



## PEMANFAATAN SEKAM PADI SEBAGAI ADSORBEN DALAM MENGURANGI KADAR Mn (II) DENGAN SISTEM ADSORPSI KONTINYU

Syariful Maliki<sup>1</sup>, Sulastriani<sup>2\*</sup>, Linda Ekawati<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya

<sup>2</sup>Program Studi Teknologi Pangan, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya

<sup>3</sup>Program Studi Teknologi Kimia Industri, Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri  
Sriwijaya

Jl. Sriwijaya Negara, Bukit Lama, Ilir Barat, Kota Palembang, Sumatera Selatan - 30128

\*Korespondensi: e-mail: [sulastriani@polsri.ac.id](mailto:sulastriani@polsri.ac.id)

### Abstrak

*Penelitian ini adalah mempelajari tentang efisiensi penyerapan logam Mn dengan menggunakan bioadsorben sekam padi. Proses adsorpsi dilakukan secara kontinyu dengan lajur alir limbah 100 ml/menit. Sekam padi dijadikan karbon/biochar dengan memanaskan sekam padi didalam furnace secara pirolisis dengan suhu 400°C selama 90 menit. Sekam padi yang telah dijadikan biochar dilakukan perlakuan dengan aktivasi kimia dengan NaOH 2 M. Pada proses penelitian berat adsorben di variasikan 10 dan 5 gram didalam kolom adsorpsi, sedangkan konsentrasi Mn yang dialirkan ke kolom adsorpsi sebanyak 10 ppm. Adsorpsi kontinyu berlangsung selama 240 menit, dengan pengambilan sampel setiap 30 menit. Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa efisien terbaik pada berat adsorben 10 gram dengan perlakuan aktivasi kimia, mencapai efisiensi 89,13%. Sedangkan adsorben dengan berat 5 gram dengan aktivasi kimia efisiensi mencapai 77,43%. Jika di bandingkan adsorben dengan perlakuan aktivasi kimia dan tanpa aktivasi memiliki efisiensi yang berbeda yang dapat dilihat hasilnya pada berat adsorben 10 gram tanpa aktivasi memiliki efisiensi lebih rendah dari yang aktivasi kimia, yaitu 77,44%.*

**Kata kunci:** Bioadsorben, Sekam Padi, Mn, Kontinyu

Doi: <https://doi.org/10.29103/jtku.v13i1.16411>

### 1. Pendahuluan

Menurut pernyataan Fu dan Wang, 2011 dalam jurnal (Shaban *et al.*, 2017) menyatakan bahwa logam berat dapat didefinisikan sebagai unsur yang memiliki atom relative atau berat atom 63,5 hingga 200,6 dan berat jenis diatas 5. Logam berat tersebut dapat bersumber dari sumber alami, seperti aktivitas gunung berapi, atau melalui sumber antropogenik, seperti operasi penambangan, karena

terbentuknya limpasan air asam tambang (AMD) (Leiva, Tapia and Rodríguez, 2021). Salah satu logam berat yang umum dilingkungan kita adalah Besi (Fe), mangan (Mn), seng (Zn), tembaga (Cu), kobalt (Co), Kadmium (Cd), dan timbal (Pb). Logam berat tersebut akan menjadi berbahaya bagi organisme hidup bahkan manusia dikarenakan bersifat racun, stabilitas, toksisitas, dan kecenderungan terakumulasi di lingkungan ( Li *et al.*, 2019).

Mangan (Mn) merupakan salah satu logam berat yang sering dijumpai atau terdeteksi di perairan, umumnya air tanah atau air sumur (Shaban *et al.*, 2017). Dalam beberapa tahun terakhir, penghilangan ion Mn(II) dari perairan yang telah terkontaminasi telah mendapat perhatian besar. Mangan dapat terjadi dalam lima bilangan oksidasi yang berbeda, yaitu Mn(II), Mn(III), Mn(IV), Mn(VI) dan Mn(VII); namun, bentuk divalen (Mn(II)) mendominasi sebagian besar perairan yang terkontaminasi (Patil, Chavan and Oubagaranadin, 2016). Kandungan Mn dengan konsentrasi tinggi dapat menyebabkan beberapa efek toksik, seperti impotensi seksual, kerusakan sistem saraf pusat dan sistem endokrin manusia, keterlambatan pertumbuhan dan kelelahan otot (Ahmaruzzaman, 2011). Oleh karena itu, keberadaan Mn di perairan alami tidak diinginkan karena, Mn yang berada di perairan bergantung pada konsentrasinya dan juga Mn berpotensi menjadi racun (Leiva, Tapia and Rodríguez, 2021). Oleh karena itu, sangat penting untuk mengembangkan teknologi yang efektif untuk mengurangi pencemaran logam berat.

