdampak buruk bagi lingkungan sekitarnya, karena mengandung zat-zat beracun dan berbahaya jika dikonsumsi atau bahkan terakumulasi dalam sistem biologis. Keberadaan logam berat di lingkungan yang melebihi ambang batas akan merusak lingkungan dan menimbulkan masalah kesehatan bagi makhluk hidup di lingkungan tersebut.

Adanya logam berat di perairan berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat yaitu sulit terurai, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai (Ika dkk., 2012). Sumber pencemaran logam berat ada dua, yaitu akibat

peristiwa alam dan non alami. Akibat peristiwa alam seperti pengikisan dari batuan mineral, debu, dan partikel yang ada dalam lapisan udara dibawa turun oleh air hujan ke perairan. Secara non alami, logam berat masuk lingkungan akibat aktivitas manusia, seperti buangan limbah rumah tangga dan industri di darat maupun laut, alat-alat rumah tangga, dan galangan kapal. Salah satu logam yang terdapat pada limbah hasil kegiatan-kegiatan tersebut adalah logam tembaga.

Tembaga adalah konduktor terbaik dari panas dan listrik, serta merupakan komponen penting pada berbagai enzim. Logam ini merupakan logam berat esensial yang dibutuhkan oleh tubuh makhluk hidup dalam jumlah yang sangat kecil. Kelebihan logam berat ini mengakibatkan penyakit perut dan usus, kerusakan hati, kerusakan ginjal, menurunnya tingkat intelegensia anak-anak dalam masa pertumbuhan, kerusakan otak, pendarahan pada gastrointestinal, penyakit kuning, anemia, dan bahkan bisa menyebabkan kematian. Manusia biasanya terpapar melalui tanah, debu, makanan, serta minuman yang tercemar logam ini. Keracunan logam berat bersifat kronis dan dampaknya baru terlihat setelah beberapa tahun (Widowati dkk., 2008, Sutapa dkk. 2014). Untuk itu pencemaran

lingkungan oleh logam ini harus mendapat perhatian kita semua. Bahayanya harus dikurangi atau bahkan ditiadakan (Male dkk, 2017).

Berbagai macam metode telah digunakan untuk menanggulangi pencemaran lingkungan oleh logam berat seperti penjerapan, presipitasi, elektrodeposisi, penukar ion dan pemisahan secara membran telah dilakukan (Bijang dkk. 2014). Di antara metode-metode ini, pengolahan limbah menggunakan metode penjerapan adalah yang banyak dilakukan. Penjerapan atau disebut juga adsorpsi merupakan metode yang melibatkan adsorben sebagai penjerap. Beberapa biosorben yang dapat digunakan dalam penanganan limbah adalah serbuk gergaji, hasil samping pertanian, limbah industri makanan, bakteri, mikroalga, dan rumput laut. Keunggulan biosorben ini adalah mudah didapat, ramah lingkungan, dan dapat diperbaharui.

Rumput laut merupakan salah satu sumber daya hayati kelautan yang dimiliki Indonesia. Rumput laut dibedakan atas empat kelas, yaitu *Rhodophyceae* (rumput laut merah), *Phaeophyceae* (rumput laut cokelat), *Chlorophyceae* (rumput laut hijau) dan *Cyanophyceae* (rumput laut hijau biru) (Munaf, 2000). Seiring dengan perkembangan teknologi rumput laut telah ditingkatkan pemanfaatannya sehingga memberikan nilai yang lebih tinggi. Salah satu pemanfaatannya adalah sebagai biosorben dalam proses biosorpsi. Khususnya rumput laut cokelat sampai saat ini belum optimal penggunaannya, bila dibandingkan dengan jenis rumput laut merah maupun hijau. Di daerah perairan laut Maluku, diantaranya adalah di pulau Kisar sangat banyak ditemukan rumput laut cokelat yang terbuang percuma di pesisir pantai, khususnya rumput laut cokelat *Padina australis*.

Rumput laut cokelat *Padina australis* memiliki banyak potensi, sebagai penghasil alginat, fukosantin, antioksidan, dan antibakteri yang sangat berguna bagi industri farmasi, pangan, obat-obatan, dan kosmetika, serta dapat menjerap logam karena memiliki gugus-gugus fungsional seperti karbonil (CO), karboksil (COOH), amina (-NH<sub>2</sub>), dan hidroksil (-OH) yang berperan sebagai situs aktif pengikat ion logam. Di Maluku rumput laut cokelat *Padina australis* belum dimanfaatkan secara optimal. Rumput laut ini tidak dikonsumsi oleh masyarakat sehingga terbuang percuma di pesisir

pantai dan merupakan sampah. Oleh karena itu, sampah rumput laut cokelat *Padina australis* ini perlu dikembangkan untuk memberikan nilai tambah baik secara ekonomi maupun pemecahan masalah-masalah lingkungan terutama pencemaran oleh limbah logam berat. Penggunaan rumput laut cokelat sebagai biosorben telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Indriani dan Suzuki (1998) menggunakan rumput laut cokelat sebagai biosorben, hasil penelitiannya menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi rumput laut cokelat terhadap logam berat sangat dipengaruhi oleh pH. Wewra (2011) mengisolasi alginat dari rumput laut cokelat *Sargassum polycystum* sebagai biosorben ion Cd(II). Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH optimum biosorpsi adalah pH 5 dan waktu kontak selama 36 jam dengan kapasitas biosorpsi terhadap ion logam Cd(II) sebesar 0,588 mg/g. Tentua (2011) juga melakukan penelitian yang sama terhadap rumput laut cokelat *Turbinaria ornatta*, hasil penelitiannya menunjukkan bahwa dengan waktu kontak yang sama pH optimum biosorpsi adalah pH 4 dengan kapasitas biosorpsinya sebesar 0,55 mg/g.

Jumlah rumput laut cokelat *Padina australis* yang melimpah dan mudah diperoleh di pesisir pantai dan berpotensi sebagai sampah, maka potensi rumput laut ini perlu dikembangkan untuk pemanfaatannya sebagai adsorben logam berat Cu dalam upaya mengurangi tingkat pencemaran lingkungan. Berdasarkan latar belakang tersebut telah dilakukan biosorpsi ion logam tembaga (Cu<sup>2+</sup>) pada biosorben rumput laut cokelat (*Padina australis*).

