SINTESIS ADSORBEN DARI KITOSAN UDANG WINDU (*Penaeus monodon*) DAN UJI ADSORPSI KONTINYU TERHADAP ION CU (II) DALAM LIMBAH CAIR

**Arif Setiajaya [[1]](#footnote-1), Annisaa Siti Zulaicha 2, Iwan Syahjoko Saputra3\***

**1 Program Studi Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Sumatera**

**Jati Agung, 35365, Lampung Selatan**

***arif.setiajaya@tl.itera.ac.id***

**2 Program Studi Rekayasa Kosmetik, Institut Teknologi Sumatera**

**Jati Agung, 35365, Lampung Selatan**

***annisaa.zulaicha@km.itera.ac.id***

**3\* Program Studi Rekayasa Kosmetik, Institut Teknologi Sumatera**

**Jati Agung, 35365, Lampung Selatan**

***iwan.saputra@km.itera.ac.id***

Accepted: Published:

DOI:

***ABSTRACT***

*The purpose of this study was to identify the potential use of chitosan adsorbent from ShSW (Chi-ShSW) on decreasing levels of copper (Cu) in electroplating industrial wastewater and to analyze the effect of variations in flow rate using chitosan adsorbents on decreasing levels of copper (Cu) in electroplating industrial wastewater. Chi-ShSW can be used as an adsorbent to reduce Cu (II) metal ions contained in the Metal Coating Industry wastewater. The adsorption test was carried out with a continuous flow system with different debits. The highest reduction in Cu Waste in the study (testing) occurred at a flow rate of 215 ml/minute with a time of 84 minutes with a Cu content in the Metal Coating Industry wastewater of 1.227 mg/l and a reduction efficiency of 75.86%.*

**Keywords:*****Tiger Prawn, Adsorption, Effluent, Cu (II) ion***

**ABSTRAK**

Tujuan dilakukan penelitian ini yaitu mengidentifikasi potensi penggunaan adsorben kitosan dari ShSW (Chi-ShSW) terhadap penurunan kadar tembaga (Cu) dalam limbah cair industri elektroplating serta menganalisispengaruh variasi debit aliran menggunakan adsorben kitosan terhadap penurunan kadar tembaga (Cu) dalam limbah cair industri elektroplating. Chi-ShSW dapat digunakan sebagai adsorben untuk menurunkan ion logam Cu (II) yang terkandung didalam air limbah Industri Pelapisan Logam. Uji adsorpsi dilakukan dengan sistem aliran kontinyu dengan perbedaan debit. Penurunan Limbah Cu yang tertinggi pada penelitian (pengujian) terjadi pada debit aliran 215 ml/menit dengan waktu 84 menit dengan kadar Cu dalam air limbah Industri Pelapisan Logam sebesar 1,227 mg/l serta efisiensi penurunan sebesar 75,86%.

Kata Kunci: Udang Windu, Adsorpsi, Limbah cair, ion Cu (II).

Pendahuluan

Perkembangan komoditas perikanan Indonesia yang berorientasi exsport semakin meningkat, salah satunya adala udang. Struktur dari udang terdiri dari badan, kepala, kaki, dan kulit keras, secara garis besar manusia hanya mengambil badan udang untuk di konsumsi yang artinya udang dimanfaatkan tanpa kepala dan kulit (Supriyantini, 2018). Akibat hal tersebut limbah yang berasal dari Industri export udang juga bervariasi, yang berkisar antara 65 - 85% dari berat udang. Pada umumnya limbah udang padat dimanfaatkan sebagian sebagai campuran pakan ternak dan sebagian hanya menumpuk menjadi limbah lingkungan yang mengeluarkan bau tidak sedap (Natalia, 2017). Jenis udang windu atau sering dikenal dengan *penaeus monodon* atau giant tiger prawn adalah sebuah crustaces yang dibudidayakan secara luas untuk dikonsumsi (Begum, 2021; Urzola, 2021). Pabrik pengolahan Crustacea memiliki masalah terkait limbah padat dari kulit, kepala, dan kaki udang (ShSW) yang tidak di kirim untuk kebutuhan konsumsi manusia. Selama ini limbah tersebut dikeringkan dan hanya dimanfaatkan sebagai pakan serta pupuk (Victor, 2016). Padahal dari ShSW banyak mengandung zat kitosan yang dapat dimanfaatkan sehingga memiliki nilai ekonomi yang lebih tinggi (Rahaman, 2021). Penelitian yang telah dilakukan oleh Mello, 2022 telah memanfaatkan kitosan dari cangkang udang sebagai suatu adosrben.

