

**PENENTUAN pH OPTIMUM ADSORBAT DALAM PEMANFAATAN TANAMAN ALANG – ALANG (*Imperata cylindrica*) SEBAGAI BIOABSORBEN LOGAM BERAT Cd(II) PADA LIMBAH INDUSTRI CAT**

**Sri Anastasia Yudistirani, Alvika Meta Sari, Hitmi Rizawaldi**

Prodi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta

[alvika.metasari@umj.ac.id](mailto:alvika.metasari@umj.ac.id)

**ABSTRAK.** *Kadmium merupakan salah satu logam berat yang terdapat di limbah industri cat dan dapat mencemari lingkungan terdapat di perairan. Salah satu alternatif penanganan cadmium adalah penggunaan bioadsorben. Bioadsorben yang digunakan dalam penelitian ini adalah biomassa dari tanaman alang-alang (*Imprata cylindrica*) untuk mengadsorpsi logam berat khususnya Kadmium / Cd (II). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pH terhadap kemampuan biomassa alang-alang dalam mengadsorpsi logam berat Cd (II) yang terdapat dalam limbah cair industri cat. Metode penelitian ini meliputi empat tahapan yaitu tahap preparasi adsorben, modifikasi kimia, adsorpsi dan analisis spektroskopi serapan atom (SSA) dengan variasi pH. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan logam kadmium dalam limbah industri cat sebesar 4,5881 ppm. Semakin besar pH maka semakin tinggi kemampuan adsorpsi biadsorben dari alang-alang dengan pH optimum 6 dengan 83,1% kemampuan adsorpsi.*

*Kata kunci: alang-alang, bioadsorben, kadmium, limbah industri cat.*

**ABSTRACT.** *Cadmium is a heavy metal consist in paint industry waste and can pollute the water environment. One alternative for handling cadmium pollution is using bioadsorbents. The bio adsorbent used in this study was the biomass of Alang-alang plant (*Imprata cylindrica*) to adsorb heavy metals, especially cadmium/ Cd (II). This study aims is to determine the effect of pH on the ability of alang-alang bio adsorbent to adsorp the cadmium contained in the liquid waste of paint industry. This research method includes four stages, adsorbent preparation, chemical modification, cadmium paint industry waste adsorption varied of pH (1,3,6,9,12) and atomic absorption. The result shows that cadmium content in the paint industry waste was 4.5881 ppm. The effect of pH was the higher the pH, adsorption capacity increased with optimum pH of 6 with 83.1% adsorption capacity.*

*Keywords: bio adsorbent, cadmium, *Imprata cylindrica*, paint industry waste*

## **PENDAHULUAN**

Aktivitas industri tidak hanya menghasilkan produk tetapi juga limbah. Limbah yang dihasilkan bisa berupa limbah padat, cair maupun gas. Limbah merupakan sisa produksi yang mengandung bahan cemaran yang berasal dari sumbernya sehingga dapat menyebabkan gangguan bagi lingkungan. Limbah dapat mengandung bahan berbahaya dan beracun yang sering disebut dengan B-3. B-3 dikategorikan sebagai bahan berbahaya dan/atau beracun dapat berasal dari sifat bahan tersebut atau pengaruh dari konsentrasinya dapat mencemarkan atau

merusak lingkungan, mempengaruhi Kesehatan makhluk di sekitarnya (Utomo, 2012). B-3 ini dapat secara alamiah terdapat di bahan baku, bahan antara maupun bahan jadi dari suatu industri maupun aktivitas rumah tangga. Salah satu bahan beracun adalah logam berat. Salah satu logam berat yang dapat beracun adalah kadmium, yang dapat menyebabkan keracunan dan gangguan pada hati, ginjal dan darah (Utomo, 2012).

Salah satu limbah yang mengandung B-3 adalah limbah cair industri cat. Limbah cair ini merupakan limbah dari air pencucian tangki maupun *spraybooth* (Albasthomi dkk, 2019).

