

# Efektivitas Kombinasi Kitosan dan Ampas Teh Sebagai Adsorben Alami dalam Menurunkan Konsentrasi Timbal Pada Limbah Cair PT PXI

Dhonny Suwazan<sup>1\*</sup> dan Nisa Nurhidayanti<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Pelita Bangsa;

<sup>2</sup>Program Doktor Teknik Lingkungan, Institut Teknologi Bandung

## ABSTRAK

Logam berat merupakan salah satu bahan kimia berbahaya yang dapat menimbulkan bahaya bagi lingkungan dan makhluk hidup karena memiliki toksisitas yang tinggi dan tidak dapat terbiodegradasi sehingga menjadi bioakumulasi pada rantai makanan. Dalam limbah cair yang dihasilkan pada industri tekstil terdapat salah satu logam berat yaitu timbal (Pb) yang digunakan sebagai pengikat zat warna. Salah satu metode penghilangan logam berat pada limbah cair yaitu metode adsorpsi menggunakan biosorben. Biosorben yang digunakan pada penelitian ini adalah campuran antara kitosan dan karbon aktif dari ampas teh. Tujuan dari penelitian ini untuk menentukan efektivitas penurunan konsentrasi Pb menggunakan adsorben alami dengan kombinasi kitosan dan ampas teh. Tahap awal dilakukan pengujian kandungan logam berat pada PT PXI dan diperoleh kandungan awal logam Pb sebesar 1,02 mg/L. Kemudian dilakukan sintesis adsorben hasil kombinasi kitosan dan karbon aktif dari ampas teh. Hasil karakterisasi diperoleh kadar karbon terikat sebesar 78,09%. Karakterisasi dilanjutkan untuk mengetahui sifat fisika dan kimia biosorben dilakukan menggunakan FTIR dan SEM-EDS. Hasil karakterisasi menggunakan FTIR didapatkan gugus fungsi O-H yang berperan dalam proses adsorpsi, hasil SEM-EDS menunjukkan peningkatan kualitas struktur pori dan komposisi unsur dari kitosan yang telah di sintesis dengan ampas teh. Biosorben kombinasi kitosan dan karbon aktif dari ampas teh diaplikasikan sebagai adsorben dalam penghilangan logam berat Pb pada limbah industri tekstil PT PXI dengan variasi massa adsorben. Analisa konsentrasi Pb dilakukan menggunakan AAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan penambahan karbon aktif ampas teh sebesar 1,4 gr menghasilkan persen efektivitas tertinggi dalam penghilangan logam berat Pb sebesar 90,6% dan dapat menurunkan konsentrasi hingga 0.1 mg/L sehingga dapat memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan.

**Kata kunci:** limbah cair, biosorben, kitosan, ampas teh, timbal

## ABSTRACT

Heavy metal is one of the hazardous chemicals that can pose a danger to the environment and living things because it has high toxicity and cannot be biodegraded so that it becomes bioaccumulation in the food chain. In the liquid waste produced in the textile industry there is one heavy metal, namely lead (Pb) which is used as a dye binder. One method of removing heavy metals in liquid waste is the adsorption method using a biosorbent. The biosorbent used in this research is a mixture of chitosan and activated carbon from tea dregs. The purpose of this study was to determine the effectiveness of reducing Pb concentration using a natural adsorbent with a combination of chitosan and tea dregs. The initial stage was testing the heavy metal content of PT PXI, the initial Pb content was 1.02 mg/L. Then the synthesis of the adsorbent resulting from the combination of chitosan and activated carbon from tea dregs was carried out. The results of the characterization obtained bound carbon content of 78.09%. Characterization was continued to determine the physical and chemical properties of biosorbents using FTIR and SEM-EDS. The results of characterization using FTIR obtained O-H functional groups that play a role in the adsorption process, the SEM-EDS results showed an increase in the quality of the pore structure and elemental composition of chitosan that had been synthesized with tea dregs. Biosorbent combination of chitosan and activated carbon from tea dregs was applied as an adsorbent in the removal of heavy metal Pb in textile industry waste PT PXI with variations in adsorbent mass. Pb concentration analysis was carried out using AAS. The results showed that the addition of 1.4 g of tea dregs activated carbon produced the highest percentage of effectiveness in the removal of heavy metal Pb by 90.6% and could reduce the concentration to 0.1 mg/L so that it could meet the required quality standards.

**Keywords:** liquid waste, biosorbent, chitosan, tea dregs, lead

**Citation:** Suwazan, D., dan Nurhidayati, N. (2022). Efektivitas Kombinasi Kitosan Dan Ampas Teh Sebagai Adsorben Alami Dalam Menurunkan Konsentrasi Timbal Pada Limbah Cair PT PXI. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(1), 37-44, doi:10.14710/jil.20.1.37-44

## 1. Pendahuluan

Aktivitas industri akan selalu menghasilkan limbah sebagai produk sampingnya. Salah satu limbah

yang dihasilkan berupa limbah cair yang harus diolah terlebih dahulu sesuai dengan baku mutu air limbah yang ditetapkan oleh pemerintah sebelum dibuang

\*Penulis korespondensi: dhonny.suwazan@pelitabangsa.ac.id

ke lingkungan agar tidak menimbulkan dampak negatif bagi kehidupan, khususnya Sumber Daya Air (SDA) (Amjad, et al., 2020). Limbah cair yang dihasilkan dari proses industri tekstil umumnya mempunyai beban pencemaran yang cukup tinggi (Komarawidjaja, 2017). Beban pencemaran ini dapat terlihat dari karakteristik limbah cair tekstil secara umum yaitu berwarna dan berbau, pH tinggi, kadar BOD, COD, padatan terlarut dan tersuspensi tinggi serta suhu air limbah tinggi (Sihotang, 2021). PT PXI merupakan perusahaan yang bergerak di bidang tekstil yang memproduksi bahan jeans. Dalam proses pewarnaan tekstil digunakan bahan pewarna (dyes), sehingga pada proses produksinya menghasilkan limbah cair yang mengandung ion logam berat. penggunaan dyes sebagai bahan pewarna inilah yang digunakan inilah akan dihasilkan limbah cair dengan kandungan logam berat yang tinggi dan dapat berbahaya bagi makhluk hidup dan lingkungan jika tidak diolah dengan baik dan benar (Panighari & Santhoskumar, 2020).

