

Pengaruh Konsentrasi Aktivator Kalium Hidroksida (KOH) pada Karbon Aktif dan Waktu Kontak Terhadap Daya Adsorpsi Logam Pb dalam Sampel Air Kawasan Mangrove Wonorejo, Surabaya

Nurfitria, N.¹; Febriyantiningrum, K.²; Utomo, W.P.³; Nugraheni, Z.V.⁴; Pangastuti, D.D.⁵; Maulida H.⁶; Ariyanti F.N.⁷

¹Prodi Matematika, Universitas PGRI Ronggolawe, Tuban

²Prodi Biologi, Universitas PGRI Ronggolawe, Tuban

^{2,3}Departemen Kimia, Insitut Teknologi Sepuluh Nopember, ITS. Kampus ITS Sukolilo, Surabaya

*Corresponding author: nia.nurfitria@unirow.ac.id

Abstract

This study aims to determine the effect of KOH activator and contact time of activated carbon from coconut shell on Pb²⁺ metal ions adsorption in water samples from the Surabaya mangrove Wonorejo region. The initial content of Pb²⁺ metal ions in the water sample was 1,1890 ppm. Activated carbon was made from coconut shell. Activation was done using KOH with variations in concentrations of 1, 3, and 5 M. The contact time of Pb²⁺ metal ions adsorption in water samples using activated carbon was varied for 1, 1.5, 2 and 2.5 hours for each variation of KOH activator concentration. The highest adsorption results were obtained from activated carbon that was activated by KOH 1 M with a contact time of 1.5 hours. The number of adsorbed Pb²⁺ metal ions was 1.5645 ppm or 86% of the initial concentration.

Keywords: activated carbon, adsorption, Pb²⁺ metal ions.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh aktivator KOH dan waktu kontak karbon aktif dari tempurung kelapa terhadap adsorpsi logam Pb di sampel air kawasan mangrove Wonorejo Surabaya. Kandungan awal ion logam Pb²⁺ pada sampel air berjumlah 1,1890 ppm. Karbon aktif dibuat dari tempurung kelapa. Aktivasi dilakukan menggunakan KOH dengan variasi konsentrasi 1, 3, dan 5 M. Waktu kontak adsorpsi ion logam Pb²⁺ pada sampel air menggunakan karbon aktif divariasikan selama 1; 1,5; 2 dan 2,5 jam untuk setiap variasi konsentrasi aktivator KOH. Hasil adsorpsi terbanyak didapatkan dari karbon aktif yang diaktivasi KOH 1 M dengan waktu kontak selama 1,5 jam. Jumlah ion logam Pb²⁺ yang teradsorp yaitu sebesar 1,5645 ppm atau 86% dari konsentrasi awal.

Kata kunci: karbon aktif, adsorpsi, ion logam Pb²⁺.

I. Pendahuluan

Sebagai negara maritim, Indonesia memiliki banyak daerah yang memiliki garis pantai. Garis pantai akan memberikan dampak positif bagi laju pertumbuhan ekonomi suatu daerah jika potensinya dioptimalkan dengan baik. Sebanyak 70% kawasan pantai dimanfaatkan sebagai hunian, dan sisanya adalah kegiatan manusia untuk menunjang perekonomian seperti budidaya perikanan, perdagangan, pertanian, pelabuhan, dan pariwisata [1]. Kota Surabaya merupakan salah satu daerah yang dapat memanfaatkan potensi pantai di daerahnya. Kawasan ekowisata hutan mangrove Wonorejo Surabaya adalah wisata edukasi yang cukup populer sehingga memiliki jumlah wisatawan yang stabil setiap harinya. Namun, peningkatan aktivitas manusia melalui penggunaan kawasan mangrove sebagai kawasan wisata akan berdampak pada meningkatnya resiko pencemaran.

