

ADSORPSI LOGAM NIKEL MENGGUNAKAN ADSORBEN SERBUK GERGAJI KAYU

Dian Fitriah Maharani dan Khalimatus Sa'diyah

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Malang, Jl. Soekarno Hatta No. 9, Malang, Indonesia
dianmaharani34@gmail.com, [khalimatus22@gmail.com]

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri yang semakin pesat menyebabkan limbah yang dibuang ke lingkungan semakin banyak. Salah satu jenis polutan yang sering mencemari lingkungan adalah bahan yang berasal dari logam berat yaitu Nikel. Metode adsorpsi merupakan metode yang dapat digunakan untuk mengolah air limbah yang tercemar logam berat. Alternatif adsorben yang bisa digunakan adalah karbon aktif dari serbuk gergaji kayu yang diperoleh dari proses pirolisis dan diaktivasi kimia. Keunggulan adsorben ini yaitu berasal dari limbah biomassa yang dapat menjadi alternatif untuk masalah pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kemampuan adsorpsi adsorben hasil pirolisis serbuk gergaji kayu terhadap larutan yang mengandung logam nikel yaitu larutan NiSO_4 dengan konsentrasi 200 ppm, 600 ppm, 800 ppm dan 1000 ppm. Hasil penelitian didapatkan % penurunan kadar Nikel menggunakan serbuk gergaji kayu maksimum sekitar 96%. Setelah dilakukan adsorpsi, adsorben cenderung menarik molekul lain pada permukaannya yaitu logam nikel yang mengakibatkan ukuran pori adsorben semakin kecil. Model kesetimbangan adsorpsi diperoleh model persamaan Freundlich dengan kesesuaian yang lebih memenuhi dengan nilai $R^2 = 0,9684$.

Kata kunci: adsorpsi nikel, serbuk gergaji kayu, pengaktifan adsorben

ABSTRACT

Population growth and rapid industrial development have resulted in more and more waste being dumped into the environment. One type of pollutant that often pollutes the environment is a material derived from heavy metals, namely nickel. The adsorption method is a method that can be used to treat heavy metal-contaminated wastewater. An alternative adsorbent that can be used is activated carbon from wood sawdust obtained from the pyrolysis process and chemically activated. The advantage of this adsorbent is that it comes from biomass waste which can be an alternative to environmental pollution problems. This study aims to determine the effect of the adsorption ability of the wood sawdust pyrolysis adsorbent on a solution containing nickel metal, namely NiSO_4 solution with a concentration of 200 ppm, 600 ppm, 800 ppm and 1000 ppm. The results showed that the % reduction in nickel content using wood sawdust was a maximum of about 96%. After adsorption is carried out, the adsorbent tends to attract other molecules on its surface, namely nickel metal which results in the smaller pore size of the adsorbent. The adsorption equilibrium model obtained by the Freundlich equation model better suitability with the value of $R^2 = 0.9684$.

Keywords: adsorption nickel, wood sawdust, adsorbent activation

1. PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk dan perkembangan industri yang semakin pesat menyebabkan limbah atau bahan pencemar beracun semakin banyak. Salah satu jenis polutan yang sering mencemari lingkungan adalah bahan yang berasal dari logam berat yaitu

Nikel [1]. Air limbah industri memiliki konsentrasi yang bermacam-macam, antara 6-12 mg/L, sementara itu batas aman nikel sebesar 1 mg/L [2]. Hal ini menunjukkan konsentrasi nikel dalam air limbah masih melebihi batas aman. Beberapa industri masih menghasilkan limbah dengan kandungan nikel yang tinggi, sehingga perlu dilakukan pengolahan limbah sebelum dibuang ke perairan. Salah satu industri yang menghasilkan limbah nikel adalah industri *electroplating* yang banyak berkembang di Indonesia [3]. Membuang limbah secara langsung dari proses *electroplating* tanpa mengolahnya dahulu dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan.