Sejumlah teknik pengolahan telah dikembangkan, termasuk pemisahan membran, presipitasi, pertukaran ion, oksidasi kimia, dan adsorpsi (Leiva *et al.*, 2018; López *et al.*, 2019; Murray and Örmeci, 2019). Banyak dari metode tersebut memerlukan biaya operasional dan biaya terkait yang tinggi serta rentan menyebabkan pencemaran sekunder terhadap lingkungan. Di antara metode-metode ini, proses adsorpsi telah umum digunakan untuk menghilangkan logam, terutama karena fleksibilitas penerapannya, fleksibilitas desain, potensi regenerasi adsorben, efektivitas biaya, kontaminasi sekunder yang lebih rendah dan efisiensi

yang tinggi. Bahan karbon seperti karbon aktif dan biochar telah dikembangkan sebagai adsorben untuk menghilangkan polusi logam berat (Deng *et al.*, 2020; Leiva, Tapia and Rodríguez, 2021). Biochar lebih ekonomis dan lebih mudah dibuat dibandingkan karbon aktif. Biochar yang dibuat dari biomassa dengan pemanasan terbatas oksigen menghasilkan sejumlah besar struktur mikropori, luas permukaan yang besar, dan kelompok energi permukaan yang melimpah (Deng *et al.*, 2020). Salah satu biomassa yang bisa menjadi biochar adalah sekam padi.

Sekam padi, yang merupakan limbah multi-tonase yang dihasilkan selama produksi beras, telah menempati tempatnya di antara bahan baku biopolimer yang diperlukan untuk membuat adsorben. Komponen utama sekam padi adalah selulosa, lignin, hemiselulosa, dan silikon dioksida amorf, yang menentukan sifat penyerapan yang baik (Priyantha, Sandamali and Kulasoorya, 2018; Yefremova *et al.*, 2023). Sekam padi merupakan bahan penyerap yang menjanjikan untuk menghilangkan berbagai kontaminan karena merupakan sumber daya yang murah dan terbarukan. Komposisi kimia sekam padi yang khas adalah sekitar 32% selulosa, 20% hemiselulosa, 21% lignin, dan 20% bahan organik lainnya. Saat ini, banyak sekam padi yang dibuang langsung ke dalam tanah atau dibakar sehingga mengakibatkan pencemaran lingkungan. Namun, konversi termokimia sekam padi, seperti dengan pirolisis, gasifikasi, dan pembakaran, dapat digunakan untuk menghasilkan produk sampingan yang bernilai tambah (Daffalla, Mukhtar and Shahrarun, 2020) ,dan dengan demikian secara substansial mengurangi tekanan terhadap lingkungan. Sekam padi telah banyak digunakan untuk menyerap senyawa fenolik (Lv *et al.*, 2020), tembaga (Alexander *et al.*, 2017), kadmium (Alexander *et al.*, 2017), seng (Alexander *et al.*, 2017), dan selenium (El-Shafey, 2007), dan besi (Maliki *et al.*, 2019).

Pada penelitian terdahulu yang telah dipaparkan, umumnya pengurangan konsentrasi logam dengan proses adsorpsi hanya dilakukan dengan secara batch. Tetapi pada penelitian ini kami melakukan pengurangan kadar logam dengan menggunakan proses kontinyu. Hal ini sama seperti yang telah dilakukan oleh S.

maliki, 2019, melakukan pengurangan kadar Fe dengan system kontinyu dengan menggunakan sekam padi sebagai bioadsorben.

## 2. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sekam padi untuk dijadikan bioadsorben. Aquadest dan  $\text{MnSO}_4\text{H}_2\text{O}$  untuk jadikan larutan sampel. Sedangkan  $\text{NaOH}$  2M untuk aktivasi kimia pada bioadsorben. Kolom adsorpsi yang sudah dirakit dibutuhkan untuk proses adsorpsi Mn dengan bioadsorben sekam padi.

