JURNAL KIMIA MULAWARMAN
Vol 23, No. 2, Jan - Jun 2026 pp. 47-51
https://jurnal.kimia.fmipa.unmul.ac.id/index.php/JKM
P-ISSN 1693-5616 E-ISSN 2476-9258

Optimization Of Humic Acid (Ha) from Peat Soil as Cadmium Adsorbent

Renita Ramadany[1], Soerja Koesnarpadi*[1], Teguh Wirawan[1]

[a] Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman Samarinda, Indonesia.
* Corresponding Author: soerja.koes@gmail.com

ABSTRACT

This study was conducted to determine the optimum pH, optimum contact time, and maximum adsorption capacity for cadmium adsorption by humic acid. Humic acid (HA) obtained from peat soil was extracted using a 0.1 M NaOH solution and subsequently purified through the addition of a 0.1 M HCl/0.3 M HF solution. The optimization of pH, contact time, and adsorption capacity of humic acid (HA) was performed using the batch adsorption method. The results indicated that the optimum adsorption conditions were achieved at pH 5, with a contact time of 45 minutes and an adsorption capacity of 2.8 mg/g.

This is an open-access article under the CC–BY-SA license.

OPEN ACCESS

Article History
Received 2023-09-14
Revised 2026-02-13
Accepted 2026-02-24
Publish 2026-05-31

Keywords
Adsorption,
Humid Acid,
Cadmium,
Optimization.

1. Pendahuluan

Pertumbuhan industri yang semakin meningkat menyebabkan jumlah limbah yang dihasilkan juga meningkat. Limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) umumnya mengandung bahan kimia seperti logam berat [1]. Limbah perlu diproses terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan untuk memastikan kadar logamnya tidak melebihi ambang batas [2]. Kadmium (Cd) adalah logam berat yang bisa ditemukan di tanah dan air dengan kadar rendah. Logam berat Cd berasal dari industri kimia, pembuatan semen, pertambangan dan pengerjaan logam. Ketika logam kadmium masuk ke dalam tubuh, logam ini akan mengakibatkan gangguan pada saluran pencernaan, paparan Cd dalam dosis rendah secara berkala akan merusak fungsi ginjal [3].

Untuk mengurangi logam berat dapat digunakan beberapa metode yaitu adsorpsi, pengendapan, pertukaran ion dan pemisahan buih [2]. Diantara metode-metode tersebut, metode adsorpsi lebih sering digunakan dalam proses pengendalian limbah industri. Beberapa kelebihannya adalah lebih ekonomis dan tidak menimbulkan dampak berbahaya lainnya [1]. Untuk mengurangi pencemaran yang berasal dari limbah industri dapat dilakukan dengan menggunakan metode yaitu menambahkan asam humat (AH) pada daerah yang tercemar. Asam humat (AH) ini berfungsi untuk menyerap logam berat yang terdapat di tanah atau perairan yang tercemar oleh limbah [4].

Asam humat (AH) ialah senyawa makromolekul polielektrolit yang mengandung gugus fungsi aktif, seperti karboksilat (-COOH) dan hidroksil (-OH) fenolat maupun alkoholat. Keberadaan gugus-gugus tersebut menjadikan asam humat sebagai adsorben alami yang efektif dalam menurunkan konsentrasi logam berat di tanah [5]. Fraksi utama pada tanah gambut yaitu senyawa humat, AH memiliki kapasitas pengikatan ion logam yang tinggi, terutama pada pH relatif basa akibat proses deprotonasi gugus fungsionalnya. Interaksi dengan ion logam berlangsung melalui mekanisme elektrostatik, pembentukan khelat, pertukaran ion, dan ikatan hidrogen [6].

Berdasarkan deskripsi di atas, penelitian ini telah dilaksanakan untuk mengetahui hasil ekstraksi dan pemurnian AH dari tanah gambut, untuk mengetahui kondisi optimum adsorpsi kadmium dengan menggunakan pengaruh pH dan waktu kontak. Adsorben AH diharapkan bisa menjadi alternatif dalam proses mengurangi dan mengelola limbah cair yang mengandung logam berat yang diperoleh dari kegiatan industi.

2. Metodologi

2.1. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini meliputi spatula, neraca analitik, gelas ukur, gelas kimia, labu Erlenmeyer, ayakan 100 Mesh, shaker, sentrifugasi, desikator, pH meter, magnetic stirrer, stopwatch, labu takar, batang pengaduk dan serangkaian alat instrument spektrofotometer serapan atom Savant AA GBC Scientific Equipment Serial No. A 7652.

Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi tanah gambut dari Samboja, Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur, NaOH, CdSO4.7H2O, HCl, HF, akuades, tisu, dan kertas saring.

2.2. Prosedur Penelitian

2.2.1. Preparasi Tanah Gambut

Tanah gambut dikeringkan anginkan. Kemudian tanah gambut diayak menggunakan ayakan 100 Mesh untuk memperoleh tanah gambut berukuran kecil dan halus.

2.2.2. Ekstraksi dan Pemurnian Asam Humat (AH)

Sebanyak 200 g tanah gambut diekstraksi selama 24 jam dengan 2000 mL NaOH 0,1 M. Supernatan didekantasi dan diasamkan hingga pH menggunakan HCl 6 M. Kemudian didiamkan untuk membentuk 2 lapisan selama 16 jam, lapisan atas ialah supernatan asam fulvat (AF) dan lapisan bawah ialah endapan AH. Pemisahan AF dan AH dilakukan menggunakan sentrifugasi pada kecepatan 3000 rpm selama 30 menit. Padatan yang dihasilkan adalah AH kotor [7].

Padatan AH kotor ditambahkan larutan campuran HCl 0,1/HF 0,3 M dan digojog selama 20 jam pada suhu ruang hingga terbentuk 2 lapisan, lapisan bawah adalah AH termurnikan. Tahap permurnian AH dilakukan dengan pembilasan sebanyak 4 kali menggunakan larutan campuran HCl 0,1/HF 0,3 M. Endapan AH yang terbentuk dikeringkan dalam desikator selama 7 hari dan digerus. Padatan halus yang dihasilkan berupa AH murni [7].

2.2.3. Optimasi Adsorpsi Kadmium dengan Asam Humad (AH)

Pengaruh pH

Sebanyak 20 mg AH ditambahkan larutan baku kadmium 10 mg/L sebanyak 10 mL dengan divariasikan pada pH 2, 3, 4, 5, 6 dan 7 untuk mengatur agar pH pada kondisi asam dan basa menggunakan HCl 0,1 M dan NaOH 0,1 M. Larutan diaduk selama 1 jam menggunakan magnetic stirrer, disaring dan filtrat dianalisi diukur pHnya menggunakan pH meter. Lalu dianalisis menggunakan spektrofotometer serapan atom yang dilakukan secara duplo untuk masing-masing variasi.

Pengaruh Waktu Kontak

Sebanyak 20 mg AH ditambahkan larutan baku kadmium 10 mg/L sebanyak 10 mL dengan divariasikan waktu pada 0, 10, 15, 30, 45 dan 60 menit pada pH optimum. Larutan diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer*, disaring dan filtrat dianalisis menggunakan spektrofotometer serapan atom Lalu dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom yang dilakukan secara duplo untuk masing-masing variasi.

Pengaruh Konsentrasi

Sebanyak 20 mg AH ditambahkan larutan baku kadmium sebanyak 10 mL dengan divariasikan pada konsentrasi 2, 4, 6, 8, 10, 12 dan 14 mg/L pada pH dan waktu optimum. Larutan diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer*, disaring dan filtrat dianalisis menggunakan spektrofotometer serapan atom yang dilakukan secara duplo untuk masing-masing variasi.

Analisa Data

Berdasarkan dari hasil analisa pengaruh konsentrasi yang didapatkan ditentukan kapasitas adsorpsi dari AH dengan menghitung nilai Q yang didapat dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$Q = \frac{(\text{Konsentrasi awal (mg/L)} - \text{Konsentrasi sisa (mg/L)}) \times V}{W}$$

(1)

Keterangan:

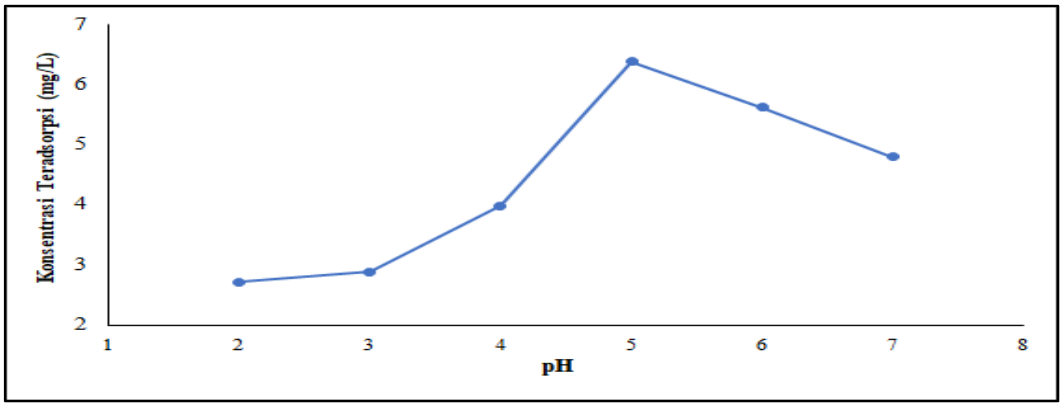
Q = Jumlah ion teradsorpsi (mg/g)
V = Volume larutan (L)
W = Massa adsorben (g)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Optimasi Adsorpsi Kadmium dengan Asam Humat (AH)

3.1.1. Pengaruh pH Optimum

Pada penelitian ini penentuan pH optimum dilakukan untuk mengetahui pH optimum dari kadmium yang teradsorpsi menggunakan AH. Adapun grafik hasil jumlah ion kadmium yang teradsorpsi pada AH dengan pengaruh pH terdapat pada **gambar 1.**

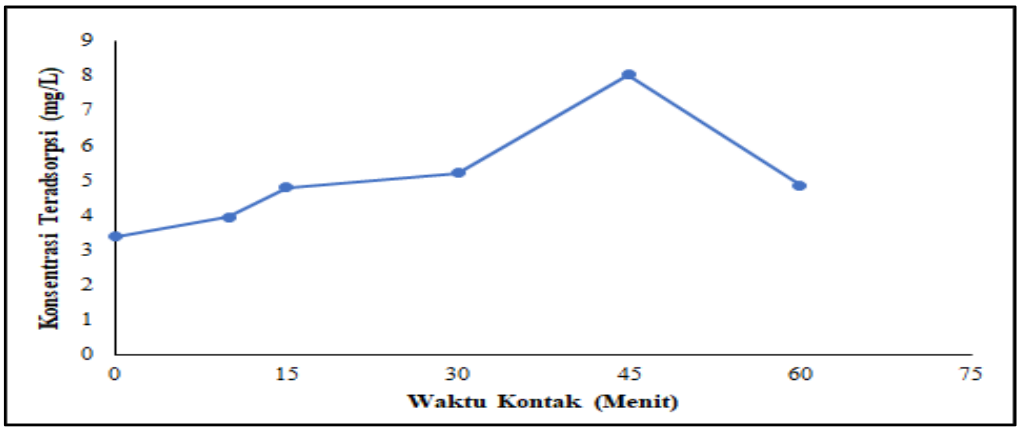


Gambar 1. Adsorpsi kadmium oleh AH dengan pengaruh pH

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada gambar 1 bahwa pH optimum yang diperoleh dari adsorben AH dalam mengadsorpsi kadmium adalah pH 5 dengan konsentrasi yang teradsorpsi sebesar 6,4 mg/L. Pada pH rendah, terjadi kompetisi antara spesi kadmium dengan jumlah ion H^+ yang tinggi yang mengakibatkan berkurangnya kapasitas adsorpsi adsorben AH. Pada pH 5 ion H^+ jumlahnya sudah mulai berkurang dan adsorben asam humat akan terprotonasi menjadi -COO- sehingga akan lebih besar peluang spesi kadmium untuk berinteraksi dengan permukaan adsorben AH yang bermuatan negatif [8]. Terjadi penurunan adsorpsi pada pH 6 dan 7, hal ini diakibatkan pada pH tinggi jumlah ion OH^- lebih banyak sehingga ion kadmium akan mulai mengendap yang mengakibatkan semakin sulitnya penyerapan oleh adsorben [9].