Sifat kitin biopolimer alami yang tidak baracun dan mudah terdegradasi di lingkungan mendorong dilakukannya modifikasi kitin dengan tujuan mengoptimalkan kegunaan maupun memperluas bidang aplikasi kitin (Elystia, 2021). Biopolimer alam yang tidak beracun ini diproduksi secara komersial dari limbah kulit udang. Salah satu senyawa turunan dari kitin yang banyak dikembangkan karena aplikasinya yang luas adalah kitosan (Omobayo, 2022). Kitosan merupakan senyawa kitin yang dihilangkan gugus asetilnya sehingga menyisakan gugus amina polisakarida dan bersifat polikationik melalui proses deasitelasi kitin (Coura, 2020). Menurut S. Elystia et al (2022), cangkang udang mengandung protein (25-40%), kalsium karbonat (45%-50%), dan kitin (15%-20%). Keberadaan gugus hidroksil dan amin sepanjang rantai polimer mengakibatkan kitosan sangat efektif mengikat kation ion logam berat maupun kation dari zat-zat organic. Kitosan dapat digunakan sebagai adsorben/penyerap yang dapat menyerap logam-logam berat, seperti Zn, Cd, Cu, Pb, Mg dan Fe (Pourmotazayi, 2019). Situs aktif kitosan baik dalam bentuk NH2 ataupun dalam keadaan terprotonasi NH3+ mampu mengadsorbsi logam-logam berat melalui mekanisme pembentukan khelat atau penukar ion (Trung, 2022). Kitosan mempunyai sifat menyerap dan menggumpal yang baik. Senyawa ini dapat dimanfaatkan sebagai bahan penyerap logam-logam berat yang dihasilkan oleh limbah industri elektroplating (pelapisan logam) (Darmawan, 2019).

Logam berat merupakan sumber pencemar yang sangat membahayakan bagi lingkungan. Beberapa contoh logam berat yang beracun bagi manusia adalah: arsen (As), cadmium (Cd), tembaga (Cu), timbal (Pb), merkuri (Hg), nikel (Ni), dan seng (Zn) (Permanasari, 2010). Logam berat berbahaya karena dapat mengganggu kehidupan organisme di lingkungan jika keberadaannya melampaui ambang batas (Bisirivu, 2020). Selain itu juga akan bersifat toksik jika melewati ambang batas dan terakumulasi dalam tubuh manusia. Cemaran logam berat Cu berasal dari industr elektroplating, cat dan pewarna, penyulingan minyak bumi, pupuk, pertambangan dan metalurgi, bahan peledak, pestisida, dan industri besi dan baja dapat menyebabkan beberapa gangguan seperti pertumbuhan yang terganggu pada rambut, depigmentasi rambut, kerusakan tulang. bahkan bersifat karsinogentik (Nurfatihayati, 2022; Haripriyan, 2022; Sukma, 2018).

Bebagai upaya dilakukan dalam penanggulangan masalah logam berat ini, seperti metode fotoreduksi, penukaran ion (resin), pengendapan, elektrolisis dan adsorbsi serta mengembangkan semua metode tersebut dalam kerangka yang ramah lingkungan (Iriana, 2018). Ada beberapa metode dalam pengolahan limbah cair yang mengandung logam berat seperti metode pengendapan, elektrolisis, dan solidifikasi (Mallik, 2022; Kurniasih, 2014). Metode-metode tersebut masih memiliki beberapa kelemahan, misalnya dalam elektrolisis yang membutuhkan energi yang besar (Atangana, 2020; Rostamian, 2019). Salah satu metode pengolahan limbah yang mudah dan ramah lingkungan adalah metode adsorbsi dengan adsorben alami seperti kitosan (Jaya, 2017).

**Materials and Metode**

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ShSW udang windu, NaOH, HCl, NaOCl (semua bahan didapatkan dari Merck 99%), aseton dan limbah cair industry pelapisan logam (MCI-Liquid Waste). Adapun alat-alat yang digunakan antara lain adalah laboratory blender, neraca analitik, pH meter (Metrohm, 827 pH Lab), oven, pengaduk magnet, spatula, shaker (Stuart reciprocating shaker SSL2), sentrifugasi, tabung sentrifugasi.

Adapun analisis data yangdiperoleh yaitu berupa jumlah konsentrasi logam tembaga awal dan akhir setelah pengontakan dari masing-masing perlakuan. Untuk perhitungan konsentrasi logam tembaga yang telah terserap oleh kitosan digunakan dengan persamaan (1).

C terserap = C awal – C sampling……………..………….(1)

Sedangkan untuk persentasi penyerapan, dihitung dengan menggunakan persamaan (2).

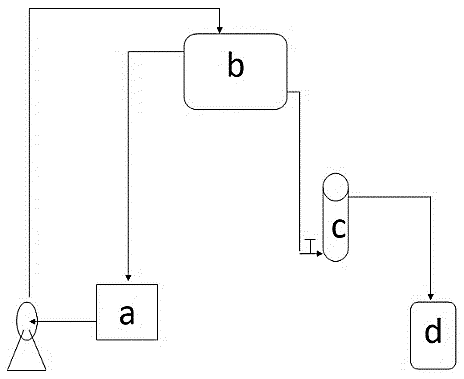
% penyerapan = x 100%..........................(2)

Penjelasan persamaan 2. yaitu C terserap adalah konsentrasi logam terserap (mg/l), kemudian C awal adalah konsentrasi logam sebelum pengontakan (mg/L), dan C akhir merupakan konsentrasi logam setelah pengontakan (mg/L). Adapun hipotesa untuk penelitian (pengujian) ini adalah sebagai berikut: Ho sebagai Kitosan dari cangkang udang windu tidak dapat digunakan sebagai adsorben dalam penurunan kadar Tembaga (Cu) pada limbah cair Industri Pelapisan Logam. Selanjutnya Ha adalah kitosan dari cangkang udang windu dapat digunakan sebagai adsorben dalam penurunan kadar Tembaga (Cu) pada limbah cair industri pelapisan logam.