Dikarenakan proses pada penelitian adsorpsi ini secara kontinyu, Peneliti hanya mevariasikan jenis adsorben yang teraktivasi kimia dan tanpa teraktivasi kimia. untuk konsentrasi Mn sebesar 10 ppm, berat adsorben didalam kolom adalah 10 gram dan 5 gram, sedangakn laju alir untuk penelitian ini adalah 100ml/menit dengan pengambilan sampel setiap 30 menit sekali selama tiga jam.

Tahapan penelitian ini adalah sebagai berikut:

### 1. Tahapan Preparasi Bioadsorben

Sekam padi dibakar didalam tunggu furnace secara pirolisis padasuhu  $400^{\circ}\text{C}$  selama 1,5 jam. Setelah terbentuk karbon, sekam padi tersebut di haluskan hingga mencapai ukuran 20 s.d 40 mesh.

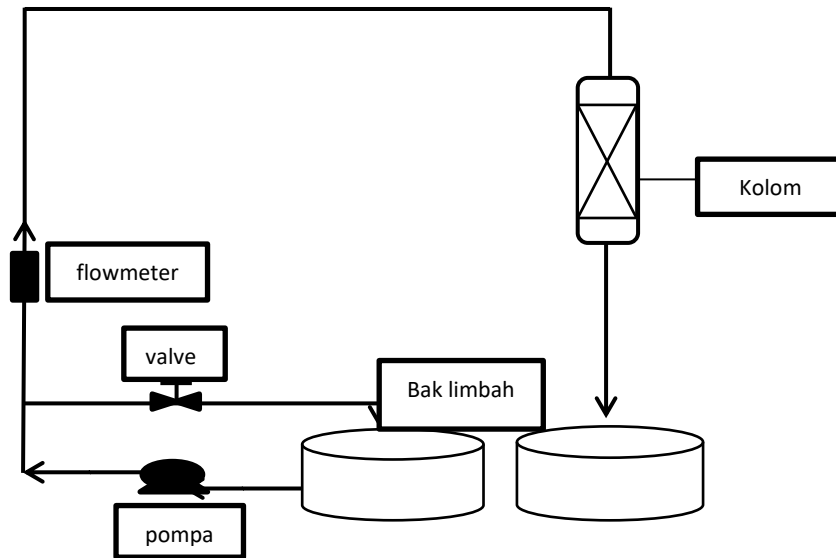
### 2. Tahapan aktivasi kimia biosorben sekam padi

Karbon sekam padi yang telah dihaluskan kemudian di rendam dengan lauran  $\text{NaOH}$  2 M (1:4) b/v. kemudian didiamkan seharian dan kemudian di saring dan dikeringkan di oven.

### 3. Tahapan Proses Adsorpsi

Proses adsorpsi diawali dengan mengalirkan air limbah artifisial Mn 100 ppm kedalam kolom adsorpsi. Kolom adsorpsi memiliki panjang 40 cm dan diameter 1,6 cm. larutan Mn mengalir dengan laju alir 100 ml/menit. Setelah luran Mn memasuki kolom dan berkontak dengan bioadsorben, maka keluaran dari

kolom adsorpsi di ambil beberapa mililiter untuk pengujian kadar sampel dengan Metode AAS. Pengambilan sampel dilakukan setiap 30 menit sekali selama 3 jam.