Salah satu bahan pencemar yang dapat mencemari kawasan perairan akibat aktivitas manusia adalah logam berat. Kelarutannya yang rendah membuat pencemaran logam berat akan mudah terakumulasi di lingkungan perairan[2]. Salah satu logam berat yang terkandung di perairan kawasan mangrove Wonorejo Surabaya adalah logam timbal (Pb) yang terlarut dalam air membentuk ion logam Pb^{2+} . Pengujian menggunakan alat

Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) di Laboratorium Fundamental Jurusan Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), menunjukkan data bahwa terkandung ion logam Pb^{2+} sebesar 1,1890 ppm dalam sampel air dari kawasan tersebut. Jumlah ini melebihi standar baku mutu sampel air kawasan perairan air yang diperbolehkan, yakni kandungan ion logam $Pb^{2+} \leq 0,12$ ppm. Daya toksisitas tinggi yang dimiliki oleh Pb bersifat racun bagi beberapa spesies perairan [3]. Di kawasan perairan, pencemaran Pb dapat ditemukan dalam bentuk terlarut dalam air atau tersuspensi dalam sedimen. Kelarutan Pb dalam air cukup rendah, sehingga kadar atau jumlah pencemarannya dalam air relatif kecil [4]. Walaupun kelarutannya kecil, konsentrasi ion logam Pb^{2+} dalam air yang melebihi baku mutu air juga akan menyebabkan dampak negatif bagi kesehatan manusia, seperti penurunan hemoglobin, linglung, tekanan darah naik, dan sebagainya.

Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan air di kawasan mangrove Wonorejo Surabaya untuk mengurangi pencemaran ion logam Pb^{2+} dalam air. Pengolahan dilakukan secara kimia melalui proses adsorpsi menggunakan karbon aktif berbahan dasar tempurung kelapa. Bahan ini dipilih karena daya adsorpsinya yang baik terhadap ion logam Pb^{2+} dalam air. Daya

serap karbon aktif ini dapat diperbesar dengan penambahan aktivator. Kalium Hidroksida (KOH) adalah salah satu aktivator kimia yang mampu meningkatkan adsorpsi ion logam Pb^{2+} oleh karbon aktif. Namun, konsentrasi KOH yang paling efektif terhadap daya adsorpsi karbon aktif pada ion logam Pb^{2+} belum didapatkan. Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan variasi konsentrasi aktivator KOH yang berbeda-beda. Selain itu, variasi waktu kontak untuk setiap variasi konsentrasi KOH juga dilakukan untuk mendapatkan waktu kontak yang paling efektif dalam proses adsorpsi ion logam Pb^{2+} .

II. Metodologi

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah stirer dan sentrifuge, ayakan mesh 120, kertas indikator pH, *crucible*, oven, kertas saring biasa dan *Whatman*, beberapa peralatan gelas, peralatan Spektrofotometer UV-Vis serta seperangkat AAS. Bahan-bahan yang digunakan adalah tempurung kelapa, sampel air dari kawasan Mangrove Wonorejo Surabaya, aquades, Kalium Hidroksida (KOH), dan *Methylene Blue* (MB).

Karbonisasi

Proses karbonisasi pada penelitian ini diadaptasi dari metode yang digunakan oleh Purwanto [5]. Tahap pertama yaitu pengeringan tempurung kelapa secara alami

hingga memiliki kadar air maksimum 15%. Pengarangan kemudian dilakukan dengan membakar tempurung kelapa selama ± 3 jam. Karbon 120 mesh dari tempurung kelapa didapatkan dengan pengayakan menggunakan ayakan mesh tempurung kelapa yang telah dibakar dan dihancurkan menggunakan palu. Sampel yang tidak lolos ayakan dihancurkan kembali hingga berukuran 120 mesh.

Aktivasi Kimia dan Fisika

Pada proses aktivasi kimia digunakan perbandingan 1:1:4 untuk campuran antara air, karbon dan KOH dengan variasi KOH yaitu 0, 1, 3, dan 5 M. Seluruh variasi campuran dipanaskan dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer hotplate* dengan putaran 200 rpm dan suhu $80^{\circ}C$ selama 4 jam. Campuran kemudian didiamkan selama satu hari hingga terbentuk endapan. Proses filtrasi dilakukan hingga didapatkan endapan karbon dan filtratnya dibuang. Karbon lalu dicuci dengan menambahkan aquades dan berulang sampai pH nya mendekati netral. Aktivasi fisika karbon aktif dilakukan setelah proses aktivasi kimia dengan cara pengeringan karbon menggunakan *crucible* pada suhu $110^{\circ}C$ di dalam oven dengan waktu tahan selama 4 jam untuk seluruh variasi konsentrasi KOH. Karbon aktif yang telah dihasilkan kemudian diberikan kode KA0, KA1, KA3, dan KA5

untuk setiap variasi konsentrasi KOH yaitu 0, 1, 3, dan 5 M.