Selanjutnya Langkah-langkah penelititan diawali dengan 1. Pembuatan adsorben dari ShSW udang windu, yang terdiri dari:a) Tahap Pendahuluanyaitu:Cangkang udang windu dicuci sampai bau amisnya hilang lalu ditiriskan. Keringkan kedalam oven < 50°C selama 2 jam. Cangkang udang windu awalnya diblender dan didapatkan cangkang udang windu halus.b) Tahap deproteinasi yaitu:proses ini dilakukan pada suhu 60-70°C dengan menggunakan larutan NaOH 1 M untuk menciptakan suasana basa pada campuran. Kemuidan dilakukan perbandingan serbuk udang dengan NaOH = 1:10 (gr serbuk/ml NaOH) sambil diaduk selama 60 menit. Kemudian campuran didiamkan terlebih dahulu sampai terlihat terpisah antara endapan dan filtrat. Setelah itu dipisahkan dengan disaring dan selanjutnya di sentrifugasi agar proses pemisahan secara maksimal untuk diambil endapannya. Pencucian endapan dilakukan dengan menggunakan aquadest sampai pH netral. Selanjutnya disaring untuk diambil endapannya dan dikeringkan dengan oven <500C selama 2 jam.Langkah c) tahapan demineralisas adalah penghilangan mineral dilakukan pada suhu 25-30°C dengan menggunakan larutan HCl 1 M dengan perbandingan sampel dengan larutan HCl = 1:10 (gr serbuk/ml HCl) sambil diaduk dengan magnetic stirer selama 120 menit. Kemudian disaring untuk diambil endapannya. d) Tahapan depigmentasi yaitu Endapan hasil demineralisasi diekstrak dengan aseton dan di*bleaching* dengan 0,315% NaOCl (w/v) selama 5 menit pada suhu kamar. Perbandingan solid dan solven 1:10 (w/v). Selanjutnya e) tahapan deasetilasi dilakukan dengan kitin yang telah dihasilkan pada proses diatas dimasukkan dalam larutan NaOH dengan konsentrasi 50% (berat) pada suhu 90-100°C sambil diaduk dengan kecepatan konstan selama 60 menit. Kemudian disaring untuk diambil endapannya. Endapan dicuci menggunakan aquadest sampai pH netral. Kemudian dikeringkan dengan oven <500C selama 2 jam. Maka terbentuklah adsorben kitosan dari ShSW (Chi-ShSW). 2. Adapun tahapan uji dan skema alat adsorpsi kontinyu meliputi:  a) langkah uji adsorpsi dengan cara memasukkan sampel air limbah kedalam bak penampung (bak iffluent). Kemudian alirkan sampel air limbah dalam bak pengumpan melalui pompa. Air pada bak pengumpan didiamkan sampai pada kondisi tenang. Setelah keadaan air tenang, maka siap untuk membuka keran pada tabung reaktor sehingga air dapat mengalir dari bawah ke atas termasuk metode aliran Up flow. Akhirnya diperoleh hasil sampling. Pembahasannya selanjutnya mengenai b) skema alat pada Gambar 1. penjelasan bagian-bagian dari skema alat yaitu: a) Bagian pertama: Wadah utama penampung air limbah dari (MCI-Liquid Waste) (Wadah A) yang digunakan untuk menampung limbah cair industri pelapisan logam, yang kemudian dipompakan dan dialirkan menuju bak pengumpan. Pada penelitian ini dilakukan variasi laju alir 215 ml/menit, 250 ml/menit, 280 ml/menit untuk mendapatkan hasil optimum pada proses adsorspsi. b).

Bagian kedua adalah wadah pengumpan agar air limbah yang akan dialirkan kedalam kolom (tabung reaktor). c) Bagian ketiga merupakan kolom adsorbsi yang disi dengan massa adsorben yang sudah di sintesis (Chi-ShSW) sebanyak10 gram. Selanjutnyan d) bagian keempat: Wadah penampung air hasil olahan (effluent). Waktu pengambilan sampel pada saat effluent waktu 0-7 menit (T0, T1, T2,T3, T4, T5, T6 dan T7).

Uji adsorpsi masuk dalam tahapan penelitian yaitu memasukkan sampel air limbah (MCI-Liquid Waste) kedalam bak penampung (bak iffluent).



**Gambar 1.** Skema alat adsorpsi

Selanjutnya alirkan sampel air limbah dalam bak pengumpan melalui pompa dan biarkan air pada bak pengumpan sampai pada kondisi tenang. Langkah akhir adalah membuka keran pada tabung reaktor sehingga air dapat mengalir dari bawah ke atas (Up flow). Maka proses sampling dapat dilakukan.

