

**EFEKTIVITAS BIOADSORBEN KULIT PISANG AMBON DAN KULIT
SUKUN TERHADAP LOGAM Pb(II) PADA LIMBAH CAIR
LABORATORIUM FARMASI DENGAN METODE SPEKTROFOTOMETRI
UV-VISIBLE**

**COMPARISON OF THE EFFECTIVENESS OF AMBON BANANA PEEL AND
BREADFRUIT PEEL BIOADSORBENTS AGAINST Pb(II) METAL IN
PHARMACY LABORATORY LIQUID WASTE USING THE UV-VISIBLE
SPECTROPHOTOMETRIC METHOD**

Desti Natalia Lantika T¹, Nurillahi Febria Leswana², Maria Elvina Tresia Butar-Butar³
¹Mahasiswa Farmasi, STIKES Dirgahayu Samarinda, Jl. Pasundan No.21, Kel. Jawa, Kec.
Samarinda Ulu, Kota Samarinda, Kaltim, 75122

^{2,3}Dosen Farmasi, STIKES Dirgahayu Samarinda, Jl. Pasundan No.21, Kel. Jawa, Kec. Samarinda
Ulu, Kota Samarinda, Kaltim, 75122
Email : nfleswana@gmail.com

ABSTRAK

Kegiatan manusia mengakibatkan pencemaran limbah logam berat ke lingkungan dalam aneka macam bentuk, termasuk limbah kegiatan industri, limbah laboratorium, pembuangan transportasi, limbah kota, kawasan pembuangan sampah, limbah pertambangan, dan pelapisan listrik. Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan perbandingan efektivitas bioadsorbensi serbuk kulit buah pisang ambon dan serbuk kulit buah sukun terhadap logam Pb limbah cair laboratorium farmasi dan mengetahui perbandingan kemampuan bioadsorbensi serbuk kulit buah pisang ambon dan serbuk kulit buah sukun terhadap logam Pb limbah cair laboratorium farmasi. Penelitian ini menggunakan metode Spektrofotometri UV-Visible. Berdasarkan kurva hubungan absorbansi terhadap waktu diperoleh kondisi yang stabil yaitu pH 4 pada menit ke 45 sampai 60. Pada penelitian ini menunjukkan pisang ambon waktu optimum kulit pisang ambon adalah 60 menit pada 23,4% dan efektivitas dari pisang ambon yaitu sebesar 29,7% dengan kondisi pH optimum pada pH 5. Sedangkan kulit sukun pada waktu optimum 60 menit 27,4%. Berdasarkan penelitian didapatkan hasil bahwa bioadsorbensi kulit sukun memiliki efektivitas yang cukup baik dalam proses penyerapan Pb dengan nilai efektivitas sebesar 79,6%.

Kata Kunci : Kulit Pisang Ambon, Kulit Sukun, Timbal Pb (II), Limbah Laboratorium Farmasi

ABSTRACT

Human activities result in the contamination of heavy metal waste into the environment in various forms, including industrial activity waste, laboratory waste, transportation waste, municipal waste, landfill areas, mining waste, and electroplating. Laboratory waste is waste that comes from the discharge of the results of the reactions of various chemical solutions in an experiment. Laboratory waste contains various types of organic compounds and metals. The purpose of this study was to determine the effectiveness comparison of the bioadsorbent of Ambon banana peel powder and breadfruit peel powder against Pb metal in pharmaceutical laboratory wastewater and to determine the comparison of the bioadsorbent ability of Ambon banana peel powder and breadfruit peel powder against Pb metal in pharmaceutical laboratory wastewater. This study used the UV-Visible. Based on the absorbance-time curve, a stable condition was obtained, namely pH 4 and at 45 minutes. In this study, Ambon bananas had an optimum pH of 3, an optimum time of 60 minutes, and an optimum mass of 0.75 with % effectiveness of 29.7%. Meanwhile, breadfruit skin has an optimum pH of 5, optimum time of 60 minutes, and optimum mass of 0.75 with % effectiveness of 79.6%. From these data it was found that the breadfruit peel bio-adsorbent had a greater effectiveness than the Ambon banana peel.

Keywords: Ambon Banana Peel, Breadfruit Peel, Lead Pb (II), Pharmaceutical Laboratory Waste

PENDAHULUAN

Kegiatan manusia mengakibatkan pencemaran limbah logam berat ke lingkungan dalam aneka macam bentuk, termasuk limbah kegiatan industri, limbah laboratorium, pembuangan transportasi, limbah kota, kawasan pembuangan sampah, limbah pertambangan, dan pelapisan listrik. Pencemaran logam berat terhadap lingkungan dapat membahayakan, karena mengakibatkan timbulnya berbagai macam gangguan kesehatan. Menghilangkan kandungan logam berat dari air penting dilakukan karena unsur-unsur tersebut tidak dapat terurai secara hayati dan cenderung terakumulasi dalam organisme hidup (bioakumulasi), sehingga menimbulkan berbagai penyakit dan gangguan kesehatan yang mematikan (Kadja dan Ilmi, 2019). Menurut Kusmiati & Hayati (2020) pencemaran yang disebabkan oleh logam berat terutama bersumber dari suatu kegiatan yang menggunakan logam berat dalam prosesnya, baik kegiatan industri, kegiatan rumah tangga maupun kegiatan penelitian atau praktikum di laboratorium-laboratorium kimia. Keberadaan logam berat yang tinggi di suatu perairan merupakan penyebab utama pencemaran yang dapat menurunkan mutu air dan membahayakan lingkungan. Pencemaran terjadi karena pembuangan limbah yang tidak terkontrol. Timbal Pb merupakan salah satu limbah logam berat yang bersifat karsinogenik dan beracun serta akan menyebabkan penyakit serius bagi manusia apabila terakumulasi di dalam tubuh. Tidak seperti polutan organik, yang sebagian besar rentan terhadap degradasi biologis, ion logam tidak terdegradasi menjadi produk akhir yang tidak berbahaya (Hanifah & Hadisoebroto, 2021).

