

# Studi Variasi Massa Adsorben Abu Sekam Padi Terhadap Kemampuan Mengadsorpsi Ion Logam Berat pada Tanah Nikel Kadar Rendah

## *Study of Mass Variation of Rice Husk Ash Adsorbent on the Ability to Adsorb Heavy Metal Ions in Low-Grade Nickel Soils*

La Harimu<sup>1</sup>, Haeruddin<sup>2</sup>, Wa Ode Mulyana<sup>3</sup>, Eka Cahyana Mandasari<sup>4</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup>Jurusan Pendidikan Kimia Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Halu Oleo, Kendari, Indonesia

<https://doi.org/10.46891/kainawa.6.2024.127-137>

### Abstrak

Bahan tambang berupa tanah nikel kadar rendah belum termanfaatkan karena kadar nikelnya yang rendah sehingga perlu dimanfaatkan karena mengandung logam berat seperti Ni, Cu, Cr, Ag, Pb, Fe, dan yang lain dan jika dibuang ke lingkungan menyebabkan terganggunya ekosistem perairan. Di samping tanah nikel kadar rendah sebagai limbah juga terdapat abu sekam padi yang berpotensi sebagai adsorben yang juga belum termanfaatkan. Penelitian ini bertujuan untuk mengadsorpsi ion logam berat Fe, Cr, Ni, dan Pb yang ada dalam tanah nikel kadar rendah yang diambil perusahaan tambang nikel dan tidak dimanfaatkan menggunakan limbah abu sekam padi. Metode pemisahan yang digunakan adalah metode adsorpsi dengan parameter variasi massa adsorben abu sekam padi yang terlebih dahulu dioptimasi dengan ion logam dalam keadaan murni dan kondisi optimum diaplikasikan pada pemisahan ion logam berat pada tanah nikel kadar rendah. Konsentrasi ion logam berat hasil adsorpsi diukur dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi massa adsorben optimum adalah 0,5 gram untuk ion logam Fe<sup>3+</sup> pada konsentrasi 50 ppm, pH 5 dengan waktu adsorpsi 45 menit diperoleh efisiensi adsorpsi sebesar 95,24%, untuk logam murni dan untuk aplikasinya pada tanah nikel kadar rendah sebesar 41,55%. Untuk ion logam Cr<sup>3+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, dan Pb<sup>2+</sup> belum tercapai kondisi massa optimum sampai 0,75 gram dengan efisiensi atau persen adsorpsi masing-masing 81,26%, 73,54%, dan 61,14%, dan untuk aplikasi tanah nikel kadar adalah masing-masing 21,29%, 19,71%, dan 12,98%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa abu sekam padi dapat digunakan sebagai adsorben untuk mengadsorpsi ion logam berat Fe<sup>3+</sup>, Cr<sup>3+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, dan Pb<sup>2+</sup>.

### Kata Kunci

Abu Sekam Padi; Adsorpsi; Adsorben; Tanah Nikel Kadar Rendah.

### Abstract

*Mining materials in the form of low-grade nickel soil have not been utilized because of the low nickel content so that it needs to be used because it contains heavy metals such as Ni, Cu, Cr, Ag, Pb, Fe, and others and if dumped into the environment causes disruption of the aquatic ecosystem. In addition to low-grade nickel soil as waste, there is also rice husk ash which has the potential to be an adsorbent which has also not been utilized. This study aims to adsorb heavy metal ions of Fe<sup>3+</sup>, Cr<sup>3+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, and Pb<sup>2+</sup> in low-grade nickel soils taken by nickel mining companies and not utilized using rice husk ash waste. The separation method used is an adsorption method with a parameter of mass variation of rice husk ash adsorbent which is first optimized with metal ions in a pure state and optimal conditions are applied to the separation of heavy metal ions in low-grade nickel soils. The concentration of heavy metal ions from adsorption was measured by Atomic Absorption Spectrophotometer (SSA). The results showed that the optimum adsorbent mass condition was 0.5 grams for Fe<sup>3+</sup> metal ions at a concentration of 50 ppm, pH 5 with an adsorption time of 45 minutes obtained an adsorption efficiency of 95.24%, for pure metals and for its application in low-grade nickel soils of 41.55%. For metal ions Cr<sup>3+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, and Pb<sup>2+</sup>, the optimum mass conditions of up to 0.75 grams were achieved with an efficiency or adsorption percentage of 81.26%, 73.54%, and 61.14%, respectively, and for nickel soil applications, the content was 21.29%, 19.71%, and 12.98%, respectively. Thus, it can be concluded that rice husk ash can be used as an adsorbent to adsorb heavy metal ions Fe<sup>3+</sup>, Cr<sup>3+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, and Pb<sup>2+</sup>.*

### Keywords

Rice Husk Ash; Adsorption; Adsorbent; Low-Grade Nickel Soil.

**Penulis korespondensi:** La Harimu ([harim\\_l@yahoo.co.id](mailto:harim_l@yahoo.co.id))

**Hak cipta:** © 2024 Penulis.

Karya ini dilisensikan di bawah lisensi Atribusi-NonKomersial-BerbagiSerupa 4.0 Internasional 

**Bagaimana mengutip artikel ini:** La Harimu, Haeruddin, Mulyana, W. O., & Mandasari, E. C. (2024). Studi Variasi Massa Adsorben Abu Sekam Padi Terhadap Kemampuan Mengadsorpsi Ion Logam Berat pada Tanah Nikel Kadar Rendah. *Kainawa: Jurnal Pembangunan dan Budaya*, 6(2), 127–137. <https://doi.org/10.46891/kainawa.6.2024.127-137>

## 1. Pendahuluan

Beroperasinya industri pertambangan khususnya tambang nikel yang terdapat di Sulawesi Tenggara merupakan salah satu penopang perekonomian daerah melalui Pendapatan Asli Daerah (PAD). Keberadaan industri pertambangan juga sangat membantu meningkatkan perekonomian masyarakat setempat karena berkembangnya sektor lain seperti peternakan, perdagangan, dan lain-lain. Namun disisi lain akibat adanya proses industri pertambangan tersebut juga menghasilkan hasil sampingan berupa limbah logam berat.