Limbah cair industri cat selain mengandung bahan organik juga mengandung berbagai macam logam berat yaitu nikel, tembaga, besi, cadmium, timbal, kromium dan seng dengan berbagai jenis logam dan konsentrasi yang tergantung pada bahan baku yang digunakan. Besi merupakan logam yang paling banyak terdapat dalam limbah cair industri cat, diikuti oleh timbal, tembaga dan kadmium. Dari 10 jenis limbah, kandungan cadmium bervariasi antara 0,02 – 5,8 mg/L (Sari, Mizwar dan Trihadiningrum, 2014).

Cadmium adalah satu logam berat yang berbahaya bagi manusia maupun lingkungan. Logam ini akan terakumulasi di dalam tubuh karena tidak dapat dengan mudah keluar dari tubuh. Kadmium dapat menyebabkan berbagai efek negatif bagi kesehatan antara lain akan merusak ginjal, liver. Selain itu kadmium juga organ reproduksi seperti testis, dapat mengganggu sistem imunitas, saraf dan darah (Anand, 2003).

Polutan dalam limbah cair industri cat sebagian besar dalam bentuk terlarut, sehingga dalam pengolahannya akan terbentuk lumpur yang dikategorikan sebagai limbah B3 karena ada kandungan logam berat (Hanafi and Elbary, 20015, Arce, Andres dan Viguri, 2010). Oleh karena itu penting untuk mengolah logam berat ini.

Proses pengolahan limbah cair industri cat dapat dilakukan dengan berbagai metode. Beberapa penelitian yang sudah ada adalah adsorpsi, koagulasi, ekstraksi, pertukaran ion, reaksi kompleks, biosorpsi, netralisasi, dan presipitasi (Basyal, Ozbek, dan Akman, 2013; Rahmawati, 2011). Menurut Safa, Larouci dan Meddah dkk (2012), metode yang paling efektif dalam mengolah logam berat adalah adsorpsi karena metoda ini sederhana dan memerlukan biaya yang kecil. Metode ini dapat untuk menjerap logam timbal (Pb) menggunakan tanah diatomit (Yustinah, Hudzaifah, Aprilia dan AB, 2020), dan juga Nikel menggunakan karbon berpori dari serbuk gergaji kayu mlanding (Prasongko, Ariyanto, dan Purnomo, 2019). Adsorbent untuk menjerap ion cadmium yang digunakan berupa pasir hitam (Sinaga, 2019), asam humat (Rahmawati, 2011), dan arang aktif (Lestari dkk, 2014) dan yang paling banyak digunakan adalah bioadsorbent. Bioadsorbent adalah adsorbent yang berasal dari tumbuhan

atau dari alam. Salah satu bahan yang dapat digunakan adalah serat selulosa. Serat selulosa merupakan bioadsorbent yang sangat baik karena ketahanannya, perubahan kimia yang mudah, ramah lingkungan, tidak berbahaya dll (Dhillon and Kumar, 2021). Selulosa banyak terdapat di alam pada tumbuhan, contohnya biomassa daun eceng gondok untuk menjerap merkuri (II) (Al-Ayub dkk, 2010), Jerami padi untuk menjerap ion Pb(II) (Yanuar dkk, 2009) dan rumput alang-alang untuk menjerap ion Cr(VI) (Rahmi dkk, 2009).

Rumput alang-alang dapat digunakan sebagai bioadsorbent logam berat karena kandungan polisakarida. Hasil penelitian Sutiya dkk (2012), alang-alang mengandung polisakarida dalam bentuk holoselulosa, alfa selulosa dan pentose/hemiselulosa seperti terlihat pada tabel 1.

Tabel 1. Kandungan kimia alang-alang

| Kandungan Kimia Alang-alang | % berat |
|-----------------------------|---------|
| Kadar air                   | 93,76   |
| Esktraktif                  | 8,09    |
| Lignin                      | 31,29   |
| Holoselulosa                | 59,62   |
| Alfa selulosa               | 40,22   |
| Pentosan/Hemiselulosa       | 18,40   |

(Sutiya, dkk, 2012)

Selain itu rumput alang-alang lebih mudah didapatkan daripada Jerami padi dan jumlahnya juga melimpah. Hal ini tentunya lebih ekonomis, selain itu prosentase penurunannya terhadap berbagai logam berat juga relatif baik seperti terlihat pada tabel 2.