Beberapa metode telah dikembangkan untuk menurunkan konsentrasi ion logam dalam limbah cair diantaranya adalah pengendapan, penukar ion dengan menggunakan resin, filtrasi, dan adsorpsi. Limbah dari industri farmasi dan kimia lainnya maupun laboratorium analisis pada umumnya banyak mengandung (Pb), sehingga perlu mendapatkan pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke dalam lingkungan. Sumber limbah cair industri farmasi berasal dari proses produksi, proses pencucian alat produksi, kegiatan laboratorium dan sisa produk yang tidak memenuhi spesifikasi atau dari kegagalan proses (Crisnaningtyas & Vistanty, 2016). Limbah laboratorium mengandung senyawa berbahaya, salah satunya yaitu logam limbah laboratorium antara lain Krom (Cr), Besi (Fe), Cadmium (Cd), Tembaga (Cu), Cobalt (Co), Mangan (Mn), Seng (Zn), Timbal (Pb), dan Nikel (Ni) (Wilyanda & Chairul, 2015). Timbal tergolong dalam logam berbahaya karena dalam kadar yang kecil bersifat racun dan berbahaya. Resiko yang terjadi akibat keracunan timbal dapat terjadi terhadap anak-anak, wanita hamil, dan pekerja industri dimana dampak yang akan timbul pada tubuh manusia seperti anemia yang biasanya dapat mempengaruhi jumlah hematokrit, eritrosit, basofilik stipling dan retikulosit. Manusia dapat terpapar oleh timbal Pb yang ada di lingkungan dapat melalui udara, air dan makanan dimana sebagian besar logam atau timbal Pb pada udara dapat terhirup oleh manusia lalu sisanya akan masuk ke dalam air dan tanah. Timbal Pb yang masuk terhirup kemudian masuk ke dalam sistem pernapasan dan timbal yang masuk melalui kulit terjadi pada timbal dalam bentuk organik saja. Jika partikel $< 10 \mu\text{m}$ maka dapat bertahan pada organ paru-paru, tetapi jika partikel tersebut $> 10 \mu\text{m}$ maka akan mengendap di saluran pernapasan bagian atas (Nurdin N, 2022).

Menurut Kusmiati & Hayati (2020) adsorpsi merupakan metode yang paling umum dipakai karena memiliki konsep yang lebih sederhana dan juga ekonomis. Metode adsorpsi umumnya berdasarkan atas interaksi logam dengan gugus fungsional yang ada pada permukaan adsorben melalui pembentukan kompleks, dan biasanya terjadi pada permukaan padatan yang kaya akan gugus fungsional, seperti : - OH, - NH, -SH dan COOH. Metode ini dalam mekanisme dan prosedur pengerjaannya cukup sederhana serta tidak membutuhkan biaya yang tinggi. Proses adsorpsi yang sekarang sedang banyak digunakan adalah dengan menggunakan limbah hasil pertanian, yaitu dengan memanfaatkan buangan organik yang dikenal dengan istilah biosorben.

Biosorben atau bioadsorben adalah bahan yang diambil dari bahan alam yang memiliki pori-pori banyak dimana pada proses adsorpsi di dinding pori akan berlangsung dan akan terjadi pada daerah tertentu. Keuntungan menggunakan bioadsorben yaitu biaya yang relatif terjangkau, tidak memerlukan proses regenerasi, proses pembuatan limbah yang efisien, jumlah bahan baku yang melimpah dan tidak banyak menghasilkan lumpur (Hanifah & Hadisoebroto, 2021).

Pada penelitian sebelumnya bioadsorben yang sudah pernah digunakan untuk mengadsorpsi logam Pb adalah kulit buah nangka, kulit buah pisang kapok, kulit salak, kulit semangka, dan kulit durian. Bioadsorben yang mempunyai efektivitas adsorpsi logam Pb tertinggi adalah serbuk kulit nangka yaitu sebesar 94,74%, dengan kondisi optimum pada pH 6, waktu kontak 45 menit dan massa 50 mg. Hal tersebut dikarenakan kulit buah nangka mengandung selulosa dan pektin yang tinggi sehingga lebih efektif sebagai adsorpsi. Efektivitas adsorpsi kulit semangka, kulit salak dan kulit durian berturut-turut adalah 91,52%, 90,5% dan 63,74% (Hanifah & Hadisoebroto, 2021).

Pisang ambon merupakan buah yang mengandung pektin sebesar 10,63% dan selulosa 12,02%. Kandungan yang terdapat pada zat pektin (*galacturonic*) dan selulosa berfungsi sebagai pengikat ion logam yang berasal dari gugus fungsi gula karboksil (-COOH) dan hidroksil (-OH). Kedua zat pektin dan selulosa banyak ditemui pada kulit buah pisang yang telah matang (Putra *et al.*, 2019). Penelitian yang dilakukan oleh Madjaga *et al.* (2017) menyatakan bahwa didalam kulit buah sukun juga mengandung pektin sehingga sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai bioadsorben. Telah dilaporkan pula bahwa kulit buah sukun mampu menyerap ion logam Pb^{2+} sebesar 97,89% dan Cd^{2+} sebesar 93,96% karena mengandung pektin citrus termodifikasi. Berdasarkan penjelasan diatas peneliti tertarik untuk meneliti efektivitas bioadsorben kulit buah sukun dan kulit buah pisang ambon terhadap logam Pb dari limbah cair yang menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis.