Kehadiran logam berat dalam lingkungan menjadi masalah yang cukup serius, mengingat debit mereka yang semakin meningkat, sifat toksik logam berat, serta masuknya logam berat ke badan air yang dapat mempengaruhi kualitas air (Bashyal, dkk., 2010). Logam berat yang terdapat dalam air mudah terserap dalam fitoplankton yang merupakan titik awal dari rantai makanan dan selanjutnya akan sampai ke organisme lainnya termasuk manusia (Purnomo dan Muchyidin, 2007).

Penanganan limbah logam berat dalam larutan berair dapat dilakukan dengan beberapa metode seperti ekstraksi, pertukaran ion, membran, dan adsorpsi. Metode adsorpsi dipilih karena cukup sensitif dan efisien terhadap zat-zat beracun, sehingga sangat efektif untuk menurunkan kadar logam Dewasa ini banyak jenis adsorben dikembangkan untuk aplikasi adsorpsi untuk pengolahan limbah logam berat menggunakan material polimer atau berpori yang bertindak sebagai adsorben. Oleh karena itu diperlukan pencarian jenis-jenis adsorben terutama yang berasal dari tumbuhan dengan kemampuan adsorpsi yang baik.

Dalam proses adsorpsi terjadi secara fisika dan kimia, yang melibatkan pertukaran ion, kompleksasi, gaya elektrostatik, dan pengendapan pada permukaan, memainkan peran penting dalam adsorpsi logam berat (Raji et al., 2023). Kemampuan, efektivitas, dan laju adsorpsi logam berat dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti waktu kontak, suhu, dan konsentrasi.

Adsorpsi merupakan proses di mana spesies molekul, atom, atau ion dari satu zat terakumulasi di permukaan zat lain atau adsorben. Fenomena yang terjadi pada adsorpsi adalah molekul suatu zat teradsorpsi pada permukaan cairan atau padatan, sehingga menghasilkan konsentrasi yang lebih tinggi pada bagian permukaan. Adsorpsi logam berat akan terakumulasi pada permukaan material adsorben seperti abu sekam padi untuk adsorben ion logam  $Pb^{2+}$  dan  $Cu^{2+}$  dengan efisiensi adsorben yang baik (La Harimu dkk., 2019). Faris dan Harmin S.T (2024) menggunakan biochar dari sekam padi teraktivasi untuk remediasi air Tercemar logam lerat Kromium. Vuong et al., (2023) melakukan penelitian dengan menggunakan biochar dari tongkol jagung untuk spesiasi logam berat pada tanah yang terkontaminasi.

Ion logam berat dapat secara efektif diadsorpsi oleh serat tanaman, yang sebagian besar terdiri dari selulosa, hemiselulosa, lignin, pektin, dan ekstrak tanaman lainnya. Ion logam terikat terutama pada gugus fungsi kimia, seperti karboksilat (terutama pada hemiselulosa, pektin, dan lignin), fenolik (lignin dan ekstraktif), hidroksilat (selulosa, hemiselulosa, lignin, dan pektin), dan gugus karbonil (lignin dan ekstraktif). Melalui kompleksasi dan pertukaran ion, gugus hidroksil, karboksil, dan fenolik sering kali membentuk ikatan yang kuat dengan ion logam (Raji et al., 2023).

Abu sekam mempunyai komposisi kimia yang bertindak sebagai adsorben adalah serat (31,37-49,92%), selulosa (34,34-43,80%), dan lignin (21,40-46,97%). Sedangkan apabila sekam padi berada dalam bentuk abu sekam padi, maka kandungan utama yang dapat bertindak sebagai adsorben adalah silika dalam bentuk  $SiO_2$  dengan kandungan

86,90-97,30%. Kandungan kimia dari jerami adalah protein 3,5–4,5%, lemak 1,4-1,7 %, serat kasar 31,5–46,5%, abu 19,9–22,9%, kalsium 0,19%, fosfor 0,1% dan BETN 27,8–39,9%. Kandungan serat kasar berupa selulosa dan lignin sangat berpotensi sebagai adsorben. Berdasarkan komposisi kimia yang terkandung dalam jerami dan sekam padi yang didukung oleh penelitian terdahulu maka kedua jenis adsorben tersebut sangat potensial untuk mengadsorpsi ion logam berat pada tambang nikel.

## **2. Metode Penelitian**

### **2.1. Alat dan Bahan**

Alat yang digunakan dalam penelitian ini di antaranya blender, timbangan analitik, alat-alat kaca, seperangkat alat adsorpsi, stirrer, XRF, dan Spektoskop Serapan Atom (SSA).

Bahan yang perlukan adalah jerami dan abu sekam padi sebagai bahan baku utama, tanah nikel kadar rendah, Larutan yang mengandung ion logam krom (Cr), nikel (Ni), besi (Fe), mangan (Mn), dan timbal (Pb) serta aquades.

