

Abu Limbah Sekam Padi sebagai Bioadsorben yang Efektif untuk Logam Timbal dalam Tanah

Ani Qomariyah^{*a}, Ratih Hidayah^b

^a Program Studi D4 Teknologi Laboratorium Medik, STIKES Banyuwangi, Jawa Timur, 68400, Indonesia

^b Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Bandung, Jawa Barat, 40116, Indonesia

INFO ARTIKEL

Diterima 09 Juni 2021

Disetujui 28 Desember 2021

Key word:

Rice husk

Rice husk ash

Pb(II) ions

Adsorption

Bioadsorbent

Kata kunci:

Sekam padi

Abu sekam padi

Ion Pb(II)

Adsorpsi

Bioadsorben

ABSTRACT

In this research, the effect of rice husk treatment, i.e. ashing to produce rice husk ash (RHA), working with base (BRH), and working with acid solution (ARH) on the adsorption capability of Pb(II) ions has been investigated. Adsorption was carried out by mixing 5 g of the adsorbent with 50 mL Pb(II) solution 100 ppm for 3 hours. The unadsorbed ions were analyzed by AAS (Atomic Absorption Spectrophotometre). Result showed that RH, RHA, BRH, and ARH adsorbents, adsorbed Pb(II) ions with the amount of 86,5 % ; 96,0 % ; 93,4 % ; and 33,0 % respectively. The highest adsorption of Pb(II) (96,0%) occurred for the adsorbent of RHA. In the ashing process, the amount of heat or energy might be released and applied as fuel in various purposes such as cooking and bricks production. Rice husk has multiple uses, besides being a fuel, it can also be used as an effective adsorbent for Pb(II) ions. The study of Pb(II) adsorption kinetics showed that a contact time of 3 hours was an effective time for rice husk ash to adsorb Pb(II) ions. The adsorption of Pb(II) metal by rice husk ash tends to follow a pseudo 2nd-order reaction kinetics pattern.

ABSTRAK

Dalam penelitian ini, dikaji pengaruh perlakuan pada sekam padi, yaitu diabukan (ASP), dicuci dengan basa (SPB), dan dicuci dengan asam (SPA) terhadap kemampuan adsorpsi ion Pb(II). Adsorpsi dilakukan dengan cara mencampur 5 g adsorben dengan 50 mL larutan Pb(II) 100 ppm dan direndam selama 3 jam. Ion Pb(II) yang tidak teradsorpsi dianalisis dengan AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometre*). Hasil menunjukkan bahwa 5 mg ion Pb(II) (50 mL larutan Pb 100 ppm) dapat teradsorpsi oleh 5 g sekam padi tanpa perlakuan, ASP, SPB, dan SPA, berturut-turut adalah 86,5 % ; 96,0 % ; 93,4 % ; dan 33,0 %. Daya adsorpsi tertinggi (96,0%) dimiliki oleh abu sekam padi (sekam yang telah diabukan). Pada proses pengabuan, sejumlah panas atau energi dapat dihasilkan dan dapat digunakan sebagai bahan bakar pada berbagai kegunaan seperti memasak dan pembuatan batu bata. Oleh karena itu, sekam padi memiliki kegunaan ganda, yaitu disamping sebagai bahan bakar juga abu yang dihasilkan dapat digunakan sebagai adsorben efektif untuk ion Pb(II). Kajian kinetika adsorpsi Pb(II) menunjukkan bahwa waktu kontak 3 jam merupakan waktu yang efektif untuk abu sekam padi dalam mengadsorpsi ion Pb(II). Adsorpsi logam Pb(II) oleh abu sekam padi cenderung mengikuti pola kinetika reaksi pseudo orde-2.

*e-mail:

ani.qomariyah@stikesbanyuwangi.ac.id

*Telp: 082233087260

Pendahuluan

Saat ini kita hidup pada lingkungan yang sarat dengan bahan pencemar. Komponen lingkungan seperti air, tanah, dan udara telah terkontaminasi bahan pencemar pada tingkat yang mengkhawatirkan [1]. Kecenderungan pencemaran, terutama setelah perang dunia kedua mengarah pada dua hal, yaitu pembuangan senyawa kimia tertentu yang semakin meningkat terutama akibat kegiatan industri dan transportasi, dan akibat penggunaan berbagai produk bioksida dalam kehidupan sehari-hari [2]. Beberapa bahan pencemar yang terdapat pada lingkungan adalah karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO), sulfur dioksida (SO₂), dan partikel. Partikel merupakan padatan yang sangat halus, umumnya berukuran kurang dari 10 μ , dapat melayang-layang di udara, dan ketika kita bernafas padatan ini dapat masuk ke dalam saluran pernafasan kita [3]. Semakin kecil ukuran partikel yang ikut masuk ketika kita bernafas, maka semakin besar kemungkinan untuk sampai ke paru-paru. Partikel yang banyak terdapat di lingkungan di antaranya adalah debu, dan timbal [4].