## METODOLOGI

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan antara lain: Rumput laut cokelat *Padina australis*, larutan standar ion logam Cu<sup>2+</sup> dari larutan CuSO<sub>4</sub>·5H<sub>2</sub>O, akuades, KCl (p.a Merck), HCl (p.a Merck), asam asetat (p.a Merck), Natrium asetat (p.a Merck), C<sub>8</sub>H<sub>5</sub>KO<sub>4</sub> (p.a Merck), Na<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> (p.a Merck), NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> (p.a Merck), kertas saring.

### Alat

Alat-alat yang digunakan antara lain: Seperangkat alat gelas (Pyrex), blender, ayakan 100 mesh, oven (Mommert), desikator, cawan

porselin, neraca analitik (Ada 210/LE), tanur listrik, indikator universal, sheker GFL 3005, Spektrofotometer Serapan Atom, 6300 A, Shimadzu, spektrofotometer FTIR.

### Prosedur Kerja

#### Penyiapan biosorben

Rumput laut coklat *Padina australis* dicuci hingga bersih dan dibilas dengan akuades, kemudian dikeringkan. Setelah kering, rumput laut diblender dan diayak menggunakan ayakan 100 mesh. Serbuk rumput laut tersebut dikeringkan dalam oven dengan suhu 100 °C selama 1 jam agar benar-benar kering, kemudian disimpan di dalam desikator.

#### Penentuan kadar air

Cawan porselin bersih dan kering ditimbang beratnya untuk bobot wadah kosong. Serbuk rumput laut coklat *Padina australis* ditimbang sekitar 3 g, selanjutnya dimasukkan ke dalam cawan porselin dan dimasukkan ke dalam oven selama 4-6 jam dengan suhu 105 °C kemudian ditimbang kembali hingga dicapai berat konstan. Proses ini dilakukan secara duplo.

#### Penentuan kadar abu

Cuplikan yang diperoleh dimasukkan ke dalam tanur listrik dengan suhu 400-600 °C. Setelah itu abu sampel dikeluarkan dan didinginkan dalam desikator dan dibiarkan kira-kira 1 jam sampel ditimbang kembali.

#### Pembuatan larutan standar $\text{Cu}^{2+}$

Timbang 0,1255 g kristal  $\text{CuSO}_4$  kemudian dimasukkan ke dalam labu takar 500 mL, tambahkan akuades sampai tanda batas, diperoleh larutan induk  $\text{Cu}^{2+}$  100 ppm. Untuk membuat larutan standar  $\text{Cu}^{2+}$  50 ppm dengan pH 2, diambil 25 mL larutan induk  $\text{Cu}^{2+}$  100 ppm, dimasukkan ke dalam labu takar 50 mL dan ditambahkan 25 mL larutan buffer pH 2. Untuk membuat larutan  $\text{Cu}^{2+}$  50 ppm dengan pH 3, pH 4, pH 5, pH 6, dan pH 7 dibuat dengan cara yang sama di atas.

#### Penentuan pH optimum

Ke dalam 6 buah erlenmeyer 100 mL, dimasukkan masing-masing 0,50 g serbuk rumput laut dan ditambahkan 25 mL larutan standar  $\text{Cu}^{2+}$  50 ppm dengan pH larutan masing-

masing 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 yang diatur menggunakan buffer. Buffer yang digunakan untuk pH berturut turut yaitu : KCl 0,2 M, HCl 0,2 M ;  $\text{C}_8\text{H}_5\text{KO}_4$  0,1 M, HCl 0,1 M ; Asam asetat, Natrium asetat;  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  0,1 M,  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  0,1 M, akuades dengan perbandingan volume masing-masing berbeda untuk tiap buffer. Kemudian campuran dishaker dengan kecepatan 250 rpm selama 5 jam. Setelah itu campuran disaring, filtratnya dianalisis menggunakan SSA dan filtrannya diuji menggunakan spektrofotometer FTIR.

#### Penentuan waktu kontak optimum

Sebanyak 0,50 g serbuk rumput laut dimasukkan ke dalam 5 buah erlenmeyer 100 ml dan ditambahkan 25 ml larutan  $\text{Cu}^{2+}$  50 ppm dengan pH optimum yang diperoleh. Campuran kemudian dishaker dengan kecepatan 250 rpm selama 3, 4, 5, 6, dan 7 jam. Setelah itu campuran disaring, filtratnya dianalisis menggunakan SSA dan filtrannya diuji menggunakan spektrofotometer FTIR.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengambilan Sampel

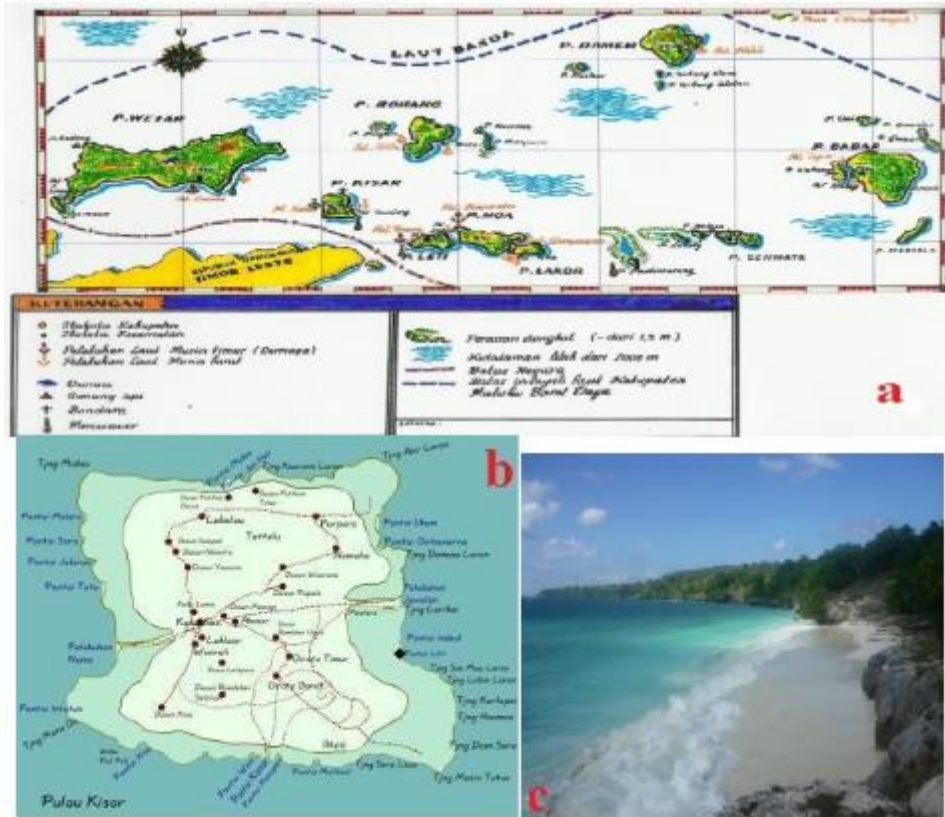
Rumput laut coklat (*Padina australis*) diambil dari pantai Litti Pulau Kisar, Kabupaten Maluku Barat Daya. Sampel diambil pada tanggal 7 Juni 2016 keadaan cuaca pada saat itu cerah namun keadaan lautnya bergelombang, karena sudah peralihan/ pergantian musim sehingga tiupan angin dari arah timur (musim timur). Tempat pengambilan sampel jaraknya 1,5 km dari pemukiman masyarakat yang ditempuh dalam perjalanan 30 menit. Tempat pengambilan sampel adalah tempat yang kosong yang tidak dihuni oleh masyarakat dan tidak ada hunian. Tempat pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 1.