### **2.2. Prosedur**

#### **Pembuatan Adsorben Abu Sekam Padi**

Sampel limbah abu sekam padi ditimbang 500 g dimasukkan dalam baskom, dicuci menggunakan air kran sampai bersih yaitu tidak ada lagi pengotor yang terapung di atas permukaan air dan air cucian telah jernih. Selanjutnya dicuci kembali dengan aquades dan dikeringkan menggunakan sinar matahari sampai kering. Setelah itu abu sekam padi yang telah kering digerus sampai halus dan diayak dengan ukuran 60 mesh. Adsorben abu sekam padi siap digunakan. Hasil kandungan kimia dari abu sekam padi dianalisis dengan XRF.

#### **Preparasi Sampel Tanah Nikel Rendah**

Sampel tanah nikel kadar rendah dihomogenkan dan kemudian dicuci dengan aquades untuk menghilangkan tanah atau lumpur yang terikut kemudian dipanaskan sampai kering. Hasil sampel kering dikarakterisasi dengan instrumen XRF. Sampel tanah nikel hasil perlakuan ditimbang 0,5 gram, ditambahkan 25 mL asam klorida pekat kemudian didestruksi. Hasil destruksi kemudian dimasukkan dalam labu takar 50 mL dan diencerkan dengan aquades hingga tanda tera. Konsentrasi tanah hasil destruksi yang mengandung ion logam Fe, Cr, Ni, dan Pb ditentukan dengan spektrofotometer serapan atom (SSA).

### **2.3. Penentuan Kondisi Massa Optimum Adsorpsi**

#### **Variasi Massa Abu Sekam Padi terhadap Adsorpsi Ion Logam Fe (III), Cr(III), Ni(II), Mn(II), dan Pb(II)**

Adsorben abu sekam padi ditimbang 0,5; 1,0; dan 1,5 gram. Lalu ditambahkan larutan ion logam sebanyak 25 mL dengan konsentrasi 50 ppm ion logam  $\text{Fe}^{3+}$  dan dishaker selama 30 menit dengan kecepatan putaran 180 rpm. Setelah itu disaring dan filtrat yang dihasilkan ditampung dan ditepatkan volumenya 50 mL dengan aquadest, ditambah 1 tetes asam nitrat dan diukur dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Perlakuan yang sama juga dilakukan untuk ion logam Cr(III), Ni(II), Mn(II), dan Pb(II). Untuk faktor pH kondisi optimum berdasarkan hasil penelitian La Harimu dkk., (2019).

## 2.4. Teknik Analisis Data

Kadar ion logam berat Fe, Cr, Ni, dan Pb baik pada uji adsorpsi ion logam berat murni maupun aplikasi pada sampel tanah nikel kadar rendah menggunakan AAS setelah adsorpsi (Ce) menggunakan persamaan regresi:

$$y = ax + b$$

di mana:

y = absorbansi

x = Ce = konsentrasi akhir besi/tembaga

a = slope

b = intersep

Untuk menghitung efisiensi adsorpsi menggunakan rumus:

$$\% \text{ Teradsorpsi} = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100\%$$

C<sub>0</sub> = konsentrasi awal larutan (ppm)

C<sub>e</sub> = konsentrasi akhir larutan (ppm)

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Karakteristik Abu Sekam Padi

Abu sekam padi yang digunakan untuk mengadsorpsi logam berat pada tanah nikel kadar rendah terlebih dahulu dikarakterisasi menggunakan instrumen X-Ray Fluoresensi (XRF). Hasil analisis karakteristik abu sekam padi dilihat Tabel 1.

**Tabel 1. Komposisi Senyawa Abu Sekam Padi**

Komponen Senyawa	Kandungan (%)
Na <sub>2</sub> O	5,84
MgO	1,592
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,417
SiO <sub>2</sub>	86,02
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	4,063
K <sub>2</sub> O	2,153
CaO	1,151
F <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,2038

Berdasarkan data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kandungan utama dari abu sekam padi adalah silika. Senyawa silika merupakan salah satu jenis adsorben yang banyak untuk kebutuhan adsorpsi. Kemampuan senyawa tersebut menyerap termasuk logam berat karena adanya gugus fungsi hidroksi (Si-OH) pada silanol dan gugus siloksan (Si-O-Si) serta pori-pori atau rongga-rongga molekul karena berbentuk senyawa besar atau polimer.

### 3.2. Karakterisasi Tanah dari Tambang Nikel Kadar Rendah Menggunakan XRF(X-Ray Fluorescence)

Tanah nikel kadar rendah yang telah dicuci dan dikeringkan lalu dihaluskan kemudian dikarakterisasi dengan XRF. Hasil kandungan komposisi tanah nikel dapat ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2. Hasil Analisis Tanah Tambang Nikel Kadar Rendah**