METODOLOGI

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya beaker glass, labu ukur, gelas ukur, pipet volume, pipet tetes, sendok tanduk, blender, timbangan analitik, *magnet-ic stirrer*, pH meter dan Spektrofotometri UV-Visible (Bel Engineering).

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya Kulit buah pisang ambon, Kulit buah sukun, aquadest, kertas saring, aluminium foil, $Pb(NO_3)_2$, Alizarin sulfonat, *Buffer asetat* (pro analisis) dan Limbah Laboratorium Farmasi.

Metode Penelitian

Kulit pisang ambon diperoleh dari kebun pisang warga sedangkan kulit sukun diperoleh dari rumah salah satu warga di Jl. Kemangi, gang Rejeki kota Samarinda. Determinasi buah pisang ambon dan sukun dilakukan di Universitas Mulawarman Fakultas Kehutanan Laboratorium Ekologi Dan Konservasi Biodiversitas Hutan Tropis. Kulit pisang ambon dan kulit sukun yang telah dibersihkan, dipotong tipis dan dikeringkan dibawah sinar matahari sebanyak 1 kg dalam rentan kurang lebih 2 minggu. Selanjutnya kulit buah pisang ambon dan kulit buah sukun yang sudah kering tersebut, dihaluskan menggunakan alat penghalus (blender) dan diayak menggunakan ayakan mesh atau ukuran 100 agar diperoleh ukuran yang homogen (Hanifah & Hadisoebroto, 2021). Sebanyak 100 mg Alizarin sulfonat dilarutkan dengan aquadest dalam beaker glass, kemudian larutan dipindahkan kedalam labu ukur 100 mL, tambahkan aquadest sampai tanda batas 100 mL sehingga diperoleh konsentrasi 1000 ppm (Wardani *et al.*, 2020). Sebanyak 100 mg timbal dilarutkan dengan aquadest dalam *beaker glass* kemudian larutan dipindahkan labu ukur 100 mL, tambahkan aquadest sampai tanda batas 100 mL sehingga diperoleh konsentrasi 1000 ppm (Wardani *et al.*, 2020). Disiapkan 4 labu ukur 10 mL pada masing-masing labu ukur dimasukkan larutan standar timbal sebanyak 500 μ L, ditambahkan buffer asetat dengan pH stabilitasnya sebanyak 1 mL tujuan dari penambahan buffer asetat untuk mempertahankan stabilitas asam dalam larutan dimana logam berat lebih stabil pada larutan asam, ditambahkan alizarin sulfonat 1 mL dan ditentukan panjang gelombang maksimum dari masing-masing pH. Dimana rentang panjang gelombang dapat diukur dari 400-600 nm (Wardani *et al.*, 2020).

Disiapkan 3 labu ukur 10 mL, pada masing-masing labu ukur dimasukkan larutan standar timbal sebanyak 500 μ L, masing masing ditambahkan buffer asetat pH 3, 4, dan 6 sebanyak 1 mL, ditambah alizarin sulfonat 1 mL sehingga menghasilkan kompleks alizarin berwarna orange.

Kemudian dibaca absorbansinya pada masing-masing panjang gelombang maksimum pada menit ke 0–60 setiap rentan waktu 5 menit. *Operating time* merupakan waktu yang diperlukan untuk mencapai kestabilan kompleks antara timbal dan Alizarin sulfonat (Wardani *et al.*, 2020). Larutan standar Pb(NO₃)₂ 2; 4; 6; 8; 10; dan 12 ppm yang telah ditambahkan dengan buffer asetat dengan alizarin sulfonat, diukur absorbansi pada panjang gelombang. Sampel yang mengandung logam Pb diukur absorbansinya menggunakan Spektrofotometri UV-Visible dengan panjang gelombang maksimum 283,3 nm (Wardani *et al.*, 2020). Sampel yang mengandung logam Pb diukur adsorbansinya menggunakan spektrofotometri UV-Visible dengan panjang gelombang maksimum. Diambil sebanyak 500µL kemudian ditambahkan buffer asetat sebanyak 1 mL dan Alizarin sulfonat 1 mL, diamkan selama operating timenya. Ukur adsorban sampel dengan spektrofotometri UV-Visible pada panjang gelombang maksimal.

Sampel serbuk kulit buah pisang ambon dan kulit sukun masing-masing 75 mg ditambahkan ke dalam larutan sampel 10 mL limbah cair, selanjutnya dilakukan pengadukan dengan pengaduk magnetik pada beberapa variasi pH yaitu dari pH 2, 3, 4, 5, dan 6, masing-masing selama 15 menit. Kemudian larutan dianalisis menggunakan Spektrofotometri UV-Visible dan dilakukan replikasi setiap variasi pH sebanyak 3 kali (Hanifah & Hadisoebroto, 2021). Sampel serbuk kulit buah masing-masing 75 mg ditambahkan ke dalam larutan sampel 10 mL limbah cair. Selanjutnya dilakukan pengadukan dengan pengaduk magnetik pada pH optimum yang telah diperoleh, dengan variasi waktu yaitu 15, 30, 45, 60 dan 75 menit. Kemudian larutan dianalisis menggunakan Spektrofotometri UV-Visible dan dilakukan replikasi setiap variasi waktu sebanyak 3 kali (Hanifah & Hadisoebroto, 2021). Sampel serbuk kulit buah ditimbang dengan berbagai variasi massa yaitu 25, 50, 75, 100 dan 125 mg, masing-masing ditambahkan ke dalam larutan sampel 10 mL limbah cair. Selanjutnya dilakukan pengadukan dengan pengaduk magnetik pada pH optimum dan waktu kontak optimum. Kemudian larutan dianalisis menggunakan spektrofotometri UV-Visible dan dilakukan replikasi setiap variasi massa sebanyak 3 kali (Hanifah & Hadisoebroto, 2021). Uji akurasi menggunakan 3 konsentrasi standar yaitu 10; 30 dan 75 ppm, yang ditambahkan larutan sample limbah cair, selanjutnya diukur menggunakan Spektrofotometri UV-Visible dan dihitung % *recovery* dan setiap pengukuran. Uji persisi ditentukan menggunakan 1 konsentrasi standar, yaitu konsentrasi 1 ppm, yang ditambah *sample* limbah cair, kemudian diukur menggunakan Spektrofotometri UV-Visible sebanyak 7 kali pengulangan dan dihitung nilai *Relative Standar Deviation* (RSD/KV) hasil pengukuran.