Pengukuran Luas Permukaan Karbon

Aktif

Luas permukaan karbon aktif dapat ditentukan dengan mengukur daya adsorpsi karbon aktif terhadap *Methylene Blue*. Prosedur yang digunakan untuk penentuan luas permukaan karbon ini mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Suhendarwati dkk. [6]. Tahap pertama yang dilakukan adalah pembuatan kurva kalibrasi larutan *Methylene Blue* dengan mengukur absorbansi larutannya dengan 0, 1, 2, 3, dan 4 ppm menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 664 nm. Kurva standar *Methylene Blue* didapatkan dengan membuat kurva dengan konsentrasi (ppm) sebagai sumbu x dan sumbu y adalah absorbansi dengan regresi linier persamaan garisnya menggunakan rumus $y = ax + b$. Persamaan ini yang akan digunakan untuk menentukan *Methylene Blue* yang dapat diadsorpsi oleh karbon aktif sehingga dapat diketahui luas permukaannya.

Tahap kedua setelah didapatkan kurva kalibrasi yaitu pengukuran jumlah adsorpsi karbon aktif terhadap *Methylene Blue* dengan menambahkan 2,5 gram karbon aktif KA0, KA1, KA3, dan KA5 ke dalam 20 mL larutan *Methylene Blue* 100 ppm di lima labu Erlenmeyer dan diaduk menggunakan *shaker* selama 1 jam. Filtrat dari hasil penyaringan

perlakuan ini dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 664 nm. Absorbansi yang didapatkan disubstitusi ke dalam persamaan regresi linier kurva kalibrasi untuk mengetahui konsentrasi *Methylene Blue* dalam filtrat. Jumlah *Methylene Blue* yang teradsorpsi oleh karbon aktif didapatkan setelah mengurangkannya dengan konsentrasi awal sebelum adsorpsi dilakukan [7]. Jumlah *Methylene Blue* yang teradsorpsi oleh karbon aktif dapat digunakan untuk menghitung luas permukaan karbon aktif hasil aktivasi kimia dan fisika yaitu dengan rumus pada Persamaan 2.1

$$S = \frac{X_m \cdot N \cdot a}{M} \quad (2.1)$$

Dimana S = Luas permukaan adsorban (m^2/mg)

X_m = Banyaknya MB yang teradsorpsi

N = Bilangan Avogadro ($6,02 \times 10^{23}$)

A = ukuran 1 molekul adsorben MB (197×10^{-20})

M = Berat Molekul MB (320,5 g/mol)

Metode Adsorpsi Logam Pb oleh Karbon Aktif

Proses adsorpsi Pb dari sampel air kawasan Wonorejo dilakukan dengan proses *batch*. Proses ini dimulai dengan mencampur 2,5 g karbon aktif KA0, KA1, KA3, dan KA5 dan kemudian masing-masing ditambahkan 100 mL sampel air yang sudah diukur konsentrasi Pb-nya menggunakan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) dan disebut dengan Pb awal. Pengadukan kemudian dilakukan menggunakan *magnetic stirrer* dengan kecepatan 700 rpm pada

variasi waktu kontak selama 1; 1,5; 2; dan 2,5 jam. Filtrat dari campuran didapatkan setelah proses penyaringan menggunakan kertas saring (Whatman 42) yang kemudian dikarakterisasi kembali menggunakan alat AAS untuk mengetahui konsentrasi Pb akhir. Penurunan kadar Pb dalam sampel air oleh proses adsorpsi menggunakan karbon aktif dari tempurung kelapa dengan aktivator KOH dapat ditentukan dengan mengurangi konsentrasi Pb awal dengan Pb akhir hasil karakterisasi.