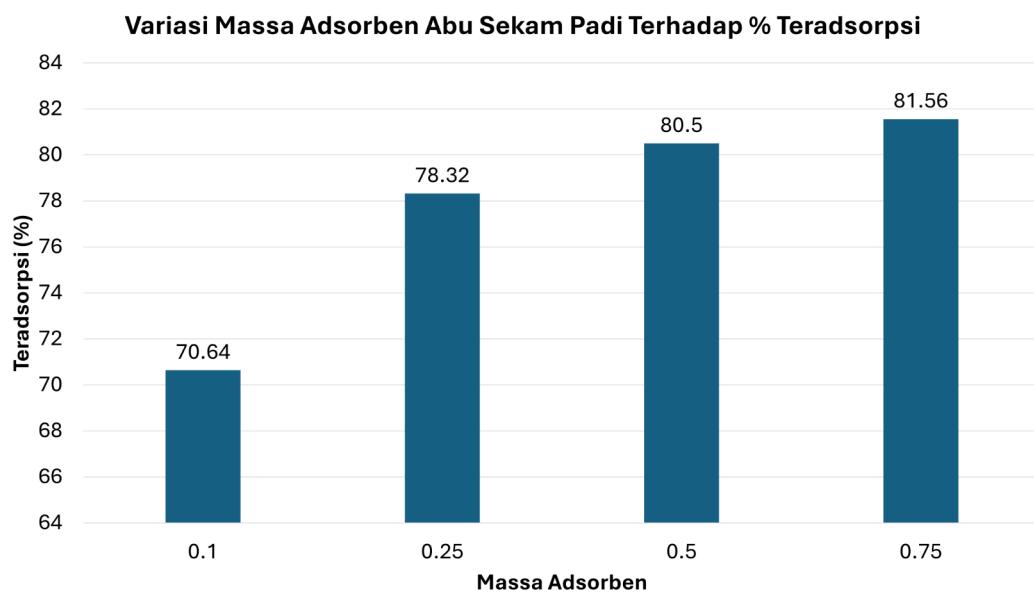
No.	Rumus Kimia	Kadar (%)	No.	Rumus Kimia	Kadar (%)
1	SiO <sub>2</sub>	45,733	9	Ni	0,905
2	MgO	28,307	10	Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,693
3	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13,434	11	Cr	0,504
4	Fe	9,404	12	MnO	0,155
5	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1,961	13	Mn	0,12
6	CaO	1,464	14	Co	0,019
7	Ca	1,045	15	S	0,012
8	Al	1,038	16	P	0,002

### 3.3. Uji Kemampuan Adsorben Sekam Padi

Untuk mengetahui kemampuan abu sekam padi apakah dapat bertindak sebagai adsorben atau tidak, maka dilakukan uji laboratorium kemampuannya dengan beberapa logam berat yaitu Fe(III), Cr(III), Ni(II), dan Pb(II). Uji kemampuan abu sekam padi dilakukan terlebih dahulu pada logam murni Cr(III), Fe(III), Ni(II), dan Pb(II).

### 3.4. Adsorpsi Logam Krom (Cr3+)

Data konsentrasi ion logam krom (Cr3+) yang teradsorpsi oleh serbuk jerami dan sekam padi sebagai adsorben dengan massa bervariasi yaitu 0,1, 0,25, 0,5, dan 0,75 gram dengan waktu kontak 45 menit ditunjukkan pada Gambar 1.

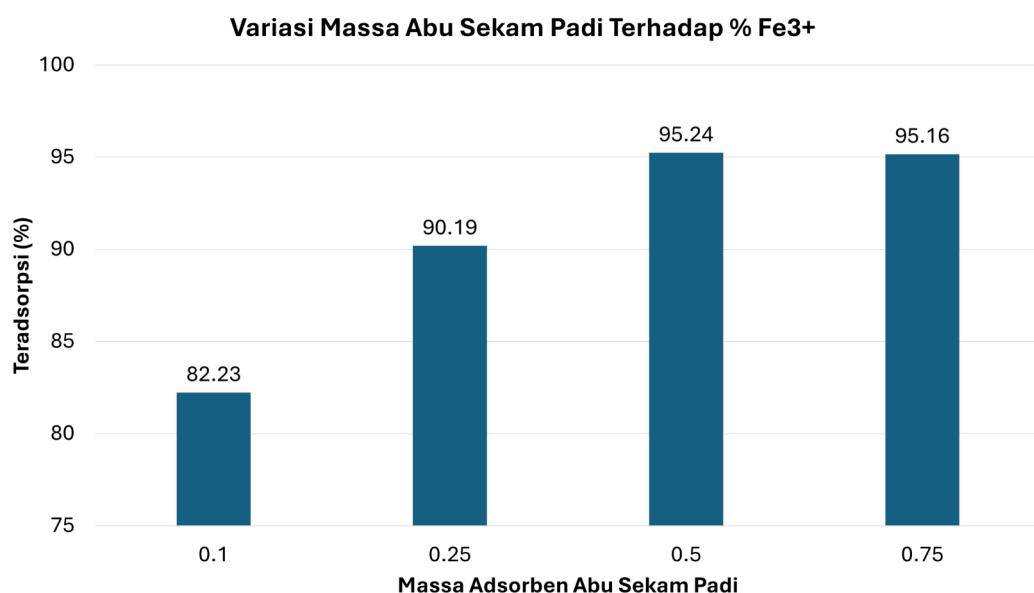


Berdasarkan data Gambar 1 menunjukkan bahwa kemampuan adsorben abu sekam padi dapat mengadsorpsi ion logam Cr3+. Jumlah adsorben yang digunakan mempengaruhi besarnya persen adsorpsi. Meningkatnya jumlah adsorben dapat meningkatkan persen ion logam kromium dalam larutan. Hal ini diduga disebabkan karena meningkatkan jumlah adsorben dapat meningkatkan jumlah gugus aktif sehingga juga akan meningkatkan jumlah ion berinteraksi atau berikatan gugus aktif yang ada pada adsorben. Hasil ini sesuai hasil penelitian Salman Faris dan Harmin Sulistiyaning Titah (2024) melaporkan bahwa kenaikan massa

biochar dari sekam padi dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi ion logam kromium. Zha et al. (2023) juga melaporkan bahwa aplikasi biochar kulit kacang tanah, bambu, dan jerami jagung dapat mempengaruhi jumlah Cd yang teradsorpsi pada pertumbuhan jagung yang terkontaminan logam Cd.