Logam berat merupakan salah satu polutan paling persisten di dalam air. Tidak seperti polutan lainnya, polutan ini sulit didegradasi dan dapat terakumulasi pada sepanjang rantai makanan, sehingga berpotensi menimbulkan risiko kesehatan manusia dan gangguan ekologis (Akhtar, et al., 2015). Logam berat pada pewarna tekstil berfungsi sebagai gugus fungsi (pembentuk molekul zat warna). Timbal digunakan sebagai campuran pewarna pada proses pewarnaan. Timbal (Pb) berasal dari zat mordant sebagai pengikat zat warna yaitu  $PbCrO_4$ . Timbal putih [ $Pb(OH)_2 \cdot 2PbCO_3$ ] untuk menghasilkan warna putih dan timbal merah ( $Pb_3O_4$ ) untuk menghasilkan warna merah (Hastuti, et al., 2018). Timbal merupakan logam yang memiliki tingkat toksisitas yang ekstrem. Timbal sangat berbahaya terutama untuk anak-anak karena dapat mengganggu pertumbuhan otak (Wardalia, 2016). Target utama dari toksisitas timbal adalah sistem persyarafan sentral serta dapat mengakibatkan sakit perut, naiknya tekanan darah, anemia, dan bila mengonsumsi dalam jumlah besar akan mengakibatkan kerusakan otak dan ginjal pada orang dewasa serta keuguran pada ibu hamil, dan menurunkan fertilitas pada lelaki (Sembel, 2015)

Berbagai metode telah dilakukan untuk mengurangi atau mengatasi cemaran logam berat seperti Pb, diantaranya oksidasi, adsorpsi, koagulasi, flokulasi, dan pertukaran ion (Ningsih, 2019). Metode yang paling efektif adalah pengolahan seara fisika yaitu dengan cara adsorpsi (Putri, 2020). Adsorpsi merupakan peristiwa pengikatan molekul dalam fluida ke permukaan padatan. Molekul akan terakumulasi pada batas muka padatan-fluida (Yustinah, et al., 2020). Berbagai zat dapat digunakan sebagai adsorben untuk proses adsorpsi (Pratiwi & Prinajati, 2018). Metode adsorpsi memiliki beberapa kelebihan diantaranya adalah pengolahannya relatif sederhana, dan efisiensinya cukup tinggi dan efektif serta tidak

memberikan dampak buruk terhadap lingkungan (Botahala, 2019).

Kitosan merupakan salah satu biomaterial yang bersifat polikationik dan dapat mengadsorpsi logam berat dan pewarna tekstil dalam air limbah karena kemampuan mengikat logam yang unggul, tersedia dalam jumlah banyak dan biayanya yang relatif terjangkau jika dibandingkan dengan adsorben lain, misalnya, karbon aktif, dan biochars (Iriana, et al., 2018; Singh, et al., 2020). Kitosan memiliki karakteristik fisika kimia, stabilitas kimia, reaktivitas yang tinggi, sifat chelation yang tinggi, dan selektivitas yang tinggi terhadap polutan (Sukma, et al., 2018). Metode adsorpsi dengan karbon aktif terbukti memiliki efektivitas dalam menurunkan kadar logam berat pada limbah, dengan efisiensi 78% terhadap ion  $Cd^{2+}$  (Malik, et al., 2019). Modifikasi kitosan dapat meningkatkan ketahanan terhadap kondisi asam (Iparraguirre, et al., 2010). Ampas teh juga telah diidentifikasi sebagai biosorben logam berat yang baik, karena memiliki senyawa selulosa sebanyak 37% dan juga lignin (Kim, et al., 2013; Wijaya, et al., 2020). Pemanfaatan teh sebagai biosorben mempunyai efisiensi adsorpsi sebesar 125 mg/g untuk timbal dan 142,9 mg/g untuk kadmium (Seema, 2020). Dan laju adsorpsi sebesar 197,5 mg/g untuk kromium (Usman, 2020). Efektivitas biosorben ampas daun teh mampu meningkatkan proses penyerapan logam arsen dengan kapasitas adsorpsi sebesar 0,412 mg/g (Yang, et al., 2016).

Berdasarkan hasil pengujian pendahuluan sampel air limbah dari PT PXI diperoleh hasil konsentrasi logam Pb sebesar 1,02 mg/L. Dari data tersebut diperoleh kesimpulan bahwa konsentrasi logam Pb melebihi dari baku mutu yang telah ditetapkan (Menteri LHK, 2020). Penelitian ini bertujuan memanfaatkan biosorben kombinasi kitosan dan karbon aktif dari ampas teh untuk menurunkan konsentrasi timbal dalam limbah cair PT PXI. Penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi bagi industri tekstil khususnya PT PXI untuk menurunkan konsentrasi timbal dengan menggunakan adsorben alami tersebut sehingga menjadi nilai tambah bagi lingkungan.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian untuk analisis gugus fungsi dan morfologi permukaan biosorben menggunakan FT-IR dan SEM-EDS, kemudian untuk menentukan kadar logam berat menggunakan *Atomic Adsorption Spectroscopy* (AAS) dengan spesifikasi Agilent Technologies 200 Series AA with *Graphite Tube Atomizer* (GTA) 120.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kitosan dari udang windu sebanyak 12 gram dan ampas teh kemasan sebanyak 50 gram. Serta larutan standar/induk yang digunakan yaitu Larutan induk

$Cd^{2+}$  1000 mg/L (p.a, Merck) dan Larutan induk  $As^{3+}$  1000 mg/L (p.a, Merck).