III. Hasil dan Pembahasan

Karbonisasi Tempurung Kelapa

Proses karbonisasi dilakukan untuk mendapatkan karbon dari tempurung kelapa. Proses ini dilakukan dengan pengarangan yang bertujuan untuk menghilangkan komponen-komponen lain yang terkandung di dalam tempurung kelapa. Pada proses ini dilakukan di ruangan terbuka sehingga hasil yang didapatkan tidak murni arang atau karbon saja, tetapi tercampur dengan abu karena tempurung kelapa teroksidasi disebabkan lingkungan yang tidak kedap udara. Namun, hal ini tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap proses adsorpsi karena karbon hasil pengarangan masih akan diaktivasi.

Aktivasi Kimia dan Fisika

Proses aktivasi karbon menjadi karbon aktif dapat dilakukan melalui secara kimia

atau fisika. Salah satu tujuan proses ini adalah untuk meningkatkan luas permukaan karbon. Pada aktivasi secara kimia, perbedaan bahan aktivasi yang digunakan memiliki pengaruh yang berbeda-beda terhadap luas permukaan karbon aktif. KOH adalah aktivator kimia yang baik pada karbon karena dapat meningkatkan luas permukaannya hingga 3000 m²/g. Selain itu, KOH yang juga bertindak sebagai basa kuat yang dapat menghilangkan zat pengotor dalam karbon hasil pengarangan yang kurang sempurna seperti zat volatil dan tar.

Produk karbon aktif hasil aktivasi kimia pada penelitian ini ditemukan sedikit serbuk putih seperti abu. Hal ini dikarenakan sifat basa kuat larutan KOH yang korosif sehingga menghasilkan senyawa karbonat/kapur hasil reaksi dengan karbon.

Reaksi karbon dengan KOH juga akan mengeluarkan air (dehidrasi) karena KOH merupakan *dehydrating agent*. Reaksi dehidrasi ini akan membuat karbon terkikis dan terjadi peningkatan luas permukaan karbon aktif karena pembentukan pori-pori yang lebih banyak sehingga diharapkan efisiensi adsorpsinya terhadap ion logam Pb²⁺ akan meningkat. Pori-pori tersebut yang akan memberikan peranan penting dalam penyerapan ion logam Pb²⁺ pada sampel air dari kawasan Mangrove Wonorejo Surabaya.

Karbon aktif basah hasil aktivasi kimia kemudian melalui proses aktivasi fisika yang

menghasilkan karbon aktif yang kering, mengalami pengurangan massa dan berwarna hitam pekat. Pengurangan massa pada karbon aktif ini disebabkan ukuran partikelnya mengecil karena kehilangan kandungan air, sedangkan zat volatil dan tar sudah hilang pada aktivasi kimia.

Pengukuran Luas Permukaan Karbon Aktif

Adsorpsi senyawa *Methylene Blue* dilakukan untuk mengukur luas permukaan karbon aktif. Tahap pertama dilakukan pengukuran absorbansi larutan standar *Methylene Blue* menggunakan UV-VIS yang dapat dilihat pada Tabel 3.1. Persamaan garis lurus hasil regresi linier (Persamaan 3.1) didapatkan dari grafik antara absorbansi (sumbu Y) dan konsentrasi (sumbu X) pada Gambar 3.1.

Tahap kedua yaitu pengukuran absorbansi larutan *Methylene Blue* dengan yang telah diadsorpsi oleh karbon aktif KA0, KA1, KA2, KA3, dan KA5 menggunakan spektrofotometer UV-VIS pada panjang gelombang 664 nm. Data absorbansi yang diperoleh kemudian disubstitusi ke Persamaan 3.1 yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 3.2

$$y = 0.1687x + 0.005.....(3.1)$$

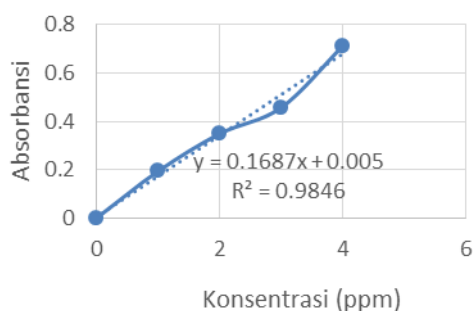
Hasil perhitungan pada Tabel 3.2 menunjukkan bahwa daya adsorpsi karbon aktif terhadap *Methylene Blue* tertinggi

terdapat pada variasi konsentrasi aktivator KOH 5 M. Hal ini dapat dilihat dari konsentrasi *Methylene Blue* tersisa (tidak teradsorpsi oleh karbon) paling sedikit yakni 2,152 ppm. Proses aktivasi kimia dan fisika karbon meningkatkan daya adsorpsi karbon meningkat, ditandai dengan konsentrasi *Methylene Blue* tersisa semakin menurun dari karbon aktif KA0, KA1, KA3, dan KA5. Kemampuan adsorpsi *Methylene Blue* oleh karbon aktif akan berbanding lurus dengan luas permukaan dari suatu karbon aktif [7]. Luas permukaan dari karbon aktif ditentukan melalui Persamaan 2.1.