### Penyiapan Biosorben

Sampel rumput laut coklat (*Padina australis*) yang diambil dari pantai Litti Pulau Kisar, Kabupaten Maluku Barat Daya dibawa ke laboratorium. Sampel dibilas dengan akuades hingga bebas garam klorida (Uji  $\text{AgNO}_3$ ). Sampel yang telah bersih dikeringkan dalam oven dengan suhu 60-68 °C selama 2 hari, digunakan suhu 60-68 °C agar gugus fungsi dari

rumpun laut ini tidak rusak. Setelah kering sampel dihaluskan hingga menjadi serbuk dan diayak dengan ayakan 100 mesh yang bertujuan untuk memperbesar luas permukaan biosorben.

biosorben rumput laut coklat *Padina australis*. Proses ini diawali dengan penentuan kadar air. Kadar air adalah banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam persen.



Gambar 1 Tempat pengambilan sampel (a. Peta Kabupaten Maluku Barat Daya; b. Peta Pulau Kisar; c. Pantai Litti)

Serbuk biosorben selanjutnya dikeringkan dalam oven dengan suhu 100 °C selama 1 jam untuk menghilangkan kadar air agar sel-sel rumput laut yang masih hidup cepat mati dan mencegah pertumbuhan mikroorganisme. Setelah dikeringkan, serbuk biosorben siap diaplikasikan untuk penentuan pH optimum dan waktu kontak optimum. Untuk mengetahui kadar logam Cu dalam sampel rumput laut, sampel didestruksi basah dan hasilnya di uji menggunakan SSA. Dari hasil uji SSA menunjukkan bahwa sampel rumput laut tidak terdeteksi logam Cu. Artinya sampel bebas logam Cu. Hal ini didukung oleh lokasi pengambilan sampel yang sangat jauh dari pemukiman warga.

**Penentuan Kadar Air, Kadar Abu, dan Kadar Biomassa**

Pada penelitian dilakukan penentuan kadar air, kadar abu, dan kadar biomassa terhadap

Kadar air dalam bahan pangan ikut menentukan kesegaran dan daya awet bahan pangan tersebut. Kadar air yang tinggi mengakibatkan mudahnya bakteri, kapang, dan khamir untuk berkembang biak sehingga akan terjadi perubahan pada bahan pangan. Pada proses ini cawan porselin kosong dipanaskan di dalam oven pada suhu 105 °C selama 1 jam. Pemanasan ini bertujuan menguapkan kadar air yang melekat di permukaan cawan. Selain itu, dimasukkannya cawan ke dalam desikator untuk mencegah cawan terkontaminasi uap air dan udara.

Setelah diketahui bobot cawan kosong maka dilakukan proses pemanasan terhadap sampel biosorben rumput laut coklat *Padina australis*. Proses pemanasan menggunakan suhu 105 °C. Pemanasan dilakukan sebanyak 5 kali pengulangan dengan total waktu pemanasan 9 jam hingga diperoleh berat yang

konstan. Dari hasil perhitungan, diperoleh data kadar air biosorben rumput laut coklat *Padina australis* seperti pada Tabel 1.

Tabel 1 Data kadar air, kadar abu, dan kadar biomassa pada biosorben rumput laut coklat *Padina australis*

No.	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Kadar Biomassa (%)
1	12,1685	29,2928	66,6489
2	12,2088	29,0390	66,9226
Rata-rata	12,1886	29,1659	66,7857

Dari data Tabel 1 diketahui rata-rata kadar air rumput laut coklat *Padina australis* 12,1886 %. Kadar air sangat berpengaruh terhadap kualitas biosorben. Hilangnya molekul air yang ada pada biosorben menyebabkan pori-pori pada biosorben semakin besar sehingga semakin besar luas permukaannya. Bertambahnya luas permukaan ini mengakibatkan semakin meningkatnya kemampuan adsorpsi dari biosorben.

Proses selanjutnya adalah penentuan kadar abu. Abu merupakan bahan tersisa hasil pembakaran yang merupakan zat-zat anorganik berupa mineral. Hal tersebut terjadi karena proses pembakaran menyebabkan zat-zat organik pada bahan akan terbakar dan menyisakan abu. Nilai kadar abu suatu bahan pangan menunjukkan besarnya jumlah mineral yang terkandung dalam bahan pangan tersebut. Bahan makanan sebagian besar, yaitu sekitar 96 % terdiri dari bahan organik dan air, sisanya terdiri dari mineral. Dalam proses pembakaran, bahan-bahan organik terbakar tetapi zat anorganiknya tidak. Rumput laut merupakan bahan yang kaya akan mineral seperti Na, K, Ca, dan Mg. Pada proses penentuan kadar abu ini digunakan sampel hasil proses kadar air, hal ini dikarenakan sampel biosorben ini telah dihilangkan airnya sehingga mempermudah untuk menghilangkan bahan-bahan organik dari sampel biosorben rumput laut coklat *Padina australis*. Proses ini menggunakan suhu tanur 600 °C dengan waktu pemanasan selama 4 jam hingga menjadi abu. Dibiarkan kurang lebih 1 jam didalam tanur Sebelum dimasukkan ke desikator. Dari hasil perhitungan, diperoleh data kadar abu biosorben rumput laut coklat *Padina australis*

seperti pada Tabel 1 dan diketahui rata-rata kadar abu biosorben rumput laut coklat *Padina australis* adalah 29,1659 %.