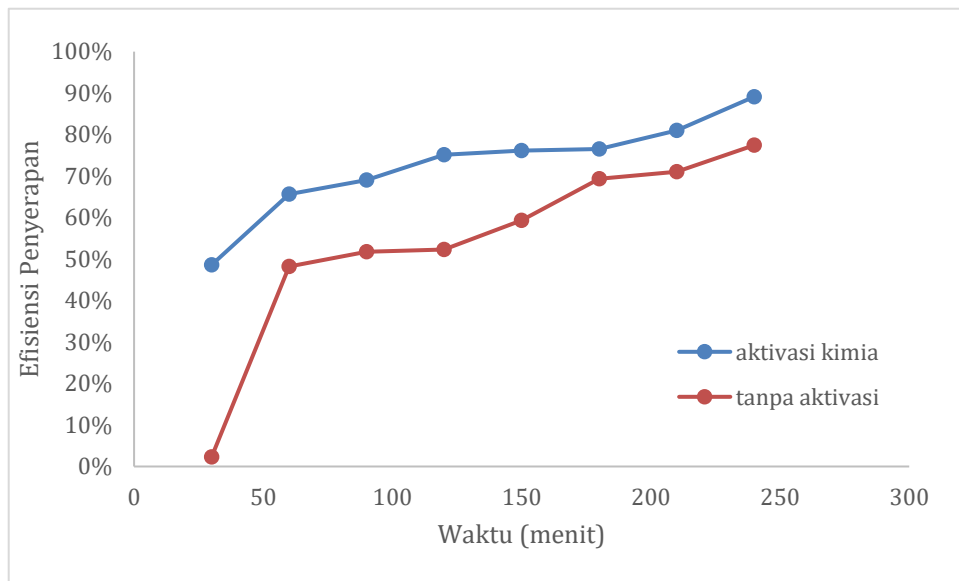


Gambar 1. Skema adsorpsi kontinyu

### 3. Hasil dan Diskusi

#### 3.1 Pengaruh bioadsorben yang teaktivasi kimia dan tidak teraktivasi kimia terhadap efisiensi pengurangan konsentrasi Mn

Percobaan adsorpsi dilakukan dengan system kontinyu melalui kolom adsorpsi. Untuk mengetahui kinerja penyerapan oleh adsorben sekam padai terhadap io Mnn pada kolom adsorpsi dapat dilihat pada Gambar 2.

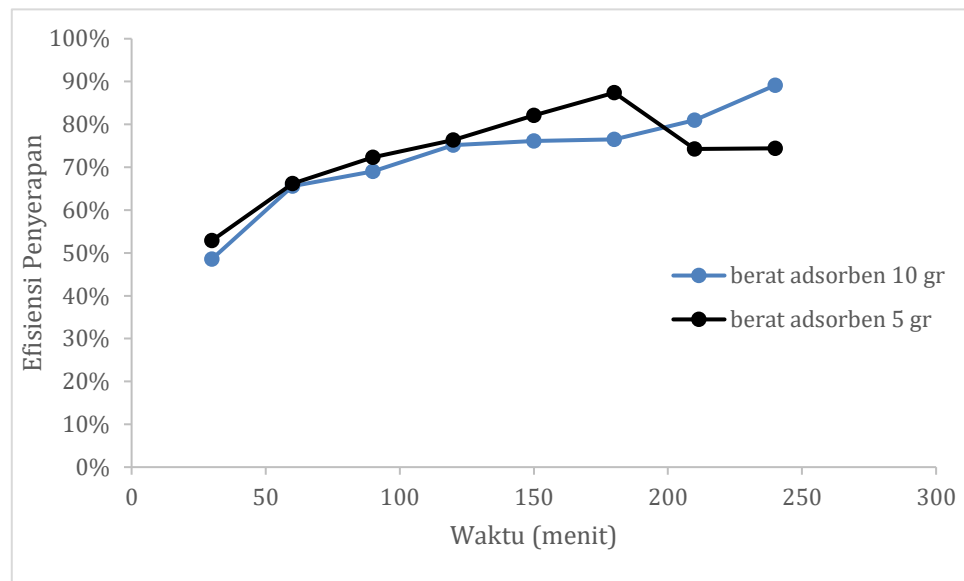


Gambar 2. Efisiensi Penyerapan Mn dengan menggunakan bioadsorben sekam padi dengan berat 10 gram

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa kemampuan dua jenis bioadsorben dengan dalam menyerap logam Mangan mengalami peningkatan mulai pada menit ke 30 sampai dengan menit ke 240. Kedua jenis adsorben tersebut masing-masing perlakuan dengan aktivasi kimia dan dan tanpa aktivasi kimia. Untuk bioadsorben dengan perlakuan tanpa aktivasi kimia pada 30 menit pertama memiliki efisiensi 2,29% sedangkan dengan bioadsorben dengan perlakuan aktivasi kimia memiliki efisiensi mencapai 48,59%. Sedangkan pada menit 240 efisiensi penyerapan logam Mn pada bioadsorben dengan perlakuan aktivasi kimia dan tanpan aktivasi kimia, masing-masing adalah 89,13% dan 77,44%. C). Penyisihan Mn dengan aktivasi kimia memiliki efisiensi lebih besar dibandingkan tanpan aktivasi kimia. Hal ini mungkin disebabkan oleh peningkatan karakteristik karbon aktif setelah aktivasi kimia, termasuk peningkatan volume pori (Rosnelly *et al.*, 2021).