Terlepasnya timbal ke dalam lapisan atmosfer bumi dapat berbentuk gas dan partikulat. Timbal merupakan bahan kimia yang termasuk dalam kelompok logam berat. Logam berat merupakan bahan kimia golongan logam yang sama sekali tidak dibutuhkan oleh tubuh, di mana jika masuk ke dalam tubuh organisme hidup dalam jumlah yang berlebihan akan menimbulkan efek negatif terhadap fungsi fisiologis tubuh [5]. Logam berat yang masuk ke dalam tubuh dalam jumlah kecil akan berakumulasi di dalam tubuh, sehingga pada suatu saat juga dapat menimbulkan efek negatif dan gangguan kesehatan [6].

Timbal atau timah hitam atau Plumbum (Pb) adalah salah satu bahan pencemar utama saat ini di lingkungan [7]. Hal ini dapat terjadi karena sumber utama pencemaran timbal adalah dari emisi gas buang kendaraan bermotor. Selain itu timbal juga terdapat dalam limbah cair industri yang pada proses produksinya menggunakan timbal, seperti industri pembuatan baterai, industri cat, dan industri keramik [8]. Timbal digunakan sebagai

aditif pada bahan bakar, khususnya bensin di mana bahan ini dapat memperbaiki mutu bakar. Bahan ini sebagai anti *knocking* (anti letup), pencegah korosi, anti oksidan, diaktifator logam, anti pengembunan dan zat pewarna [9].

Logam Pb(II) merupakan salah satu logam berat yang cukup berbahaya. Masuknya Pb ke dalam tubuh manusia melalui air minum, makanan atau udara dapat menyebabkan gangguan pada organ seperti gangguan neurologi (syaraf), ginjal, sistem reproduksi, system hemopoetik serta sistem syaraf pusat (otak) terutama pada anak yang dapat menurunkan tingkat kecerdasan [10].

Sekam padi merupakan produk samping dari industri penggilingan padi. Industri penggilingan dapat menghasilkan 65% beras, 20% sekam padi, dan sisanya hilang [11]. Jika sejumlah sekam padi yang dihasilkan dari industri penggilingan padi tidak dikelola dan dimanfaatkan dengan baik maka akan menimbulkan pencemaran lingkungan. Sekam padi dianggap sebagai bahan yang kurang bermanfaat dan bernilai gizi rendah karena sekam padi mengandung abu yang cukup tinggi [12]. Berdasarkan *proximate analysis*, kandungan abu pada sekam padi sebesar 13,16%-29,04% berat kering, dan kandungan abu sekam padi sebesar 17,90% berat kering [13]. Sekam padi merupakan salah satu sumber penghasil silika terbesar setelah dilakukan pembakaran sempurna [14]. Abu sekam padi hasil pembakaran yang terkontrol pada suhu tinggi (500-600°C) akan menghasilkan abu silika yang dapat dimanfaatkan untuk berbagai proses kimia [15].

Berdasarkan hal di atas, ion Pb(II) yang berada dalam tanah dapat masuk ke sungai melalui aliran air hujan. Dengan mengetahui jumlah ion logam dalam sungai maka jumlah ion Pb(II) dalam tanah juga diketahui. Dalam penelitian ini, dikaji mengenai adsorpsi ion Pb(II) menggunakan sekam padi sebagai adsorben dengan berbagai perlakuan. Selain itu, dikaji tingkat efektivitas sekam padi dalam mengadsorpsi ion Pb(II) serta dipelajari model kinetika reaksi adsorpsi ion Pb(II) oleh adsorben sekam padi.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu FT-IR (*Fourier Transform Infra-Red Spectroscopy*) Shimadzu IRPrestige21, XRD (*X-Ray Diffractometry*) Rigaku Miniflex, SEM (*Scanning Electron Microscopy*) FE-SEM Hitachi, AAS (*Atomic Adsorption Spectroscopy*) Perkin Elmer PinAAcle 900T, lumpang dan alu, oven (IKA Oven 125 Basic) serta peralatan gelas. Adapun bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah sekam padi yang berasal dari Desa Tapanrejo Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi Jawa Timur, larutan PbNO_3 (Merck), larutan NaOH 5 M (Merck), aquades, kertas lakmus, kertas saring Whatman-41.