Tabel 2. Penelitian alang-alang sebagai bioadsorbent

| Logam yang diadsorpsi | Prosentase penyerapan (%) | Referensi         |
|-----------------------|---------------------------|-------------------|
| Kalsium (Ca)          | 67,39                     | Mardina dkk, 2012 |
| Timbal (Pb)           | 90,95                     | Noer dkk, 2012    |
| Zink                  | 43,60                     | Noer dkk, 2012    |

Sedangkan beberapa penelitian sudah dilakukan untuk menjerap Cadmium antara lain menggunakan arang aktif dari tempurung aren (Lestari, 2014), kulit singkong (Hasrianti,

2013), akar dan batang kangkung air (Suhud dkk, 2012). Oleh karena itu dalam penelitian ini rumput alang-alang digunakan sebagai bioadsorbent untuk menjerap ion Cadmium.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah tanaman Alang-alang, aquadest, larutan standar  $Cd(NO_3)_2$ ,  $HNO_3$ , gas asetilen dan limbah industri cat PT XXY. Alat-alat yang digunakan adalah centrifuge, magnetic stirrer, kamera digital dan Atomic Absorption Spectroscopy (AAS).

### Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam skala laboratorium untuk dapat mengetahui efektifitas tanaman alang-alang dalam mengadsorpsi logam Cd pada limbah industri cat, sehingga dapat diketahui pengaruh kondisi pH pada limbah tersebut.

#### A. Preparasi Biomassa

Tanaman alang-alang dikumpulkan bagian daunnya. Lalu dicuci dengan air murni dan dikeringkan. Setelah itu dihaluskan dan disaring dengan ukuran 100 mesh. Biomassa dicuci sebanyak 2 kali dengan HCL 0,1 M, sampai terbentuk pasta, kemudian dicuci kembali dengan air murni. Setelah itu disentrifuga 2800 rpm selama 5 menit. Endapan yg didapat disaring dengan kertas saring dan dikeringkan dalam oven pada suhu  $60^\circ C$  selama 5 jam, kemudian disimpan dalam desikator sampai beratnya konstan.

#### B. Preparasi Sampel Limbah Cair Industri Cat

Biomassa 10 g dimasukkan ke dalam masing-masing gelas kimia yang berisi 100 ml limbah industri cat Diukur pH masing-masing 1, 3, 6, 9, dan 12 dengan HCl 0,01 M dan NaOH, lalu diaduk selama 60 menit kemudian disentrifugasi pada 2800 rpm selama 5 menit. Endapan disaring dengan kertas saring. Masing-masing 50 mL Supernatan dimasukkan dalam gelas kimia 100 mL, lalu ditambahkan 5 ml  $HNO_3$  (p), ditutup dengan kaca arloji. Kemudian dipanaskan diatas pemanas listrik dengan suhu  $100^\circ C$  hingga larutan tersisa  $\pm 15$  mL, jika larutan

tidak jernih kemudian ditambahkan lagi 5 mL  $HNO_3$  (lakukan proses diatas secara berulang sampai larutan jernih). Kaca arloji dibilas dan air bilasannya dimasukkan ke dalam gelas kimia. Lalu dipindahkan ke dalam labu ukur 50 mL melalui kertas saring kemudian diencerkan dengan aquadest hingga tanda batas, kocok hingga homogen. Kemudian labu ukur ditutup rapat dan diberi label.

