

PAPER NAME

**BorneoSP_AdsorpsiTembagaFilmAlginat
_JurnalSainsDasar_Turnitin.doc**

AUTHOR

Borneo Satria Pratama

WORD COUNT

2978 Words

CHARACTER COUNT

19870 Characters

PAGE COUNT

8 Pages

FILE SIZE

694.5KB

SUBMISSION DATE

Jul 1, 2022 10:50 AM GMT+7

REPORT DATE

Jul 1, 2022 10:51 AM GMT+7**● 11% Overall Similarity**

The combined total of all matches, including overlapping sources, for each database.

- 8% Internet database
- 3% Publications database
- Crossref database
- Crossref Posted Content database
- 5% Submitted Works database

● Excluded from Similarity Report

- Bibliographic material
- Quoted material
- Cited material

PEMANFAATAN FILM ALGINAT DAN ALGINAT/MONTMORILLONITE SEBAGAI ADSORBEN CU(II)

UTILIZATION OF ALGINATE AND ALGINATE/MONTMORILLONITE FILM AS CU(II) ADSORBENT

Borneo Satria Pratama^{1,2*}, Erliza Hambali², Mohamad Yani², Naoto Matsue³

¹Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Produksi dan Industri
Institut Teknologi Sumatera, Lampung, Indonesia, 35365

²Departemen Teknik Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian,
Institut Pertanian Bogor, Indonesia, 16680

³Department of Science and Technology for Biological Resources and Environment,
Faculty of Agriculture, Ehime University, Matsuyama-shi, Japan.

* email: borneo.pratama@tip.itera.ac.id

Tanggal pendaftaran makalah: 1 Juli 2022

Abstrak

Air merupakan kebutuhan yang esensial untuk keberlanjutan hidup manusia dan lingkungan. Namun, World Water Forum telah memprediksi bahwa pada tahun 2025, Indonesia akan menjadi salah satu negara yang mengalami krisis air, yang salah satunya disebabkan oleh penurunan kualitas air akibat pencemaran limbah cair industri. Tembaga / Cu(II) merupakan salah satu pencemar logam berat dalam limbah cair industri yang dapat menyebabkan gangguan terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan adsorben film Alginat dan film Alginat/Montmorillonite untuk menyerap tembaga dari dalam air secara adsorptif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecepatan pengocokan, massa adsorben, morfologi adsorben, serta penambahan campuran Montmorillonite pada film berpengaruh terhadap kinerja adsorpsi tembaga. Kinerja adsorpsi terbaik didapatkan oleh adsorben A-F-2% dengan kecepatan pengocokan 150 rpm, dengan persentase pengurangan konsentrasi tembaga dari dalam air sebesar 96.45% setelah tercapainya kesetimbangan (60 menit). Adsorben film Alginat juga memiliki kecocokan terhadap model isoterm Freundlich dan Langmuir, dengan nilai $R^2 > 99.99\%$ untuk kedua model yang diregresikan secara linear.

Kata kunci: adsorpsi, tembaga, alginat, montmorillonite, isoterm

Abstract

Water is essential for the sustainability of human life and the environment. However, the World Water Forum has predicted that Indonesia will be one of the countries experiencing a water crisis by 2025 caused by the decline in water quality due to industrial wastewater pollution. Copper (Cu(II)) is one of the common heavy metal contaminants in industrial wastewater that cause human health and environmental problems. Therefore, this study aims to develop Alginate film and Alginate/Montmorillonite composite film for the adsorptive removal of Copper. The results showed that the agitation speed, adsorbent mass, adsorbent morphology, and the addition of Montmorillonite to the composite film affected the copper adsorption performance. The best adsorption performance was obtained by adsorbent A-F-2% with a shaking speed of 150 rpm, with a percentage reduction in the copper concentration of 96.45% after reaching equilibrium (60 minutes). Alginate film adsorbent also fit Freundlich and Langmuir isotherm models, with $R^2 > 99.99\%$ for both linearly regressed models.

Keywords: adsorption, copper, alginate, montmorillonite, isotherm

Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan yang esensial untuk keberlanjutan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Manusia sangat membutuhkan air bersih untuk melakukan aktivitas harian dan memenuhi kebutuhan rumah tangga. Sehingga, ketersediaan dan aksesibilitas terhadap air bersih menjadi salah satu target dari pembangunan berkelanjutan

(SDGs) yang diagendakan oleh PBB hingga tahun 2030 [1]. Namun, World Water Forum telah memprediksi bahwa pada tahun 2025, Indonesia akan menjadi salah satu negara yang mengalami krisis air. Pada tahun 2009 lalu, Kementerian PUPR menyatakan bahwa Indonesia masih memiliki cadangan air sebesar 2.530 km³, sehingga

menduduki peringkat ke-5 di dunia. Namun, adanya penambahan jumlah penduduk, lemahnya kemampuan dalam pengolahan air, serta kualitas air yang tidak memenuhi standar menjadi pemicu terjadinya krisis air bersih di Indonesia [2].