## 2.2. Prosedur Penelitian

### 2.2.1. Pengambilan Air Limbah

Sampel yang dibutuhkan diambil secara grab sampling dengan jumlah volume sesuai yang dibutuhkan dan dimasukkan kedalam wadah yang telah dicuci sampai bersih dan dibilas menggunakan  $HNO_3$  1:1 dan dibilas kembali menggunakan aquabidest. Kemudian sampel dimasukkan ke dalam alat penyaring dengan kertas saring ukuran pori 0,45  $\mu m$  lalu ditampung ke dalam wadah untuk dianalisis (SNI 6989.58: 2008).

### 2.2.2. Penelitian Pendahuluan

Uji kualitas air limbah ini digunakan untuk mengetahui kandungan awal limbah cair sebelum melalui proses perlakuan penurunan menggunakan biosorben kitosan dan karbon aktif dari ampas teh. Pada penelitian pendahuluan dilakukan pengukuran logam berat sengan sampel air limbah PT PXI sebanyak 100 gram menggunakan alat *Atomic Adsorption Spectroscopy* (AAS) dengan spesifikasi Agilent Technologies 200 Series AA with *Graphite Tube Atomizer* (GTA) 120. Setelah penelitian pendahuluan didapat hasil, dihitung berdasarkan sebagai berikut (APHA 3113 B, 2017):

$$\text{Kadar Logam (mg/l)} = C \times fp$$

Keterangan:

C = Konsentrasi yang didapat dari hasil pengukuran

fp = Volume akhir contoh uji (ml)

### 2.2.3. Preparasi Air Limbah

Sampel uji yang sudah dihomogenkan dipipet 100 mL dan dimasukkan ke dalam gelas piala 250 mL. Kemudian ditambahkan 10 mL  $HNO_3$  pekat dan ditutup menggunakan kaca arloji. Dipanaskan di atas hot plate sampai sisa volume 15-20 mL kemudian ditambahkan lagi 5 mL  $HNO_3$  pekat jika destruksi belum sempurna (tidak jernih). Kaca arloji dibilas menggunakan aquabidest. Setelah itu contoh uji disaring dan dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL kemudian ditambahkan aquabidest sampai tanda batas dan di homogenkan (APHA 3113 B, 2017).

### 2.2.4. Pembuatan Karbon Aktif Dari Ampas Teh

Ampas teh dikeringkan di oven pada suhu 100 °C selama 24 jam untuk menghilangkan kadar air. Ampas teh dimasukkan ke dalam cawan porselin dan dibakar dengan kompor listrik sampai suhu di dalam  $\pm 950$  oC selama 15 menit untuk proses karbonasi. Selanjutnya di angkat dari kompor listrik dan didinginkan pada suhu ruang. Lalu untuk proses aktivasi, karbon direndam dalam larutan  $ZnCl_2$  30% selama 24 jam. Kemudian

dicuci menggunakan air hangat dengan suhu 80 °C selama 20 menit dan cuci menggunakan HCl 0,1 N selama 20 menit, dicuci kembali menggunakan air hangat sampai tidak ada gelembung udara (Nurhidayanti, et al., 2021). Kemudian dilakukan perhitungan kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, dan kadar karbon terikat (Sari, 2019)

### 2.2.5 Pembuatan Adsorben Kitosan-Karbon Aktif

Kitosan ditimbang sebanyak 1,2 g, kemudian dilarutkan dengan asam asetat 3% sebanyak 60 mL, ditambahkan 0,6 g karbon ampas teh, di stirer hingga homogen. Dituangkan ke kaca akrilik, dikeringkan di oven pada suhu 60°C selama 24 jam. Hasil yang terbentuk diimmersikan dengan NaOH 1M selama 24 jam. Kemudian dilepaskan dari kaca akrilik, dan dicuci dengan akuadest hingga netral. Dikeringkan pada suhu kamar. Disimpan dalam desikator. Dilakukan hal yang sama dengan variasi berat penambahan karbon sebanyak 0,8 g; 1 g; 1,2 g dan 1,4 gram (Sari, 2019). Selanjutnya biosorben dianalisis menggunakan FTIR dan SEM-EDS.

### 2.2.6 Penggunaan Adsorben Untuk Menurunkan Konsentrasi Logam Timbal (Pb)

Adsorben kitosan-karbon aktif ampas teh dengan variasi berat 0,6 g; 0,8 g; 1g; 1,2 g; dan 1,4 g dimasukkan ke dalam kolom. Dipipet 50 mL air limbah yang sudah dipreparasi ke dalam kolom tersebut. Kemudian air limbah dilewatkan kolom dengan pompa vakum dan ditampung untuk dianalisis dan air limbah tersebut siap untuk diukur menggunakan AAS (Sari, 2019).