### 3.2 Pengaruh Berat bioadsorben terhadap efisiensi pengurangan konsentrasi Mn

Massa adsorben mempengaruhi kemampuan bioadsorben untuk menyerap adsorbat. Semakin banyak adsorben, semakin banyak logam yang akan terserap ke permukaan adsorben. Ini ditunjukkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Efisiensi Penyerapan Mn dengan menggunakan bioadsorben sekam padi teraktivasi kimia dengan konsentrasi awal mn 10 ppm

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa ada peningkatan dan penurunan efisiensi penyerapan Mn. Pada 30 menit pertama efisiensi penyerapan Mn dengan berat bioadsorben 5 gram dan 10 gram melebihi 40%. Sedangkan pada menit 240, efisiensi penyerapan dengan berat adsorben 10 gram terus meningkat menjadi 89%. Sedangkan pada berat adsorben 5 gram efisiensi penyerapan menjadi 74% pada menit ke-240. Hal ini senada dengan pernyataan Chairul Irawan, 2019, Terjadi peningkatan daya serap adsorbat pada saat dilakukan penambahan kadar adsorben. (Irawan, Purwanti and Norhasanah, 2019).

Terjadi penurunan efisien pada berat adsorben 5 gram, efisiensi tertinggi adalah pada menit 180 menit dengan persentase mencapai 87%, sedangkan pada menit 240 menurun dikarenakan bioadsorben mulai jenuh.

### 3.3 Kapasitas Adsorpsi

Untuk mengetahui kapasitas adsorben dalam menyerap adsorbat, maka diperlukan menghitung kapasitas adsorpsi. Pada proses adsorpsi dengan menggunakan biochar sekam padi dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kapasitas adsorpsi bioadsorben sekam padi dalam mengadsorpsi Mn

Adsorben	Berat adsorben (gr)	C <sub>0</sub> (mg/L)	F (mL/menit)	q <sub>total</sub> (mg)	q <sub>eq (exp)</sub> (mg/gr)
Aktivasi kimia	10	10	100	0,1087	0,0189
Tanpa Aktivasi			100	0,2256	0,0226
Aktivasi kimia	5		100	0,2556	0,0511

Tabel 1 dapat dilihat bahwa semakin berat jumlah adsorben di dalam kolom maka semakin kecil kapasitas adsorpsi yang didapat. Data ini dapat dilihat pada karbon sekam padi dengan aktivasi kimia, karbon dengan aktivasi dengan berat 10 gram di dalam kolom memiliki kapasitas adsorpsi sebesar 0,0189, lebih kecil dibandingkan dengan kapasitas adsorpsi karbon dengan berat 5 gram yaitu sebesar 0,0511. Kapasitas adsorpsi semakin kecil dengan bertambahnya berat adsorben didalam kolom diiringi dengan peningkatan efisiensi penyerapan adsorbat semakin besar. (Rahman, Muis and Suryadri, 2022).



#### 4. Kesimpulan dan Saran

Pada penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa, biochar dari sekam padi efektif mengurangi konsentrasi Mn. Sekam dengan aktivasi kimia dengan berat 10 gram memiliki efisiensi tertinggi, yaitu mencapai 89,13%, sedangkan bioadsorben sekam padi tanpa aktivasi kimia dengan berat 10 gram mencapai 77,44%. Makin berat adsorben di dalam kolom maka adsorbat yang terserap semakin banyak, hal ini dapat dilihat pada berat adsorben 10 gram dan 5 gram efisiensi masing-masing adalah 89,13% dan 74,43.

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan mengamati proses adsorpsi dengan waktu yang lebih lama hingga mencapai batas jenuh dari adsorben tersebut.