Penurunan kualitas air di Indonesia banyak diakibatkan oleh pencemaran industri akibat masuknya zat-zat pencemar berupa limbah cair industri yang dibuang langsung ke perairan (sungai). Salah satu komponen pencemar utama yang dapat menurunkan kualitas air dan mengakibatkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan adalah logam berat, seperti Cu, Cr, Cd, Hg, dan Pb; yang berasal dari industri plating, pembersih logam, dan baterai [3]. Sebagai salah satu jenis logam berat, limbah tembaga / Cu(II) dapat menyebabkan gangguan kesehatan untuk manusia. Pada konsentrasi yang rendah, konsumsi tembaga dibutuhkan sebagai mikronutrien untuk metabolisme tubuh, yaitu sebesar 2,5 mg/kg berat badan orang dewasa per hari. Namun, konsumsi tembaga dalam konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan diare, sakit perut, kerusakan hati dan ginjal. Gangguan-gangguan tersebut juga dapat diakibatkan oleh konsumsi organisme akuatik yang telah tercemar oleh tembaga [4]. Salah satu metode yang umum digunakan untuk mengatasi pencemaran logam berat di dalam air adalah adsorpsi, karena efisiensi yang lebih baik dan biaya yang lebih rendah dibandingkan dengan metode-metode lainnya (seperti: koagulasi, presipitasi kimia, filtrasi membran dan penukar ion). Beberapa jenis bahan yang tersedia di alam telah dikembangkan sebagai adsorben dan diaplikasikan untuk industri dan lingkungan [5].

Salah satu bahan yang telah banyak digunakan sebagai adsorben untuk menyerap berbagai jenis logam berat adalah Alginat. Alginat merupakan polisakarida anionik yang secara alami terkandung dalam rumput laut coklat, yang tersusun dari monosakarida asam β -D-Manuronat (M), asam α -L-guluronat (G), dan heteropolisakarida yang mengandung kedua asam tersebut. Alginat berperan dalam meningkatkan kekuatan mekanis rumput laut coklat untuk menghadapi ombak, dengan cara berikatan secara crosslinking dengan kation bervalensi dua yang terkandung dalam air laut, seperti: kalsium dan magnesium [6].

Sebelumnya, Alginat telah dikembangkan dalam bentuk bead, secara murni atau dalam bentuk komposit dengan bahan lain, sebagai adsorben untuk mengurangi pencemaran logam berat, seperti timbal [7], tembaga [8], dan kadmium

[9]. Namun, adsorben jenis bead membutuhkan waktu adsorpsi yang relatif cukup lama dan memiliki kapasitas penyerapan yang relatif lebih rendah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan adsorben berbasis Alginat dengan morfologi berupa film sebagai upaya untuk meningkatkan performa dari Alginat dalam menyerap logam berat tembaga, dengan membandingkan antara kecepatan dan kapasitas penyerapan antara film Alginat dan bead Alginat.

Selain itu, dilakukan pengembangan material adsorben dengan mengkompositkan film Alginat dengan Montmorillonite sebagai upaya untuk penurunan biaya bahan. Montmorillonite merupakan mineral utama yang terkandung dalam lempung (Bentonit). Lempung alam umumnya memiliki kandungan mineral impuritas lainnya (seperti: calcite, quartz, clinoptilolite) yang dapat dipisahkan untuk mendapatkan mineral Montmorillonite murni. Penggunaan Montmorillonite dalam penelitian ini tidak terlepas dari potensi Indonesia yang diperkirakan memiliki cadangan bentonit alam sebanyak 380 juta ton yang tersebar di pulau-pulau besar Indonesia [10]. Sebelumnya, lempung (Bentonit dan Montmorillonite) telah diaplikasikan dalam penyerapan berbagai jenis logam berat, seperti timbal dan kadmium [11], serta tembaga [12].

2 Metode Penelitian

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini adalah: (1) $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, (2) $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, dan (3) Natrium Alginat 300 cps (dipasok oleh Naqalai Tesque), serta (4) Montmorillonite sintetis (dipasok oleh Wako Chemicals), dan (5) *deionized water*. Seluruh bahan yang telah disebutkan memiliki tingkat kualitas *analytical grade*.

Peralatan

Peralatan instrumen yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini adalah: (1) FT-IR Spectrum Spotlight 300 (PerkinElmer Instruments LLC); (2) Rigaku Ultima IV X-ray Diffractometer untuk menganalisa kristalinitas sampel; dan (3) Hitachi Z-5000 Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS) untuk menganalisa konsentrasi tembaga dalam larutan.