Berdasarkan hasil perhitungan sesuai Persamaan 2.1 didapatkan hasil bahwa luas permukaan karbon naik sesuai dengan konsentrasi aktivator KOH atau berbanding lurus yang dapat dilihat pada Tabel 3.3. Karbon aktif yang memiliki luas permukaan paling besar adalah karbon yang diaktivasi dengan konsentrasi KOH 5 M yaitu sebesar 72.413 m²/mg.

Tabel 3.1 Hasil pengukuran absorbansi larutan standar *methylene blue* 0-4 ppm.

| Konsentrasi (ppm) | Absorbansi |
|-------------------|------------|
| 0 | 0 |
| 1 | 0.194 |
| 2 | 0.349 |
| 3 | 0.457 |
| 4 | 0.712 |



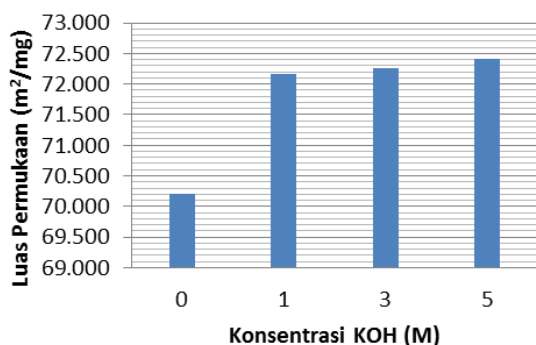
Gambar 3.1 Kurva kalibrasi larutan *Methylene Blue* 0-4 ppm

Tabel 3.2 Hasil pengukuran absorbansi larutan *Methylene Blue* setelah diadsorpsi karbon aktif

| Kode | Absorbansi | Konsentrasi (ppm) |
|------|------------|-------------------|
| KA0 | 0.872 | 5.139 |
| KA1 | 0.423 | 2.478 |
| KA3 | 0.404 | 2.365 |
| KA5 | 0.368 | 2.152 |

Tabel 3.3 Luas permukaan karbon dengan variasi aktivator KOH

| Konsentrasi KOH [M] | S (m ² /mg) |
|---------------------|------------------------|
| 0 | 70.202 |
| 1 | 72.172 |
| 3 | 72.255 |
| 5 | 72.413 |



Gambar 3.2 Hubungan antara konsentrasi KOH terhadap luas permukaan karbon aktif.

Hubungan analisa statistik perbedaan konsentrasi aktivator KOH terhadap luas permukaan karbon dapat dilihat pada Gambar 3.2. Hasil analisa didapatkan bahwa aktivasi karbon menggunakan KOH dapat meningkatkan luas permukaan hingga ± 2000 m²/mg karbon. Semakin kecil konsentrasi *Methylene Blue* yang tersisa dengan meningkatnya luas permukaan karbon aktif memberikan informasi bahwa jumlah *Methylene Blue* yang teradsorpsi menjadi lebih banyak. Peningkatan jumlah ini karena penambahan luas bidang kontak karbon aktif untuk menyerap adsorbat yaitu *Methylene Blue*. Trend positif dalam adsorpsi ini juga diharapkan akan memberikan hal yang sama untuk proses adsorpsi ion logam Pb²⁺ dari kawasan perairan Wonorejo Surabaya.