#### 5. Daftar Pustaka

1. Ahmaruzzaman, M. (2011), 'Industrial wastes as low cost potential adsorbents for the treatment of wastewater laden with heavy metals', *Advances in Colloid and Interface Science*, 166(1–2), pp. 36–59. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cis.2011.04.005>.
2. Alexander, D. *et al.* (2017), 'Investigation of simultaneous adsorption properties of Cd, Cu, Pb and Zn by pristine rice-husks using ICP-AES and LA-ICP-MS analysis', *Microchemical Journal*, 135, pp. 129–139. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.microc.2017.08.001>.
3. Daffalla, S.B., Mukhtar, H. and Shaharun, M.S. (2020), 'Preparation and characterization of rice-husk adsorbents for phenol removal from aqueous systems', *PLoS ONE*, 15(12 December). Available at: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0243540>.
4. Deng, H. *et al.* (2020) 'Removal of Zn(II), Mn(II) and Cu(II) by adsorption onto banana stalk biochar: Adsorption process and mechanisms', *Water Science and Technology*, 82(12), pp. 2962–2974. Available at: <https://doi.org/10.2166/wst.2020.543>.
5. El-Shafey, E.I. (2007) 'Sorption of Cd(II) and Se(IV) from aqueous solution using modified rice husk', *Journal of Hazardous Materials*, 147(1–2), pp. 546–555. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2007.01.051>.
6. Irawan, C., Purwanti, A. and Norhasanah, N. (2019) 'Adsorpsi Logam Timbal Secara Batch dan Kontinu Menggunakan Karbon Aktif dari Cangkang Kelapa Sawit', *JTERA (Jurnal Teknologi Rekayasa)*, 4(2), p. 267. Available at: <https://doi.org/10.31544/jtera.v4.i2.2019.267-276>.
7. Leiva, E. *et al.* (2018), *Arsenic removal mediated by acidic pH neutralization and iron precipitation in microbial fuel cells*, *Science of the Total Environment*,

- 645, pp. 471–481. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.378>.
8. Leiva, E., Tapia, C. and Rodríguez, C. (2021) 'Removal of mn(II) from acidic wastewaters using graphene oxide–zno nanocomposites', *Molecules*, 26(9). Available at: <https://doi.org/10.3390/molecules26092713>.
  9. Li, M. *et al.* (2019), *EDTA functionalized magnetic biochar for Pb(II) removal: Adsorption performance, mechanism and SVM model prediction*, *Separation and Purification Technology*, 227(Ii), p. 115696. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2019.115696>.
  10. López, J. *et al.* (2019) 'Increasing sustainability on the metallurgical industry by integration of membrane nanofiltration processes: Acid recovery', *Separation and Purification Technology*, 226(December 2018), pp. 267–277. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.seppur.2019.05.100>.
  11. Lv, S. *et al.* (2020), *A functional activated carbon for efficient adsorption of phenol derived from pyrolysis of rice husk, KOH-activation and EDTA-4Na-modification*, *Applied Surface Science*, 510, p. 145425. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.apsusc.2020.145425>.
  12. Maliki, S. *et al.* (2019), *Removal of Fe (II) in groundwater using rice husk-sourced biosorbent in continuous column adsorption*, *Journal of Physics: Conference Series*, 1402(5). Available at: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1402/5/055007>.
  13. Murray, A. and Örmeci, B. (2019), 'Use of polymeric sub-micron ion-exchange resins for removal of lead, copper, zinc, and nickel from natural waters', *Journal of Environmental Sciences (China)*, 75, pp. 247–254. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jes.2018.03.035>.
  14. Patil, D.S., Chavan, S.M. and Oubagaranadin, J.U.K. (2016), 'A review of technologies for manganese removal from wastewaters', *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 4(1), pp. 468–487. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2015.11.028>.
  15. Priyantha, N., Sandamali, H.K.W. and Kulasoorya, T.P.K. (2018) 'Sodium hydroxide modified rice husk for enhanced removal of copper ions', *Water Science and Technology*, 78(7), pp. 1615–1623. Available at: <https://doi.org/10.2166/wst.2018.395>.
  16. Rahman, T., Muis, L. and Suryadri, H. (2022), 'Pengaruh Berat Unggun terhadap Efisiensi dan Kapasitas Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B dengan Sistem Kontinyu', *Jurnal Engineering*, 4(1), pp. 32–38. Available at: <https://doi.org/10.22437/jurnalengineering.v4i1.18942>.
  17. Rosnelly, C.M. *et al.* (2021) 'Removal of Fe (II) ions from Aqueous solution using Rice-husk Adsorbents in fixed-bed column', *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 16(2), pp. 118–125. Available at: <https://doi.org/10.23955/rkl.v16i2.22274>.
  18. Shaban, M. *et al.* (2017), 'Adsorption properties of kaolinite-based nanocomposites for Fe and Mn pollutants from aqueous solutions and raw

- ground water: kinetics and equilibrium studies', *Environmental Science and Pollution Research*, 24(29), pp. 22954–22966. Available at: <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9942-0>.
19. Yefremova, S. *et al.* (2023), 'Rice Husk-Based Adsorbents for Removal of Metals from Aqueous Solutions', *Materials*, 16(23). Available at: <https://doi.org/10.3390/ma16237353>.