Hasil dan Pembahasan

Kualitas Sampel MCI-Liquid Waste. Sebagai upaya mengurangi pencemaran perairan dari limbah-limbah industri maka sampel yang digunakan pada penelitian (pengujian) langsung dari air limbah tembaga yang diambil dari salah satu industri pelapisan logam (MCI-Liquid Waste) sebagai aplikatifnya. Selanjutnya hasilnya dapat diperbandingankan dengan kualitas air sumur gali dapat dilihat pada tabel 4.1.

**Tabel 1.** Kualitas air sumur gali

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Parameter | Satuan | Hasil Analisis | Baku Mutu |
| 1 | Ion Logam Cu(II) | mg/L | 5,084 | 2-3 |

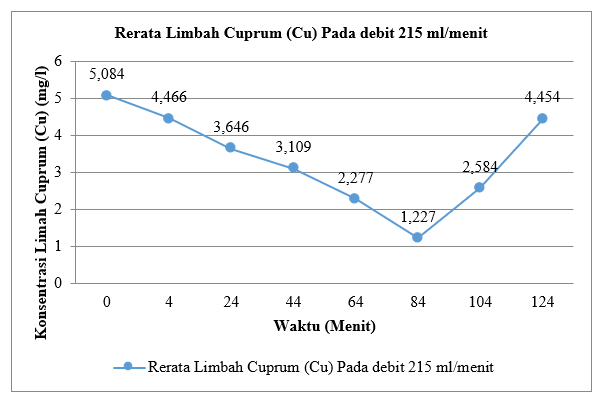
Penurunan Kandungan Tembaga (Cu) debit 215 ml/menit. Proses adsorbsi dalam penelitian (pengujian) ini dilakukan secara kontinyu. Massa adsorben yang digunakan ialah 10 gram kitosan. Debit masuk diatur sebesar 215 ml/menit. Waktu pengambilan sampel pada aliran keluar adalah menit ke- 0, 4, 24, 44, 64, 84, 104, dan 124. Hasil penelitian (pengujian) disajikan dalam Tabel 2.

**Tabel 2.** Presentase Penurunan Kandungan Ion Logam Cu(II) (debit 215 ml/menit)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Waktu (Menit) | Konsentrasi Cu Awal (mg/L) | Konsentrasi rerata Cu (mg/L) | Presentase Penurunan (%) |
| 1 | 4 | 5,084 | 4,466 | 12,15 |
| 2 | 24 | 5,084 | 3,646 | 28,28 |
| 3 | 44 | 5,084 | 3,109 | 38.84 |
| 4 | 64 | 5,084 | 2,277 | 55,21 |
| 5 | 84 | 5,084 | 1,227 | 75,86 |
| 6 | 104 | 5,084 | 2,584 | 49,17 |
| 7 | 124 | 5,084 | 4,454 | 12,39 |