### 2.2.7. Metode Analisis Data

Metode analisis data dalam penelitian ini yaitu dengan menghitung efektivitas penurunan konsentrasi limbah cair PT PXI dengan metode adsorpsi menggunakan kitosan-karbon aktif dari ampas teh sebagai biosorbennya. Perbandingan dilakukan untuk setiap parameter dengan membandingkan konsentrasi awal ( $C_i$ ) dengan konsentrasi akhir ( $C_e$ ). Perhitungan efektivitas menggunakan persamaan 2 sebagai berikut (Nurhidayanti, et al., 2020):

$$\% \text{ Efektivitas} = (C_i - C_e) / C_i \times 100\% \text{ (Persamaan 2)}$$

Keterangan :

% Efektivitas = Penurunan konsentrasi logam berat

$C_i$  = Konsentrasi logam berat awal

$C_e$  = Konsentrasi logam berat akhir

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Analisa Awal Kadar Pb

Berdasarkan hasil uji pendahuluan didapatkan nilai konsentrasi Pb sebesar 1,02 mg/L, hasil tersebut masih melebihi baku mutu (Menteri LHK, 2020). Menurut

baku mutu yang ditetapkan kadar Pb maksimum adalah 0.1 mg/L. Tinggi nya kadar Pb pada air limbah PT PXI sesuai dengan (Hastuti, et al., 2018) karena Pb digunakan sebagai pengikat zat warna pada industri tekstil.

### 3.2. Karakterisasi Adsorben Karbon Aktif Ampas Teh

Karbon aktif dari ampas teh diperlukan uji karakterisasi yang bertujuan untuk mengetahui kemampuan daya serap terhadap limbah cair yang mengandung logam berat. Hasil uji karakterisasi karbon aktif yang diperoleh disajikan pada Tabel 1. Hasil Uji Karakterisasi Karbon Aktif Ampas Teh.

Berdasarkan Tabel 1, kadar air yang diperoleh yaitu sebesar 9,00% dan telah memenuhi syarat mutu karbon SNI No. 06-3730-1995. Semakin tinggi kadar air akan menurunkan mutu karbon aktif ampas teh karena dapat mengurangi daya serapnya karena banyak air yang menutupi pori-pori karbon aktif. Semakin rendah kadar air karbon aktif maka semakin banyak tempat dalam pori-pori karbon aktif yang dapat ditempati oleh adsorbat sehingga adsorpsi dapat berlangsung secara optimal (Ghafarunnisa, et al., 2017). Kadar abu merupakan salah satu kualitas yang harus diperhatikan dalam pembuatan karbon aktif. Abu adalah zat organik yang tidak menguap ketika dipanaskan (Rengganis, et al., 2017). Kadar abu yang diperoleh yaitu sebesar 3,22% dan telah memenuhi SNI No. 06-3730-1995. Penentuan kadar abu bertujuan untuk mengetahui jumlah oksida logam atau bahan anorganik yang terkandung dalam karbon aktif, semakin tinggi kadar abu dari karbon aktif semakin tinggi pula kandungan bahan anorganik yang terdapat didalam bahan (Solihat, 2021). Kadar zat mudah menguap yang diperoleh sebesar 18,68% dan telah memenuhi standar mutu. Hal ini menunjukkan adanya kandungan senyawa volatil di dalam arang aktif sebagai hasil dari interaksi antara karbon dengan uap air (Wardani & Rosa, 2018). Kadar karbon terikat yang diperoleh sebesar 78,09% dan telah memenuhi standar mutu. Hal ini menunjukkan fraksi karbon yang

terikat di dalam arang selain fraksi air, zat menguap, dan abu telah memenuhi standar. Penentuan kadar karbon terikat bertujuan untuk mengetahui kandungan karbon setelah proses karbonasi dan aktivasi (Erawati & Fernando, 2018).

### 3.3 Karakterisasi Biosorben menggunakan FTIR dan SEM-EDS

Karakterisasi biosorben dilakukan untuk mengetahui fisik dan kimianya. Biosorben kitosan-ampas teh dikarakterisasi menggunakan *Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive* (SEM-EDS) dan *Fourier transform Infrared Spectroscopy* (FTIR). SEM berfungsi untuk mengetahui struktur morfologi, dan EDS untuk mengetahui komponen unsur-unsur kimia yang terkandung dalam adsorben, sedangkan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang ada pada adsorben (Haura, et al., 2017). Pada Gambar 1, adalah grafik spektrum hasil analisa FTIR pada biosorben menggunakan instrument PerkinElmer.

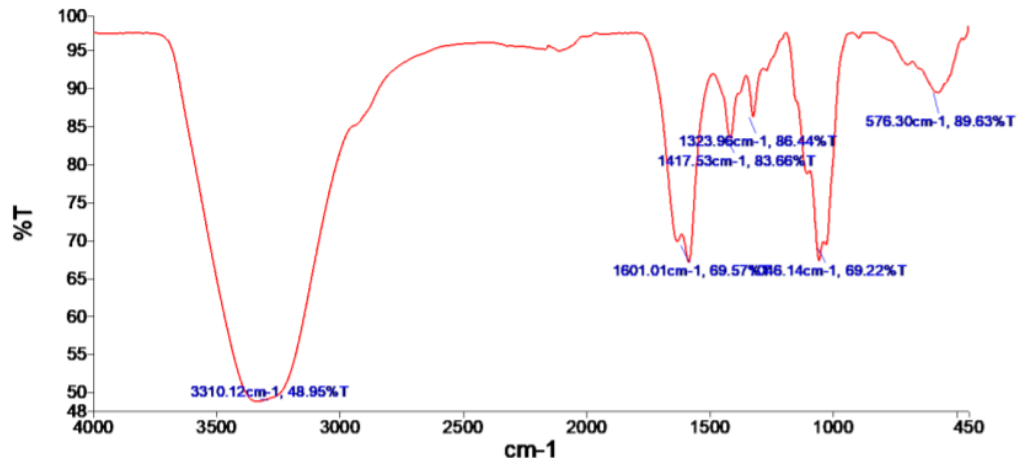
Berdasarkan hasil pengukuran FTIR, dapat diamati bahwa pada biosorben kitosan-ampas teh terdapat 5 gugus fungsi utama. Gugus fungsi yang terbentuk antara lain O-H pada panjang gelombang 3310,12 cm<sup>-1</sup>, gugus fungsi C=C (1601,01 cm<sup>-1</sup>), gugus fungsi C-H (1417,53 cm<sup>-1</sup>), gugus fungsi C-O (1323,96 cm<sup>-1</sup>), gugus fungsi S=O (1046,14 cm<sup>-1</sup>), dan gugus fungsi C-X (576,30 cm<sup>-1</sup>) (Mohamed, et al., 2017). Kehadiran gugus fungsi (O-H) pada bilangan gelombang 3310,12 cm<sup>-1</sup> merupakan tempat penyerapan penting bagi adsorben karena luas area pada hasil analisa FTIR.