Efektivitas adsorpsi serbuk kulit buah terhadap logam Pb dapat ditentukan dengan menghitung efektivitas penurunan (Ef), menggunakan persamaan berikut (Hajar., 2016) :

$$Ef (\%) = (Y_i - Y_f) / Y_i \times 100 \%$$

Keterangan :

Y_i = Kandungan Pb awal (mg/L)

Y_f = Kandungan Pb setelah perlakuan (mg/L)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kulit pisang ambon dan kulit sukun diperoleh dari kebun warga di Jl. Kemangi, gang Rejeki kota Samarinda. Tanaman yang akan digunakan sebagai sampel dalam penelitian dideterminasi terlebih dahulu dengan tujuan untuk mengetahui kebenaran tanaman dan untuk menghindari terjadinya kesalahan pada saat pengambilan bahan atau sampel. Determinasi tanaman dilakukan di “Herbarium Mulawarman” Laboratorium Ekologi dan Konservasi Biodiversitas Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman Samarinda. Hasil dari determinasi tanaman pisang ambon yang digunakan dalam penelitian sesuai dengan surat Nomor 266/UN17.4.08/LL/2022. Hasil dari determinasi tanaman sukun yang digunakan dalam penelitian sesuai dengan surat Nomor 267/UN17.4.08/LL/2022. Determinasi menunjukkan bahwa kulit pisang ambon yang digunakan merupakan spesies *Musa*

paradisiaca var. *sapientum* (L.) Kunt, kulit sukun yang digunakan merupakan spesies *Arthocarpus altilis*.

Pembuatan Serbuk Kulit Buah

Pisang ambon yang telah diambil dari kebun dibersihkan agar kotoran yang menempel pada kulit buah terbuang, buah dan kulit dipisahkan lalu kulit pisang ambon di potong kecil-kecil lalu ditutup menggunakan kain hitam dan keringkan dibawah sinar matahari. Selanjutnya perlakuan pada buah sukun yang telah diambil dari kebun dibersihkan lalu dikupas, kulit buah sukun dipotong kecil-kecil lalu ditutup menggunakan kain hitam dan keringkan dibawah sinar matahari. Masing-masing kulit digunakan sebanyak 1 kg dalam kondisi sebelum dikeringkan dimana pengeringan memakan waktu \pm 2 minggu jika tidak musim hujan. Pada pengerjaan masing-masing kulit dimana kulit langsung di bersihkan perlakuan tersebut dilakukan dengan tujuan agar kulit tersebut tidak terjadi penyerapan air dimana jika kulit yang direndm secara langsung pada air akan menyerap air sehingga pada proses pengeringan akan sulit untuk kering jika dalam satu hari tidak kering bisa tumbuh jamur pada kulit pisang ambon maupun kulit sukun. Kemudian kulit yang telah kering diblender hingga cukup halus dan diukur menggunakan ayakan mesh 60, lalu diblender kembali dan diayak menggunakan ayakan mesh 80, selanjutnya ulangi dengan blender kulit sampai terasa halus dan homogen lalu diayak kembali dengan menggunakan ayakan yang ingin dicapai yaitu mesh 100. Maka dari hasil serbuk kulit pisang ambon dan sukun yang telah melewati ayakan mesh 100 dipindahkan dalam toples dan disimpan agar saat ingin digunakan dalam analisis dapat langsung ditimbang hasil yang di dapat \pm 1000 mg atau 1 gram.

Penentuan panjang gelombang maksimum

Penentuan panjang gelombang maksimum merupakan dasar untuk analisis kuantitatif dalam metode spektrofotometri UV *Visible* Penentuan panjang gelombang maksimum menggunakan 4 ppm dan 8 ppm. Dimana rentang panjang gelombang dapat diukur dari 400-600 nm. Larutan timbal pada sampel simulasi yang diderivatisasi dengan alizarin sulfonat pada suasana asam pH 4 menghasilkan larutan warna jingga. Panjang gelombang maksimum yang dihasilkan yaitu 8 ppm dalam pH 4 dengan absorbansi 1,140 menghasilkan 427,324 nm panjang gelombang maksimum.