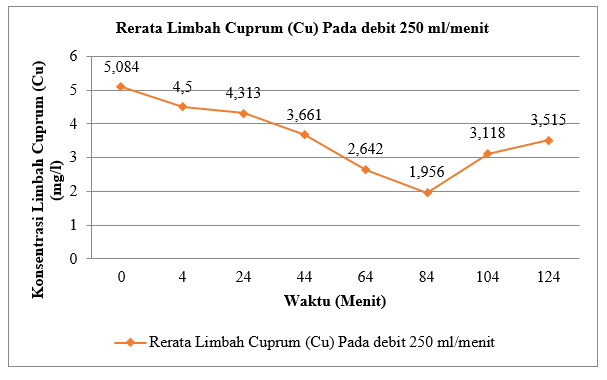
Sumber: Data primer, 2015

Berdasarkan Gambar 2. dapat dilihat pada menit ke-0 hingga menit ke-84 pada debit aliran 215 ml/menit, terjadi proses adsorbsi tertinggi. Kesetimbangan adsorbsi terjadi pada sekitar menit ke-84, hal ini terbukti pada menit ke-84 pada debit 215 ml/menit mampu menurunkan kadar Cu hingga sebesar 1,227 mg/l dengan persentase 75,86% dimana kadar Cu maksimum sebesar 3 mg/l. Pada menit ke-84 hingga menit ke-124 kemampuan adsorben mulai mengalami penurunan secara perlahan dan mulai mengalami kejenuhan. Hal ini dikarenakan debit aliran yang kecil menyebabkan waktu kontak air limbah pada reaktor semakin lama sehingga penyerapan semakin tinggi. Penurunan Kandungan Tembaga (Cu) debit 250 ml/menit.Berdasarkan hasil laboratorium, pada penelitian (pengujian) debit 250 ml/menit menunjukkan bahwa efektifitas penurunan kadar Tembaga (Cu) tidak lebih efektif dari penelitian (pengujian) kadar Tembaga (Cu) pada debit aliran 215 ml/menit. Hasil penelitian (pengujian) pada penelitian (pengujian) debit 250 ml/menit disajikan dalam Tabel 3. Berdasarkan Gambar 3. menunjukkan pada debit aliran 250 ml/menit, pada menit ke-0 hingga menit ke-84 adsorben kitosan masih mampu menurunkann kadar tembaga (Cu) sebesar 1,956 mg/l (sebesar 61,52%) pada air limbah pelapisan logam, meskipun tidak lebih besar dari dari penelitian (pengujian) kadar Tembaga (Cu) pada debit aliran 215 ml/menit. Hal ini diduga disebabkan karena pada debit 250 ml/menit lebih besar dari pada debit 215 ml/menit sehingga waktu kontak antara larutan dan padatan (waktu tinggal) didalam reaktor lebih singkat. sehingga penyerapan Cu dari larutan tidak lebih besar dari penelitian (pengujian) kadar Tembaga (Cu) pada debit 215 ml/menit. Penurunan Kandungan Tembaga (Cu) debit 280 ml/menit.Berdasarkan hasil laboratorium, Penurunan kadar Tembaga (Cu) Pada 900 (debit aliran 280 ml/menit)konsentrasi kadar Tembaga (Cu) tetap mengalami penurunan sama seperti pada 300 (debit aliran 215 ml/menit) dan 600 (debit aliran 250 ml/menit). Hasil penelitian (pengujian) Pada 900 (debit aliran 280 ml/menit) disajikan dalam Tabel 4.



**Gambar 2.** Hubungan lama waktu adsorbsi dengan konsentrasi Cu pada debit 215 ml/menit.

Berdasarka grafik Gambar 4. menunjukkan pada debit 280 ml/menit, pada menit ke-0 hingga menit ke-84 adsorben kitosan masih mampu menurunkann kadar tembaga (Cu) sebesar 2,901 mg/l (sebesar 42,93%) pada air limbah pelapisan logam, meskipun tidak lebih besar dari penelitian (pengujian) kadar Tembaga (Cu) pada debit aliran 215 ml/menit dan pada debit aliran 250 ml/menit. Hal ini diduga disebabkan karna debit aliran pada debit 280 ml/menit lebih besar dari debit 215 ml/menit dan debit aliran 250 ml/menit menyebabkan waktu kontak antara larutan dan padatan (waktu tinggal) didalam reaktor sangat singkat, sehingga penyerapan Cu dari larutan tidak lebih besar dari penelitian (pengujian) kadar Tembaga (Cu) pada debit 215 ml/menit dan debit aliran 250 ml/menit. Pada menit ke-124 adsorben belum benar-benar mengalami kejenuhan dibandingkan debit 215 ml/menit dan debit 250 ml/menit, hal ini dikarenakan debit aliran lebih cepat dari kedua pembanding tersebut menyebabkan air limbah pada kolom reaktor waktu tinggalnya sangat cepat sehingga proses adsorbsi lebih rendah.

****

**Gambar 3.** Hubungan lama waktu adsorbsi dengan konsentrasi Cu debit 250 ml/menit.

Penentuan kondisi yang akan digunakan dalam aplikasi skala nyata dengan cara membandingkan hasil-hasil dari penelitian (pengujian) yang dilakukan dengan debit aliran 215 ml/menit, 250 ml/menit, 280 ml/menit. Dasar untuk menentukan kondisi yang akan digunakan ialah konsentrasi *effluen* terbaik. Perbandingan hasil penelitian (pengujian) dengan menggunakan debit 215 ml/menit, 250 ml/menit, 280 ml/menit disajikan dalam Gambar 5.

**Tabel 3.** Presentase Penurunan Kandungan Ion Logam Cu(II) (debit 250 ml/menit)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Waktu (Menit) | Konsentrasi Cu Awal (mg/L) | Konsentrasi rerata Cu (mg/L) | Presentase Penurunan (%) |
| 1 | 4 | 5,084 | 4,500 | 11,48 |
| 2 | 24 | 5,084 | 4,313 | 15,16 |
| 3 | 44 | 5,084 | 3,661 | 27,98 |
| 4 | 64 | 5,084 | 2,642 | 48,03 |
| 5 | 84 | 5,084 | 1,956 | 61,52 |
| 6 | 104 | 5,084 | 3,118 | 38,67 |
| 7 | 124 | 5,084 | 3,516 | 30,84 |

Sumber: Data primer, 2015.

**Tabel 4.** Presentase Penurunan Kandungan Ion Logam Cu(II) (debit 280 ml/menit)

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No | Waktu (Menit) | Konsentrasi Cu Awal (mg/L) | Konsentrasi rerata Cu (mg/L) | Presentase Penurunan (%) |
| 1 | 4 | 5,084 | 4,447 | 12,52 |
| 2 | 24 | 5,084 | 4,315 | 15,12 |
| 3 | 44 | 5,084 | 4,221 | 16,97 |
| 4 | 64 | 5,084 | 4,003 | 21,26 |
| 5 | 84 | 5,084 | 2,901 | 42,93 |
| 6 | 104 | 5,084 | 3,391 | 33,30 |
| 7 | 124 | 5,084 | 3,778 | 25,68 |

Sumber: Data primer, 2015.