#### C. Penentuan Konsentrasi Cd pada Limbah Cair industri Cat.

Limbah cari industri cat sebanyak 50 mL dimasukkan dalam gelas kimia 100 mL. Lalu ditambahkan 5 ml  $HNO_3$ , dipanaskan diatas pemanas listrik dengan suhu  $100^\circ C$  hingga larutan tersisa  $\pm 15$  mL. Jika larutan tidak jernih kemudian ditambahkan lagi 5 mL  $HNO_3$  (P) (lakukan proses diatas secara berulang sampai larutan jernih). Larutan lalu dipindahkan ke dalam labu ukur 50 mL melalui kertas saring, kemudian diencerkan dengan air murni hingga tanda batas, kocok hingga homogen. Terakhir labu ukur ditutup rapat dan diberi label.

### Metoda Analisa

#### A. Pembuatan Larutan Baru Cd 100 ppm

Larutan Cd standar 1000 ppm dipipet 10 mL, lalu dimasukkan kedalam labu ukur 100 mL. Setelah itu diencerkan dengan air murni hingga tanda batas, kemudian dikocok hingga homogen.

#### B. Pembuatan Larutan Baku Cd 10 ppm

Larutan induk baku Cd 100 ppm dipipet 50 ml lalu dimasukkan kedalam labu ukur 500 mL. Setelah itu diencerkan dengan air murni hingga tanda batas, kemudian dikocok hingga homogen.

#### C. Pembuatan Deret Larutan Baku Kerja Cd

Larutan induk baku Cd 10 ppm dipipet masing-masing 0,5 mL; 5,0 mL; 10,0 mL; 15,0 mL; 25,0 mL. Masing-masing dimasukkan kedalam labu ukur 50 mL, lalu diencerkan dengan air murni hingga tanda batas, kemudian kocok hingga homogen.

#### D. Analisa AAS

Lampu : *Cadmium Hollow-cathode lamp*

Mode Lampu : BGC-D2

Panjang Gelombang: 228,8 nm

Laju alir gas : 2,2 L/menit

Nyala : udara-asetilena

## HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

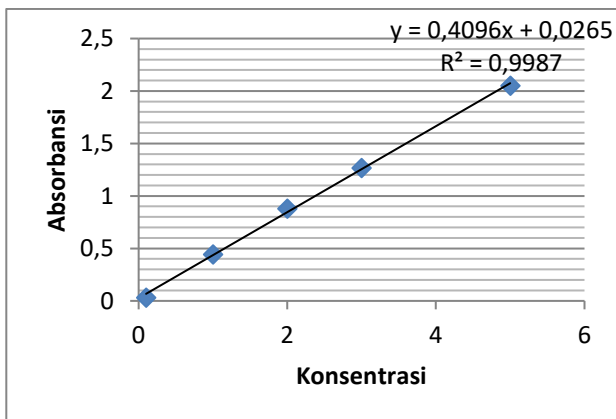
### Hasil Penelitian

A. Kurva Klaibrasi Standar Cd pada AAS  
 Dari hasil pengukuran standar Cd didapatkan data seperti pada tabel 3 di bawah ini :

Tabel 3. Konsentrasi dan Absorbansi Standar Cd.

| No | Konsentrasi Cd (ppm) | Absorbansi |
|----|----------------------|------------|
| 1  | 0,1                  | 0,033      |
| 2  | 1                    | 0,4454     |
| 3  | 2                    | 0,881      |
| 4  | 3                    | 1,2682     |
| 5  | 5                    | 2,0513     |

Untuk membuat kurva kalibrasi digunakan 5 varian konsentrasi standar Cd yaitu 0,1; 1; 2; 3 dan 5 ppm. Dari table 3 dibuat kurva kalibrasi disajikan pada gambar 1 berikut ini.



Gambar 1. Kurva Kalibrasi Larutan Standar Cd

Dari grafik 4.1 di atas dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi standar Cd maka semakin besar pula nilai absorbansinya. Hubungan antara konsentrasi Cd dan nilai absorbansi menunjukkan garis linear dengan persamaan  $y = 0.4096x + 0.0265$  dengan nilai  $R^2 = 0.9987$ .