Penentuan stabilitas kompleks pb alizarin sulfonat

Stabilitas kompleks Pb-Alizarin sulfonat dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kondisi pH kompleks yang stabil dan mengetahui waktu pengukuran yang stabil dimana dihasilkan absorbansi yang stabil. Nilai pH yang digunakan untuk penentuan stabilitas kompleks yaitu 3, 4, 5 dan 6. Penggunaan pH asam dikarenakan spesies Pb^{2+} lebih stabil pada pH asam, sedangkan mulai pada pH 6,3 (Basa) spesies Pb^{2+} berkurang dan terbentuk endapan $Pb(OH)_2$. (Issabayeva *et al* 2006). Jika terbentuk endapan timbal pada larutan, maka jumlah ion timbal yang membentuk kompleks PbAlizarin sulfonat akan berkurang dan menimbulkan ketidaktepatan dalam pengukuran sampel. Pengukuran dilakukan setiap 5 menit, berdasarkan kurva hubungan absorbansi terhadap waktu diperoleh kondisi yang stabil yaitu pH 4 pada menit ke 45 sampai 60. Larutan timbal pada sampel simulasi yang diderivatisasi dengan alizarin sulfonat pada suasana asam pH 4 menghasilkan larutan warna jingga. Panjang gelombang maksimum yang dihasilkan yaitu 427,324 nm Kemudian dibaca absorbansinya pada masing-masing panjang gelombang maksimum pada menit ke 0–60 setiap rentan waktu 5 menit. Operating time merupakan waktu yang diperlukan untuk mencapai kestabilan kompleks antara timbal dan Alizarin sulfonat. Stabilitas kompleks Pb-Alizarin sulfonat dapat dilihat melalui pengkajian pengaruh pH larutan terhadap absorbansi kompleks. Selain itu, stabilitas kompleks juga dapat dilihat dari hasil penentuan operating time. (Wardani *et al.*, 2020). Kompleks Pb-Alizarin sulfonat terjadi karena alizarin sulfonat memiliki pasangan elektron bebas pada atom oksigen yang mendonorkan pasangan elektronnya. Kompleks Pb Alizarin sulfonat memiliki gugus kromofor (gugus tidak jenuh kovalen yang dapat menyerap energi radiasi elektromagnetik pada daerah UV-Vis), dan gugus ausokrom (gugus jenuh yang apabila terikat pada kromofor akan menyebabkan perubahan intensitas atau panjang gelombang sehingga kompleks ini bisa dianalisis menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis (Sastrohamidjojo, 2019).

Penetapan kurva kalibrasi

Konsentrasi kurva standar Pb yang diuji dengan menggunakan Spektrofotometri UV-Visible yaitu sebesar 2; 4; 6; 8; 10; dan 12 ppm. Penetapan kurva kalibrasi dilakukan dengan melakukan pengenceran larutan standar Pb dalam 1000 ppm kemudian dicerkan kembali ke 50 ppm, kemudian masing-masing Pb(NO₃)₂ dalam 2; 4; 6; 8; 10; dan 12 ppm masukkan kedalam labu ukur 10 ml ditambahkan aquadest sampai tanda batas, lalu dipindahkan kedalam vial setelah itu tambahkan buffer asetat pH 5 dan alizarin sulfonat 1 ml. operating time selama 45 menit selanjutnya analisis larutan dalam Spektrofotometri UV-Visible pada panjang gelombang 427,324 nm. Berdasarkan gambar didapatkan kurva kalibrasi larutan standart dengan garis naik ke atas, yang menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi larutan semakin meningkat pula absorbansi yang terukur. Dengan menggunakan program excel pada komputer maka kurva kalibrasi larutan tersebut diperoleh dari data di dapat, nilai r yang didapat sebesar 0,9931 dengan persamaan garis regresi linear $y = 0.0129x - 0.5096$. Hal ini menunjukkan bahwa kurva kalibrasi yang dihasilkan adalah linear karena apabila nilai r di antara 0,9 – 1, tingkat korelasi antara variabel x dan y sangat tinggi sehingga kurva kalibrasi memberikan hasil nilai yang baik. (Sugiyono, 2014). Tujuan pembuatan kurva ini ialah untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi larutan dengan nilai adsorbansinya. Nilai r yang memenuhi syarat akan mempengaruhi nilai adsorbansi secara linear. Jadi untuk nilai kurva kalibrasi yang didapatkan memenuhi syarat sesuai dengan ketentuan yang ditetapkan oleh SNI yaitu $r \geq 0,995$ (Lusiana, 2012).

Penentuan Kadar Pb (II) Dari Limbah Cair Laboratorium Farmasi

Penentuan kadar pb pada limbah harus menggunakan limbah yang telah diambil dari limbah Laboratorium Farmasi STIKES Dirgahayu Samarinda. Dari data yang didapat bahwa absorbansi yang didapat sebesar 1,297. Menurut Permenkes RI Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air tingkat maksimum kandungan Pb yang diperbolehkan adalah 0,01 mg/L atau setara dengan 0,01 ppm (Wati dkk., 2016).

Penentuan pH Optimum

Salah satu parameter yang penting untuk adsorpsi ion logam berat adalah pH. pH larutan mempunyai pengaruh dalam proses adsorpsi, karena pH akan mempengaruhi muatan permukaan adsorben (Apriani., 2021). Penentuan pH optimum dilihat dari nilai efektifitas adsorpsi (%) yang tertinggi. Bila nilai efektifitasnya tinggi, maka jumlah Pb yang terserap oleh bioadsorben tinggi. Kemudian penyerapan logam akan semakin meningkat dengan naiknya kondisi pH dalam larutan karena konsentrasi ion H⁺ akan semakin berkurang dengan naiknya pH larutan., efektifitas adsorpsi pada awalnya kecil dan semakin meningkat dengan kenaikan pH larutan hingga sampai pada suatu kondisi pH dimana efektifitas adsorpsinya akan kembali menurun. Penentuan pH optimum dengan menggunakan 8 beaker glass masukkan masing-masing sampel serbuk kulit buah pisang ambon dan kulit sukun masing-masing 75 mg atau 0,075 gram ditambahkan larutan sampel 10 mL limbah cair, selanjutnya dilakukan pengadukan dengan pengaduk magnetik pada beberapa variasi pH yaitu dari pH 3, 4, 5, dan 6, masing-masing selama 15 menit.