### 3.5. Adsorpsi Logam Krom (Fe3+)

Uji kinerja adsorben abu sekam padi untuk adsorpsi ion logam Fe3+ dilakukan dengan cara seperti halnya ion logam Cr3+ dengan variasi massa adsorben 0,1, 0,25, 0,5 dan 0,75 gram. Hasil efisiensi adsorpsi ion logam Fe3+ dengan konsentrasi 50 ppm terhadap variasi massa adsorben dapat dilihat pada Gambar 2.

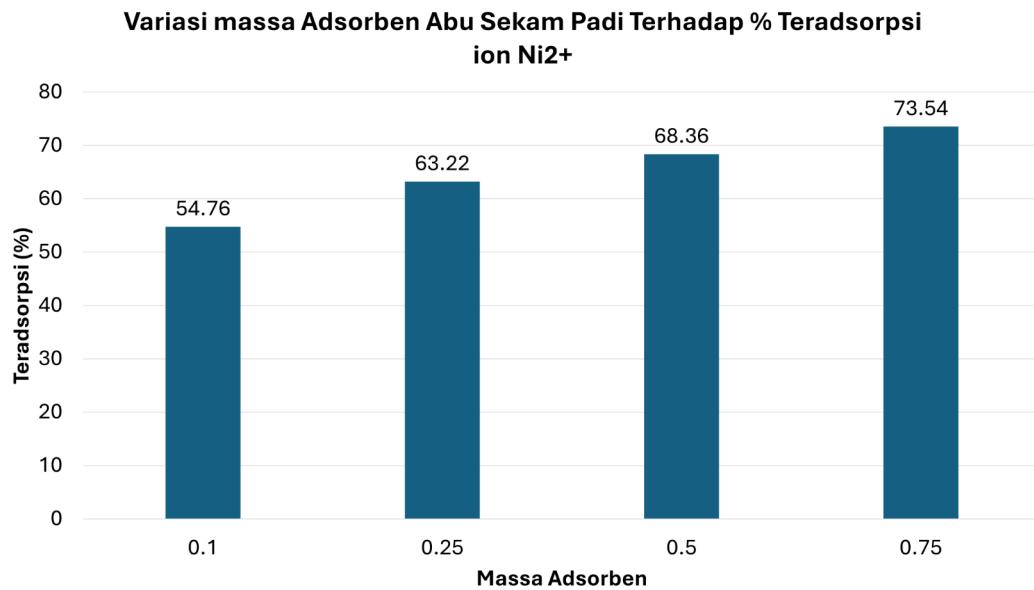


Berdasarkan Gambar 2 bahwa kondisi optimal adsorpsi terjadi pada massa adsorben 0,5 gram. Setelah massa optimal tersebut massa adsorben yang lebih tinggi tidak mempengaruhi persen adsorpsi ion logam Fe3+. Hal ini diduga bahwa dari penambahan massa 0,50 gram kondisi adsorpsi telah optimal sehingga perubahan massa adsorben tidak menambah persen adsorpsi. Pada massa adsorben yang lebih kecil dari 0,5 gram kemampuan adsorpsi belum mencapai kondisi optimal. Hal ini diduga bahwa belum semua ion logam Fe3+ teradsorpsi karena gugus aktif atau pori pada adsorben telah terikat dengan gugus OH pada silanol (Si-OH) dan gugus siloksan (Si-O-Si) dari abu sekam padi. Pada massa yang lebih besar dari 0,5 gram terjadi penurunan persen adsorpsi dapat disebabkan dengan penambahan adsorben dalam larutan dapat meningkatkan gugus aktif silanol pada adsorben sehingga dalam larutan ion logam memperbesar terjadinya pembentukan ikatan hidrogen, menyebabkan struktur pori dan gugus aktif pada adsorben akan mengalami perubahan, akibatnya jumlah pori yang menjebak ion logam menjadi berkurang (La Harimu dkk., 2019).

### 3.6. Adsorpsi Logam Krom (Ni2+)

Kemampuan abu sekam padi untuk mengadsorpsi ion logam Ni2+ dalam larutan pada konsentrasi awal 50 ppm dan variasi massa 0,25, 0,5 dan 0,75 gram dengan waktu kontak 45 menit dapat dilihat pada Gambar 3.

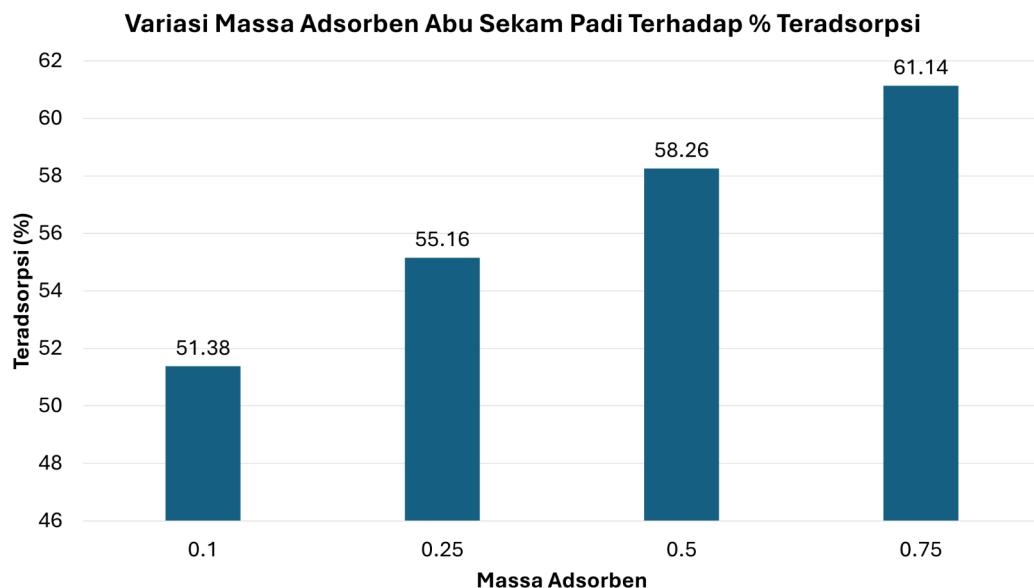
Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa kemampuan adsorben abu sekam padi dapat mengadsorpsi ion logam Ni2+ dengan variasi massa adsorben yang dicoba pada waktu