3.1.2. Pengaruh Waktu Kontak

Pada penelitian ini penentuan waktu kontak optimum dilakukan untuk mengetahui waktu kontak optimum dari kadmium yang teradsorpsi menggunakan AH. Adapun grafik hasil jumlah ion kadmium yang teradsorpsi pada AH dengan pengaruh waktu kontak terdapat pada **gambar 2.**

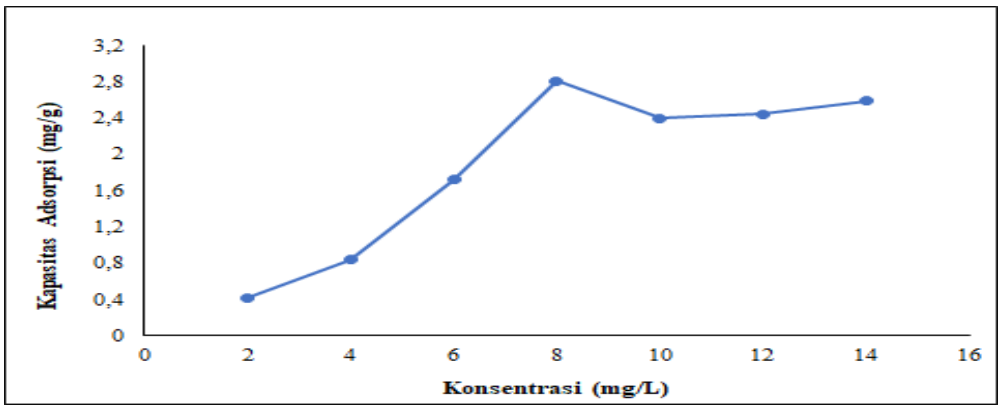


Gambar 2. Adsoprsi kadmium oleh AH dengan pengaruh waktu kontak

Berdasarkan hasil yang diperoleh pada gambar 2 bahwa waktu optimum yang diperoleh dari adsorben AH dalam mengadsorpsi kadmium terjadi saat waktu kontak 45 menit dengan konsentrasi yang teradsorpsi sebesar 8,0 mg/L. Di menit pertama, kadmium yang teradsorpsi mengalami peningkatan karena interaksi antara adsorbat dan adsorben berlangsung efektif. Semakin lama waktu kontak, kapasitas adsorpsi semakin meningkat hingga mencapai waktu kontak optimum. Ketika gugus aktif pada adsorben AH sudah jenuh, maka penambahan waktu kontak tidak lagi efektif [10]. Terjadi penurunan konsentrasi yang teradsorpsi karena gugus aktif pada adsorben AH sudah jenuh. Selain itu, pelepasan adsorbat juga terjadi karena pori-pori adsorben mengecil kembali akibat waktu pengadukan

3.1.3. Pengaruh Konsentrasi

Pada penelitian ini penentuan kapasitas adsorpsi dilakukan untuk mengetahui kapasitas adsorpsi dari kadmium yang teradsorpsi menggunakan AH. Adapun grafik hasil jumlah ion kadmium yang teradsorpsi pada AH dengan kapasitas adsorpsi terdapat pada **gambar 3**



Gambar 3. Arang Reaksi antara DPPH dan aktioksidan

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan pada **gambar 3** bahwa kapasitas adsorpsi optimum pada konsentrasi 8 mg/L dengan kapasitas adsorpsi sebesar 2,8 mg/g. Kapasitas adsorpsi diperoleh dengan menggunakan rumus pehitungan yang terdapat pada bagian analisa data. Dalam penelitian ini satuan mg/L menyatakan konsentrasi adsorbat dalam larutan dan mg/g menyatakan kapasitas adsorpsi yaitu massa zat yang teradsorpsi per massa adsorben. Terjadi penurunan dan grafik mulai landai pada konsentrasi 10-14 mg/L. Hal ini dikarenakan peningkatan kapasitas adsorpsi akibat belum jenuhnya gugus aktif yang terdapat di permukaan adsorben hingga semakin tinggi konsentrasi kadmium akan semakin banyak pula molekul kadmium yang teradsorpsi. Sedangkan penurunan kapasitas adsorpsi diakibatkan permukaan adsorben yang telah jenuh atau telah mencapai kapasitas maksimum dalam proses adsorpsi kadmium sehingga tidak dapat mengikat lagi molekul-molekul ion kadmium yang masih tersisa

dilarutan. Selain itu, pada konsentrasi tinggi, terjadi kompetisi yang lebih besar antar molekul atau ion adsorbat untuk menempati situs aktif yang sama. Kompetisi ini dapat menurunkan peluang setiap ion untuk terikat secara efektif, terutama jika mekanisme yang terlibat adalah kompleksasi atau pertukaran ion [11]. Secara kinetika dan isoterm adsorpsi, pada konsentrasi tinggi sistem dapat lebih cepat mencapai kesetimbangan. Namun, tanpa peningkatan signifikan pada jumlah zat yang terikat. Hal ini menyebabkan nilai kapasitas adsorpsi terhitung tidak meningkat, bahkan dapat tampak menurun.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, ditarik kesimpulan bahwa hasil parameter adsorpsi yang diperoleh asam humat untuk mengadsorpsi logam kadmium yaitu terjadi pada waktu kontak 45 menit, pada pH 5 dan kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 2,8 mg/g