Prosedur Kerja

Sintesis Adsorben Film Alginat dan Film Alginat/Montmorillonite

Prosedur sintesis *bead* Alginat: Natrium Alginat dilarutkan dalam *deionized water* dengan pengadukan selama 18 jam untuk menghasilkan larutan Alginat 2% b/v. Selanjutnya, larutan Alginat ditetaskan ke dalam larutan CaCl_2 0.2 M dan disimpan dalam desikator. Selanjutnya, *bead* Alginat yang dihasilkan disebut dengan A-B-2%

Prosedur sintesis film Alginat: Natrium Alginat dilarutkan dalam *deionized water* dengan pengadukan selama 18 jam untuk menghasilkan larutan Alginat 1%, 1.5%, dan 2% b/v. Selanjutnya, sebanyak 10 gram dari masing-masing larutan Alginat dituangkan dalam petri dish dan dikeringkan dalam oven selama 24 jam dengan temperatur 30°C , sehingga dihasilkan film Na-Alginat. Film yang telah terbentuk dalam petri dish kemudian direndam dalam larutan CaCl_2 0.2 M selama 9 jam untuk menyempurnakan reaksi *crosslinking*. Film Ca-Alginat yang telah dihasilkan direndam dan dibilas dengan menggunakan *deionized water*, dan dikeringkan kembali dalam oven selama 24 jam dengan temperatur 30°C untuk mendapatkan film Ca-Alginat, lalu disimpan dalam desikator. Selanjutnya, film Alginat yang dihasilkan disebut dengan A-F-1%, A-F-1.5%, dan A-F-2%. Selanjutnya, prosedur sintesis film Alginat/Montmorillonite dilakukan dengan tahapan prosedur yang sama dengan film Alginat, namun dengan menggunakan bahan baku berupa campuran Natrium Alginat dan Montmorillonite dengan rasio massa 4:1 sebelum dilarutkan dalam *deionized water*. Selanjutnya, film Alginat/Montmorillonite yang dihasilkan disebut dengan A-M-2%.

Karakterisasi Adsorben

Sampel adsorben yang telah disintesis kemudian dikarakterisasi dengan spektroskopi *Fourier Transform Infrared* (FT-IR) untuk mengetahui gugus fungsional yang terkandung di dalam sampel film Alginat (A-F-2%).

Uji Pengaruh Kecepatan Pengocokan terhadap Kinerja Adsorpsi Tembaga

Adsorben A-F-2% dimasukkan ke dalam 100 mL larutan $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 1.5 mmol/L dan dikocok dengan menggunakan *reciprocal shaker* selama 2 sampai 60 menit pada kecepatan 50, 100 dan 150 rpm. Setelah selesai, adsorben dipisahkan dari larutan, kemudian dilakukan pengujian konsentrasi larutan dengan menggunakan AAS untuk

mengetahui konsentrasi akhir Cu(II) dari larutan. Pengujian dilakukan secara triplo.

Uji Pengaruh Massa Alginat terhadap Kinerja Adsorpsi Tembaga

Adsorben A-F-1%, A-F-1.5%, dan A-F-2% dimasukkan masing-masing ke dalam 100 mL larutan $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 1.5 mmol/L dan dikocok dengan menggunakan *reciprocal shaker* selama 2 sampai 60 menit pada kecepatan 150 rpm. Setelah selesai, adsorben dipisahkan dari larutan, kemudian dilakukan pengujian konsentrasi larutan dengan menggunakan AAS untuk mengetahui konsentrasi akhir Cu(II) dari larutan. Pengujian dilakukan secara triplo.

Uji Pengaruh Morfologi Adsorben (*Bead* dan *Film*) terhadap Kinerja Adsorpsi Tembaga

Adsorben A-B-2% dan A-F-2% dimasukkan masing-masing ke dalam 100 mL larutan $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 1.5 mmol/L dan dikocok dengan menggunakan *reciprocal shaker* selama 2 sampai 60 menit pada kecepatan 150 rpm. Setelah selesai, adsorben dipisahkan dari larutan, kemudian dilakukan pengujian konsentrasi larutan dengan menggunakan AAS untuk mengetahui konsentrasi akhir Cu(II) dari larutan. Pengujian dilakukan secara triplo.

Permodelan Isoterm Adsorpsi Film Alginat

Permodelan adsorpsi dilakukan dengan menggunakan data uji pengaruh massa Alginat terhadap kinerja adsorpsi Cu(II). Data dimodelkan menggunakan regresi linear dan dicocokkan dengan dua jenis isoterm adsorpsi, yaitu Langmuir dan Freundlich. Model isoterm Freundlich menggambarkan heterogenitas permukaan adsorben, sifat adsorpsi yang multilayer, dan adanya perubahan rasio antara solut yang teradsorpsi pada setiap massa adsorben pada konsentrasi solut yang berbeda. Persamaan matematis untuk isoterm Freundlich adalah:

$$q_e = K_F C_e^{(1/n)}$$

dimana q_e merupakan jumlah solut teradsorpsi pada setiap gram adsorben saat kesetimbangan (mmol/g), K_F merupakan konstanta isoterm Freundlich ($\text{mmol}^{1-(1/n)} \text{L}^{1/n} \text{g}^{-1}$), C_e adalah konsentrasi akhir solut saat kesetimbangan (mmol/L) dan n merupakan intensitas adsorpsi [13].