Beberapa metode yang telah dilakukan untuk menurunkan kadar logam berat diantaranya seperti pertukaran ion, pemisahan dengan membran dan adsorpsi [4]. Adsorpsi merupakan metode yang paling efektif dalam memecahkan masalah pencemaran lingkungan karena memiliki keunggulan seperti kebutuhan energi rendah, dapat menghasilkan efluen kualitas tinggi dan biaya yang relatif murah [5]. Adsorpsi dengan menggunakan adsorben dari serbuk gergaji kayu merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengolah air limbah yang tercemar logam berat. Dengan melimpahnya serbuk gergaji kayu dinilai cukup baik untuk menjadi adsorben karena mengandung karbon yang tinggi. Serbuk gergaji kayu berhubungan dengan protein, karbohidrat dan senyawa fenol yang memiliki gugus karboksil, hidroksil, sulfat, fosfat dan amino yang dapat mengikat ion sehingga menjadi gagasan untuk pembuatan karbon aktif [6]. Adanya pori-pori halus di permukaan karbon aktif dapat berguna untuk mengadsorpsi atau menjerap. Proses yang digunakan untuk menghasilkan karbon aktif adalah pirolisis. Pirolisis merupakan suatu proses penguraian bahan organik melalui proses pemanasan tanpa adanya oksigen atau dengan jumlah oksigen yang terbatas. Karbon aktif hasil pirolisis dapat ditingkatkan kemampuan permukaannya dengan proses aktivasi terlebih dahulu. Tujuan aktivasi adalah untuk membuka pori karbon yang sudah terbentuk dari proses karbonasi melalui metode kimia atau fisika [7]. Metode aktivasi fisika merupakan proses yang terdapat reaksi karbonasi zat *organic* menjadi arang melalui proses pemanasan tanpa adanya oksigen, sedangkan metode aktivasi kimia dengan mencampurkan karbon dengan zat kimia kemudian dikeringkan dan dipanaskan [8].

Serbuk gergaji kayu sering digunakan sebagai bahan bakar atau dibuang karena kurang bermanfaat. Padahal serbuk gergaji kayu berpotensi sebagai bahan penyerap logam berat dalam air, sehingga dapat menjadi alternatif untuk masalah pencemaran lingkungan. Dari uraian di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kemampuan adsorpsi karbon aktif hasil pirolisis serbuk gergaji kayu terhadap larutan yang mengandung logam nikel yaitu larutan NiSO_4 dengan konsentrasi 200 ppm, 600 ppm, 800 ppm dan 1000 ppm.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Variabel tetap yang digunakan dalam penelitian ini yaitu massa karbon hasil pirolisis serbuk gergaji kayu sebanyak 20 gram, suhu dan waktu operasi pirolisis selama 275°C dan 60 menit. Sedangkan variabel berubah yang digunakan yaitu konsentrasi limbah nikel sebesar 200 ppm, 400 ppm, 600 ppm, 800 ppm dan 1000 ppm. Untuk analisis dan pengujian digunakan UV-VIS *Spectrophotometer*, uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*) dan perhitungan daya adsorpsi menggunakan perhitungan Langmuir dan Freundlich.

2.1. Proses Pembuatan Adsorben

Serbuk gergaji kayu yang telah didapatkan dijemur selama 1 hari kemudian ditimbang sebanyak 1 kg/variabel suhu. Serbuk gergaji kayu dimasukkan kedalam reaktor *batch stainless steel unstirred* lalu dilakukan pembakaran dengan suhu 275°C dan waktu tinggal selama 60 menit. Setelah itu hasil pirolisis didinginkan di dalam desikator selama 15 menit.