Data berat kering dan berat abu sampel dapat dipergunakan untuk menghitung kadar biomassa dari biosorben rumput laut coklat *Padina australis*. Biomassa adalah semua bahan yang dihasilkan dari melalui fotosintesis, dengan kata lain, tanaman atau komponen utamanya (selulosa, pati, gula). Beberapa Biomassa dapat digunakan langsung sebagai bahan bakar. Biomassa lain juga dapat diubah menjadi gas, cairan atau padatan untuk digunakan sebagai bahan bakar atau bahan baku (Petrucci., 1987). Biomassa meliputi limbah kayu, limbah pertanian, limbah perkebunan, limbah hutan, dan komponen organik dari industri maupun rumah tangga. Biomassa terdiri atas beberapa komponen yaitu kandungan air (*moisture content*), zat mudah menguap (*volatile matter*), karbon terikat (*fixed carbon*), dan abu (*ash*). Dari hasil perhitungan, diperoleh data kadar biomassa biosorben rumput laut coklat *Padina australis* seperti pada Tabel 1 dari hasil perhitungan yang ada juga, diperoleh rata-rata biomassa biosorben rumput laut coklat *Padina australis* sebesar 66,7857 %, yang didalamnya terdapat gugus-gugus fungsi yang berperan dalam proses adsorpsi.

### Penentuan pH Optimum

Nilai pH adalah salah satu variabel utama yang mempengaruhi proses adsorpsi ion logam karena langsung mempengaruhi kelarutan ion logam atau derajat disosiasi kelompok fungsional yang terletak di permukaan biosorben (Al- Homaidan dkk, 2014). Penentuan pH optimum dilakukan untuk mengetahui pH interaksi ion logam  $\text{Cu}^{2+}$  dimana biosorben menyerap biosorbat secara maksimum. Pada penentuan pH optimum, perlakuan yang diberikan adalah mereaksikan serbuk rumput laut (biosorben) dengan larutan logam  $\text{Cu}^{2+}$  50 ppm pada pH 2, 3, 4, 5, 6, dan 7 yang kemudian dishaker dengan kecepatan 250 rpm. Setelah itu larutannya disaring dan filtratnya dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom. Konsentrasi logam tersisa setelah penyerapan dapat dilihat pada Tabel 2.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, ion  $\text{Cu}^{2+}$  yang diadsorpsi oleh rumput laut coklat *Padina australis* pada pH 2 adalah 49,8246 ppm.

Jumlah ini naik pada pH 3 dan kemudian turun kembali pada pH 4, naik lagi pada pH 5, turun lagi pada pH 6. Pada pH 7 jumlah ion yang diadsorpsi naik lagi. Hal ini dapat dijelaskan dari hasil pengamatan secara visual yang menunjukkan adanya endapan yang terbentuk pada pH tersebut. Hal ini didukung oleh Svehla (1990) bahwa  $\text{Cu}^{2+}$  mulai membentuk endapan  $\text{Cu}(\text{OH})_2$  pada pH sekitar 5,6 dan mengendap sempurna pada pH 7,1. Adanya endapan menyebabkan jumlah ion  $\text{Cu}^{2+}$  yang terdapat dalam larutan berkurang dan sebagian ion tersebut hilang karena terikat pada gugus  $-\text{OH}$  membentuk endapan  $\text{Cu}(\text{OH})_2$ , sehingga analisis SSA memberikan konsentrasi ion yang lebih kecil daripada yang sebenarnya dalam larutan.

Tabel 2 Adsorpsi logam  $\text{Cu}^{2+}$  pada beberapa pH dengan  $\text{Co} = 50$  ppm

pH	Ce (ppm)	Co-Ce (ppm)	Q (%)
2	0,1754	49,8246	99,6492
3	0,1449	49,8551	99,7102
4	0,1787	49,8213	99,6426
5	0,1204	49,8796	99,7592
6	0,1783	49,8217	99,6434
7	<b>0,0846</b>	<b>49,9154</b>	<b>99,8308</b>

Dimana:

Co = konsentrasi Cu awal

Ce = konsentrasi Cu tersisa

Co-Ce = konsentrasi Cu terserap

Q = persentase penjerapan ion logam Cu

pH optimum hasil penyerapan adalah pada pH 7 karena pada pH ini terjadi penyerapan logam  $\text{Cu}^{2+}$  terbanyak yaitu sebesar 49,9154 ppm, dapat dilihat dari konsentrasi  $\text{Cu}^{2+}$  yang tersisa sangat sedikit yaitu 0,0846 ppm. Hasil ini didukung oleh penelitian dari Al-Homaidan dkk (2014) yang memanfaatkan biomassa *Spirulina platensis* untuk menyerap logam  $\text{Cu}^{2+}$  dan diperoleh pH optimumnya adalah pH 7. Setelah pH optimum diperoleh selanjutnya digunakan untuk penentuan waktu kontak optimum.

Penjerapan logam pada dinding sel terjadi akibat adanya berbagai senyawa pembangun dinding sel seperti senyawa polisakarida serta ligan-ligan ionik seperti asam karboksilat,

amino, fosfat. Senyawa-senyawa ini dianggap sebagai komponen aktif yang membentuk senyawa-senyawa kompleks dengan logam. Karena senyawa-senyawa ini dipengaruhi oleh pH, karena pH mempengaruhi permukaan biosorben (Ramadhan dan Handajani, 2010 dalam Tentua, 2010). Biosorben rumput laut coklat *Padina australis* merupakan biosorben yang efektif untuk adsorpsi ion logam  $\text{Cu}^{2+}$ , dimana kemampuan serap biosorben ini adalah 99,6426 - 99,8308%.