Larutan disaring menggunakan kertas saring kedalam Erlenmeyer 100 ml setelah itu ambil 0,5 ml larutan dianalisis menggunakan Spektrofotometri UV-Visible dan dilakukan replikasi setiap variasi pH sebanyak 3 kali (Hanifah & Hadisoebroto, 2021).

Kondisi optimum dicapai pada saat pengikatan ion Pb oleh gugus fungsi adsorben telah mengalami kejenuhan. Dari gambar bisa terlihat bahwa kulit pisang ambon, mempunyai pH optimum 3 absorbansi yang didapat 1,115 dan efektifitas 76,6%, sedangkan kulit sukun mempunyai pH optimum 5 absorbansi yang didapat 1,148 dan efektifitas 68,6%. Setelah melewati pH optimum, efektifitas penyerapan logam dalam berbagai serbuk kulit buah cenderung turun, hal ini disebabkan karena pada pH tinggi terdapat lebih banyak ion OH⁻ sehingga bereaksi dengan ion-ion logam dan menyebabkan ion logam mulai mengendap dan logam Pb yang terserap oleh bioadsorben menjadi semakin sedikit (Kristiyani et al, 2012).

Penentuan Waktu Kontak Optimum

Pada umumnya, kekuatan efisiensi adsorpsi bergantung pada waktu dari penyerapan (Gaya, dkk., 2015). Oleh karena itu, pengaruh waktu kontak dalam proses adsorpsi logam dengan variasi waktu yaitu 15, 30, 45, 60 dan 75 menit. Penentuan waktu kontak optimum yang mempengaruhi proses adsorpsi antara adsorben dan adsorbat adalah waktu kontak, karena dalam proses penyerapannya dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan adsorben menyerap zat pencemar (Nurhayati et al, 2018). Penentuan waktu kontak optimum dilakukan dengan menyiapkan 10 beaker glass, timbang sampel serbuk kulit buah masing-masing 75 mg atau 0,075 gram tambahkan ke dalam larutan sampel 10 mL limbah cair. Selanjutnya dilakukan pengadukan dengan pengaduk magnetik pada pH optimum yang telah diperoleh, tambahkan pH 5 untuk serbuk kulit sukun dan pH 3 untuk serbuk kulit pisang ambon lalu adek menggunakan magnetik dengan variasi waktu yaitu 15, 30, 45, 60 dan 75 menit. Kemudian saring diambil 0,5 ml pindahkan kedalam labu ukur 10 ml ditambahkan aquadest sampai tanda batas, sebelum dianalisis tambahkan pH stabilitas atau pH 5 dan alizarin 1 ml larutan dianalisis menggunakan Spektrofotometri UV-Visible dan dilakukan replikasi setiap variasi waktu sebanyak 3 kali (Hanifah & Hadisoebroto, 2021). Waktu optimum kulit pisang ambon adalah 60 menit pada 23,4%, dan kulit sukun 60 menit 27,4%. Pada waktu kontak optimum, kapasitas logam yang terserap bernilai maksimal. Kondisi optimum ini disebut dengan keadaan kesetimbangan adsorpsi. Pada gambar dapat terlihat bahwa setelah melewati waktu kontak optimum, efektivitas adsorpsi cenderung menurun. Hal ini karena terjadi proses penguraian kompleks adsorben dengan adsorbat menjadi molekul adsorben dan molekul adsorbat yang disebut desorpsi. Setelah melewati waktu kontak optimum, logam Pb yang teradsorpsi dalam serbuk kulit buah akan mengalami proses desorpsi. Jadi logam Pb yang terserap di permukaan kulit buah akan kembali berkurang (Kristiyani, Susatyo, & Prasetya, 2012).

Penentuan Massa/Dosis Optimum

Selain pH dan waktu kontak, faktor selanjutnya yang bertujuan menentukan efektivitas proses adsorpsi adalah massa adsorben. Variasi massa adsorben yang digunakan pada penelitian ini adalah 25 mg, 50 mg, 75 mg, 100 mg dan 125 mg. Penentuan massa optimum dilakukan dengan 10 beaker glass, masukkan sampel serbuk kulit buah ditimbang dengan berbagai variasi massa yaitu 25, 50, 75, 100 dan 125 mg, masing-masing ditambahkan ke dalam larutan sampel 10 mL limbah cair, pH 3 untuk pisang ambon dan pH 5 untuk sukun Selanjutnya dilakukan pengadukan dengan pengaduk magnetik pada pH optimum dan waktu kontak optimum. Kemudian saring lalu ambil 0,5 ml pindahkan kedalam labu ukur 10 ml tambahkan aquadest sampai tanda batas tambahkan pH 5 dan alizarin 1 ml larutan dianalisis menggunakan spektrofotometri UV-Visible dan dilakukan replikasi setiap variasi massa sebanyak 3 kali (Hanifah & Hadisoebroto, 2021). Dari hasil yang didapatkan, konsentrasi bioadsorben akan berpengaruh terhadap persentase hasil penyerapan logam Pb dalam limbah cair. Perbedaan hasil yang didapat dari tiap kulit dikarenakan perbedaan karakter dan komposisi bahan aktif dari dari setiap serbuk kulit buah. Dari gambar 4 bisa terlihat bahwa kulit pisang ambon mempunyai efektivitas adsorpsi rendah yaitu sebesar 29,7%. Sedangkan kulit sukun yang mempunyai efektivitas tertinggi adalah yaitu sebesar 79,6%. Hal tersebut dikarenakan kulit pisang mengandung pektin sebesar 10,63% dan selulosa 12,02% (Putra et al., 2019). Selulosa dan pektin merupakan komponen utama yang berperan dalam proses bioadsorpsi, karena kedua bahan tersebut memiliki banyak sekali gugus fungsi. Sedangkan kulit buah sukun mampu menyerap ion logam Pb^{2+} sebesar 97,89% dan Cd^{2+} sebesar 93,96% karena mengandung pektin citrus termodifikasi (Hendri & Marlina., 2010).