B. Hasil Pengukuran Limbah Cair Industri Cat  
 Hasil pengukuran konsentrasi limbah cair industry cat dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Konsentrasi Cd dalam Limbah Cair Industri Cat PT XXY

| No.       | Konsentrasi air limbah cair industri cat (ppm) |
|-----------|--|
| 1         | 4,5840   |
| 2         | 4,5921   |
| Rata-rata | 4,5881   |

Dari hasil pengukuran limbah industri dengan menggunakan SSA diketahui bahwa logam Cd yang terkandung dalam limbah tersebut mengandung cemaran logam Cd rata-rata sebanyak 4,5881 ppm.

C. Hasil Nilai Adsorpsi Logam Berat Cd Menggunakan Biomassa Alang-Alang dengan Variasi pH

Hasil nilai adsorpsi logam berat Cd dengan bioadsorbent biomassa Alang-alang pada variasi pH 1, 3, 6, 9 dan 12 disajikan pada table 5, 6, 7,8, dan 9 berikut ini.

Tabel 5. Hasil nilai adsorpsi Logam Berat Cd dengan Bioadsorbent Alang-alang pada pH 1

| No        | Konsentrasi Cd pada Limbah (ppm) | Berat Biomassa (g) | pH | Konsentrasi Cd setelah Adsorpsi (ppm) | Konsentrasi Cd terserap (ppm) | % Kemampuan Adsorpsi |
|-----------|----------------------------------|--------------------|----|---------------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| 1         | 4,5881                           | 10                 | 1  | 4,5659                                | 0,0222                        | 0,4839               |
| 2         | 4,5881                           | 10                 | 1  | 4,5435                                | 0,0446                        | 0,9721               |
| 3         | 4,5881                           | 10                 | 1  | 4,5513                                | 0,0368                        | 0,8021               |
| Rata-rata |                                  |                    |    | 4,5536                                | 0,0345                        | 0,7527               |

Tabel 6. Hasil nilai adsorpsi Logam Berat Cd

dengan Bioadsorbent Alang-alang pada pH 3

| No        | Konsentrasi Cd pada Limbah (ppm) | Berat Biomassa (g) | pH | Konsentrasi Cd setelah Adsorpsi (ppm) | Konsentrasi Cd terserap (ppm) | % Kemampuan Adsorpsi |
|-----------|----------------------------------|--------------------|----|---------------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| 1         | 4,5881                           | 10                 | 3  | 3,8891                                | 0,6990                        | 15,24                |
| 2         | 4,5881                           | 10                 | 3  | 3,9538                                | 0,6343                        | 13,82                |
| 3         | 4,5881                           | 10                 | 3  | 3,8486                                | 0,7395                        | 16,12                |
| Rata-rata |                                  |                    |    | 3,8972                                | 0,6099                        | 15,06                |

Tabel 7. Hasil nilai adsorpsi Logam Berat Cd dengan Bioadsorbent Alang-alang pada pH 6

| No        | Konsentrasi Cd pada Limbah (ppm) | Berat Biomassa (g) | pH | Konsentrasi Cd setelah Adsorpsi (ppm) | Konsentrasi Cd terserap (ppm) | % Kemampuan Adsorpsi |
|-----------|----------------------------------|--------------------|----|---------------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| 1         | 4,5881                           | 10                 | 6  | 0,7839                                | 3,8042                        | 82,91                |
| 2         | 4,5881                           | 10                 | 6  | 0,7717                                | 3,8164                        | 83,18                |
| 3         | 4,5881                           | 10                 | 6  | 0,7702                                | 3,8179                        | 83,21                |
| Rata-rata |                                  |                    |    | 0,7753                                | 3,8128                        | 83,10                |

Tabel 8. Hasil nilai adsorpsi Logam Berat Cd dengan Bioadsorbent Alang-alang pada pH 9