Hasil karakterisasi biosorben menggunakan SEM-EDS. SEM dapat mengamati struktur maupun bentuk permukaan yang berskala lebih halus, dilengkapi dengan EDS dapat mendeteksi unsur-unsur dalam sampel dan juga permukaan yang diamati melalui penghantar elektron (Yarangga, 2017). Hasil karakterisasi biosorben dengan SEM-EDS ada pada Tabel 2 dan Gambar 2.

**Tabel 1.** Hasil Uji Karakterisasi Karbon Aktif Ampas Teh

No.	Parameter	Satuan	Hasil Uji	Syarat Mutu Karbon SNI No. 06-3730-1995
1.	Kadar Air	%	9,00	Maks 15
2.	Kadar Abu	%	3,22	Maks 10
3.	Kadar Zat Mudah Menguap	%	18,68	Maks 25
4.	Kadar Karbon Terikat	%	78,09	Min 65

Sumber: Data Primer dengan referensi (SNI No. 06-3730-1995)

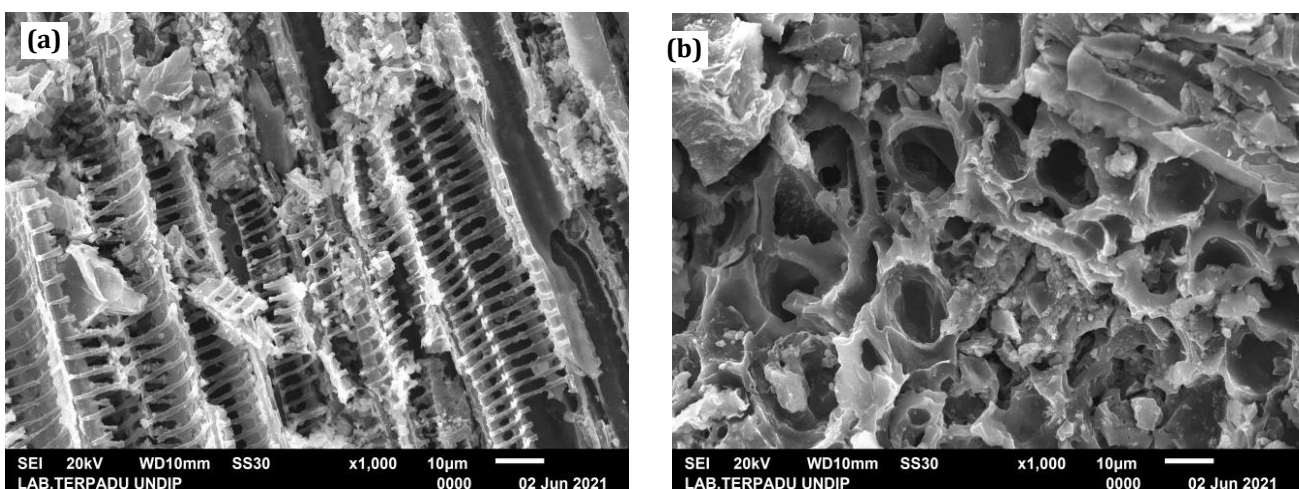


Gambar 1. Hasil Karakterisasi Biosorben Menggunakan FTIR

Berdasarkan Tabel 2 unsur yang dominan dalam biosorben kitosan dan karbon aktif ampas teh adalah atom C, hal ini dikarenakan kitosan merupakan polimer polisakarida, sedangkan ampas teh merupakan polimer dalam bentuk rantai selulosa. Pada tabel tersebut didapatkan peningkatan unsur karbon (C) dari ampas teh 48,90% berubah menjadi 66,60% setelah dikombinasikan dengan kitosan. Struktur polimer daun teh yang berbasis selulosa menyatakan kemampuan adsorpsi kimia yang relatif kuat pada ion logam dan basa organik (Madrakian, et al., 2012). Kombinasi kitosan-ampas teh menyebabkan peningkatan fungsi dari biosorben. Hal ini ditunjukkan dengan meningkatnya %massa atom karbon pada kitosan-ampas teh.