Tabel 1. Bentuk linear dari isoterm Freundlich dan Langmuir [13]

Isoterm	Linear	
	Bentuk	Plot Kurva
Langmuir	$\frac{C_e}{q_e} = \frac{C_e}{q_m} + \frac{1}{KL q_m}$	$\frac{C_e}{q_e}$ vs C_e
Freundlich	$\text{Log}(q_e) = \text{Log}(KF) + \frac{1}{n} \log(C_e)$	$\log(q_e)$ vs $\log(C_e)$

Sedangkan, isoterm Langmuir secara umum menggambarkan homogenitas permukaan adsorben, dimana adsorpsi terjadi secara monolayer pada situs adsorpsi yang identik, sehingga kapasitas adsorpsi solut per massa adsorben dapat ditentukan. Persamaan matematis untuk isoterm Freundlich adalah:

$$q_e = Q_{\max} \frac{K_L C_e}{1 + K_L C_e}$$

dimana q_e merupakan jumlah solut teradsorpsi pada setiap gram adsorben saat kesetimbangan (mmol/g), Q_{\max} merupakan kapasitas adsorpsi monolayer maksimum (mmol/g), K_L merupakan konstanta isoterm Langmuir (L/mmol), dan C_e merupakan konsentrasi akhir solut saat kesetimbangan (mmol/L) [13]. Bentuk linear dari persamaan isoterm Langmuir dan Freundlich dapat dilihat pada Tabel 1.

Uji pengaruh kandungan Montmorillonite dalam film Alginat (komposit) terhadap Kinerja Adsorpsi Tembaga

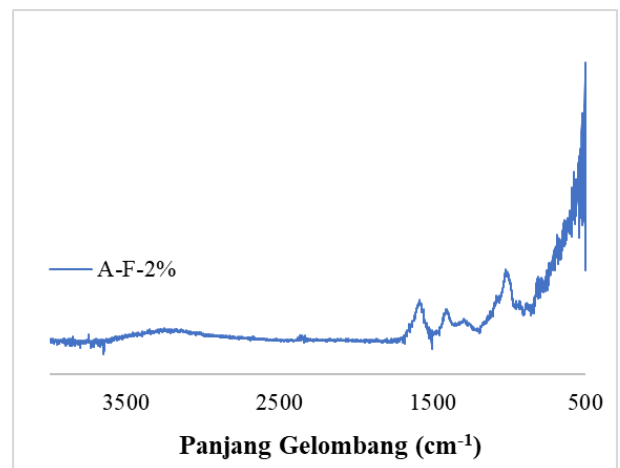
Adsorben film Alginat/ Montmorillonite (A-M-2%) dimasukkan ke dalam 100 mL larutan $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$ 1.5 mmol/L dan dikocok dengan menggunakan *reciprocal shaker* selama 2 sampai 60 menit pada kecepatan 150 rpm. Setelah selesai, adsorben dipisahkan dari larutan, kemudian dilakukan pengujian konsentrasi larutan dengan menggunakan AAS untuk mengetahui konsentrasi akhir Cu(II) dari larutan. Pengujian dilakukan secara triplo.

Hasil dan Diskusi

Karakterisasi dengan Spektroskopi FT-IR

Hasil karakterisasi FT-IR terhadap sampel A-F-2% ditampilkan dalam Gambar 1. Adanya absorbansi yang lebar pada panjang gelombang

3272 cm^{-1} diakibatkan karena adanya vibrasi ulur pada gugus hidroksil (O-H) [14]. Selanjutnya, puncak absorbansi pada panjang gelombang 1591 cm^{-1} diakibatkan oleh vibrasi ulur ikatan karbonil (C=O) dari gugus karboksilat [15]. Puncak absorbansi pada panjang gelombang 1084 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur gugus C-O-C yang berasal dari cincin *pyranose* yang terdapat dalam struktur asam guluronat dan manuronat pada Alginat [16].

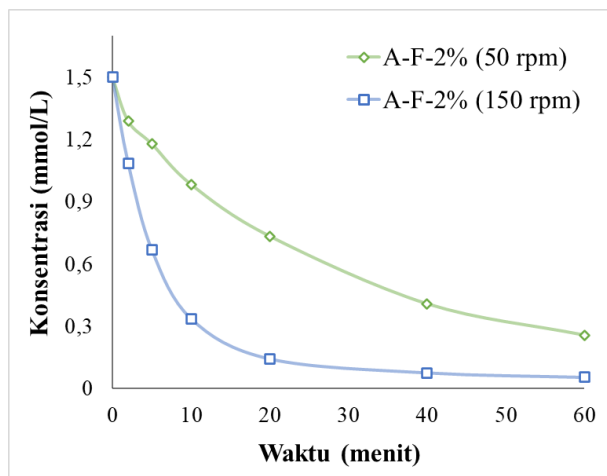


Gambar 1. Hasil karakterisasi Spektroskopi FT-IR terhadap film Alginat (A-F-2%)

Sedangkan, puncak absorbansi pada panjang gelombang 1025 cm^{-1} diakibatkan oleh vibrasi ulur pada ikatan *glycosidic* [17]. Puncak absorbansi pada 817 cm^{-1} juga menunjukkan keterkaitan terhadap residu asam manuronat, yang umumnya diidentifikasi pada rentang panjang gelombang 800 hingga 820 cm^{-1} . Hasil karakterisasi FT-IR menunjukkan bahwa material yang digunakan dalam sampel A-F-2% benar-benar merupakan Alginat, dengan ciri khas absorbansi yang telah ditunjukkan pada rentang panjang gelombang tertentu.