adsorpsi 45 menit. Kemampuan persen adsorpsi abu sekam padi dapat mengadsorpsi ion logam Ni<sup>2+</sup> juga berkaitan dengan jumlah gugus aktif dan pori-pori silika yang terdapat dalam abu sekam padi yang sesuai sifatnya antara gugus aktif dan ion logam Ni<sup>2+</sup> yang ada.

### **3.7. Adsorpsi Logam Krom (Pb<sup>2+</sup>)**

Ion logam Pb merupakan salah satu ion logam yang cukup berbahaya jika berada di lingkungan terutama lingkungan air. Oleh karena itu perlu dilakukan penanganan jika ion logam Pb terdapat di lingkungan. Hasil adsorpsi ion logam Pb dengan menggunakan abu sekam padi sebagai adsorben pada konsentrasi awal 50 ppm dengan variasi massa 1,00, 0,25, 0,5 dan 0,75 gram dengan waktu kontak 45 menit disajikan pada Gambar 4.

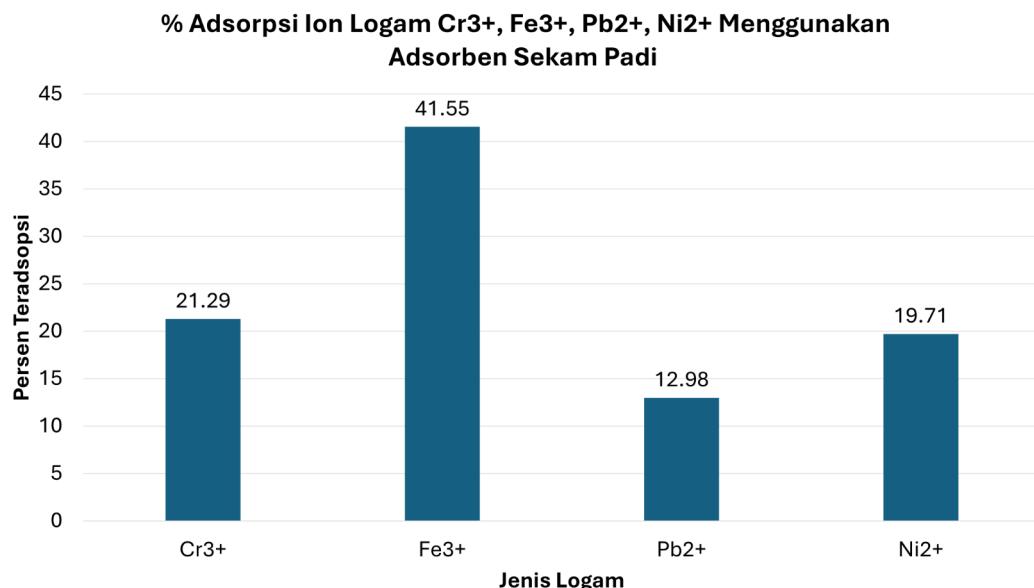


Berdasarkan data pada Gambar 4 menunjukkan bahwa pengaruh massa adsorben abu sekam padi terhadap kemampuan adsorpsi ion logam Pb<sup>2+</sup> tampak tidak begitu berbeda pada variasi massa yang diuji. Hal ini kemungkinan disebabkan ukuran ion logam Pb<sup>2+</sup> yang besar dan tergolong dalam asam lunak menyebabkan interaksinya dengan gugus hidroksi pada silanol (Si-OH) dan gugus siloksan (Si-O-Si) tergolong dalam basa keras pada abu sekam padi

menyebabkan interaksi ikatannya kurang kuat sehingga memungkinkan untuk lepas kembali ke dalam larutan.. Selain itu dari ukuran ion logam Pb<sup>2+</sup> yang besar tidak cocok dengan ukuran pori silika abu sekam padi sehingga sebagian ion logam Pb<sup>2+</sup> tidak dapat masuk ke dalam pori-pori. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilaporkan Kyriakopoulos et al (2024) bahwa kemampuan adsorpsi dipengaruhi oleh ukuran pori adsorben dan zat atau molekul yang diadsorpsi serta desorpsi atau lepasnya kembali zat yang diadsorpsi dalam larutan dipengaruhi oleh bentuk dan ukuran. Ren et al (2023) juga melaporkan bahwa jumlah oksigen yang teradsorpsi tergantung ukuran pori, gugus fungsi adsorben.