2.2. Proses Aktivasi Kimia Basa

Karbon hasil pirolisis sebanyak 150 gram dilarutkan dalam 1000 ml aktivator basa NaOH dengan konsentrasi 1N selama 3 jam setelah itu adsorben disaring menggunakan pompa vacuum. Adsorben hasil penyaringan dicuci dengan aquades sampai mendapat pH netral. Kemudian adsorben yang sudah netral dimasukkan dalam oven dengan suhu 110°C selama 24 jam lalu disimpan dalam desikator.

2.3. Proses Adsorpsi

Adsorben ditimbang sebanyak 20 gram lalu dimasukkan kedalam Erlenmeyer. Erlenmeyer diisi dengan adsorben dan limbah buatan NiSO₄ dengan konsentrasi 200 ppm, 400 ppm, 600 ppm, 800 ppm dan 1000 ppm masing-masing sebanyak 200 ml. Setelah itu dimasukkan kedalam inkubator shaker dan didiamkan sampai terlihat 2 lapisan kemudian dilakukan analisa kadar nikel dan sampel yang memiliki %penurunan paling besar dianalisa keberadaan pori pada permukaan karbon aktif.

2.4. Perhitungan Teoritis

1. Isotherm Langmuir

$$Q = \frac{b \cdot K \cdot C_e}{1 + K \cdot C_e} \quad (1)$$

Persamaan diatas dapat diubah ke dalam bentuk linier menjadi :

$$\frac{C_e}{Q} = \frac{1}{Kb} + \frac{1}{b} C_e \quad (2)$$

Dimana :

- Ce = konsentrasi kesetimbangan adsorbat dalam larutan setelah adsorpsi (mg/L)
- Q = jumlah adsorbat teradsorpsi per bobot adsorben (mg/g)
- K = konstanta kesetimbangan adsorpsi (mg/g)
- b = kapasitas adsorpsi maksimum dari adsorben (mg/g)

2. Isotherm Freundlich

$$Q = k \cdot C_e^{1/n} \quad (3)$$

Persaman di atas dapat diubah ke dalam bentuk linier yaitu dengan cara mengubah bentuk logaritma menjadi :

$$\text{Log } Q = \text{Log } k + 1/n \text{ Log } C_e \quad (4)$$

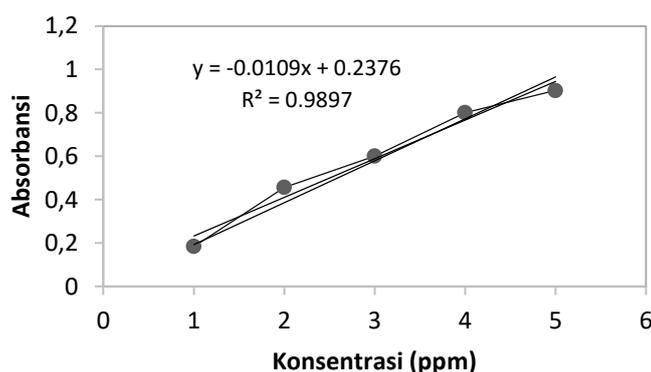
Dimana :

- Ce = konsentrasi kesetimbangan adsorbat dalam larutan setelah adsorpsi (mg/L)
- k = konstanta adsorpsi Freundlich (mg/g)
- n = konstanta empiris
- Q = jumlah adsorbat teradsorpsi per bobot adsorben (mg/g)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Adsorpsi Kadar Nikel

Pengujian Nikel dilakukan untuk mengetahui penyerapan adsorben terhadap logam berat Nikel pada sampel dengan menggunakan UV-VIS *Spectrophotometer*. Dalam percobaan ini ada 5 sampel yang di uji yaitu larutan yang mengandung logam Ni setelah dilakukan proses adsorpsi dengan konsentrasi 200 ppm, 400 ppm, 600 ppm, 800 ppm, dan 1000 ppm. Dengan menggunakan UV-VIS *Spectrophotometer* dengan prinsip kerjanya ada sumber cahaya yang masuk, yang diserap serta diteruskan. Gambar 1. merupakan kurva kalibrasi standar dari limbah logam berat Nikel.