Pengaruh Kecepatan Pengocokan terhadap Kinerja Adsorpsi Tembaga

Hasil uji pengaruh kecepatan pengocokan (50 rpm dan 150 rpm) terhadap kinerja A-F-2% dalam mengadsorpsi tembaga dapat dilihat pada Gambar 2. Secara keseluruhan, dapat diketahui bahwa penurunan konsentrasi logam tembaga setelah adsorpsi pada kecepatan 150 rpm lebih tinggi dibandingkan dengan adsorpsi pada kecepatan 50 rpm. Secara berturut-turut, persentase pengurangan konsentrasi logam tembaga oleh A-F-2% pada kecepatan 50 rpm dan 150 rpm setelah 60 menit adsorpsi adalah sebesar 82.91% dan 96.45%.



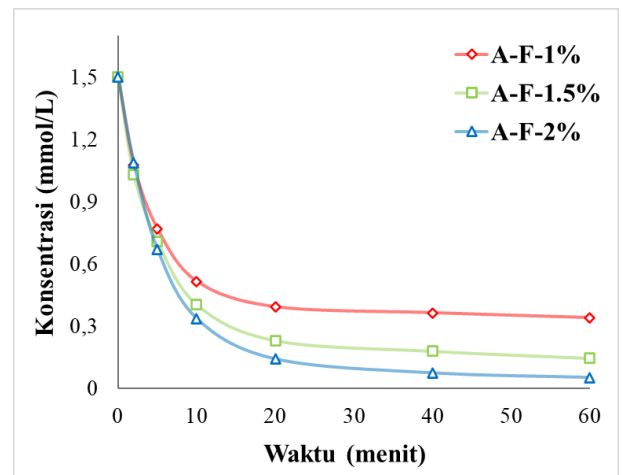
Gambar 2. Hasil uji pengaruh kecepatan pengocokan (50 dan 150 rpm) terhadap kinerja adsorpsi tembaga oleh A-F-2%

Peningkatan adsorpsi tembaga pada kecepatan pengocokan yang lebih tinggi tersebut diakibatkan oleh semakin mengecilnya ketebalan *liquid boundary layer* oleh peningkatan turbulensi, sehingga meningkatkan laju difusi ion tembaga dari cairan menuju *liquid boundary layer* yang mengelilingi adsorben film Alginat [18]. Namun, dapat diamati bahwa perbedaan penurunan konsentrasi antara kedua parameter kecepatan tersebut menjadi semakin kecil, diakibatkan oleh semakin berkurangnya kapasitas adsorben A-F-2% (150 rpm) dalam menjerap ion tembaga akibat kondisinya yang semakin jenuh dan mencapai kesetimbangan pada 60 menit adsorpsi.

Pengaruh Massa Alginat terhadap Kinerja Adsorpsi Tembaga

Hasil uji pengaruh massa film Alginat (A-F-1%, A-F-1.5%, dan A-F-2%) terhadap kinerja adsorpsi tembaga dapat diamati pada Gambar 3. Secara keseluruhan, dapat diketahui bahwa penurunan konsentrasi logam tembaga setelah

adsorpsi menjadi semakin tinggi seiring dengan peningkatan massa Alginat yang digunakan untuk proses adsorpsi. Secara berturut-turut, persentase pengurangan konsentrasi logam tembaga oleh A-F-1%, A-F-1.5%, dan A-F-2% setelah 60 menit adsorpsi adalah sebesar 77.24%, 90.29%, dan 96.45%. Peningkatan kemampuan adsorpsi oleh film Alginat dengan massa yang semakin besar diakibatkan oleh semakin banyaknya situs adsorpsi yang tersedia untuk menjerap logam tembaga dari dalam larutan [19].