### Penentuan Waktu Kontak Optimum

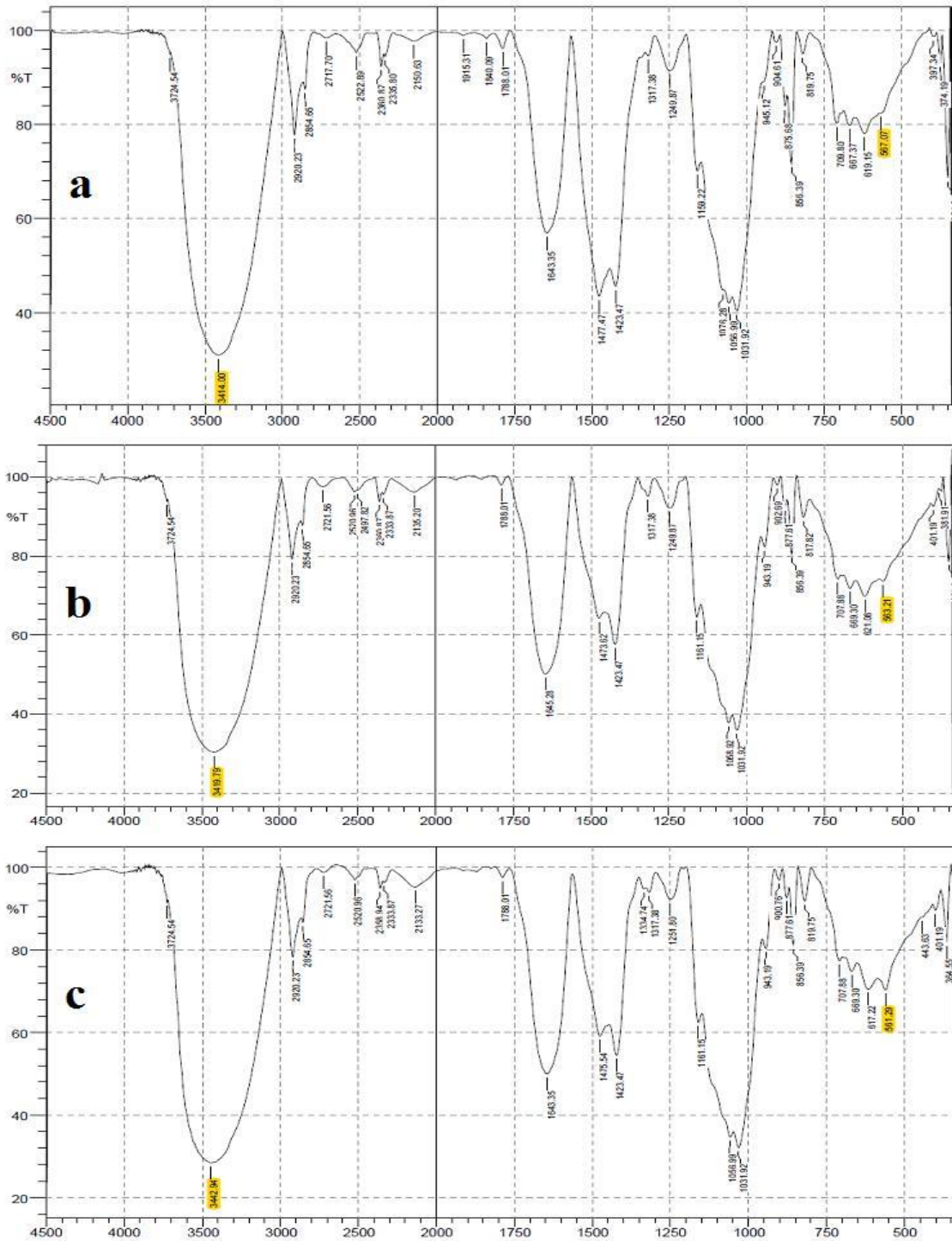
Penentuan waktu kontak dilakukan dengan mereaksikan biosorben dengan ion logam  $\text{Cu}^{2+}$  yang telah diketahui pH optimumnya yaitu pH 7 pada penentuan sebelumnya dengan waktu kontak 3, 4, 5, 6, dan 7 jam, kemudian dishaker dan filtratnya diuji menggunakan spektrofotometer serapan atom. Konsentrasi logam tersisa setelah penyerapan dapat dilihat pada Tabel 3.

Penentuan waktu kontak bertujuan untuk mengetahui waktu yang dibutuhkan biosorben rumput laut coklat *Padina australis* dalam menyerap ion logam  $\text{Cu}^{2+}$  secara maksimum. Betambahnya waktu diperlukan untuk molekul-molekul adsorbat bergerak mencapai sisi aktif (kemisorpsi) dan menempati pori-pori biosorben rumput laut coklat *Padina australis* (fisorpsi).

Tabel 3 Adsorpsi logam  $\text{Cu}^{2+}$  pada beberapa waktu kontak dengan  $\text{Co} = 50$  ppm

Waktu Kontak (Jam)	Ce (ppm)	Co-Ce (ppm)	Q (%)
3	0,4353	49,5647	99,1294
4	0,3323	49,6677	99,3354
5	<b>0,2215</b>	<b>49,7785</b>	<b>99,5570</b>
6	0,2204	49,7796	99,5592
7	0,1770	49,8230	99,6460

Data hasil penelitian Tabel 3 menunjukkan bahwa kemampuan menyerap  $\text{Cu}^{2+}$  oleh biosorben rumput laut coklat *Padina australis* meningkat seiring berjalannya waktu, tetapi penjerapannya tidak terlalu signifikan. Pada waktu kontak 3 jam, 4 jam, dan 5 jam terjadi penjerapan yang baik, tetapi pada waktu kontak



Gambar 2 Spektrum FTIR Biosorben Rumput Laut Coklat *Padina australis* Sebelum dan Sesudah dikontakkan dengan Logam  $\text{Cu}^{2+}$  untuk pH ((a) Tanpa perlakuan; (b) pH 2 ; (c) pH 7))

6 jam dan 7 jam kemampuan untuk menjerap logam  $\text{Cu}^{2+}$  berkurang.

Berdasarkan data yang diperoleh maka waktu kontak optimum penjerapan ion logam

$\text{Cu}^{2+}$  oleh biosorben rumput laut coklat *Padina australis* adalah waktu kontak 5 jam. Karena pada waktu kontak 5 jam penjerapannya naik 0,2226 % dari sebelumnya.

Di atas waktu kontak optimum (5 jam) sebagian besar sisi aktif dan pori-pori biosorben rumput laut coklat *Padina australis* telah ditempati oleh adsorbat sehingga penambahan waktu tidak berpengaruh secara signifikan. Waktu kontak optimum juga dipengaruhi oleh konsentrasi adsorben. Proses adsorpsi rumput laut coklat *Padina australis* pada konsentrasi logam  $\text{Cu}^{2+}$  100 ppm dengan waktu kontak yang dipakai adalah waktu kontak 1, 3, dan 5 jam, hasilnya menunjukkan bahwa kemampuan adsorpsi biosorben ini menurun dari 1-5 jam. Dengan bertambahnya waktu kontak, jumlah adsorbat yang terserap pada permukaan adsorben semakin meningkat hingga tercapai titik setimbang. Pada saat tercapai kesetimbangan, permukaan adsorben telah penuh tertutupi oleh adsorbat yang diserap dan adsorben mengalami titik jenuh sehingga adsorben tidak dapat menyerap adsorbat lagi.