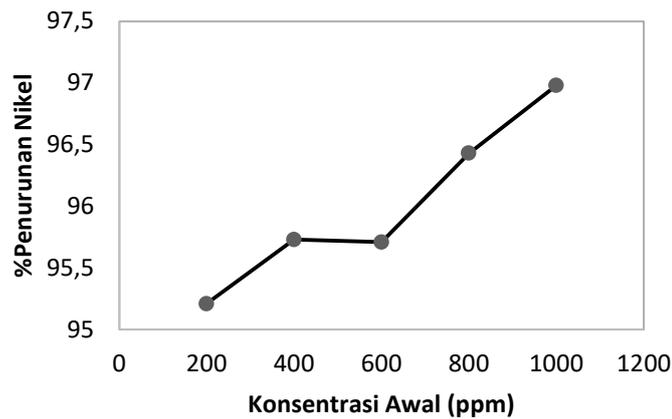


Gambar 1. Kurva kalibrasi standar dari limbah logam berat Nikel

Tabel 1. Konsentrasi dan %penurunan Nikel setelah proses adsorpsi

Konsentrasi Awal (ppm)	Konsentrasi Akhir (ppm)	%Penurunan
200	9.6	95.21
400	17.1	95.73
600	25.8	95.71
800	28.6	96.43
1000	30.2	96.98

Pada penelitian ini didapatkan nilai ppm dalam absorbansi bernilai positif, hal itu berarti sampel yang telah di uji terdapat kadar nikel dalam masing-masing sampel [10]. Dalam penelitian ini, hasil range sampel dengan standar yang terkecil didapatkan pada 1000 ppm. Hukum *lambert beer* dapat dibuktikan dengan absorbansi berbanding lurus dengan konsentrasi larutan. Nilai absorbansi bergantung pada konsentrasi zat yang terkandung di dalamnya, semakin banyak konsentrasi zat yang terkandung dalam suatu sampel maka semakin banyak molekul yang akan menyerap cahaya dengan panjang gelombang tertentu sehingga nilai absorbansi semakin besar atau dengan kata lain nilai absorbansi akan berbanding lurus dengan konsentrasi zat yang terkandung didalam suatu sampel [10].