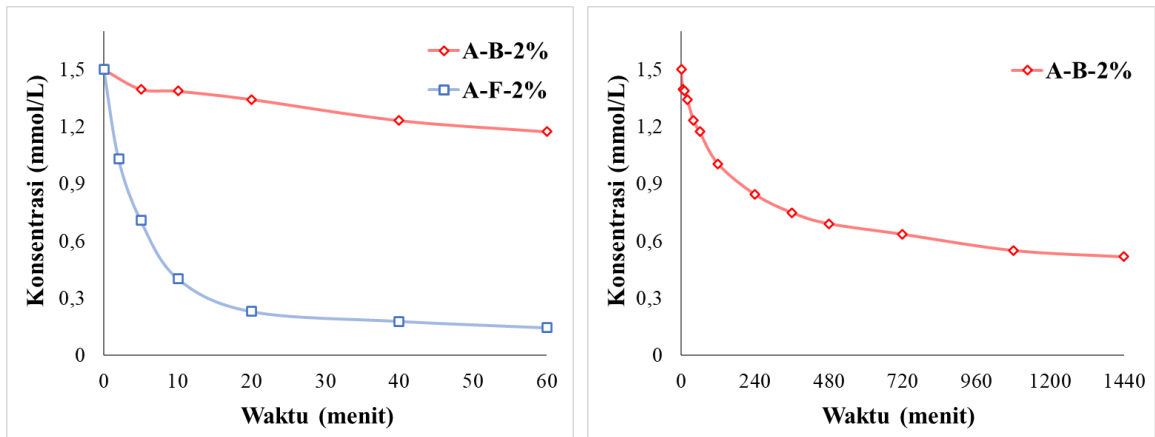


Gambar 3. Hasil uji pengaruh massa Alginat terhadap kinerja adsorpsi tembaga oleh A-F-1%, A-F-1.5%, dan A-F-2%

Pengaruh Morfologi Adsorben (*Bead* dan *Film*) terhadap Kinerja Adsorpsi Tembaga

Hasil uji pengaruh morfologi adsorben Alginat, yaitu dalam bentuk *beads* (A-B-2%) dan *film* (A-F-2%) dapat dilihat pada Gambar 3. Secara keseluruhan, dapat diketahui bahwa penurunan konsentrasi logam tembaga setelah adsorpsi oleh A-F-2% lebih tinggi dibandingkan dengan A-B-2%. Beberapa riset sebelumnya menunjukkan bahwa film Alginat memiliki porositas dalam ukuran mikrometer hingga nanometer [20]. Karakteristik pori pada film Alginat ini memungkinkan terjadinya difusi ion menuju situs adsorpsi dalam molekul Alginat secara lebih cepat. Persentase pengurangan konsentrasi logam tembaga oleh A-F-2% setelah 60 menit mampu mencapai 96.45%.

Sedangkan, *bead* Alginat memiliki kinerja adsorpsi yang jauh lebih rendah akibat porositasnya yang buruk, sehingga menyebabkan kelambatan difusi ion tembaga ke dalam situs adsorpsi pada Alginat [21].



Gambar 3. Hasil uji pengaruh morfologi adsorben film Alginat (A-B-2% dan A-F-2%) terhadap kinerja adsorpsi tembaga

Porositas yang buruk ini dapat diakibatkan oleh proses pengeringan konvensional, yang mampu menyebabkan terjadinya kerusakan struktur pada *bead* Alginat akibat gaya kapiler. Fenomena ini juga umum terjadi pada polisakarida hidrofilik lainnya. Persentase pengurangan konsentrasi logam tembaga oleh A-B-2% setelah 1440 menit (24 jam) hanya mencapai 65.51%.