Metode Adsorpsi logam Pb di Kawasan Perairan Wonorejo

Hasil uji AAS diketahui bahwa kandungan ion logam Pb²⁺ atau Pb awal pada sampel air h dari kawasan Mangrove Wonorejo, Surabaya adalah sebesar 1,8128 ppm. Metode adsorpsi ion logam Pb²⁺ dalam penelitian ini yaitu dengan karbon aktif berbahan dasar tempurung kelapa. Karbon adalah material berpori yang memiliki permukaan bersifat non polar karena pada permukaannya memiliki unsur karbon bebas yang saling berikatan secara kovalen. Luas permukaan karbon aktif ditentukan oleh

ukuran pori-porinya. Ukuran pori-pori karbon aktif yang lebih kecil akan menghasilkan luas permukaan yang semakin besar, sehingga kecepatan dan kapasitas dalam proses adsorpsi akan bertambah. Pada penelitian ini peningkatan luas permukaan juga dilakukan dengan aktivasi secara kimia dan fisika agar luas permukaan aktif karbon tempurung kelapa menjadi lebih tinggi. Proses adsorpsi adsorbat pada permukaan karbon aktif menggunakan gaya Van der Waals. Susunan atom pada permukaan karbon aktif mempunyai gaya lebih tidak seimbang daripada susunan atom pada permukaan zat padat secara umum. Oleh karena itu, molekul lain yang berada di sekitar permukaan karbon aktif akan lebih mudah tertarik atau teradsorpsi ke permukaan karbon aktif mengurangi ketidakseimbangan.

Pada subbab ini akan dibahas hasil adsorpsi ion logam Pb^{2+} dalam sampel air dari kawasan Mangrove Wonorejo Surabaya menggunakan karbon aktif tempurung kelapa dengan aktivator KOH. Dalam proses adsorpsi ini, pada permukaan karbon aktif atau adsorban akan terbentuk lapisan monolayer ion logam Pb^{2+} yang mengalami proses difusi menuju pori-pori karbon aktif. Proses ini disebabkan oleh perbedaan konsentrasi ion logam Pb^{2+} antara permukaan karbon aktif dan yang terlarut dalam sampel air. Ion logam Pb^{2+} dalam sampel air ditemukan dalam bentuk tersolvasi dengan

molekul air (H_2O) sehingga akan bersifat polar. Oleh karena permukaan karbon aktif yang bersifat nonpolar dan molekul air (H_2O) merupakan molekul polar, maka ion logam Pb^{2+} pada sampel air yang berada dalam bentuk solvasinya akan dapat diadsorpsi oleh karbon aktif.

Tabel 3.4 Hasil adsorpsi ion logam Pb^{2+} dalam air waduk mangrove.

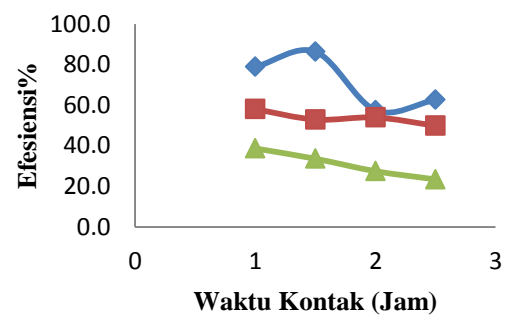
| [KOH] (M) | t (Jam) | Konsentrasi Pb^{2+} (ppm) | | Efisiensi % | q (kapasitas Adsorpsi) mg/g |
|-----------|---------|-----------------------------|--------|-------------|-----------------------------|
| | | Awal | Akhir | | |
| 1 | 1 | 1,8128 | 0,3836 | 78,8394 | 0,0286 |
| | 1,5 | 1,8128 | 0,2483 | 86,3030 | 0,0313 |
| | 2 | 1,8128 | 0,7709 | 57,4774 | 0,0208 |
| | 2,5 | 1,8128 | 0,6785 | 62,5717 | 0,0227 |
| 3 | 1 | 1,8128 | 0,8077 | 57,9876 | 0,0201 |
| | 1,5 | 1,8128 | 0,8723 | 52,9016 | 0,0188 |
| | 2 | 1,8128 | 0,9922 | 53,9166 | 0,0164 |
| | 2,5 | 1,8128 | 1,0199 | 49,8455 | 0,0159 |
| 5 | 1 | 1,8128 | 1,1121 | 38,6557 | 0,0140 |
| | 1,5 | 1,8128 | 1,2043 | 33,5696 | 0,0122 |
| | 2 | 1,8128 | 1,3149 | 27,4658 | 0,0100 |
| | 2,5 | 1,8128 | 1,3887 | 23,3975 | 0,0085 |

Pada Tabel 3.4 diketahui bahwa nilai efisiensi dan kapasitas karbon aktif yang paling tinggi adalah nilai pada karbon aktif yang memiliki kemampuan paling baik dalam mengadsorpsi ion logam Pb^{2+} . Pada penelitian ini akan dikaji 2 faktor yang mempengaruhi adsorpsi ion logam Pb^{2+} pada karbon aktif tempurung kelapa yaitu pengaruh konsentrasi aktivator KOH dan pengaruh waktu kontak adsorpsi.