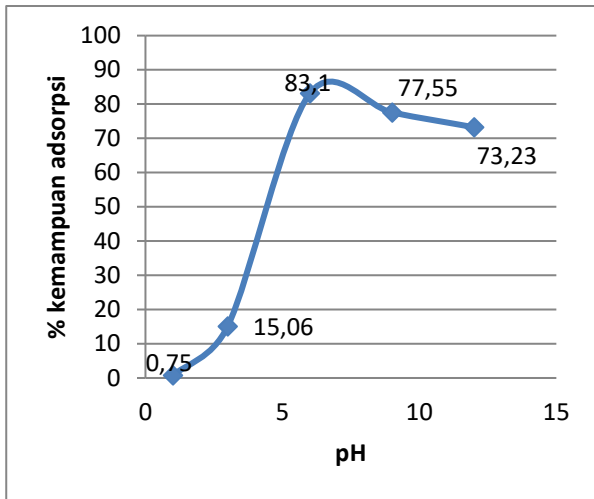
| No        | Konsentrasi Cd pada Limbah (ppm) | Berat Biomassa (g) | pH | Konsentrasi Cd setelah Adsorpsi (ppm) | Konsentrasi Cd terserap (ppm) | % Kemampuan Adsorpsi |
|-----------|----------------------------------|--------------------|----|---------------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| 1         | 4,5881                           | 10                 | 9  | 1,0073                                | 3,5808                        | 78,05                |
| 2         | 4,5881                           | 10                 | 9  | 1,0532                                | 3,5349                        | 77,04                |
| 3         | 4,5881                           | 10                 | 9  | 1,0293                                | 3,5588                        | 77,57                |
| Rata-rata |                                  |                    |    | 1,0299                                | 3,5582                        | 77,55                |

Tabel 9. Hasil nilai adsorpsi Logam Berat Cd dengan Bioadsorbent Alang-alang pada pH 12

| No        | Konsentrasi Cd pada Limbah (ppm) | Berat Biomassa (g) | pH | Konsentrasi Cd setelah Adsorpsi (ppm) | Konsentrasi Cd terserap (ppm) | % Kemampuan Adsorpsi |
|-----------|----------------------------------|--------------------|----|---------------------------------------|-------------------------------|----------------------|
| 1         | 4,5881                           | 10                 | 12 | 1,2366                                | 3,3515                        | 73,05                |
| 2         | 4,5881                           | 10                 | 12 | 1,2666                                | 3,3215                        | 72,39                |
| 3         | 4,5881                           | 10                 | 12 | 1,1821                                | 3,4060                        | 74,23                |
| Rata-rata |                                  |                    |    | 1,2284                                | 3,3597                        | 73,23                |

### Pembahasan

Dari data hasil penelitian adsorpsi biomassa terhadap logam berat Cd dengan variabel pH dapat ditarik data rata-rata yang disajikan pada gambar 2 sebagai berikut :



Gambar 2. Hasil prosentase kemampuan adsorpsi biomassa Alang-alang dengan variasi pH

Berdasarkan Gambar 2 di atas dapat dilihat bahwa adsorpsi biomassa alang-alang meningkat dengan kenaikan pH tetapi pada suatu saat akan terjadi kondisi optimum yaitu pada pH terbaik. Kenaikan kemampuan adsorpsi menunjukkan bahwa pengaruh pH sebagai berikut : peningkatan pH menyebabkan adsorpsi Cd semakin bertambah. Hal ini disebabkan terjadinya pertukaran ion logam dan kation pada permukaan adsorben. Pada pH rendah dimana adsorpsi logam sangat kecil. Hal ini disebabkan karena terjadi proses protonisasi permukaan dinding bioadsorbent pada kondisi asam. Semakin naik pH maka konsentrasi ion  $H^+$  meningkat. Sehingga terjadi proses pertukaran ion antara ion  $H^+$  dan ion logam dengan kation lain pada sisi lain permukaan bioadsorben (Miningsih dkk, 2016).