#### Karakterisasi FTIR Biomassa Rumput Laut Coklat *Padina australis*

Gugus fungsi merupakan bagian penting untuk diketahui pada proses biosorpsi logam oleh biosorben. Interaksi biosorpsi terjadi melalui pengikatan logam oleh pada biosorben. Ganggang coklat mengandung pikmen klorofil a, b, dan c;  $\beta$ -karoten; violasantin dan fukosantin; pirenoid dari filakoid (lembaran fotosintesis) (Indriani dan Suminarsih, 2003). Dinding sel rumput laut coklat mengandung jumlah polisakarida yang berbeda yaitu antara lain alginat, laminarin, dan fukoidan. Senyawa kimia yang paling banyak dalam rumput laut coklat adalah alginat (40%). Sedangkan senyawa lain dalam jumlah kecil diantaranya fukoidan, laminarin, selulosa, manitol dan senyawa bioaktif lainnya. Selain itu rumput laut coklat juga mengandung protein, lemak, serat kasar, vitamin serta mineral (Bilan, 2006 ; Yunizal, 2004 dalam Sinurat, 2011).

Karakterisasi gugus fungsi dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer FTIR. Karakterisasi ini dilakukan pada biosorben rumput laut coklat *Padina australis*. Karakterisasi ini dilakukan untuk memperoleh informasi tentang perkiraan gugus fungsi apa yang bertanggungjawab dalam mengikat ion logam  $\text{Cu}^{2+}$ . Karakterisasi terhadap biosorben rumput laut coklat *Padina australis* dilakukan

sebelum (tanpa perlakuan) dan sesudah proses biosorpsi. Untuk biosorben sesudah biosorpsi diuji untuk pH 2, pH 7, waktu kontak 3 dan 5 jam. Spektrum FTIR dari biosorben sebelum dan sesudah proses biosorpsi disajikan pada Gambar 2 dan Gambar 3.

Spektrum FTIR biosorben rumput laut coklat *Padina australis* memperlihatkan serapan yang beragam dari gugus fungsi yang terkandung didalamnya. Data spektrum FTIR dari biosorben tanpa perlakuan dapat dilihat pada Tabel 4.

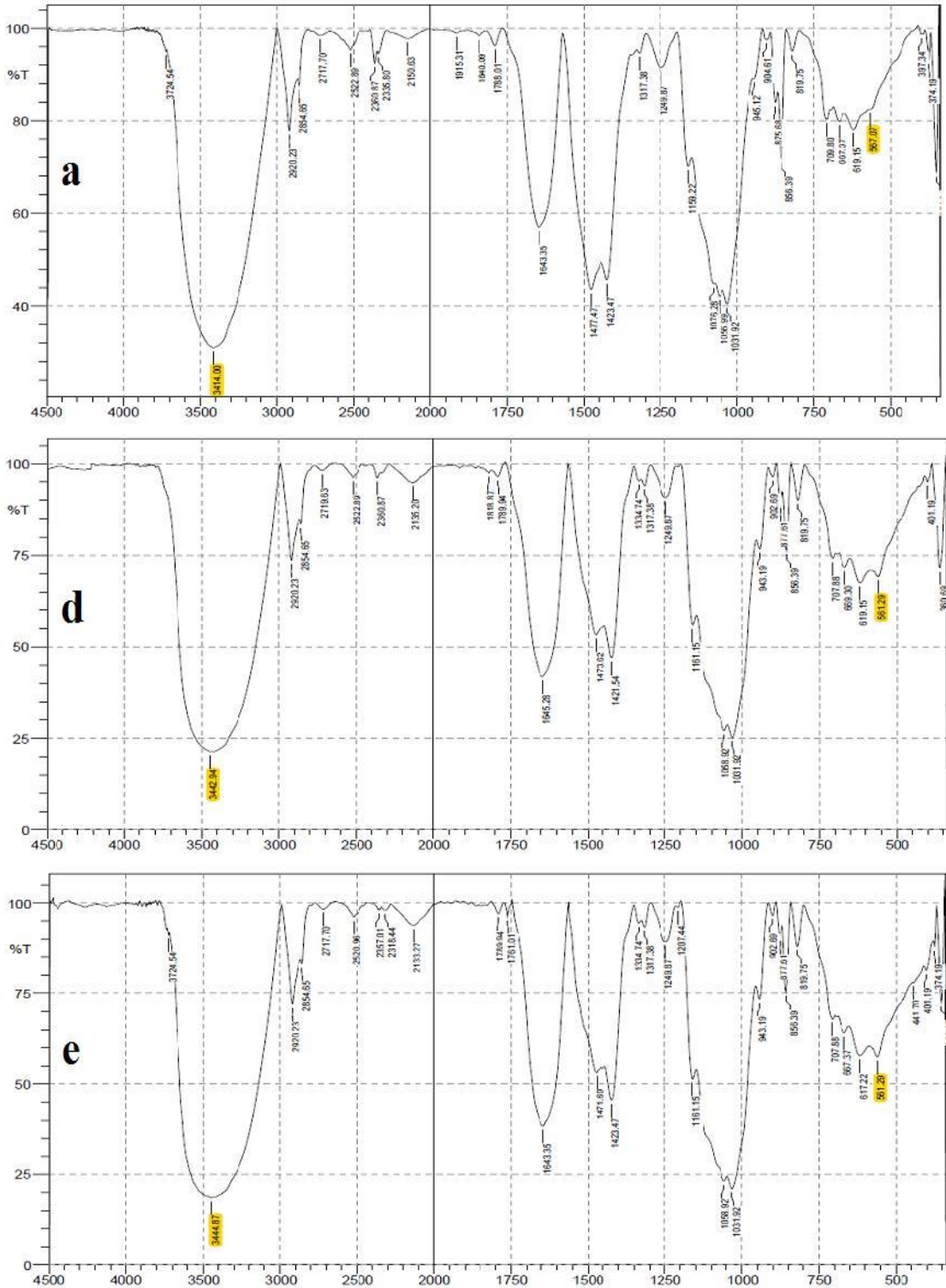
Spektrum biosorben rumput laut coklat *Padina australis* menunjukkan serapan pada daerah  $3414\text{ cm}^{-1}$  untuk gugus hidroksil, pita lebar dan kuat pada  $2717,70\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan asam karboksilat, dan serapan yang tampak pada daerah  $1643,35\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan gugus karbonil, sedangkan  $1423,47\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan ikatan C–O–H serta terlihat adanya ikatan C–O–C dan –COOH pada daerah  $1076,28$  dan  $1056,99\text{ cm}^{-1}$ . Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Moe dkk., (1996) dalam Mushollaeni dan Rusdiana (2011) bahwa adanya alginat ditunjukkan oleh vibrasi hidroksil, karboksil, karbonil dan ikatan antar karbon –COOH dan C–O–C. Spktrum khas daerah sidik jari guluronat juga muncul pada daerah  $904,12\text{ cm}^{-1}$  dan manuronat muncul pada bilangan gelombang  $856,39$  dan  $819,75\text{ cm}^{-1}$ . Hal ini didasarkan pada puncak serapan  $900\text{-}890\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan daerah khas sidik jari guluronat, sedangkan  $850\text{-}810\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan daerah khas sidik jari manuronat (Ashar dan Wahab, 2013). Spektrum FTIR biosorben rumput coklat *padina australis* mirip dengan spektrum FTIR natrium alginat hasil ekstraksi.