Struktur morfologi dari kedua jenis adsorben dianalisis menggunakan SEM (*Scanning Electron*

*Microscopy*) dengan 1000 kali pembesaran sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2. Gambar 2a menunjukkan permukaan ampas teh dan Gambar 2b menunjukkan permukaan biosorben kitosan ampas teh. Berdasarkan hasil analisis SEM pada Gambar 2, kedua adsorben memiliki struktur morfologi yang berbeda. Ampas teh memiliki rongga yang lebih besar dibandingkan dengan campuran kitosan-ampas teh. Hal menyebabkan kitosan-ampas teh memiliki struktur yang lebih baik karena memiliki pori yang lebih kecil dan struktur yang lebih kuat. Peningkatan kualitas pori ini menyebabkan kombinasi kitosan-ampas teh lebih efektif digunakan sebagai adsorben dibandingkan dengan ampas teh atau kitosan itu sendiri. Semakin besar luas permukaan adsorben, maka semakin meningkat pula kemampuan adsorpsinya. (Pranoto, et al., 2020)



Gambar 2. Hasil Analisis SEM Ampas Teh (a) dan Kitosan-Ampas Teh (b) Dengan Pembesaran 1000 kali

**Tabel 2.** Hasil Karakterisasi Unsur Kimia Biosorben Menggunakan SEM-EDS

Jenis Adsorben	Elemen Kimia (%massa)									
	C	O	Al	Na	Mg	P	Cl	K	Cu	Sn
Ampas Teh	48.9	25.2	0.15	-	-	0.38	3.66	-	-	21.7
Kitosan-Ampas Teh	66.6	19.4		0.63	0.3	0.43		1.1	0.71	10.9

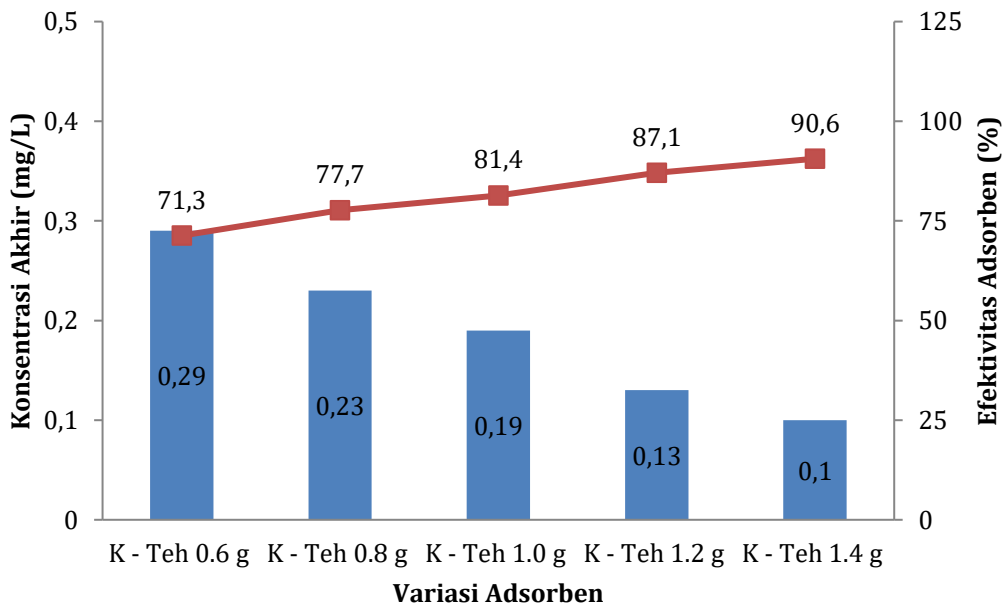
Sumber data diolah dari hasil uji SEM-EDS

**3.4 Analisis Sampel Dengan Atomic Absorption Spectroscopy (AAS)**

Analisa kuantitatif dilakukan menggunakan instrumen AAS dengan membandingkan konsentrasi awal Pb sebelum menggunakan adsorben dengan konsentrasi akhir setelah menggunakan adsorben kitosan-ampas teh. Adsorben yang digunakan menggunakan 5 variasi berat teh 0.6 gram, 0.8 gram, 1.0 gram, 1.2 gram, hingga 1,4 gram, dengan total massa adsorben adalah 100 g. Hasil pengukuran konsentrasi logam timbal dan efektivitas biosorben variasi kitosan dengan ampas teh dalam menurunkan logam timbal disajikan pada Gambar 3.

Berdasarkan gambar di atas menunjukkan bahwa penyerapan logam timbal paling maksimal pada penggunaan biosorben kitosan dengan penambahan karbon aktif ampas teh sebanyak 1,4 gr yaitu konsentrasi logam timbal dapat berkurang menjadi 0,1 mg/L dari konsentrasi awal 1,02 mg/L, sedangkan penyerapan logam timbal paling rendah pada penggunaan biosorben kitosan dengan penambahan

karbon aktif ampas teh sebanyak 0,6 gr yang hanya mampu menurunkan konsentrasi logam timbal menjadi 0,29 mg/L. Efektivitas penurunan logam timbal paling optimal pada penggunaan kitosan dengan penambahan karbon aktif ampas teh sebanyak 1,4 gram yaitu sebesar 90,6 %, sedangkan efektivitas penurunan logam timbal paling rendah pada penggunaan kitosan dengan penambahan karbon aktif ampas teh sebanyak 0,6 gr yaitu sebesar 71,3 %. Semakin tinggi penambahan karbon aktif ampas teh yang digunakan maka akan semakin meningkatkan persentase efektivitas penurunan logam timbal oleh biosorben kitosan ampas teh. Dalam hal ini dapat disimpulkan bahwa biosorben kitosan dengan penambahan karbon aktif ampas teh sebanyak 1,4 gr merupakan biosorben yang efektif untuk menghilangkan logam Pb dengan konsentrasi akhir sebesar 0,1 mg/L, maka biosorben kitosan-ampas teh 1,4 gr dapat memenuhi standar baku mutu yang menyatakan kandungan maksimum logam Pb dalam limbah cair adalah sebesar 0,1 mg/L (Menteri LHK, 2020).