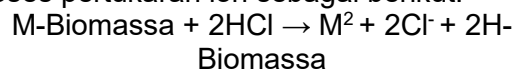
Berdasarkan Gambar 2 di atas dapat dilihat bahwa adsorpsi biomassa alang-alang terjadi secara optimum pada pH 6, tetapi pada kondisi pH di atas 6 kemampuan adsorpsi menurun. Hasil ini sama dengan hasil dari Miningsih dkk (2016) yang menggunakan adsorben radix alang-alang termodifikasi untuk mengadsorpsi logam Pb didapatkan pH optimum pada 6. Miningsih dkk (2016) menyarankan bahwa kondisi optimum ini tercapai ketika semua pertukaran logam dan kation pada permukaan luar dan dalam adsorben telah tercapai.

Sedangkan pada pH asam sedikit netral, permukaan dinding sel biomassa bermuatan negatif karena kompetisi ion  $H^+$  sebagai

kompetitor ion logam akan menurun sehingga adsorpsi menjadi lebih besar. Namun, pada pH di atas 6 kapasitas adsorpsi menurun. Hal ini kemungkinan karena jumlah proton relatif kecil dan menyebabkan peluang terjadinya pengikat ion logam menjadi besar sehingga ion ion logam dapat membentuk endapan hidroksida dan dapat sedikit menurunkan logam Cd yang terserap. Hasil penelitian Lestari dkk (2014) adsorpsi ion logam Cd menggunakan arang aktif didapatkan pada pH 6 didapatkan prosentase adsorpsi 94,08%, dimana pH optimum adalah pH 3 dengan prosentase 94,92%.

Tanaman alang-alang yang telah dihaluskan kemudian dicuci dengan air murni, pencucian bertujuan untuk menghilangkan pengotor dari tanaman alang-alang yang dapat mengganggu proses adsorpsi terhadap logam berat Cd. Tanaman alang-alang bagian daunnya dihaluskan dan disaring dengan ukuran partikel 100 mesh, penghalusan dimaksudkan untuk meningkatkan luas permukaan bioadsorben agar memudahkan proses penyerapan ion-ion Cd yang terkandung dalam air limbah, semakin kecil ukuran diameter daun alang-alang, luas permukaan kontak yang terjadi akan semakin besar sehingga penyerapan oleh daun alang alang juga akan semakin efektif (Primata dkk).

Biomassa dicuci dengan HCl 2M bertujuan untuk melepaskan pengotor dan mendesorpsi logam-logam yang mungkin terikat pada dinding sel biomassa melalui proses pertukaran ion sebagai berikut:



Hal ini dapat menambah situs aktif pada biomassa yang dapat digunakan untuk mengikat logam.

Tahap pencucian selanjutnya digunakan aquadest dimana aquadest ini untuk menghilangkan ion  $Cl^-$  yang terdapat pada biomassa.

## KESIMPULAN (DAN SARAN)

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kemampuan adsorpsi biomassa alang-alang (*Imperata cylindrica*) terhadap

logam berat Cd pada limbah industri sebesar 83,10 %.

2. pH optimum yang diperlukan biomassa alang-alang (*Imperata cylindrica*) untuk mengadsorpsi logam berat Cd adalah pH 6.

### Saran

1. Untuk penelitian lebih lanjut disarankan variabel lain seperti : luas permukaan, ukuran partikel, dan waktu kontak optimum tanaman alang-alang.
2. Penelitian lebih lanjut disarankan untuk mengaplikasikan terhadap limbah lain, sehingga diperoleh informasi lebih lengkap.