Uji verifikasi metode

Akurasi menunjukkan derajat kedekatan hasil analisis dengan kadar analit yang sebenarnya. Akurasi dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (% *recovery*). Akurasi dilakukan terhadap tiga konsentrasi standar berbeda, yaitu 10, 30, dan 75 ppm yang ditambahkan ke dalam sampel limbah cair, selanjutnya diukur menggunakan Spektrofotometri UV-Visible. Hasil perolehan kembali (% *recovery*) dengan konsentrasi penambahan standar (10, 30, dan 75 ppm) berturut-turut 93,02%; 97,3%; dan 97,1% Persen perolehan kembali yang memenuhi syarat keberterimaan yaitu 80-110% (Riyanto, 2017). Uji persisi ditentukan menggunakan 3 konsentrasi standar, yaitu konsentrasi 10, 30, dan 75 ppm,

yang ditambah sample limbah cair, kemudian diukur menggunakan Spektrofotometri UV-Visible sebanyak 7 kali pengulangan dan dihitung nilai *Relative Standar Deviation* (RSD/KV). Presisi diukur sebagai standar deviasi (SD) dan koefisien variasi (KV). Dalam penelitian ini menetapkan keterulangan metode sebagai parameter presisinya. Keterulangan merupakan keseksamaan metode jika dilakukan berulang kali oleh analis yang sama pada kondisi yang sama dan interval waktu yang pendek. Menunjukkan bahwa hasil relative standar deviation (RSD/KV) yaitu koefisien variasi yang diperoleh standar deviasi (SD) pada konsentrasi 10; 30; dan 75 ppm yaitu 0,5992; 0,6056; dan 0,62. Selanjutnya koefisien variasi (KV) yaitu 0,631%, 0,259% dan 1,134% tidak ada yang lebih dari 2%, sehingga nilai presisi telah memenuhi syarat parameter validasi (Riyanto, 2017). Uji presisi pada penelitian ini menghasilkan nilai %RSD dari limbah Pb adalah 0.008% dengan nilai SD 0,094. Nilai tersebut telah sesuai dengan syarat keberterimaan dari uji presisi yaitu $RSD < 2\%$ (Utami & Wulandari, 2019) (Standar Nasional Indonesia, 2018)

KESIMPULAN

Pada penelitian ini menunjukkan pisang ambon waktu optimum kulit pisang ambon adalah 60 menit pada 23,4%, dan kulit sukun 60 menit 27,4%. Dari data di atas dapat dikatakan bahwa bioadsorben kulit sukun memiliki efektivitas yang cukup baik dalam proses penyerapan Pb dengan nilai efektivitas sebesar 79,6%. Sedangkan bioadsorben yang mempunyai efektivitas adsorpsi yang paling rendah adalah serbuk kulit pisang yaitu sebesar sebesar 29,7%, pisang ambon dengan kondisi optimum pH 3, sedangkan sukun dengan kondisi optimum pH 5, waktu kontak 60 menit dan massa 125 mg semakin bertambahnya bobot maka semakin menurunnya absorbansi dari limbah. Berdasarkan data yang diperoleh dapat disimpulkan bahwa % efektivitas bioadsorben kulit sukun lebih efektif menyerap logam Pb dengan kandungan pektin yang dimiliki untuk menyerap pb hingga 97,89%.

Saran

Adapun saran penelito untuk penelitian kulit pisang ambon dan kulit sukun bisa melanjutkan penelitian yang sama namun, dengan menggunakan logam lain seperti Cu, Fe, atau yang lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adinugraha, H. A., Kartikawati, N. K., Setiadi, D., & Prastyono. (2014). *Pengembangan Teknik Budidaya Sukun (Artocarpus Altilis) Untuk Ketahanan Pangan* (Cetakan 1). PT Penerbit IPB Press.
- Adinugraha, H. A., & Susilawati, S. (2014). *Variasi Kandungan Kimia Tanaman Sukun Dari Beberapa Populasi Di Indonesia Sebagai Sumber Pangan Dan Obat*. *Jurnal Hutan Tropis*, 2(3), 226–232.
<http://ppjp.unlam.ac.id/journal/index.php/jht/article/view/2249>
- Apriani, R. (2021). *EFEKTIVITAS SERBUK KULIT SALAK (Salacca zalacca) SEBAGAI BIOADSORBEN LOGAM Pb (Timbal) DARI LIMBAH CAIR LABORATORIUM FARMASI*.
- Ariani, M. D., & Rahayu, D. (2016). Review Artikel: Penyisihan Logam Berat Dari Limbah Cair Laboratorium Kimia. *Farmaka*, 14(4), 89–97.
- Arifki, H. H., & Barliana, M. I. (2018). Karakteristik dan Manfaat Tumbuhan Pisang Di Indonesia : Review Artikel. *Jurnal Farmaka*, 16(3), 196–203.
- Crisnaningtyas, F., & Vistanty, H. (2016). *Pengolahan Limbah Cair Industri Farmasi Formulasi dengan Metode Anaerob-aerob dan Anaerob-koagulasi*.
<https://jrtpi.id/index.php/jrtpi/article/view/68/61>