Metode Penelitian

1. Variasi Perlakuan Sekam Padi

Sebanyak 7 gram sekam padi (SP) yang telah dihaluskan kemudian dibuat dalam beberapa variasi yaitu: diabukan (ASP), direndam dalam 5 M NaOH selama 12 jam (SPB) serta direndam dalam 5 M H_2SO_4 selama 12 jam (SPA). SP, ASP, SPB dan SPA yang terbentuk tersebut kemudian dicuci dengan akuades hingga netral (dicek dengan pH universal hingga pH = 7). Sebanyak 5 gram dari masing-masing variasi sekam padi tersebut dipanaskan dengan oven hingga 105 °C kemudian dikarakterisasi dengan menggunakan XRD, IR dan SEM.

2. Adsorpsi Sekam Padi dengan Pb(II)

Sebanyak 5 gram dari SP, ASP, SPB dan SPA dicampur dengan 50 mL larutan PbNO_3 100 ppm. Adsorpsi dilakukan dengan sistem *batch* selama 3 jam.

3. Variasi Waktu Adsorpsi

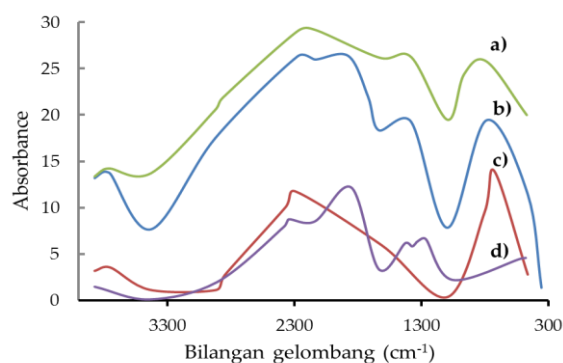
Sebanyak 5 gram dari abu sekam padi dicampur dengan 50 mL larutan PbNO_3 100 ppm. Adsorpsi dilakukan dengan sistem *batch* dengan variasi waktu 1, 2, 3, 4, dan 5 jam.

Hasil dan Pembahasan

1. Karakterisasi dengan FT-IR

Spektroskopi inframerah dapat digunakan untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsional yang terdapat dalam berbagai perlakuan sekam padi [16]. Setiap gugus fungsi mempunyai serapan inframerah yang karakteristik pada bilangan gelombang tertentu sehingga secara kualitatif dapat diidentifikasi

[17]. Pola serapan inframerah sekam padi sebelum adsorpsi ditampilkan dalam gambar 1.



Gambar 1. Spektra IR sekam padi sebelum adsorpsi: (a) SP, (b) ASP, (c) SPB dan (d) SPA

Gambar 1a merupakan spektra inframerah sekam padi tanpa diberi perlakuan (SP). Pola serapan sekam padi dapat diinterpretasikan sebagai berikut: Pita serapan pada bilangan gelombang 462,92 cm^{-1} menunjukkan vibrasi tekuk gugus siloksan. Vibrasi ulur simetris Si-O dari Si-O-Si ditunjukkan oleh pita serapan pada bilangan gelombang 786,96 cm^{-1} . Pita serapan yang kuat pada 1095,57 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur asimetris Si-O dari Si-O-Si sedangkan pita lebar pada bilangan gelombang 3425,58 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur gugus OH dari Si-OH.

Gambar 1b merupakan spektra inframerah abu sekam padi (ASP). Pola serapan sekam padi dapat diinterpretasikan sebagai berikut: Pita serapan pada bilangan gelombang 462,92 cm^{-1} menunjukkan vibrasi tekuk gugus siloksan. Vibrasi ulur simetris Si-O dari Si-O-Si ditunjukkan oleh pita serapan pada bilangan gelombang 725,23 cm^{-1} . Pita serapan yang kuat pada 1095,57 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur asimetris Si-O dari Si-O-Si sedangkan pita lebar pada bilangan gelombang 3441,01 cm^{-1} menunjukkan vibrasi ulur gugus OH dari Si-OH. Spektra IR abu sekam padi juga menunjukkan pita serapan yang melebar dan memiliki puncak yang lebih sedikit dibandingkan dengan sekam padi perlakuan lain. Pita yang melebar ini menunjukkan bahwa abu sekam padi memiliki kristanilitas yang rendah (strukturnya lebih amorf) dan puncak yang lebih sedikit menunjukkan hilangnya beberapa gugus fungsi dari sekam padi akibat pengabuan [18].

Gambar 1c merupakan spektra inframerah

sekam padi dengan perlakuan basa (SPB). Pola serapan sekam padi dapat diinterpretasikan sebagai berikut: Pita serapan pada bilangan gelombang $478,35\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi tekuk gugus siloksan. Vibrasi ulur simetris Si-O dari Si-O-Si ditunjukkan oleh pita serapan pada bilangan gelombang $524,64\text{ cm}^{-1}$. Pita serapan yang kuat pada $1056,99\text{ cm}^{-1}$ merupakan vibrasi ulur asimetris Si-O dari Si-O-Si sedangkan pita lebar pada bilangan gelombang $3441,01\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi ulur gugus OH dari Si-OH.