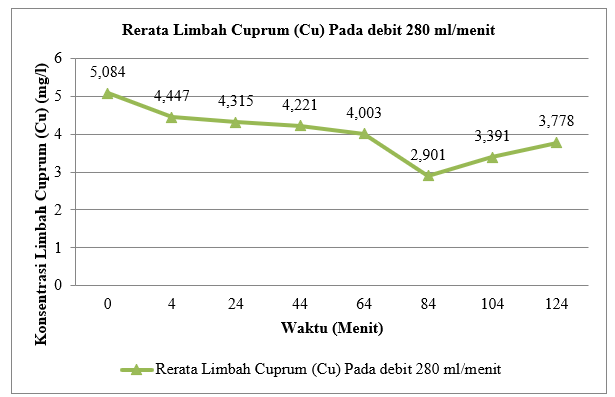
Berdasarkan grafik pada Gambar 5. mengindikasikan terdapat 3 (tiga) tahapan adsorbsi yang berlangsung. Tahapan -1 terjadi pada waktu kurva mengalami penurunan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kecepatan perpindahan adsorbat (Cu), dari dalam larutan ke padatan (kitosan udang windu), lebih besar dari kecepatan perpindahan Cu dari padatan ke larutan. Tahapan-2 terjadi pada waktu kurva mengalami titik balik dari kondisi turun menjadi naik. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kecepatan perpindahan Cu dari dalam larutan ke padatan sama besar dengan kecepatan perpindahan Cu dari padatan ke larutan. Pada titik balik ini adsorben mengalami kejenuhan dalam mengadsorbsi Cu. Tahapan-3 terjadi pada waktu kurva mengalami kenaikan. Kondisi ini mengindikasikan bahwa kecepatan perpindahan Cu dari dalam larutan ke padatan lebih kecil dari kecepatan perpindahan Cu dari padatan ke larutan.

Tahap-1 pada penelitian (pengujian) ini terjadi pada menit ke-0 hingga ke-84, dimana pada kurun waktu tersebut adsorbsi berlangsung lebih tinggi (dapat dilihat pada Gambar 5. dimana pada menit ke-0 hingga ke-84 kurva bergerak turun). Tahap-2 pada penelitian (pengujian) ini terjadi pada menit ke-84 dimana terjadi kesetimbangan adsorbsi dan sekaligus menjadi titik balik penyerapan adsorben, (dapat dilihat pada Gambar 5. pada menit ke-84 kurva berada pada titik adsorbsi tertinggi). tahap-3 terjadi pada menit ke-84 hingga menit ke-124, adsorben mulai mengalami kejenuhan, (dapat dilihat pada Gambar 5. pada menit ke-84 hingga menit ke-124 kurva secara perlahan bergerak naik). Proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti waktu kontak antara adsorbat dengan adsorben dari kitosan limbah padat udang windu. Kitosan yang dihasilkan pada penelitian ini seperti pada Tabel 5. telah memenuhi nilai standar internasional sehingga bisa digunakan untuk berbagai aplikasi.

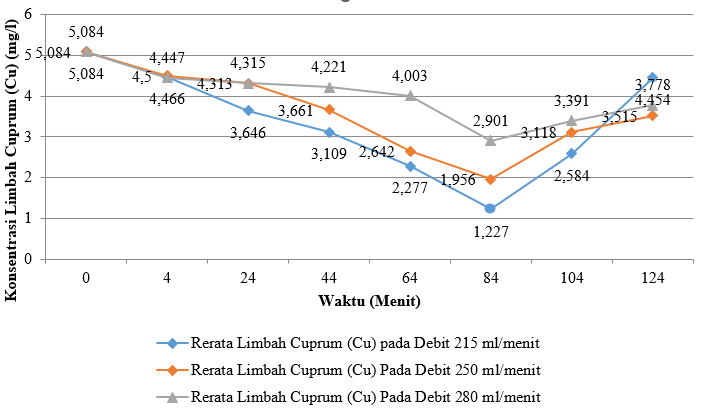
**Tabel 5.** Karakterisasi Kitosan

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Parameter | Nilai dari kitosan yang diperoleh | Nilai dari Standar Internasional |
| Tekstur | Serbuk | Serbuk |
| Warna | Putih | Putih sampai Kuning pucat |
| Bau | Tidak berbau | Tidak berbau |
|  |  |  |

Pada debit 215 ml/menit, 250 ml/menit, 280 ml/menit memiliki kemampuan menurunkan kadar Tembaga (Cu) dalam air limbah pelapisan logam, tetapi pada debit 215 ml/menit kitosan dapat menurunkan kadar Tembaga lebih besar. Tingginya efektifitas penurunan kadar Tembaga (Cu) pada debit 215 ml/menit, disebabkan pada debit 215 ml/menit air limbah mengalir lebih lambat sehingga waktu tinggal pada kolom reaktor semakin lama, ini menyebabkan proses adsorbsi tertinggi.