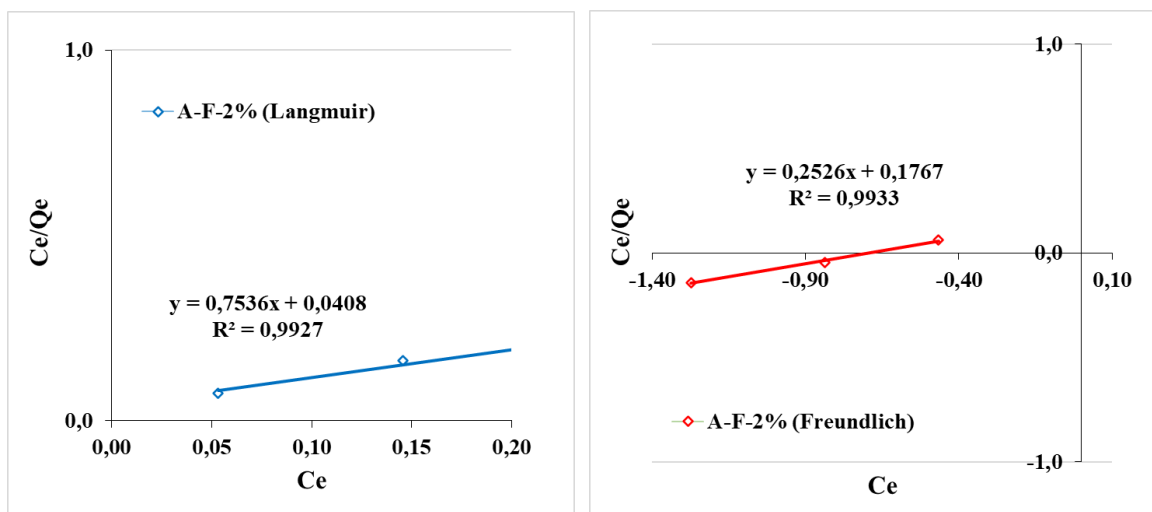
Isoterm Adsorpsi Film Alginat

Permodelan isoterm adsorpsi dilakukan menggunakan data dari hasil uji pengaruh massa Alginat terhadap kinerja adsorpsi tembaga saat waktu kesetimbangannya telah tercapai. Hasil permodelan isoterm adsorpsi Freundlich dan Langmuir secara linear dapat diamati pada Gambar 4. Hasil regresi linear menunjukkan bahwa data yang digunakan memiliki tingkat kecocokan yang tinggi terhadap model adsorpsi Freundlich dan Langmuir, dengan nilai $R^2 > 0.99$ pada kedua regresi yang dilakukan. Sehingga, model isoterm

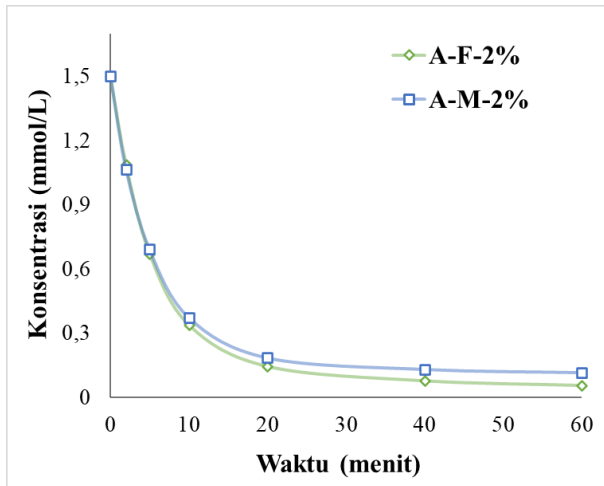
adsorpsi Freundlich dan Langmuir secara umum dapat menggambarkan bagaimana mekanisme adsorpsi tembaga oleh Alginat. Berdasarkan hasil perhitungan pada model isoterm adsorpsi Langmuir, diketahui bahwa adsorben Alginat yang digunakan memiliki kapasitas adsorpsi monolayer maksimum (Q_{max}) terhadap ion tembaga sebesar 1.327 mmol/g.

Pengaruh kandungan Montmorillonite dalam film Alginat (komposit) terhadap Kinerja Adsorpsi Tembaga

Hasil uji pengaruh kandungan montmorillonite yang sebelumnya dicampurkan dengan larutan Alginat sehingga menghasilkan film Alginat/Montmorillonite dapat dilihat pada Gambar 4. Secara keseluruhan, dapat diketahui bahwa penurunan konsentrasi logam tembaga setelah adsorpsi oleh A-F-2% lebih tinggi dibandingkan dengan A-M-2%.

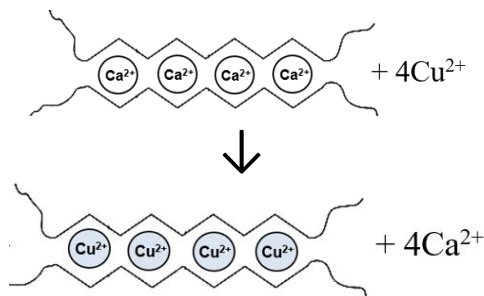


Gambar 4. Model isoterm Langmuir (kiri) dan Freundlich (kanan) pada adsorpsi tembaga oleh A-F-2%



Gambar 5. Hasil uji pengaruh kandungan Montmorillonite dalam film Alginat (komposit) terhadap kinerja adsorpsi tembaga

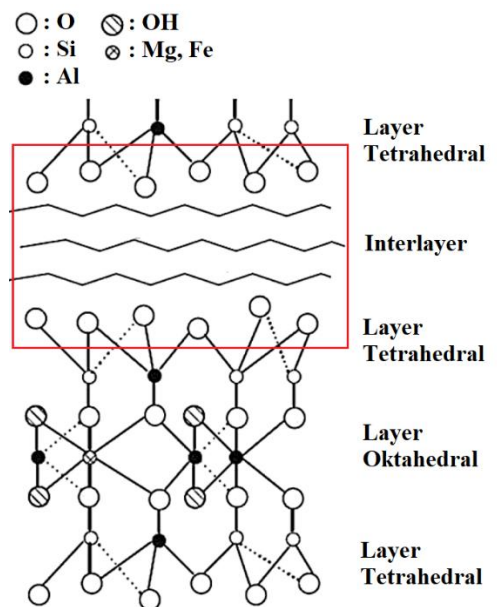
Secara berturut-turut, persentase pengurangan konsentrasi logam tembaga oleh A-F-1% dan A-M-2% setelah 60 menit adsorpsi adalah sebesar 96.45% dan 92.41%. Secara keseluruhan, diketahui bahwa film Alginat/Montmorillonite memiliki kinerja yang lebih rendah dibandingkan film Alginat.