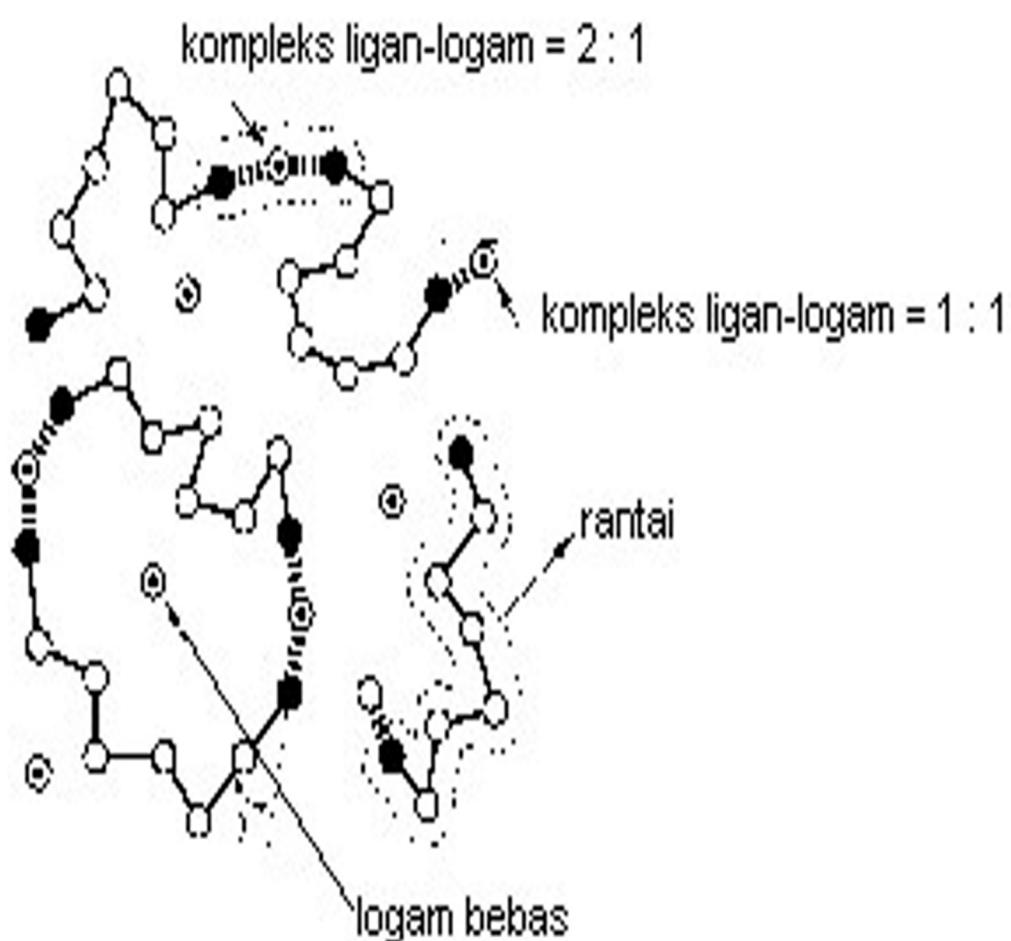
### **3.8. Uji Kemampuan Adsorben Abu Sekam Padi pada Tanah Nikel Kadar Rendah**

Untuk mengetahui kemampuan abu sekam padi untuk mengadsorpsi ion logam berat yang terdapat dalam tanah nikel kadar rendah pada logam berat yang diuji, maka sampel tanah didestruksi terlebih dahulu sehingga menjadi larutan yang mengandung ion logam berat. Hasil uji adsorpsi ion logam berat pada sampel tanah nikel kadar rendah yang mengandung ion logam Cr<sup>3+</sup>, Fe<sup>3+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, dan Pb<sup>2+</sup> ditunjukkan pada Gambar 5.



Berdasarkan data pada Gambar 5 menunjukkan bahwa logam Fe<sup>3+</sup> lebih mudah teradsorpsi dibandingkan dengan logam Pb<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup> dan Cr<sup>3+</sup>. Perbedaan ini kemungkinan disebabkan karena kecocokan ukuran pori silika sebagai senyawa makromolekul atau molekul polimer dengan jari-jari ion logam yang teradsorpsi. Hal ini sesuai dengan penelitian La Harimu et al (2019) melaporkan bahwa ion logam Fe<sup>3+</sup> terekstraksi lebih besar dibandingkan dengan ion Cr(III), Cu(II), Ni(II), Co(II), dan Pb(II) menggunakan metode ekstraksi cair-cair. Lei et al (2023) melaporkan bahwa kemampuan adsorpsi ion logam Cr<sup>6+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>, Cd<sup>2+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, dan U<sup>6+</sup> mempunyai kemampuan adsorpsi yang berbeda menggunakan composite UiO-66.

Berkurangnya jumlah persen adsorpsi masing-masing logam pada aplikasi tanah nikel kadar rendah yang mengandung ion logam yang diuji disebabkan karena masing-masing ion logam telah berada dalam campuran. Meskipun persen adsorpsi masing-masing ion logam berkurang namun akumulasi persen adsorpsi tergolong tinggi. Ion logam Fe<sup>3+</sup> dan Cr<sup>3+</sup> mempunyai kemampuan adsorpsi lebih tinggi dibandingkan dengan ion logam Pb<sup>2+</sup> dan Ni<sup>2+</sup> Hal ini karena ion Fe<sup>3+</sup> dan Cr<sup>3+</sup> yang memiliki jari-jari ion lebih kecil dari ion logam



Pb<sup>2+</sup> kemungkinan disebabkan karena ketidakcocokan ukuran jari-jari ionnya dengan ukuran pori lignin, sehingga ion logam Fe<sup>3+</sup> dan Cr<sup>3+</sup> yang sudah terjebak dapat keluar lagi dari dalam pori. Model interaksi ion logam dengan gugus aktif yang terjebak dalam polimer dan membentuk konstanta yang berbeda-beda dapat ditunjukkan pada Gambar 6.