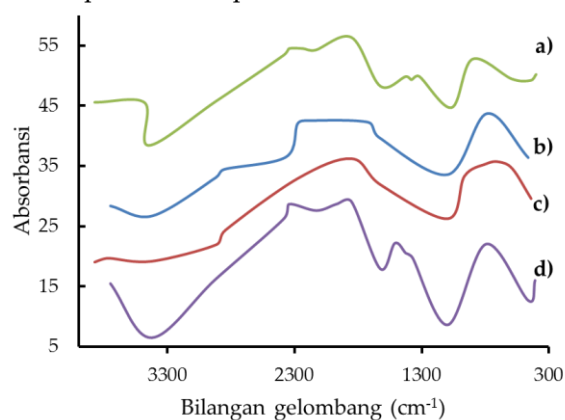
Gambar 1d merupakan spektra inframerah sekam padi dengan perlakuan asam (SPA). Pola serapan sekam padi dapat diinterpretasikan sebagai berikut: Pita serapan pada bilangan gelombang $470,63\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi tekuk gugus siloksan. Vibrasi ulur simetris Si-O dari Si-O-Si ditunjukkan oleh pita serapan pada bilangan gelombang $786,96\text{ cm}^{-1}$. Pita serapan yang kuat pada $1095,57\text{ cm}^{-1}$ merupakan vibrasi ulur asimetris Si-O dari Si-O-Si sedangkan pita lebar pada bilangan gelombang $3425,58\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan vibrasi ulur gugus OH dari Si-OH.

Secara umum gugus fungsional yang terdapat pada sekam padi adalah gugus siloksan dan silanol [19]. Dari interpretasi tersebut diketahui bahwa keempat material dari sekam padi memiliki interpretasi inframerah yang mirip, namun hanya berbeda pada nilai transmitansi yang didapatkan, dimana secara keseluruhan sekam padi basa memiliki transmitansi yang paling rendah diantara perlakuan sekam padi yang lain. Artinya dengan berbagai perlakuan, terdapat pergeseran dalam % transmitansi. Dalam keadaan asam, transmitansi sekam padi akan naik, sebaliknya dalam keadaan basa dan abu, transmitansi sekam padi akan mengalami penurunan.

Bentuk yang berbeda-beda dari pita serapan pada bilangan gelombang $3425,58\text{ cm}^{-1}$ untuk sekam biasa dan sekam padi asam, lebih meruncing dan menyempit dari pada pita serapan untuk abu sekam padi dan sekam padi basa ($3441,01\text{ cm}^{-1}$). Perubahan ini kemungkinan disebabkan perubahan bentuk tiga dimensional silika yang bersifat amorf karena pengaruh pengasaman. Perubahan bentuk yang meruncing menunjukkan

kristanilitas yang tinggi. Perubahan kristanilitas ini diakibatkan berkurangnya kandungan air pada kerangka silika akibat pemanasan. Pita serapan yang karakteristik terhadap gugus Si-O-Si (siloksan) pada silika hasil pengasaman juga teramati mengalami sedikit pergeseran ke arah bilangan gelombang lebih rendah. Pergeseran ini mengindikasikan melemahnya ikatan pada gugus tersebut. Melemahnya siloksan ini dapat diakibatkan oleh protonasi pada atom O gugus siloksan akibat pengasaman [20].

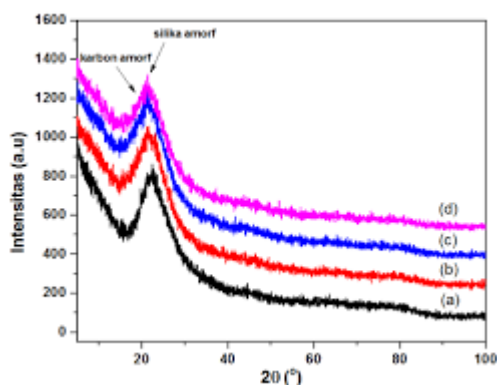
Adapun pola serapan inframerah sekam padi setelah adsorpsi ditampilkan dalam **gambar 2**. Dari **gambar 2** tersebut tampak bahwa pita serapan yang muncul pada bilangan gelombang disekitar 3300 cm^{-1} menjadi lebih meruncing setelah dilakukan adsorpsi terhadap Pb(II). Hal ini dikarenakan melemahnya ikatan pada gugus OH dari Si-OH. Ikatan yang lemah ini dikarenakan adanya pergeseran elektron ikatan Si-OH ke arah gugus OH akibat gaya tarik dengan logam Pb(II). Sehingga dapat disimpulkan bahwa gugus Si-OH (silanol) merupakan gugus aktif dalam proses adsorpsi tersebut. Begitu juga dengan bilangan gelombang yang muncul padadaerah disekitar 1050 cm^{-1} menjadi lebih meruncing setelah dilakukan adsorpsi terhadap Pb(II). Hal ini dikarenakan melemahnya ikatan pada gugus Si-O-Si. Ikatan yang lemah ini dikarenakan adanya pergeseran elektron ikatan ke arah atom O akibat gaya tarik dengan logam Pb(II), sehingga dapat disimpulkan bahwa gugus Si-O-Si (siloksan) juga merupakan gugus aktif dalam proses adsorpsi tersebut.