References

[1] U. M. Anggriani, A. Hasan, and I. Purnamasari, "Kinetika adsorpsi karbon aktif dalam penurunan konsentrasi logam tembaga (Cu) dan timbal (Pb)," *Jurnal Kinetika*, vol. 12, no. 2, pp. 29–37, 2021. [Online]. Available: https://jurnal.polsri.ac.id/index.php/kimia/article/view/3435

[2] Y. Yustinah, H. Hudzaifah, M. Aprilia, and S. Ab, "Kesetimbangan adsorpsi logam berat (Pb) dengan adsorben tanah diatomit secara batch," *Jurnal Konversi*, vol. 9, no. 1, pp. 17–28, 2020. doi: 10.24853/konversi.9.1.12.

[3] N. R. Kawung, R. R. Rompas, J. J. H. Paulus, M. T. Lasut, D. H. M. Mantiri, and N. D. Rumampuk, "Analisis akumulasi kandungan logam kadmium pada akar dan daun mangrove di Perairan Basaan-Belang Kabupaten Minahasa Tenggara dan Likupang Kabupaten Minahasa Utara," *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, vol. 6, no. 1, pp. 98–106, 2018. doi: 10.35800/jplt.6.1.2018.20569.

[4] M. Maimunawaro, S. K. Rahman, and C. Irawan, "Pemanfaatan asam humat dari sampah organik sebagai adsorben pada limbah cair sintesis timbal (Pb)," Jurnal Teknik Kimia Indonesia, vol. 19, no. 1, pp. 26–32, 2021.

[5] A. B. Volikov, S. A. Ponomarenko, A. I. Konstantinov, K. Hatfield, and I. V. Perminova, "Nature-like solution for removal of Direct Brown 1 azo dye from aqueous phase using humics-modified silica gel," *Chemosphere*, vol. 145, pp. 83–88, 2016. doi: 10.1016/j.chemosphere.2015.11.070.

[6] P. Boguta, V. D'Orazio, Z. Sokołowska, and N. Senesi, "Effects of selected chemical and physicochemical properties of humic acids from peat soils on their interaction mechanisms with copper ions at various pHs," *Journal of Geochemical Exploration*, vol. 168, pp. 119–126, 2016. doi: 10.1016/j.gexplo.2016.06.004.

[7] S. Koesnarpadi, S. J. Santosa, D. Siswanta, and B. Rusdiarso, "Ekstraksi, pemurnian dan karakterisasi asam humat dari tanah gambut Samarinda," in Prosiding Seminar Kimia, 2021, pp. 166–172.

[8] D. Arifiyana and R. K. Wardani, "Adsorpsi logam kadmium dalam limbah cair buatan menggunakan biosorben kulit pisang Mas (*Musa acuminata* Colla)," *Rekayasa*, vol. 14, no. 3, pp. 360–366, 2021. doi: 10.21107/rekayasa.v14i3.123911.

[9] U. Hasanah, A. T. Prasetya, and J. Jumaeri, "Pemanfaatan abu daun bambu teraktivasi untuk adsorpsi Cd(II) dan diimobilisasi dalam paving," *Indonesian Journal of Chemical Science*, vol. 5, no. 3, pp. 184–188, 2016. [Online]. Available: https://garuda.kemdiktisaintek.go.id/documents/detail/2387338.

[10] N. A. F. Anwar, I. Meicahayanti, and D. E. Rahayu, "Pengaruh variasi waktu kontak dan massa adsorben kulit jeruk siam (*Citrus nobilis*) terhadap penyisihan kadmium (Cd) dan merkuri (Hg)," *Jurnal Teknologi Lingkungan UNMUL*, vol. 6, no. 1, pp. 35–43, 2022. doi: 10.30872/jtlunmul.v6i1.7409.

[11] M. Faraji, Y. Yamini, and M. Rezaee, "Magnetic nanoparticles: Synthesis, stabilization, functionalization, characterization, and applications," *Journal of the Iranian Chemical Society*, vol. 7, no. 1, pp. 1–37, 2010. doi: 10.1007/BF03245856.