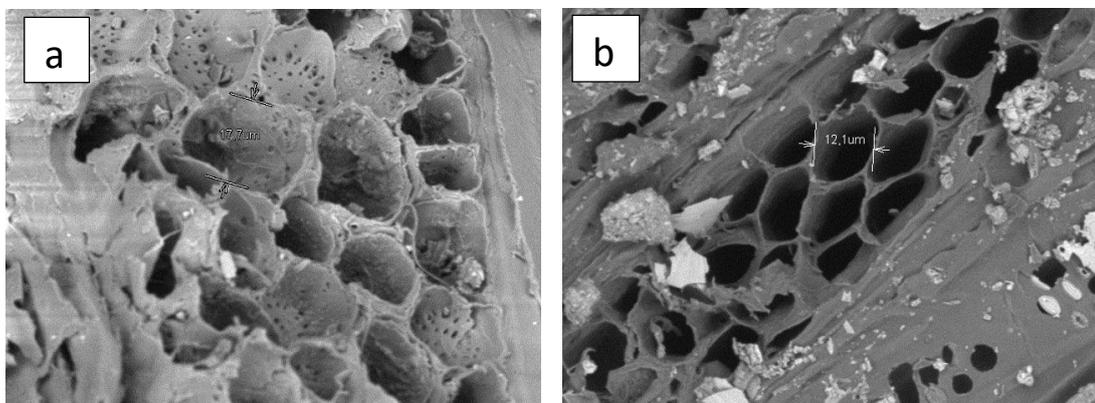


Gambar 2. Kurva %penurunan nikel terhadap konsentrasi awal

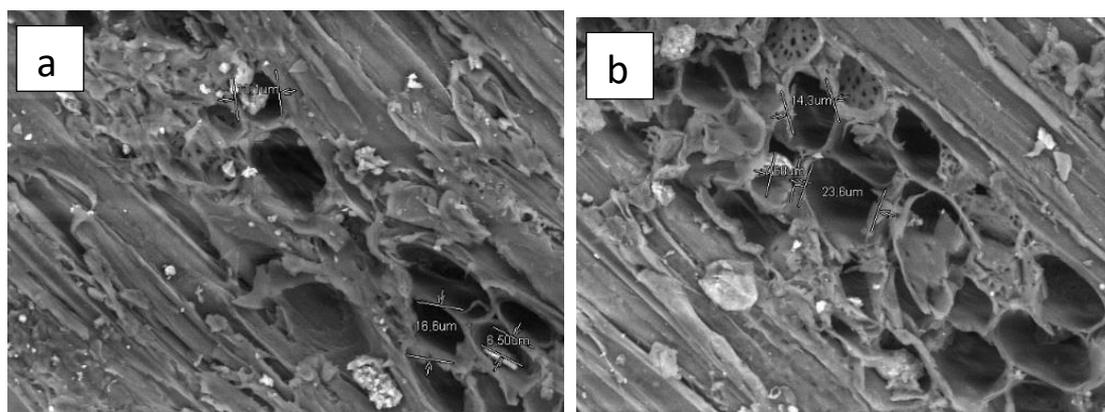
Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan %penurunan kadar nikel setelah dilakukan proses adsorpsi cenderung meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi larutan yang mengandung nikel. Pada konsentrasi 200, 400, 600, 800 dan 1000 menghasilkan % penurunan kadar nikel secara berturut-turut sebesar 95.21, 95.73, 95.71, 96.48 dan 96.98. Hal ini sesuai dengan teori bahwa penurunan kadar nikel dipengaruhi oleh besarnya luas permukaan adsorben dan konsentrasi adsorbat. Semakin luas permukaan adsorben maka semakin tinggi penyerapan terhadap logam nikel dan semakin meningkatnya konsentrasi adsorbat maka proses adsorpsi juga semakin meningkat [11].

3.2. Uji SEM (*Scanning Electron Microscopy*)

Pada penelitian ini permukaan adsorben dapat dilihat menggunakan *Scanning Electron Microscopy (SEM)* untuk mengetahui keberadaan pori berukuran besar pada permukaan karbon aktif. Gambar 3 menunjukkan foto-foto hasil dari SEM pada suhu 275°C sebelum dilakukan proses adsorpsi limbah nikel, sedangkan pada Gambar 4 menunjukkan hasil dari SEM pada suhu 275°C setelah dilakukan proses adsorpsi limbah nikel 1000 ppm.



Gambar 3. Hasil SEM suhu 275°C sebelum proses adsorpsi dengan sisi 1 (a) dan sisi 2 (b)



Gambar 4. Hasil SEM suhu 275 °C setelah proses adsorpsi dengan sisi 1 (a) dan sisi 2 (b)

Dari Gambar 3a dan 3b dapat dilihat permukaan adsorben cukup kasar dan ukuran pori yang didapat pada sisi 1 sebesar 17,7 μm (a) dan sisi 2 sebesar 12,1 μm (b). Berbeda pada Gambar 4 yang menunjukkan permukaan pori adsorben setelah dilakukan adsorpsi menunjukkan pori adsorben yang sudah tertutupi dengan adsorbat yang teradsorp pada permukaan adsorben, ukuran pori yang didapat juga lebih kecil yaitu rata-rata pada sisi 1 sebesar 14,6 μm (a) dan sisi 2 sebesar 9,8 μm (b). Hal ini menunjukkan pada proses adsorpsi terjadi gaya tarik atom atau molekul pada permukaan adsorben. Adanya gaya ini, adsorben cenderung menarik molekul-molekul lain yang bersentuhan dengan permukaannya. Akibatnya luas permukaan menjadi lebih besar dan ukuran pori adsorben semakin kecil sehingga jumlah partikel adsorbat yang diserap akan semakin banyak [12].