**Gambar 4.** Hubungan lama waktu adsorbsi dengan konsentrasi Cu pada debit 280 ml/menit.



**Gambar 5.** Hubungan Lama Waktu Adsorbsi dengan debit 215 ml/menit, 250 ml/menit, 280 ml/menit.

**Kesimpulan**

This Berdasarkan hasil penelitian menggunakan adsorben kitosan limbah ShSW (Chi-ShSW) untuk pengolahan air limbah industri pelapisan logam dapat disimpulkan bahwa Chi-ShSW dapat digunakan sebagai adsorben untuk menurunkan ion logam Cu(II) yang terkandung didalam air limbah Industri Pelapisan Logam. Selanjutnya, dada debit aliran 215 ml/menit penurunan tertinggi pada menit 84 dengan kadar Cu pada air limbah Industri Pelapisan Logam sebesar 1,227 mg/l serta efisiensi penurunan sebesar 75,86%. Pada debit aliran 250 ml/menit penurunan tertinggi pada menit 84 dengan kadar Cu pada air limbah Industri Pelapisan Logam sebesar 1,956 mg/l serta efisiensi penurunan sebesar 61,52%. Pada debit aliran 280 ml/menit penurunan tertinggi pada menit 84 dengan kadar Cu pada air limbah Industri Pelapisan Logam sebesar 2,901 mg/l serta efisiensi penurunan sebesar 42,93%. Kemudian perbedaan variasi debit yang digunakan berpengaruh terhadap kecepatan laju aliran air, semakin kecil debit semakin lama kontak dengan kitosan dan akan lebih tinggi kemampuan kitosan untuk menurunkan logam Cu. Penurunan Limbah Cu yang tertinggi pada penelitian (pengujian) terjadi pada debit aliran 215 ml/menit dengan waktu 84 menit dengan kadar Cu dalam air limbah Industri Pelapisan Logam sebesar 1,227 mg/l serta efisiensi penurunan sebesar 75,86%.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih terutama kepada laboratorium Universitas Malahayati dan Laboratorium AKL POLTEKES Tanjung Karang. Ucapan terima kasih dapat juga disampaikan kepada pihak-pihak yang membantu pelaksanaan penelitian.

Daftar Pustaka

Atangana, E., Chiweshe, T.T., Oberholster, P. J and Deysed, L.M. (2020). Evaluation of The Absorbance Capacity of Elements In Meat Effluent, And Their Mathematical Models by Using Shrimp Chitosan Cross-Linked Glutaraldehyde. *Alexandria Engineering Journal,* vol. 59, no. 1, pp. 2567-2574.

Begum, S., Yuhana, N.Y., Saleh, N.M., Kamarudin, N.H.N and Sulong, A.B. (2021). Review of chitosan Composite as A Heavy Metal Adsorbent: Material Preparation and Properties”, *Carbohydrate Polymers,* vol. 259, no. 1, pp 1-9.

Bisiriyu I.O and Meijboom, R. (2020). Adsorption of Cu(II) Ions From Aqueous Solution Using Pyridine-2,6-Dicarboxylic Acid Crosslinked Chitosan as A Green Biopolymer Adsorbent. *Biological Macromolecules,* vol. 1, no. 1., pp 1-28.

Coura, J.C., Profeti, D., Profeti, L.P.R. (2020). Eco-Friendly Chitosan/Quartzite Composite as Adsorbent for Dye Removal, *Materials Chemistry and Physics,* vol. 1, no. 1, pp. 1-14.

Darmawan, F.R.P., Nurentama, F., Susilowati, T. (2019). Adsorbsi Logam Berat Tembaga (Cu) dengan Kitosan dari Limbah Cangkang Kupang Putih, *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 14, no 1, pp. 16-21.

Elystia, S., Hasibuan, N.A.H., Zultiniar. (2022). Pemanfaatan Bionanomaterial Chitosan dari Limbah Cangkang Kulit Udang Sebagai Adsorben dalam Pengolahan Air Gambut, vol. 20, no. 2, pp. 570-578.

Elystia, S., Zultiniar, dan Juniwarnis. (2021). Penyisihan Logam Cr Limbah Cair Industri Elektroplating Menggunakan Bionanomaterila Chitosan Limbah Cangkak Kulit Udang, *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas,* vol. 25, no. 1, pp. 25-32.

Haripriyan, U., Gopinath, K.P., Arun, J. (2022). Chitosan Based Nano Adsorbents and its Types for Heavy Metal Removal: A Mini Review, vol. 312, no. 1, pp. 1-14.

Iriana, D.D., Sedjati, S., Yulianto, B. (2018). Kemampuan Adsorbsi Kitosan dari Cangkang Udang terhadap Logam Timbal, *Journal of marine Research*, vol. 7, no 4, pp. 303-309, 2018.

Jaya, I., Syaputra, J., Prasetya, D.S.B., Pangga, D. (2017). Pembuatan Kitosan dari Cangkang Udang sebagai Adsorben Emas (Au), *Lensa: Jurna; Kependidikan Fisika*, vol. 5, no. 2, pp. 48-54.