Spektrum FTIR sesudah proses biosorpsi ion  $\text{Cu}^{2+}$  oleh biosorben rumput laut coklat *Padina australis* menunjukkan ada beberapa pita serapan yang mengalami pergeseran bilangan gelombang. Spektrum FTIR sesudah proses adsorpsi untuk pH dapat dilihat pada Tabel 5 dan waktu kontak dapat dilihat pada Tabel 6.

Berdasarkan data pada Tabel 5 dan 6 dapat dilihat bahwa ada pergeseran bilangan gelombang yang mengindikasikan bahwa adanya interaksi ion  $\text{Cu}^{2+}$  dengan gugus-gugus fungsi diatas. Intensitas serapan yang berbeda antara



biosorben sebelum dan sesudah dikontakkan fungsi yang bertanggung jawab dalam dapat memberikan informasi tentang gugus mengikat ion logam  $\text{Cu}^{2+}$ . Penjerapan logam



Gambar 3 Spektrum FTIR Biosorben Rumput Laut Coklat *Padina australis* Sebelum dan Sesudah dikontakkan dengan Logam  $\text{Cu}^{2+}$  untuk Waktu Kontak ((a) Tanpa perlakuan; (d) 3 Jam ; (e) 5 Jam)

Tabel 4 Data Spektrum Biosorben Rumput Laut Coklat *Padina australis* tanpa perlakuan

Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )	Ikatan yang Menyebabkan Absorpsi
3414	Regang -OH
2920,23-2854,65	Regang -CH (alifatik)
2717,70	Regang -COOH
1643,35	Regang C=O
1477,47	Regang C=C (aromatik)
1249,87	Regang -OH (aromatik)
1056,99	Regang C-O
904,61	Lentur -CH (aromatik)
856.39-819,75	Lentur -CH
567,07	Regang -OH

Tabel 5 Data Spektrum Biosorben Rumput Laut Coklat *Padina australis* untuk pH

Tanpa Perlakuan	Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )		Ikatan yang Menyebabkan Absorpsi
	pH 2	pH 7	
3414	3419,79	3442,94	Regang -OH
2717,70	2721,56	2721,56	Regang -COOH
1643,35	1645,28	1643,35	Regang C=O
1477,47	1473,62	1475,54	Regang C=C (aromatik)
1249,87	1249,87	1251,8	Regang -OH (aromatik)
1056,99	1058,92	1056,99	Regang C-O
567,07	563,21	561,29	Regang -OH

Tabel 6. Data Spektrum Biosorben Rumput Laut Coklat *Padina australis*

pH 7	Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )		Ikatan yang Menyebabkan Absorpsi
	3 Jam	5 Jam	
3442,94	3442,94	3444,87	Regang -OH
2721,56	2719,63	2717,7	Regang -COOH
1643,35	1645,28	1643,35	Regang C=O
1475,54	1473,62	1471,69	Regang C=C (aromatik)
1251,80	1249,87	1249,87	Regang -OH (aromatik)
1056,99	1058,92	1058,92	Regang C-O
561,29	561,29	561,29	Regang -OH

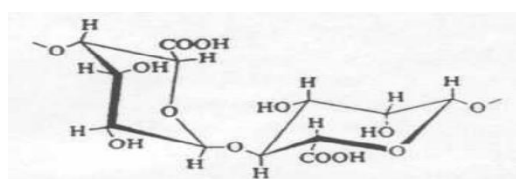
terjadi pada sisi aktif hidroksil (-OH) dan karboksil (-COOH), hal ini dapat dilihat pada perubahan bilangan gelombang gugus

hidroksil dan gugus karboksil.

Pergeseran yang menonjol dari spektrum FTIR biosorben rumput laut coklat *Padina*

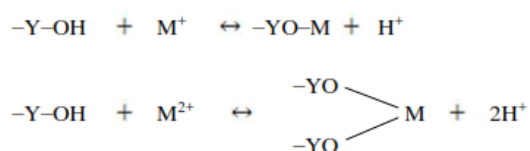
*australis* adalah pada daerah serapan 3414,00  $\text{cm}^{-1}$  bergeser ke bilangan gelombang (3419,79; 3442,94; 3444,87)  $\text{cm}^{-1}$  dan pada bilangan gelombang 2717,70  $\text{cm}^{-1}$  bergeser ke bilangan gelombang (2719,63; 2721,56)  $\text{cm}^{-1}$  dengan intensitas tertentu. Pada daerah sidik jari, bilangan gelombang 1249,87  $\text{cm}^{-1}$  bergeser dengan intensitas tertentu menjadi 1251,80  $\text{cm}^{-1}$  dan pada bilangan gelombang 567,07  $\text{cm}^{-1}$  bergeser menjadi (563,21; 561,29)  $\text{cm}^{-1}$  yang mengindikasikan bahwa terjadi interaksi antara ion logam  $\text{Cu}^{2+}$  dengan atom oksigen (regangan Cu-O) (Gatjal dkk., 2014). Berdasarkan hasil analisis FTIR, interaksi diperkirakan terjadi antara gugus fungsi hidroksil (-OH) dan karboksil (-COOH) yang berasal dari alginat dengan ion  $\text{Cu}^{2+}$ .

Rumput laut coklat sendiri merupakan sumber alginat. Alginat merupakan polimer organik polisakarida yang tersusun oleh 2 unit monomer D-asam guluronat dan L-asam manuronat atau selang seling keduanya. Bagian-bagian yang aktif untuk menjerap logam pada alginat adalah gugus karboksil dan hidroksil. Struktur alginat dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Struktur alginat (Rasyid, 2005)

Dilihat dari strukturnya alginat berpotensi cukup besar untuk dijadikan sebagai penjerap karena gugus hidroksil dan karboksil yang terikat dapat berinteraksi dengan komponen adsorbat.