### DAFTAR PUSTAKA

- Al-ayub, M. C., Himmatul, B., & Diana, C. D. (2010). Studi kesetimbangan adsorpsi merkuri(II) pada biomassa daun eceng gondok (*eichhornia crassipes*). *ALCHEMY*, 1(2), 53–103.
- Anand, S. 2003. Determination of Mercury, Arsenic, and Cadmium in Fish by neutron Activation. *Journal of Radioanalytical Chemistry*.
- Arce, R., Galán, B., Coz, A., Andrés, A. and Viguri, J.R. (2010). Stabilization/solidification of an alkyd paint waste by carbonation of waste-lime based formulations. *Journal of Hazardous Materials* 177, 428–436.
- Baysal, A. Ozbek, N dan Akmal, s. 2013. Determination of Trace Metals in Waste Water and Their Removal Process. *Intechopen book chapter*. <https://www.intechopen.com/chapters/41608>.
- Dhillon, A. and Kumar, D. 2021. Biopolymeric nanomaterials : water purification in Biopolymeric Nanomaterials : Fundamentals and Applications. Elsevier.
- Hanafy, M. and Elbary, O.A. (2005). Effluent wastewater treatment for a resin-based paints plant. Ninth International Water Technology Conference, IWTC9 2005, Sharm El-Sheikh, Egypt. 85-103.
- Lestari, I.A. Alimuddin, A., Yusuf, B. 2014. Adsorpsi logam cadmium (Cd) oleh arang aktif tempurung aren (*Arenga pinnata*) dengan activator HCl. *Jurnal imia Mulawarman. Kimia FMIPA Unmul. Vol 12 No 1 : 25 – 31*.
- Miningish, N,A. Hidayatin, D.I., Isdiyanti, S.I. Kurniasari, L. 2016. Adsorpsi Timbal (Pb) dalam Larutan Menggunakan Adsorben Radix Alang-alang (*Imperata cylindrica*) Termodifikasi Asam Sitrat. *Prosiding SNST ke-7 Fakultas Teknik Unwahas, Semarang : 23 – 27*.
- Prasongko, C.W. Ariyanto, T. dan Purnomo, C.W. 2019. Uji kinerja adsorpsi ion nikel dengan karbon berpori dari serbuk gergaji kayu mlanding (petai cina) yang telah dioksidasi dengan hydrogen. *Jurnal Konversi Vol. 8 No.2 : 5 – 24*.
- Rahmi, H., Ina, R., Awin, F., & Noer, K. (2009). Pemanfaatan rumput alang-alang (*imperata cylindrica*) sebagai biosorben Cr(VI) pada limbah industri sasirangan dengan metode teh celup. *Sains dan Terapan Kimia*, 2(1), 57–73.
- Rahmawati, A. 2011. Pengaruh Derajat Keasaman Terhadap Jurnal Penelitian Sains & Teknologi. Vol. 12 N0.1, April 2011 : 1- 14.
- Sari, G.L., Mizwar, A., dan Trihadiningrum. 2014. Pengolahan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun dari Industri Cat. Seminar Nasional – *Waste Management II*. Laboratorium Teknologi Pengelolaan Limbah Padat dan B3 – ITS. Surabaya
- Safa, M. Larouci,M. Meddah, B 2012. The sorption of lead, cadmium, copper and zinc ions from aqueous solutions on a raw diatomite from Algeria. *Journal Water Science & Technology* 65.10. 1729 – 1737.
- Sinaga, W.K. 2019. Kajian kemampuan adsorpsi lgam berat cadmium (Cd<sup>2+</sup>) dengan menggunakan adsorben dari pasir hitam. Laporan Skripsi Sarjana. Universitas Sumatera Utara.
- Suhud,I. Timow, V.M.A. Hamzah, B. 2012. Adsorpsi ion cadmium (II) dari larutannya menggunakan biomassa akar dan batang kangkong (*Ipomoea aquatica Forsk*). *J.Akad.Kim.1(4) : 153 – 158, November 2012*.
- Utomo, S., 2012. Bahan Berbahaya dan Beracun (B-3) dan Keberadaannya di



dalam Limbah. Jurnal Konversi, Vol.1  
No. 1. 37 – 46.

Yanuar, H, M., Dharma, S., & Vieter, J. M.  
(2009). Adsorpsi ion Pb(II) dalam air  
dengan jerami padi. Percikan, 100 ,  
67- 74.

Yustinah, Y. Hudzaifah, H. Aprilia, M dan AB,  
Syamsudin. 2020. Kesetimbangan  
adsorpsi logam berat (Pb) dengan  
adsorbent tanah diatomit secara  
batch.Jurnal Konversi. Vol 9 No.1 : 17  
– 28.