**Gambar 3.** Grafik Penurunan Konsentrasi Logam Timbal dan % Efektivitas Penyerapan Logam Timbal

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penggunaan biosorben hasil kombinasi dari kitosan dan karbon aktif ampas teh sebanyak 1,4 gram mampu untuk menurunkan konsentrasi logam timbal sebesar 90,6% pada limbah cair industri PT PXI, sehingga memenuhi standar baku mutu Menteri LHK tahun 2020.

#### Persantunan

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada DIPA Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Tahun Anggaran 2021 atas dukungan dana penelitian yang telah diberikan dan Universitas Pelita Bangsa yang telah memfasilitasi pengajuan penelitian dasar dan pembinaan/kapasitas pada kontrak penelitian Nomor 036/KP/7.NA/UPB/VII/2021 sehingga penelitian dapat dilaksanakan dengan baik.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Akhtar, M. F., Muhamad, A., Anjum, A. A., Javeed, A., Sharif, A., Saleem, A., Akhtar, Bushara., Mustafa, G., & Moneeb, A. 2015. Textile Industrial Effluent Induces Mutagenicity and Oxidative DNA Damage and Exploits Oxidative Stress Biomarkers In Rats. *Environ Toxicol Pharmacol*. Pages 1-15.
- Amjad, M., Hussain, S., Javed, K., Khan, A. R., & Shahjahan, M. 2020. The Sources, Toxicity, Determination Of Heavy Metals and Their Removal Techniques from Drinking Water. *World Journal of Applied Chemistry*, Vol. 5 No. 2. Pages 34-40.
- Badan Standarisasi Nasional. 1995. SNI 06-3730-1995: Arang Aktif Teknis. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. SNI.6989.58-2008. Metode Pengambilan Contoh Air Tanah. Jakarta.
- Botahala, L. 2019. Perbandingan Efektivitas Daya Adsorpsi Sekam Padi dan Cangkang Kemiri terhadap Logam Besi (Fe) pada Air Sumur Gali, Cetakan Pertama, Yogyakarta, Deepublish.
- Erawati, E., & Fernando, A. 2018. Pengaruh Jenis Aktivator dan Ukuran Karbon Aktif Terhadap Pembuatan Adsorbent Dari Serbuk Gergaji Kayu Sengon (*Paraserianthes Falcataria*). *Jurnal Integrasi Proses*, Vol. 7 No. 2. Hal 58-66.
- Ghafarunnisa, D., Rauf, A., & Rukmana, B. T. S. 2017. Pemanfaatan Batubara Menjadi Karbon Aktif dengan Proses Karbonisasi dan Aktivasi Menggunakan Reagen Asam Fosfat ( $H_3PO_4$ ) dan Ammonium Bikarbonat ( $NH_4HCO_3$ ). *Prosiding Seminar Nasional XII*, 1(1). Hal 36-41.
- Hastuti, P., Sunarti, S., Prasetyastuti, P., Ngadikun, N., Tasmini, T., Rubi, D. S., ... & Suciningtyas, M. 2018. Hubungan Timbal dan Krom Pada Pemakaian Pewarna Batik dengan Kadar Hemoglobin Dan Packed Cell Volume Pada Pengrajin Batik di Kecamatan Lendah Kulon Progo. *Journal of Community Empowerment for Health*, Vol.1 No.1. Hal 28-35.
- Haura, U., Razi, F., & Meilina, H. 2017. Karakterisasi Adsorben dari Kulit Manggis dan Kinerjanya pada Adsorpsi Logam Pb (II) dan Cr (VI). *Biopropal Industri*, Vol. 8 No. 1. Hal 47-54.
- Iparraguirre, E., Manrique, A., Navarro, A., Cuizano, N., Medina R., & Llanos B. 2010. Biosorption of Gold(III) by Means of Quaternary Chitosan and Cross-linked Quaternarychitosan. *Rev. Soc. Quím. Perú*, Vol. 76 No. 4. Pages 355-365.
- Iriana, D. D., Sedjati, S., & Yulianto, B. 2018. Kemampuan Adsorpsi Kitosan dari Cangkang Udang Terhadap Logam Timbal. *Marine Research*, Vol. 7No. 4. Hal 303-309.
- Kim, T., Yang, D., Kim, J., Musaev, H., & Navarro, A. 2013. Comparative Adsorption of Highly Porous and Raw Adsorbents for The Elimination of Copper(II) Ions from Wastewaters. *Trends Chromatog*, Vol. 8. Pages 31-41.
- Komarawidjaja, Wage. 2017. Paparan Limbah Cair Industri Mengandung Logam Berat pada Lahan Sawah di Desa Jelegong, Kecamatan Rancaekek, Kabupaten Bandung. *Jurnal Teknologi Lingkungan*.
- Madrakian, T., Abbas A., & Mazaher A. 2012. Adsorption and Kinetic Studies of Seven Different Organic Dyes onto Magnetite Nanoparticles Loaded Tea Waste and Removal of Them from Wastewater Samples. *Spechtrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, Vol. 99, Hal 102-109.
- Malik, L. A., Bashir, A., Qureashi, A., & Pandith, A. H. 2019. Detection and Removal of Heavy Metal Ions. A Review, Springer Nature Sqtizerland AG.
- Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (LHK). 2020. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P12 Tahun 2020 tentang Penyimpanan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun. Jakarta.
- Mohamed, M. A., Jaafar, J., Ismail, A. F., Othman, M. H. D., & Rahman, M. A. 2017. Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy. Elsevier: In Membrane Characterization. Pages. 3-29.
- Ningsih, T. H. S. 2019. Adsorpsi-Desorpsi Zat Warna Metilen Biru dan Kristal Violet pada Adsorben Karbon Aktif Magnetit dari Tempurung Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis Jacq.*). Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Nurhidayanti, N., Suwazan, D., & Ilyas, N. I. 2020. Efektivitas Kombinasi Kitosan Dan Ampas Kopi Sebagai Adsorben Alami dalam menurunkan Konsentrasi Arsen, Kadmium dan Timbal pada Limbah Cair PT. PXI. Proposal Penelitian Dosen Pemula. Universitas Pelita Bangsa. Bekasi.
- Nurhidayanti, N., Ardiatma, D., & Tarnita, T. 2021. Studi Pengolahan Limbah Greywater Domestik menggunakan Sistem Hidroponik dengan Filter Ampas Kopi. *Jurnal Tekno Insentif*, Vol. 15 No. 1. Hal 15-29.
- Panigrahi, T., & Santhoskumar, A. U. 2020. Adsorption Process for Reducing Heavy Metals in Textile Industrial Effluent with Low Cost Adsorbents. *Prog. Chem. Biochem. Res*. 2020. Vol. 3 No. 2. Pages 135-139.
- Pranoto, P., Martini, T., & Maharditya, W. 2020. Uji Efektivitas dan Karakterisasi Komposit Tanah Andisol/Arang Tempurung Kelapa Untuk Adsorpsi Logam Berat Besi (Fe). *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, Vol 16 No. 1. Hal 50-66.
- Pratiwi, R., & Prinajati, D. P. S. 2018. Adsorption for Lead Removal by Chitosan from Shrimp Shells. *Indonesian Journal of Urban and Environmental Technology*, Vol. 2 No. 1. Pages 35-46.