Hal ini ditunjukkan dengan adanya pergeseran bilangan gelombang dari gugus fungsi tersebut. Mekanisme serapan yang terjadi antara gugus OH yang terikat pada biosorben dengan ion logam yang bermuatan positif (kation) merupakan mekanisme pertukaran ion

sebagai berikut (Yantri,1998 dalam Latuihamallo, 2012).

$\text{M}^+$  dan  $\text{M}^{2+}$  adalah ion logam, -OH adalah gugus hidroksil dan Y adalah matriks tempat gugus -OH terikat. Interaksi antara gugus -OH dengan ion logam juga memungkinkan melalui mekanisme pembentukan kompleks koordinasi karena atom oksigen (O) pada gugus OH mempunyai pasangan elektron bebas, sedangkan ion logam mempunyai orbital *d* kosong. Pasangan elektron bebas tersebut akan menempati orbital kosong yang dimiliki oleh ion logam, sehingga terbentuk suatu senyawa atau ion kompleks.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa biosorben rumput laut coklat *Padina australis* mampu menjerap ion logam  $\text{Cu}^{2+}$  dengan baik. Kadar air, kadar abu dan kadar biomassa dari biosorben rumput laut coklat *Padina australis* berturut-turut adalah 12,1886 %, 29,1659 %, dan 66,7857 %. pH optimum dari penjerapan ion logam  $\text{Cu}^{2+}$  oleh rumput laut coklat *Padina australis* adalah pada pH 7 dengan kemampuan serap biosorben 99,8308 % dan waktu kontak optimumnya adalah pada waktu kontak 5 jam dengan kemampuan serap biosorben 99,5570 %.

## DAFTAR PUSTAKA

- Al-Homaidan, A. A., Al-Houri, H. J., Al-Hazzani, A. A., Elgaaly, G., Moubayed, N. M.S., 2014, Biosorption of Copper Ions From Aqueous Solutions by *Spirulina platensis* Biomass. *Arabian Journal of Chemistry*, 7, 57–62.
- Bijang, C.M., Sekewael, S., Koritelu, J., 2014, Base Activated Clay And Its Application As Cation Exchanger To Reduce The  $\text{Mg}^{2+}$  and  $\text{Ca}^{2+}$  Ions Concentration In The Well, *Indonesian Journal Of Chemical Research*, 1(2), 93-98.
- Gatjal, A., Mudra, M., Moncol, J., Dankova, M., Peter, L., Breza Martin., 2014, Structure and Vibrational Spectra of Copper (II) 2-pyridylmethanolate tetrahydrate. *Chemical papers*, 68(7), 940-949.
- Ika, Tahril, Said, I., 2012, Analisis Logam

- Timbal (Pb) dan Besi (Fe) dalam Air Laut di Wilayah Pesisir Pelabuhan Ferry Taipa Kecamatan Palu Utara, *Jurnal Akademi Kimia*, 1(4),181-186.
- Indriani, H., Suminarsih, E., 2003, *Budi Daya, Pengolahan dan Pemasaran Rumput Laut*. Cetakan 9, Penerbit Penebar Swadaya, Jakarta.
- Indriani, S. H., Suzuki, A., 1998, Biosorption Of Heavy Metal Ions to Brown Algae, *Macrocystis pyrifera*, *Kjellmamiella Crassifolia*, And *Undaria Pinnatifida*. *Jurnal Of Colloid and Interface Science*, 206, 297-301.
- Latuihamallo, M., 2012, Biosorpsi Logam Timbal (Pb) oleh Biosorben Rumput Laut (*Gelidium amanssi*). *Skripsi*. Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Pattimura: Ambon.
- Male, Y., Malle, D., Bijang, C.M., Fransina, E., Seumahu, C., Dolaitery, L., Landu, S., Gaspersz, N., 2017, Analysis of Cadmium (Cd) and Lead (Pb) Metals Content On Sediment Inner Part of Ambon Bay. *Indonesian Journal Of Chemical Research*, 5(1), 434-443
- Munaf, D. R., 2000, *Rumput Laut Komoditi Unggulan*, Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah, LIPI, Jakarta.
- Mushollaeni, W., Rusdiana, E., 2011, Karakterisasi Natrium Alginat dari *Sargassum sp.*, *Turbinaria sp.*, dan *Padina sp.* *Jurnal Teknol. dan Industri Pangan*, 22(1), 26-31.
- Petrucci R. H., 1987, *Kimia Dasar, Prinsip dan Terapan Modern*, Penerjemah: Suminar, Jilid 3 Edisi IV, Penerbit Erlangga-Jakarta.
- Rasyid, A., 2005, Beberapa Catatan Tentang Alginat. *Oseana*, 30(1), 9-14.
- Sinurat, E., 2011, Isolasi dan Karakterisasi serta Uji Aktivitas Fukoidan sebagai Antikoagulan dari Rumput Laut Coklat (*Sargassum crassifolium*), *Tesis*, Program Magister Ilmu Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia-Depok.
- Stumm, W., Morgan J.J.. 1996. *Aquatic Chemistry : Chemical Equilibria and Rates In Natural Waters*, 3<sup>rd</sup> edition, JhonWileys and Sons, Inc., New York.
- Sutapa, I., Siahay, V., Tanasale, M.F.J.D.P., 2014, Adsorption Cu<sup>2+</sup> Metal Ion Of Pectin From “Tongka Langit” Banana’s Crust (Musa Speices Van Balbisiana), *Indonesian Journal Of Chemical Research*, 1(2), 72-77.
- Svehla, G., 1990, *Vogel: Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro Dan Semimikro Bagian I*, PT. Kalman Media Pusaka, Jakarta.
- Trihatmoko, K., 2015, *Padina Australis (Alga Coklat)*. <http://www.kompasiana.com/kharisrama/padina-australis-alga-coklat-5530211c6ea83423318b45a5>, diakses pada tanggal 13 Januari 2016.
- Tentua, M. K., 2011, Isolasi Alginat dari Rumput Laut Coklat *Turbinaria ornatta* dan Pemanfaatannya sebagai Biosorben Ion Cd(II), *Skripsi*, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pattimura-Ambon.
- Wewra, S. C., 2011, Isolasi Alginat dari Rumput Laut Coklat *Sargassum polycystum* dan Pemanfaatannya sebagai Biosorben Ion Cd(II), *Skripsi*, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pattimura-Ambon.
- Widowati W., Sastiono A., Jusuf R., 2008, *Efek Toksik Logam Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*, Penerbit Andi, Yogyakarta