Pengaruh penggunaan dan konsentrasi KOH sebagai aktivator karbon. Secara teori

aktivator ini akan berperan dalam proses degradasi material yang diaktivasi dengan pembentukan pori-pori sehingga akan meningkatkan luas permukaan. Konsentrasi KOH dalam sebagai aktivator sangat mempengaruhi daya adsorpsi karbon aktif. Nilai efisiensi adsorpsi karbon aktif terhadap ion logam berat akan semakin tinggi dengan bertambahnya konsentrasi aktivator KOH yang digunakan [8]. Hal ini berhubungan langsung dengan peningkatan jumlah distribusi pori dan luas permukaan karbon aktif sehingga jumlah tempat adsorpsi ion logam bertambah dan demikian juga dengan efisiensinya. Namun, pada Tabel 3.4 diperlihatkan bahwa konsentrasi KOH 1 M untuk semua variasi waktu kontak memberikan nilai efisiensi tertinggi dibandingkan konsentrasi KOH 3 M dan 5 M. Pada subbab sebelumnya, pengukuran luas permukaan karbon aktif yang diaktivasi KOH 5 M mempunyai luas permukaan yang paling besar yaitu $72.413 \text{ m}^2/\text{mg}$, namun pada pengujian adsorpsi ion logam Pb^{2+} dalam sampel air karbon aktif tersebut tidak memberikan nilai efisiensi yang tinggi. Dalam kasus ini juga terjadi pada karbon aktif yang diaktivasi KOH 3 M. Hal ini memberikan hipotesis bahwa adanya kemungkinan teradsorpsinya molekul lainnya dengan jumlah yang lebih banyak dibandingkan ion logam Pb^{2+} pada karbon aktif aktivasi KOH 3 dan 5 M, sehingga

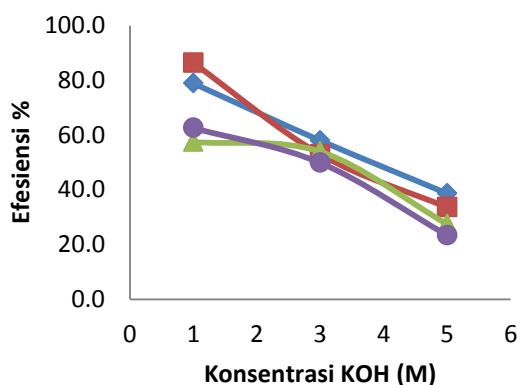
memberikan efisiensi yang rendah. Sedangkan untuk karbon aktif aktivasi KOH 1 M lebih banyak menyerap ion logam Pb^{2+} sehingga lebih selektif. Maka dari itu pada konsentrasi KOH 3 M, Kemampuan adsorpsi ion logam Pb^{2+} mulai menurun dan berlanjut pada konsentrasi KOH 5 M, sehingga semakin tinggi konsentrasi semakin menurun kemampuan adsorpsi. Grafik hubungan konsentrasi dan waktu kontak karbon aktif dengan efisiensi adsorpsi ion logam Pb^{2+} dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Grafik hubungan konsentrasi KOH dan waktu kontak 1 jam (◆), 1,5 jam (■), 2 jam (▲) dan 2,5 jam (●) terhadap efisiensi adsorpsi.