- Putri, N. A. 2020. Pengaruh Lama Waktu Aktivasi Arang Aktif dari Batang Mangrove *Avicennia Marina* dengan Aktivator  $H_3PO_4$  Terhadap Daya Adsorpsi Logam Pb. Disertasi. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Rengganis, A., P., Yulianto, A., & Yulianti. 2017. Pengaruh Variasi Konsentrasi Arang Ampas Kopi Terhadap Sifat Fisika Tinta Spidol Whiteboard. *Jurnal MIPA*, Vol. 40 No. 2. Hal 92-96.
- Sari, F. P. 2019. Pembuatan dan Karakterisasi Kitosan-Karbon Aktif dari Ampas Kopi sebagai Adsorben untuk Menurunkan Kadar Logam Kadmium dan Nikel. Tesis. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Seema, J. A. 2020.  $Pb^{2+}$  and  $Cd^{2+}$  Recovery From Water Using Residual Tea Waste and  $SiO_2@TW$  Nanocomposites. *Chemosphere*.
- Sembel, D. T. 2015. Toksikologi Lingkungan. Yogyakarta: ANDI.
- Sihotang, R. 2021. Pengaruh Larutan Aktivator, Waktu Kontak dan pH Larutan dalam Pembuatan Biosorben Kulit Buah Aren (*Arenga Pinnata*) untuk Adsorpsi Timbal dalam Limbah Cair Tekstil. *Syntax Idea*, Vol. 3 No. 5.
- Singh, S., Wasewar, K. L., & Kansal, S. K., 2020. Low-Cost Adsorbents for Removal of Inorganic Impurities from Wastewater. *INC*.
- Solihat, I. 2021. Penggunaan Limbah Kulit Singkong pada Filter Air Sederhana Skala Rumah Tangga. *Jurnal Ilmiah Teknik Kimia*, Vol. 5 No. 1. Hal 61-70.
- Sukma, D. H., Riani, E., & Pakpahan, E. N. 2018. Pemanfaatan Kitosan sebagai Adsorben Sianida pada Limbah Pengolahan Bijih Emas. *Jurnal pengolahan dan hasil perikanan Indonesia*, Vol. 21 No. 3. Pages 460-469.
- Usman K. 2020. Adsorption-Reduction Performance of Tea Waste and Rice Husk Biochars for Cr(VI) Elimination from Wastewater. *Journal of Saudi Chemical Society*.
- Wardalia, W. 2016. Karakterisasi Pembuatan Adsorben dari Sekam Padi Sebagai Pengadsorp Logam Timbal pada Limbah Cair. *Jurnal Integrasi Proses*, Vol. 6 No. 2.
- Wardani, S., & Rosa, E. 2018. Potensi Limbah Tulang Kambing Sebagai Arang Aktif yang Teraktivasi Asam Sulfat. *Jurnal Serambi Engineering*, Vol. 3 No. 2. Hal 308-315.
- Wijaya, I. K., Farra, Y., & Udyani, K. 2020. Pemanfaatan Daun Teh Sebagai Biosorben Logam Berat dalam Air Limbah ( Review ), Vol. 12 No. 2. Hal 25-33.
- Yang, S., Wu, Y., Aierken, A., Zhang, M., Fang, P., Fan, Y., & Ming, Z. 2016. Mono/competitive Adsorption of Arsenic(III) and Nickel(II) Using Modified Green Tea Waste. *J. Taiwan Inst. Chem. Eng.*, Vol. 60. Pages 213-221.
- Yarangga, A. A. 2017. Studi Grafit Berdasarkan Analisis Petrografi dan SEM/EDX pada Daerah Windesi Kabupaten Teluk Wondama, Provinsi Papua Barat. *ReTII*.
- Yustinah, Y., Hudzaifah, H., Aprilia, M., & Ab, S. 2020. Kesetimbangan Adsorpsi Logam Berat (Pb) dengan Adsorben Tanah Diatomit Secara Batch. *Jurnal Konversi*, Vol. 9 No. 2. Hal 12.