Gambar 2. Spektra IR sekam padi setelah adsorpsi: (a) SP, (b) ASP, (c) SPB dan (d) SPA

2. Karakterisasi dengan XRD

Berdasarkan hasil uji XRD ([gambar 3](#)), sekam padi baik yang mengalami perlakuan awal maupun tidak, memiliki sifat *amorph*. Hal ini ditunjukkan dari puncak yang landai pada kisaran $2\theta = 22^\circ$ yang merupakan karakteristik dari silika *amorph*. Hal ini bersesuaian dengan penelitian sebelumnya bahwa silika yang berasal dari sekam padi memiliki struktur *amorph* [21]. Sekam padi yang memiliki struktur *amorph* memungkinkan untuk menyerap ion Pb(II) dengan lebih baik. Pada [gambar 3d](#) di bawah ini terlihat difraktogram untuk sekam padi dengan perlakuan asam (SPA) terbentuk daerah $2\theta = 22^\circ$ yang lebih landai dibandingkan dengan difraktogram hasil sekam padi dengan perlakuan lain ([gambar 3a, 3b, dan 3d](#)). Hal ini menunjukkan bahwa pada adsorben SPA, sifat *amorph*-nya menjadi berkurang, sehingga lebih susah untuk mengadsorpsi ion Pb(II). Hasil ini juga terbukti ketika dilakukan pengujian terhadap adsorpsi Pb(II) dengan alat AAS ([tabel 1](#)).

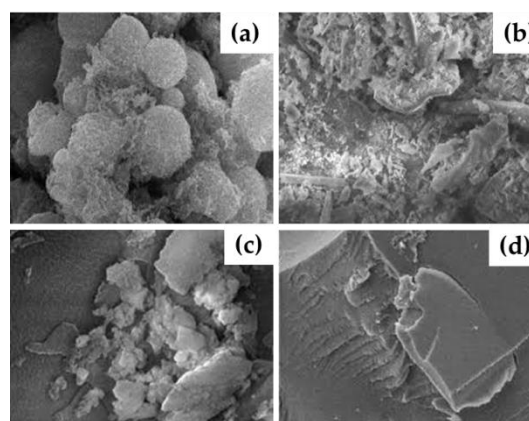


Gambar 3. Difraktogram XRD sekam padi berbagai perlakuan: (a) SP, (b) ASP, (c) SPB dan (d) SPA

3. Karakterisasi dengan SEM

Karakteristik struktur permukaan sekam padi ditunjukkan oleh hasil SEM pada [gambar 4](#) dengan perbesaran 1000 kali dengan menggunakan energi 20 kV. Dari [gambar 4](#) terlihat dengan jelas bahwa permukaan sampel tidak merata dan terdiri dari gumpalan (*cluster*), yang mengindikasikan adanya ukuran butir yang cukup beragam dengan distribusi yang tidak merata pada permukaan. Pemisahan antara gumpalan juga terlihat dengan cukup jelas, yakni dalam bentuk *micro-cracking* yang terdapat di antara *cluster*. Adanya *micro-cracking*

atau retakan ini, membuat struktur permukaan sekam padi tidak halus, terutama pada SP, ASP dan SPB ([gambar 4a, 4b, dan 4c](#)) menjadikan kemampuan adsorpsinya meningkat karena ion-ion Pb(II) lebih mudah terperangkap masuk ke dalam adsorben. Pada [gambar 4c](#) yaitu hasil SEM sekam padi yang diasamkan, terlihat dengan jelas bahwa struktur permukaannya lebih halus, sehingga dimungkinkan kemampuan mengadsorpsi ion Pb(II) menjadi lebih rendah. Hal ini senada dengan hasil penelitian yang tertera pada [tabel 1](#).



Gambar 4. Gambar SEM sekam padi sebelum adsorpsi: (a) SP, (b) ASP, (c) SPB dan (d) SPA

4. Adsorpsi Pb(II) dengan Variasi Perlakuan Sekam Padi

Untuk menentukan jumlah Pb(II) yang teradsorpsi pada masing-masing perlakuan sekam padi, maka dilakukan analisis dengan menggunakan Spektrometer Serapan Atom atau *Atomic Adsorption Spectrometre* (AAS). Konsentrasi ion Pb(II) yang teradsorpsi pada keempat jenis adsorben disajikan dalam [tabel 1](#).