Faktor kedua yang dibahas dalam penelitian ini adalah analisis pengaruh waktu kontak terhadap kemampuan adsorpsi ion logam Pb^{2+} oleh karbon aktif. Waktu kontak yang digunakan adalah 1; 1,5; 2; dan 2,5 jam. Hasil terbaik pada setiap variasi karbon aktif KA1, KA3, dan KA5 diperoleh saat digunakan waktu kontak selama 1 jam untuk KA3 dan KA5, sedangkan KA1 hasil yang terbaik didapatkan pada waktu kontak 1,5

jam. Hasil ini disebabkan karbon aktif yang diaktivasi KOH 1 M, membutuhkan waktu lebih lama untuk menyerap ion logam Pb^{2+} karena mempunyai luas permukaan yang lebih sedikit namun lebih selektif dalam pemilihan molekul adsorpsi yaitu ion logam Pb^{2+} jika dibandingkan dengan variasi konsentrasi yang lainnya. Pada hasil penelitian diperoleh bahwa efisiensi adsorpsi ion logam Pb^{2+} oleh karbon aktif akan menurun seiring dengan lamanya waktu kontak atau perendaman (Gambar 3.4). Penurunan ini disebabkan karbon aktif yang akan berada pada titik jenuh yaitu ketika tercapainya keadaan dimana penyerapan ion logam Pb^{2+} sudah tidak dapat lagi dilakukan oleh karbon aktif.



Gambar 3.4 Grafik hubungan waktu kontak dan konsentrasi 1 ppm (♦), 3 ppm (■), dan 5 ppm (▲) terhadap efisiensi adsorpsi.

IV. Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian ini adalah karbon aktif berbahan dasar tempurung kelapa dapat

digunakan sebagai adsorben ion logam Pb^{2+} dalam sampel air kawasan mangrove Wonorejo Surabaya. Hasil adsorpsi terbanyak didapatkan dari karbon aktif yang diaktivasi KOH 1 M dengan waktu kontak selama 1,5 jam. Jumlah ion logam Pb^{2+} yang teradsorpsi yaitu sebesar 1,5645 ppm atau 86% dari konsentrasi awal.

Daftar Pustaka

- [1] A. Putra, S. Husrin, "Kualitas Perairan Pasca Cemaran Sampah Laut di Pantai Kuta Bali" *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kalautan Tropis*, vol. 9, Hlm. 57-66, Juni 2017.
- [2] R. Azizah, R. Malau, A.B. Susanto, G.W. Santosa, R. Hartati, Irwani dan Suryono, "Kandungan Timbal pada Air, Sedimen, dan Rumput Laut Sargassum sp. Di Perairan Jepara Indonesia" *Jurnal Kalautan Tropis*, vol. 21(2), Hlm. 155-166, November 2018.
- [3] H.D. Lindsey, M.M. James, and M.G. Hector. An Assessment of Metal Contamination in Mangrove Sediments and Leaves from Punta Mala Bay, Pacific Panama. *Marine Pollution Bulletin.*, Vol 50:, 547-552. 2004.
- [4] H. Effendi, . 2003. *Telaah Kualitas Air bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Cetakan Kelima. Yogyakarta : Kanisius.
- [5] D. Purwanto, "Arang dari Limbah Tempurung Kelapa Sawit" *Jurnal Penelitian Hasil hutan*, vol. 29 no. 1, Hlm. 57-66, Maret 2011.
- [6] L. Suhendarwati, B. Suharto, dan L.D. Susanawati "Pengaruh Konsentrasi Larutan Kalium Hidroksida pada Abu Dasar Ampas Tebu Teraktivasi" *Jurnal*

- Sumber Daya Alam & Lingkungan*, vol. 1 no. 1, Hlm. 19-25, Maret 2014.
- [7] J. Mustafa & A.M. Noor. Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Ban Bekas dan Penggunaannya untuk Penyerapan Ion-Ion Logam dalam Larutan. *Jurnal Kimia Andalas*, vol. 9, hlm. 11-15. 2003.
- [8] I. A. G. Widihati, G. A. M. D. A. Suastuti, dan M. A. Yohanita Nirmalasari. 2012. *Studi Kinetika Adsorpsi Larutan Ion Logam Kromium (Cr) Menggunakan Arang Batang Pisang (Musa paradisiaca)*. Skripsi. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana. Bukit Jimbaran.
- [9] Erlina, Umiatin, dan E. Budi. Pengaruh Konsentrasi Larutan KOH pada Karbon Aktif Tempurung Kelapa untuk Adsorpsi Logam Cu. *Jurnal Fisika Universitas Negeri Jakarta*. Vol. 4 : 55-60, 2015.