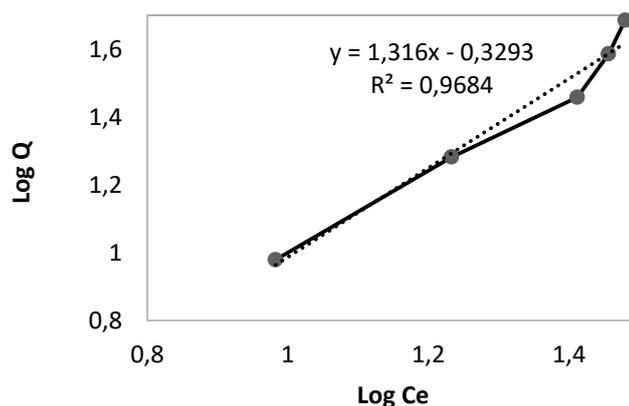
3.3 Penentuan Persamaan Adsorpsi Langmuir dan Freundlich

Proses adsorpsi dari suatu adsorben dipengaruhi oleh beberapa factor dan memiliki pola *isotherm* adsorpsi tertentu. Persamaan pola Freundlich dan Langmuir merupakan persamaan yang sering digunakan untuk memahami sistem adsorpsi [13]. Untuk menentukan persamaan *isotherm* Langmuir dan Freundlich maka dihitung nilai Q, Ce, log Ce, log Q dan Ce / Q seperti yang terlihat pada Tabel 3.

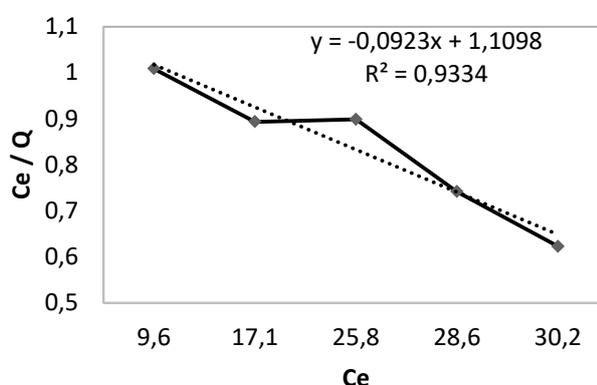
Tabel 2. Perhitungan nilai Q, Ce, log Ce, log Q dan Ce/Q

No	Q	Log Q	Ce	Log Ce	Ce / Q
1	9,52	0,978637	9,6	0,982271	1,008403
2	19,145	1,282055	17,1	1,232996	0,893184
3	28,71	1,458033	25,8	1,41162	0,898642
4	38,57	1,58625	28,6	1,456366	0,741509
5	48,49	1,685652	30,2	1,480007	0,622809

Dari Tabel 3. Dilakukan pemetaan grafik menggunakan Excel dengan memplot grafik linier antara log Q dan log Ce untuk mendapatkan nilai n dan k pada persamaan Freundlich. Sedangkan untuk persamaan Langmuir dengan memplotkan grafik linier antara Ce / Q dan Ce. Hasil pemetaan dengan grafik seperti terlihat pada Gambar 5 dan 6 di bawah ini.