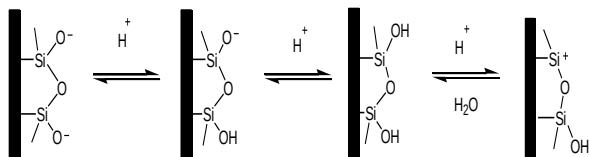
Dari [tabel 1](#) dapat diketahui bahwa ion Pb(II) yang dapat teradsorpsi paling banyak adalah pada penggunaan adsorben abu sekam padi. Sekam padi yang diabukan dapat menyerap ion Pb(II) lebih banyak karena strukturnya yang *amorph* dikarenakan pemanasan dan penghilangan senyawa-senyawa organik dalam sekam seperti selulosa dan lignin menjadi uap air, karbondioksida dan karbon. Dengan penghilangan senyawa-senyawa tersebut, maka dalam struktur sekam padi menjadi kaya akan silika, dimana dalam silika terkandung gugus siloksan dan gugus silanol yang bertanggung jawab dalam

penyerapan ion logam Pb(II) [22].

Tabel 1. Konsentrasi ion Pb(II) yang teradsorpsi pada berbagai perlakuan

Perlakuan	SP	ASP	SPB	SPA
Konsentrasi awal Pb(II) (ppm)	100	100	100	100
Konsentrasi Pb(II) tidak teradsorpsi (ppm)	13,6	4,1	6,6	67,0
Persentase teradsorpsi (%)	86,5	96,0	93,4	33,0
Kemampuan adsorpsi (mg/g)	0,865	0,960	0,934	0,330
Keterangan:	Berat adsorben = 5 g Volume = 50 mL			

Basa dapat mengaktifkan gugus siloksan menjadi gugus silanol pada sekam padi dalam suasana basa [23]. Dengan adanya gugus silanol, sekam padi dapat efektif menyerap Pb. Sekam padi dengan perlakuan asam terbukti tidak efektif dalam menyerap Pb(II) dikarenakan dalam suasana asam, asam tidak dapat mengaktifkan gugus siloksan karena atom O dari gugus siloksan mengalami protonasi [24].



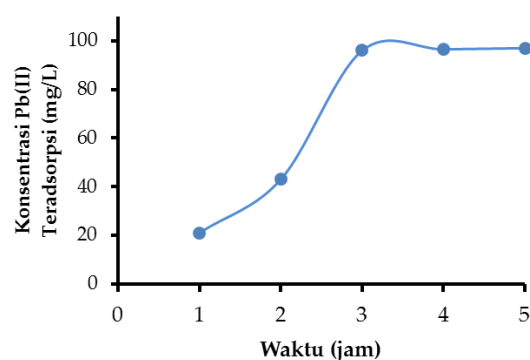
Gambar 5. Protonasi gugus siloksan akibat pengasaman

Oleh karena itu, dari penjelasan di atas, hasil penelitian ini membuktikan bahwa sekam padi biasa dapat menyerap Pb(II) dengan cukup baik yaitu 86,5%, namun masih lebih baik penyerapannya oleh sekam padi basa. Kemampuan menyerap sekam padi basa (93,4%), hampir mendekati abu sekam padi (96,0%). Dengan demikian, penelitian ini mampu menunjukkan bahwa perlakuan sekam padi yang memiliki daya adsorpsi tertinggi terhadap ion Pb(II) yaitu pada adsorben abu

sekam padi.

5. Kinetika Adsorpsi Pb(II) dengan Abu Sekam Padi

Gambar 6 menunjukkan hasil penelitian adsorpsi ion Pb²⁺ oleh abu sekam padi dengan konsentrasi awal 100 ppm terhadap waktu kontak. Pada grafik tersebut terlihat bahwa waktu kontak 3 jam menunjukkan penyerapan konsentrasi ion Pb²⁺ yang maksimal. Di atas 3 jam, jumlah ion Pb²⁺ yang teradsorpsi cenderung konstan, sehingga waktu kontak 3 jam merupakan waktu yang efektif untuk abu sekam padi dalam mengadsorpsi ion Pb²⁺.



Gambar 6. Grafik konsentrasi Pb(II) yang teradsorpsi oleh abu sekam padi dengan variasi waktu

Kajian kinetika adsorpsi ion logam Pb(II) oleh abu sekam padi dilakukan menurut persamaan kinetika reaksi orde-1 dan orde-2 dan kinetika reaksi pseudo orde-1 dan pseudo orde-2 [25]. Model kinetika adsorpsi Pb(II) ditunjukkan pada **tabel 2** berikut.