Pada saat ini logam dalam larutan banyak, maka adsorben sebagai molekul polimer akan melakukan penataan ulang dengan membentuk ikatan dengan konstanta yang berbeda. Selain itu sistem pori dalam polimen adsorben akan maksimal menyerap ion logam dalam larutan (Chen dan Elena, 2004 dalam La Harimu, 2010).

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian tentang Studi Variasi Massa Adsorben Abu Sekam Padi Terhadap Kemampuan Mengadsorpsi Ion Logam Berat Pada Tanah Nikel Kadar Rendah dapat disimpulkan abu sekam padi dapat berfungsi sebagai adsorben limbah logam berat murni dan pada tanah nikel kadar rendah. Kemampuan adsorben abu sekam padi menyerap ion logam berat Fe<sup>3+</sup>, Cr<sup>3+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, dan Pb<sup>2+</sup> pada logam murni adalah 95,24%, 81,26%, 73,54%, dan 61,14%, dan pada aplikasi tanah nikel kadar rendah adalah 41,55%, 21,29%, 19,71%, dan 12,98%. Dengan demikian adsorben abu sekam padi sangat berpotensi digunakan untuk menyerap iion logam pada tanah tambang nikel kadar rendah.

## Referensi

- Bashyal D, Homagai PL, Ghimire KN. 2010. Removal of Lead from Aqueous Medium Using Xanthate Modified Apple Juice Residue. *Journal of Nepal Chemical Society*. Vol 26:53-60.
- Faris Salman dan Harmin Sulistyaning Titah. 2024. Remediasi Air Tercemar Logam Berat Kromium Menggunakan Biochar dari Sekam Padi. *JURNAL TEKNIK ITS* Vol. 13, No. 1, 2301-9271
- La Harimu., La Rudi., Aceng, H., Giswa, A., Asriyanti. 2019. Studi Variasi Konsentrasi NaOH dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> untuk Memurnikan Silika dari Abu Sekam Padi Sebagai Adsorben Ion Logam Pb<sup>2+</sup> dan Cu<sup>2+</sup>. *Universitas Halu Oleo. Kendari. Indo. J. Chem. Res.* 6 (2) : 81-87.
- La Harimu, Sabirin Matsjeh, Dwi Siswanta, Sri Juari Santosa. 2010. Pemisahan Ion Logam Berat Fe(III), Cr(III), Cu (II), Ni(II), Co(II), dan Pb(II) Menggunakan Pengembangan Poli(Asam Eugenil Oksiasetat) dengan Metode Transpor Membran Cair. *Indo. J. Chem.,* 2010, 10 (1), 69 – 74
- Kyriakopoulos Grigoris L. , Konstantinos Tsimmardis, Ioannis Sebos, and Yassine Charabi. 2024. Investigating the Effect of Pore Size Distribution on the Sorption Types and the Adsorption-Deformation Characteristics of Porous Continua: The Case of Adsorption on Carbonaceous Materials. *J. Crystals* , 14, 742, 1-28.
- Lei Yuanhang, Jiangjin Xie , Wenxuan Quan, Qi Chen, Xingyu Long, and Anping Wang. 2023. Advances in the adsorption of heavy metal ions in water by UiO-66 composites. *J. Fronteres in Chemistry.* 10.3389/fchem.2023.1211989
- Purnomo T, Muchyiddin. 2007. Analisis Kandungan Timbal pada Ikan Bandeng di Tambak Kecamatan Gresik, Neptunus, vol 14 (1):68-77.
- Raji Zarifeh, Ahasanal Karim , Antoine Karam, and Seddik Khaloufi. 2023. Adsorption of Heavy Metals: Mechanisms, Kinetics, and Applications of Various Adsorbents in Wastewater Remediation—A Review. *J. Waste* 1, 775–805. <https://doi.org/10.3390/waste1030046>.
- Raji, Z.; Karim, A.; Karam, A.; Khaloufi, S. 2022. A review on the heavy metal adsorption capacity of dietary fibers derived from agro-based wastes: Opportunities and challenges for practical applications in the food industry. *J. Trends Food Sci. Technol.*, 137, 74–91
- Ren Zhongjiu, Dapeng Wang, Zheng Qin, and Ziwen Liu. 2023. Effects of pore size, water content, and oxygen-containing functional groups on oxygen adsorption in bituminous coal. *Scientific Reports* |13:10373, <https://doi.org/10.1038/s41598-023-37632-w>
- Vuong Truong Xuan , Joseph Stephen, Thi Thu Thuy Nguyen, Viet Cao, and Dung Thuy Nguyen Pham. 2023. Insight into the Speciation of Heavy Metals in the Contaminated Soil Incubated with Corn Cob-Derived Biochar and Apatite. *J. Molecules* 28, 2225..
- Zha Y,ZhaoL,WeiJ,NiuT,YueE,WangX, Chen Y, Shi J and Zhou T. 2023. Effect of the application of peanut shell, bamboo, and maize straw biochars on the bioavailability of Cd and growth of maize in Cd-contaminated soil. *Front. Environ. Sci.* 11:1240633. doi: 10.3389/fenvs.2023.1240633