Kurniasih, M., Riapanitra, A., Rohadi, A. (2014). Adsorpsi Rhodamin B dengan Adsorben Kitosan Serbuk dan Beads Kitosan, *Sains dan Matematika*, vol. 2, no. 2, pp. 27-33.

Mallik, A.K., Kabir, S.M.F., Rahman, F.B.A., Sakib, M.N., Efty, S.S., Rahman, M.M. (2022). Cu(II) Removal from Wastewater Using Chitosan-Based Adsorbents: A Review*,* [*Journal of Environmental Chemical Engineering*](https://www.sciencedirect.com/journal/journal-of-environmental-chemical-engineering), vol. 10, mo 4, pp 108-135.

Mello, J.R., Machado, T.S., Crestani, L., Alessandretti, I., Marchezi, G., Melara, F., Mignoni, M.L., Piccin, J.S. (2022). Synthesis, Characterization and Application of New Adsorbent Composites Based on Sol-Gel/Chitosan for The Removal of Soluble Substance in Water,” vol. 8, no. 1. pp. 1-11.

Natalina dan Firdaus, H. (2017). Penurunan Kadar Kromium Heksavalen (Cr6+) dalam Limbah Batik Menggunakan Limbah Udang (Kitosan), *Teknik*, vol. 38, no. 2, pp. 99-102.

Nurfatihayati, Azis, Y., Mutamima, A., Herman, S., Alfarisi, C.D., Ikrima, H. (2022). Isotherms Studies of Equilibrium Sorption of Cu2+ unto Hydrochloric Acid Modified Shrimp Shell Waste”, vol. 63, no. 1, pp. 1-5.

Omobayo, Salawu, Han, Z., Adeleye,A.S. (2022). Shrimp Waste-Derived Porous Carbon Adsorbent: Performance, Mechanism, and Application of Machine Learning, *Journal of Hazardous Materials,* vol. 1, no.1, pp.

Permanasari, A., Siswaningsih, W., Wulandari, I. (2010). Uji Kinerja Adsorben Kitosan-Bentonit terhadap Logam Berat dan Diazinon secara Simultan, *Jurnal Sains dan Teknologi Kimia*, vol. 1, no. 2, pp. 121-134.

Pourmotazavi, S.M., Sahebi, H., Zandavar, H., Mirsadaghi, S. (2019). Fabrication of Fe3O4 Nanoparticles Coated by Extracted Shrimp Peels Chitosan as Sustainable Adsorbents for Removal of Chromium Contaminates From Wastewater: The Design of Experiment, *Composites Part B*, vol. 175, no. 1, pp. 1-16.

Rahaman, M.H., Islam, M.A., Islam, M.M., Rahman, M.A., Alam, S.M.N. (2021). Biodegradable Composite Adsorbent of Modified Cellulose and Chitosan to Remove Heavy Metal Ions from Aqueous Solution”, *Current Research in Green and Sustainable Chemistry,* vol. 4, no. 1, pp. 1-8.

Rostamian, R., Firouzzare, M., Irandoust, M. (2019). Preparation and neutralization of forcespun chitosan nanofibers from shrimp shell waste and study on its uranium adsorption in aqueous media, *Reactive and Functional Polymers,* vol. 1, no. 1, pp. 1-8.

Sukma, D.H., Riani, E., and Pakpahan, E.N. (2018). Pemanfaatan Kitorsan sebagai Adsorben Sianida pada Limbah Pengolahan Bijih Emas, *Jurnal Pengolahan dan Hasil*, vol. 21, no. 3, pp. 460-470.

Supriyantini, E., Yulianto, B., Ridlo, A., Sedjati, S., Nainggolan, A.C. (2018). Pemanfaatan Chitosan dari Limbah Cangkang Rajungan (*Portunus pelagicus)* sebagai Adsorben Logam Timbal (Pb), *Jurnal Kelautan Tropis*. vol. 21, no 1, pp 23-28.

Trung, T.S., Minh, N.C., Cuong, H.N., Phuong, P.T.D., Dat, P.A., Nam, P.V., Hoa, N.V. (2022). Valorization of Fish and Shrimp Wastes to Nano-Hydroxyapatite/Chitosan Biocomposite for Wastewater Treatment, *Journal of Science: Advanced Materials and Devices*, vol. 7, no 105, pp 1-9.

Urzola, A.B., Gomez, R.S.G., Gonzalez, M.B., Bazua, M.C.D.D. (2021). Chitosan-Calcite From Shrimp Residues: A Low-Cost Adsorbent For Three Triazines Removal From Aqueous Media, *Material Today Communications,* vol. 26, no. 1, pp. 1-11.

Victor S., Andhika, M.B., Syauqiah, I. (2016). Pemanfaatan Kitosan dari Limbah Cangkang Bekicot (Achatina Fulica) Sebagai Adsorben Logam Berat Seng (Zn), *Konversi*, vol. 5, no. 1, pp. 24-29.

1. Corresponding Author [↑](#footnote-ref-1)