Tabel 2. Model kinetika adsorpsi ion logam Pb(II) dengan abu sekam padi

Model kinetika	Nilai k (konstanta)	Nilai R ²
Orde 1 (min ⁻¹)	0,0046	0,8659
Orde 2 (M min ⁻¹)	0,0073	0,8335
Pseudo Orde-1 (min ⁻¹)	0,0240	0,8749
Pseudo Orde-2 (g mg ⁻¹ min ⁻¹)	0,0426	0,9986

Menurut data kinetika dilihat dari linearitasnya (**tabel 2**), adsorpsi logam Pb(II) oleh abu sekam padi cenderung mengikuti pola

kinetika reaksi pseudo orde-2. Model kinetika reaksi pseudo terjadi apabila terdapat reaktan dengan konsentrasi yang tidak berubah selama proses adsorpsi [25]. Dalam penelitian ini, konsentrasi ion nitrat yang berasal dari PbNO_3 yang ditambahkan tetap, sehingga konsentrasi ion nitrat sebelum dan sesudahnya tidak berubah. Kinetika adsorpsi Pb(II) oleh abu sekam padi berjalan melalui mekanisme reaksi pseudo orde-2, berdasarkan asumsi bahwa dengan berjalannya waktu jumlah konsentrasi abu sekam padi yang digunakan untuk mengadsorpsi Pb(II) akan berkurang seiring dengan pertambahan konsentrasi atau persentase Pb(II) yang mampu teradsorpsi. Dari tabel 2 di atas, nilai konstanta atau tetapan laju reaksi (k) untuk model kinetika pseudo orde-2 adalah tertinggi. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi adsorpsi Pb(II) oleh abu sekam padi mengikuti model kinetika tersebut.

Kesimpulan

Perlakuan limbah sekam padi yang paling efektif digunakan sebagai adsorben timbal adalah abu sekam padi, dengan persentase 96%. Sekam padi ternyata selain sebagai sumber energi, hasil samping yang berupa abu dapat digunakan sebagai bioadsorben yang sangat efektif untuk ion Pb(II) , dimana waktu kontak 3 jam merupakan waktu yang efektif untuk abu sekam padi dalam mengadsorpsi ion Pb(II) . Adsorpsi logam Pb(II) oleh abu sekam padi cenderung mengikuti pola kinetika reaksi pseudo orde-2.

Daftar Pustaka

1. Al Ramarh Apdy, A.R. Kadar Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb), Merkuri (Hg) dan Seng (Zn) Pada Tanah Disekitar Rumah Susun Pantai Losari Kota Makassar. diploma, Univeristas Islam Negeri Alauddin Makassar, 2016.
2. Bereket, null; Aro, null; ozel, null Removal of Pb(II) , Cd(II) , Cu(II) , and Zn(II) from Aqueous Solutions by Adsorption on Bentonite. *J Colloid Interface Sci* **1997**, *187*, 338–343, doi:10.1006/jcis.1996.4537.
3. Darmayanti, D.; Rahman, N.; Supriadi, S. Adsorpsi Timbal (Pb) dan Zink (Zn) Dari Larutannya Menggunakan Arang Hayati (Biocharcoal) Kulit Pisang Kepok Berdasarkan Variasi PH (Adsorption of Plumbum (Pb) and Zinc (Zn) From Its The Solution by Using Biological Charcoal (Biocharcoal) of Kepok Banana). *Jurnal Akademika Kimia* **2012**, *1*.
4. Fitriana, L.; Purnama, A.R. Sebaran Timbal Pada Tanah Di Areal Persawahan Kabupaten Sidoarjo | *Journal of Research and Technology*. **2021**.
5. Handayani, P.A.; Nurjanah, E.; Rengga, W.D.P. Pemanfaatan Limbah Sekam Padi Menjadi Silika Gel. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan* **2014**, *3*, 55–59, doi:10.15294/jbat.v3i2.3698.
6. Langi, B.G.; Rampe, M.J.; Tengker, S.M.T. Ekstraksi Dan Identifikasi Komponen Utama Pasir Putih Dari Desa Marinsow Kabupaten Minahasa Utara Dengan Pengujian XRF Dan XRD. *Fullerene Journal of Chemistry* **2020**, *5*, 78–82, doi:10.37033/fjc.v5i2.186.
7. Meiza Hernanda, R. Fitoremediasi Tanah Tercemar Timbal Akibat Kegiatan Peleburan Aki Bekas Di Desa Cinangka, Kecamatan Ciampea, Kabupaten Bogor. other, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Yogyakarta, 2019.
8. Mujiyanti, D.R.; Nisa, H.; Rosyidah, K.; Ariyani, D.; Abdullah, A. Pengaruh Waktu Reaksi Terhadap Viskositas Dan Densitas Tetraetil Ortosilikat Dari Silika Abu Sekam Padi. *Indonesian Journal of Chemical Research* **2020**, *8*, 72–78, doi:10.30598/10.30598/ijcr.2020.8-dwi.
9. Nafiah, R. Kinetika Adsorpsi Pb (II) Dengan Adsorben Arang Aktif Dari Sabut Siwalan. *1* **2016**, *1*, 28–35, doi:10.31603/pharmacy.v1i2.227.
10. Naria, E. Mewaspadai Dampak Bahan Pencemar Timbal (Pb) Di Lingkungan Terhadap Kesehatan. **2005**, *17*, 8.
11. Nurhasni, N.; Hendrawati, H.; Saniyyah, N. Sekam Padi Untuk Menyerap Ion Logam Tembaga Dan Timbal Dalam Air Limbah. *Jurnal Kimia Valensi* **2014**, *4*.
12. Nuryono, N.; Qomariyah, A.; Kim, W.; Otomo, R.; Rusdiarso, B.; Kamiya, Y. Octyl and Propylsulfonic Acid Co-Fixed $\text{Fe}_3\text{O}_4/\text{SiO}_2$ as a Magnetically Separable, Highly Active and Reusable Solid Acid Catalyst in Water. *Molecular Catalysis* **2019**, *475*, 110248, doi:10.1016/j.mcat.2018.11.019.
13. Putro, A.L. Abu Sekam Padi Sebagai Sumber Silika Pada Sintesis Zeolit ZSM-5 Tanpa Menggunakan Templat Organik. **2007**, *3*, 33–36.
14. Qomariyah, A. Desorpsi Campuran Au(III) Dan Cu(II) dari Magnetit Terlapis