Gambar 6. Struktur model *Egg-box* pada molekul Alginat serta pertukaran kation kalsium dan tembaga pada film Alginat [13]

Secara umum, Alginat dan Montmorillonite memanfaatkan kemampuan pertukaran kation dalam adsorpsi berbagai macam jenis logam berat melalui situs adsorpsinya. Pada Alginat, kemampuan pertukaran kation yang tinggi disebabkan oleh afinitas asam poliguluronat terhadap kation bervalensi dua (termasuk logam berat), dimana kation akan berikatan dengan dua atom oksigen bermuatan negatif dari dua molekul asam poliguluronat yang berbeda (sebagai situs adsorpsi) sehingga membentuk model *egg-box* seperti Gambar 6 [13].

Sedangkan, Montmorillonite dapat mengadsorpsi logam berat (termasuk tembaga) melalui: (1) pertukaran ion dengan adanya interaksi antara muatan positif pada kation dengan muatan negatif (gugus oksigen) pada bagian *interlayer* Montmorillonite seperti pada Gambar 7, serta (2) pembentukan kompleks dengan gugus Si-O⁻ dan Al-O⁻ [22]. Kemampuan pertukaran kation yang terdapat pada kedua material tersebut dikenal dengan istilah *Cation Exchange Capacity* (CEC). Berdasarkan hasil yang didapatkan, dapat diperkirakan bahwa Montmorillonite memiliki CEC yang lebih rendah dibandingkan dengan Alginat.



Gambar 5. Struktur Montmorillonite [22], dimana bagian dalam kotak merah merupakan lokasi pertukaran kation dan interaksi kation dengan gugus oksigen yang bermuatan negatif (sebagai anion)

Simpulan

Film Alginat dan komposit film Alginat/Montmorillonite telah berhasil diaplikasikan untuk menurunkan konsentrasi tembaga secara adsorptif dari dalam air. Berdasarkan hasil penelitian, diketahui bahwa kecepatan pengocokan, massa adsorben, morfologi adsorben, serta penambahan campuran Montmorillonite dalam film Alginat berpengaruh terhadap kinerja adsorpsi tembaga. Kinerja adsorpsi terbaik didapatkan oleh adsorben A-F-2% dengan kecepatan pengocokan 150 rpm, dengan persentase pengurangan konsentrasi tembaga dari

dalam air sebesar 96.45% setelah tercapainya kesetimbangan (60 menit). Adsorben film Alginat juga memiliki kecocokan terhadap model isoterm Freundlich dan Langmuir, dengan nilai $R^2 > 99.99\%$ untuk kedua model yang diregresikan secara linear.

5

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada program SUIJI (*Six University Initiative Japan Indonesia Consortium*) IPB – Ehime University atas seluruh dukungan dan bantuan dalam pelaksanaan penelitian ini.

● **11% Overall Similarity**

Top sources found in the following databases:

- 8% Internet database
- Crossref database
- 5% Submitted Works database
- 3% Publications database
- Crossref Posted Content database

TOP SOURCES

The sources with the highest number of matches within the submission. Overlapping sources will not be displayed.

1	id.ourladylakes.org Internet	1%
2	adoc.pub Internet	<1%
3	Universitas Pertamina on 2021-06-06 Submitted works	<1%
4	id.scribd.com Internet	<1%
5	media.neliti.com Internet	<1%
6	docobook.com Internet	<1%
7	Yoshifumi Horie, Nobuhiro Kanazawa, Chiho Takahashi, Norihisa Tatar... Crossref	<1%
8	es.scribd.com Internet	<1%

9	ejournal.unisba.ac.id	Internet	<1%
10	etd.repository.ugm.ac.id	Internet	<1%
11	iGroup on 2013-10-04	Submitted works	<1%
12	ogysogay.blogspot.com	Internet	<1%
13	Khairunnisa Khairunnisa, Khairuddin Khairuddin, Dwi Juli Puspitasari. "...	Crossref	<1%
14	Padjadjaran University on 2019-10-12	Submitted works	<1%
15	Sriwijaya University on 2020-06-25	Submitted works	<1%
16	Sriwijaya University on 2020-07-06	Submitted works	<1%
17	Universiti Sains Malaysia on 2014-05-07	Submitted works	<1%
18	cuir.car.chula.ac.th	Internet	<1%
19	desamandiridanmaju.blogspot.com	Internet	<1%
20	digilib.uinsgd.ac.id	Internet	<1%

21	journal.uii.ac.id Internet	<1%
22	Padjajaran University on 2018-01-25 Submitted works	<1%
23	Takao Ando, Mayumi Jige, Hirotomoto Ueno, Teruo Henmi, Zaenal Abidi... Crossref	<1%
24	Universitas Islam Indonesia on 2018-07-26 Submitted works	<1%
25	Universitas Lancang Kuning on 2021-07-24 Submitted works	<1%
26	doku.pub Internet	<1%
27	kinetik.umm.ac.id Internet	<1%