Gambar 5. Grafik log Q terhadap log Ce persamaan *isotherm* adsorpsi Freundlich



Gambar 6. Grafik Ce/Q terhadap Ce persamaan *isotherm* adsorpsi langmuir

Dari Gambar 5 dan 6 menunjukkan bahwa persamaan Freundlich dan Langmuir memiliki linierisasi. Model kesetimbangan Freundlich memiliki harga koefisien determinasi $R^2 = 0,9684$, dimana grafik linierisasi yang baik yang memiliki $R^2 \geq 0,9$ (mendekati angka 1) [14] dan harga koefisien determinasi pada model kesetimbangan Langmuir didapatkan sebesar $R^2 = 0,7489$. Hal ini menunjukkan bahwa adsorpsi logam Nikel menggunakan adsorben serbuk gergaji kayu lebih memenuhi persamaan adsorpsi Freundlich dibandingkan dengan persamaan Langmuir. Dari grafik didapatkan persamaan Freundlich $\log Q = 1,316 \log Ce - 0,3293$ dan persamaan Langmuir $Ce/Q = -0,015Ce + 1,1674$ serta harga konstanta dari kedua persamaan dapat ditunjukkan seperti Tabel dibawah ini

Tabel 3. Nilai Konstanta Freunlich dan Langmuir

Isoterm	Konstanta	Nilai
Freundlich	n	0,7598
	k	0,4684
Langmuir	b	66,6667
	k	0,0128

Nilai k pada isothermal Freundlich merupakan daya adsorpsi serbuk gergaji kayu terhadap larutan yang mengandung logam Nikel yaitu sebesar 0,4684 mg/g dan nilai n sebesar 0,7598 yang merupakan konstanta empiris Freundlich. Nilai n menunjukkan

karakteristik proses adsorpsi. Nilai 2-10 memiliki kesesuaian yang sangat baik, 1-2 menunjukkan cukup dan nilai <1 menunjukkan kesesuaian yang buruk. Pada penelitian ini, nilai n menunjukkan <1 yang berarti bahwa proses adsorpsi yang terjadi masih sangat sulit. Model isotermal Langmuir menggambarkan bahwa semua situs bersifat sama dan permukaan adsorben bersifat homogen dan kemampuan adsorpsi molekul pada suatu situs tidak tergantung pada situs yang lainnya sedangkan isotermal Freundlich menunjukkan bahwa permukaan adsorben bersifat heterogen dan setiap gugus aktif pada permukaan adsorben memiliki kapasitas adsorpsi yang berbeda [15]. Adsorpsi logam nikel menggunakan adsorben serbuk gergaji kayu yang sesuai dengan pola isotermal Freundlich mengindikasikan bahwa adsorpsi di permukaan adsorben terjadi pada situs-situs aktif yang bersifat heterogen. Jika dilihat dari gugus fungsi pada serbuk gergaji kayu yang berperan dalam proses adsorpsi yaitu gugus karboksil, hidroksil, sulfat, fosfat dan amino, maka dalam isotermal Freundlich diasumsikan gugus tersebut memiliki potensi penyerapan yang berbeda-beda.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, serbuk gergaji kayu dapat digunakan sebagai adsorben untuk mengadsorpsi logam Ni. % penurunan maksimum kadar Nikel menggunakan serbuk gergaji kayu didapatkan pada ke lima sampel sebesar 96.98. Semakin banyak kadar nikel yang terkandung dalam sampel maka nilai adsorpsi semakin besar. Ukuran pori adsorben setelah dilakukan adsorpsi akan semakin kecil sehingga luas permukaan pori menjadi besar, hal ini menunjukkan efisiensi penyerapan semakin meningkat. Dari model kesetimbangan adsorpsi diperoleh model persamaan Freundlich dengan kesesuaian yang lebih memenuhi dengan nilai $R^2 = 0,9684$ dibandingkan dengan model persamaan Langmuir yang memiliki nilai $R^2 = 0,7489$.