- Hibrida Merkapto-Silika Dengan Larutan Tiourea Dalam Asam Klorida, Universitas Gadjah Mada, 2014.
15. Qomariyah, A.; Nuryono, N.; Kunarti, E.S. Recovery of Gold in Au/Cu/Mg System from SH/Fe₃O₄@SiO₂ as a Magnetically Separable and Reusable Adsorbent. *Indonesian Journal of Chemical Research* **2021**, *9*, 26–34, doi:10.30598/ijcr.2021.9-ani.
 16. Renberg, I.; Brännvall, M.-L.; Bindler, R.; Emteryd, O. Stable Lead Isotopes and Lake Sediments—a Useful Combination for the Study of Atmospheric Lead Pollution History. *Science of The Total Environment* **2002**, *292*, 45–54, doi:10.1016/S0048-9697(02)00032-3.
 17. Safrianti, I.; Wahyuni, N.; Zaharah, T.A. Adsorpsi Timbal (II) Oleh Selulosa Limbah Jerami Padi Teraktivasi Asam Nitrat: Pengaruh PH dan Waktu Kontak. *Jurnal Kimia Khatulistiwa* **2013**, *1*.
 18. Sanjaya, A.S.; Agustine, R.P. Studi Kinetika Adsorpsi Pb Menggunakan Arang Aktif Dari Kulit Pisang. *Konversi* **2015**, *4*, 17–24.
 19. Sembodo, B.S.T. Isoterm Keseimbangan Adsorpsi Timbal Pada Abu Sekam Padi. *EKUILIBRIUM* **2005**, *4*, 100–105, doi:10.20961/ekuilibrium.v4i2.49625.
 20. Suarsa, I.W. Kinetika Adsorpsi Timbal (Pb) Pada Berbagai Absorban. Universitas Udayana, 2015.
 21. M, G.F.A.; Sy, M.R.H.; Mardina, P. Ekstraksi Silika dari Abu Sekam Padi dengan Pelarut Koh. *Konversi* **2013**, *2*, 28–31, doi:10.20527/k.v2i1.125.
 22. Trivana, L.; Sugiarti, S.; Rohaeti, E. Sintesis dan Karakterisasi Natrium Silikat (Na₂SiO₃) dari Sekam Padi. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan* **2015**, *7*, 66–75, doi:10.20885/jstl.vol7.iss2.art1.
 23. Wardalia, W. Karakterisasi Pembuatan Adsorben Dari Sekam Padi Sebagai Pengadsorp Logam Timbal Pada Limbah Cair. *JURNAL INTEGRASI PROSES* **2016**, *6*, doi:10.36055/jip.v6i2.949.
 24. Widayari, N.; Dewi Moelyaningrum, A.; Sri Pujiati, R. Analisis Potensi Pencemaran Timbal (Pb) Pada Tanah, Air Lindi Dan Air Tanah (Sumur Monitoring) Di Tpa Pakusari Kabupaten Jember. Universitas Jember, 2013.
 25. Zhao, D.; Sheng, G.; Hu, J.; Chen, C.; Wang, X. The Adsorption of Pb(II) on Mg₂Al Layered Double Hydroxide. *Chemical Engineering Journal* **2011**, *171*, 167–174, doi:10.1016/j.cej.2011.03.082.