REFERENSI

- [1] Darmokoesoemo, H., Kuncoro, E.P., Supriyanti, G. dan Manuhara, Y.S.W., 2020, *Model, Kinetika, dan Termodinamika untuk Adsorpsi Ni²⁺ Ion Logam dari Limbah Tahu Padat yang Diimobilisasi di Permukaan Silika*, jurnal kimia maroko, Vol. 1, 78–87.
- [2] Prasongko, C., Ariyanto, T. dan Purnomo, C., 2019, *Uji Kinerja Adsorpsi Ion Nikel dengan Karbon Berpori dari Serbuk Gergaji Kayu Mlanding (Petai Cina) yang Telah Dioksidasi dengan Hidrogen*, Jurnal Konversi, Vol. 8, No. 2, 15–24.
- [3] Miaratiska, N. dan Azizah, R., 2015, *Hubungan Paparan Nikel dengan Gangguan Kesehatan Kulit pada Pekerja Industri Rumah Tangga Pelapisan Logam di Kabupaten Sidoarjo Correlation Nickel Exposure and Worker Skin Health Disorders at Metal Plating Home Industry in Sidoarjo*, Perspektif Jurnal Kesehatan Lingkungan, Vol. 1, No. 72, 25–36.
- [4] Kriswiyanti A., E. dan Danarto, Y., 2007, *Model Kesetimbangan Adsorpsi Cr dengan Rumput Laut*, Ekuilibrium, Vol. 6, No. 2, hal. 47–52.
- [5] 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, Vol. 166, No. 1–2, 36–59.
- [6] Saputro, S. dan Retnaningrum, A., 2016, *Penggunaan Serbuk Gergaji Kayu Jati (Tectona Grandis L.F) Sebagai Adsorben Ion Logam Cd (II) dan Analisisnya*

- Menggunakan Solid-Phase Spectrophotometry (SPS)*, Seminar Nasional Pendidikan Sains, 479–486.
- [7] Erawati, E. dan Ardiansyah, F., 2018, *Effect of Activator Types and Active Carbon Size on the Making of Adsorbents from Sengon Wood Sawdust (Paraserianthes falcataria)*, Jurnal Integrasi Proses, Vol. 7, No. 2, 58–66.
- [8] Lempang, M., 2014, *Pembuatan dan Kegunaan Karbon Aktif*, Info Teknis EBONI, Vol. 11, No. 2, 65–80.
- [9] Wijayanti, I.E. dan Kurniawati, E.A., 2019, *Studi Kinetika Adsorpsi Isoterm Persamaan Langmuir dan Freundlich pada Abu Gosok sebagai Adsorben*, EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan), Vol. 4, No. 2, 175.
- [10] Gusnedi, R., 2013, *Analisis Nilai Absorbansi dalam Penentuan Kadar Flavonoid untuk Berbagai Jenis Daun Tanaman Obat*, Pillar of Physics, Vol. 2, 76–83.
- [11] Dewi, T.K., Nurrahman, A. dan Permana, E., 2009, *Manufactured of Activated Carbon from Cassava Skin (Mannihot Esculenta)*, Jurnal Teknik Kimia, Vol. 16, No. 1, 24–30.
- [12] Solika, N., Napitupulu, M. dan Gonggo, S.T., 2018, *Bioadsorpsi Pb(II) Menggunakan Kulit Jeruk Siam (Citrus Reticulata)*, Jurnal Akademika Kimia, Vol. 6, No. 3, 160–164.
- [13] Hasyim, U.H., Ningrum, D.A. dan Apriliani, E., 2017, *Kajian Model Kesetimbangan Adsorpsi Logam Pada Limbah Pelumas Bekas Menggunakan Bentonit*, Seminar Nasional Sains dan Teknologi, 1–9.
- [14] Handayani, M. dan Sulistyono, E., 2009, *Uji Persamaan Langmuir dan Freundlich Pada Penyerapan Limbah Chrom (VI) Oleh Zeolit*, Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir, 130–136.
- [15] Kusuma, I.D.G.D.P., Wiratini, N.M. dan Wiratma, I.G.L., 2014, *Isoterm adsorpsi Cu²⁺ oleh biomassa rumput laut euclidean spinosum*, e-Journal Kimia Visvitalis Universitas Pendidikan Ganesha, Vol. 2, No. 1, 1–10.