- Daswi, D. R., Salasa, A. M., & Miri, R. (2017). *UJI AKTIVITAS EKSTRAK KULIT BUAH PISANG AMBON (Musa paradisiaca var. Savientum L.) TERHADAP PERTUMBUHAN Escherichia coli Dwi*. 2(February), 56–63.
- Hanifah, H. N., & Hadisoebroto, G. (2021). Perbandingan Efektivitas Bioadsorben Berbagai Serbuk Kulit Buah Terhadap Logam Pb Dari Limbah Cair Laboratorium Farmasi. *Al-Kimia*, 9(2), 188–200. <https://doi.org/10.24252/al-kimia.v9i2.24660>
- Hendra, R. (2015). Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Dasar Batubara Indonesia dengan Metode Aktivasi Fisika dan Karakteristiknya. *Skripsi*, 6–34.
- Hendri, L. Marlina, dan L. (2010). DIVERSIFIKASI PANGAN DAN GIZI DENGAN ALPUKAT, PISANG DAN SUKUN. *Seminar Nasional Program dan Strategi Pengembangan Buah Nusantara*, 176–189.
- Indarti, R. (2021). *UJI DAYA ADSORPSI KARBON AKTIF DARI KULIT SINGKONG TERHADAP ZAT WARNA*. 6.
- Issabayeva, G., Aroua, M. K., & Sulaiman, N. M. N. (2006). Removal of lead from aqueous solutions on palm shell activated carbon. *Bioresource Technology*, 97(18), 2350–2355. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.200>
- Kadja, G. T. M., & Ilimi, M. M. (2019). Indonesia Natural Mineral for Heavy Metal Adsorption: a Review. *Journal of Environmental Science and Sustainable Development*, 2(2), 139–164. <https://doi.org/10.7454/jessd.v2i2.1033>
- Kaleka, N. (2013). *Pisang-Pisang Komersial*. Arcita.
- Kristiyani, D., Susatyo, E. B., & Prasetya, A. T. (2012). Pemanfaatan Zeolit Abu Sekam Padi Untuk menurunkan Kadar Ion Pb²⁺ Pada Air Sumur, Indonesian. *Journal of Chemical Science*, 1(1).
- Kusmiati, A. R., & Hayati, N. (2020). Pemanfaatan Kitosan Dari Cangkang Udang sebagai Adsorben Logam Berat Pb pada Limbah Praktikum Kimia Farmasi. *Indonesian Journal of Laboratory*, 3(1), 6. <https://doi.org/10.22146/ijl.v3i1.60789>
- Lusiana. U. 2012. Penerapan Kurva Kalibrasi, Bagan Kendali Akurasi dan Persisi Sebagai Pengendalian Mutu Internal Pada Pengujian COD Dalam Air Limbah. *Biopropal Industri*. Vol. 3 No.1.
- Madjaga, B. H., Nurhaeni, & Rusian. (2017). *OPTIMALISASI EKSTRAKSI PEKTIN DARI KULIT BUAH SUKUN (Artocarpus altilis)*. 3(2), 158–165.
- Maghfirana, C. A. (2019). *KEMAMPUAN ADSORPSI KARBON AKTIF DARI LIMBAH KULIT SINGKONG TERHADAP LOGAM TIMBAL (PB) MENGGUNAKAN SISTEM KONTINYU*.
- Marzuki, A. (2012). *Kimia Analisis Farmasi*. Dua Satu Press.
- Marlinawati, Bohari, Y., & Alimuddin. (2016). Pemanfaatan Arang Aktif dari Kulit Durian (*Durio zibethinus L.*) sebagai Adsorben Ion Logam Kadmium (II). *Jurnal Kimia Mulawarman*, 13(1), 23-27.
- Nurhayati, I., Sugito, S., & Pertiwi, A. (2018). Pengolahan Limbah Cair Laboratorium dengan Adsorpsi dan Pretreatment Netralisasi dan Koagulasi. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 10(2), 125–138.

<https://doi.org/10.20885/jstl.vol10.iss2.art5>

- Nuridin, Nurwahida (2022) *ANALISIS RISIKO PAJANAN TIMBAL (Pb) DI UDARA TERHADAP ANAK SEKOLAH DI SDN 2 MAROS KABUPATEN MAROS = RISK ANALYSIS OF EXPOSURE TO LEAD (Pb) IN THE AIR TO SCHOOL CHILDREN AT SDN 2 MAROS, MAROS REGENCY*. Skripsi thesis, Universitas Hasanuddin.
- Putra, I. putra krysna A., Narwati, Hermiyanti, P., & Trisyanti, H. (2019). *Bioadsorben Kulit Pisang Kepok (Musa Acuminata L.) Dalam Menurunkan Kadar Timbal (Pb) Pada Larutan Pb*. 10(4), 1–7.
- Riyanto. (2002). *Validasi dan Verifikasi Metode Uji Sesuai Dengan ISO/IEC 17025 Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi*. Yogyakarta: Deepublish.
- Suarsa, I. W. (2015). SPEKTROSKOPI. *Fresenius' Zeitschrift für Analytische Chemie*, 222(1), 54–56. <https://doi.org/10.1007/BF00504655>
- Suhartati, T. (2017). *DASAR-DASAR SPEKTROFOTOMETRI UV-VIS DAN SPEKTROMETRI MASSA UNTUK PENENTUAN STRUKTUR SENYAWA ORGANIK* (cetakan). Aura.
- Tangio, J. (2013). Adsorpsi Logam Timbal (Pb) Dengan Menggunakan Biomassa Enceng Gondok (Eichhorniacrassipes). *Jurnal Entropi*, VIII.
- Utami, A. R., & Wulandari, C. (2019). Verifikasi Metode Pengujian Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam Air Limbah dengan Menggunakan Atomic Absorption Spectrophotometer. *Seminar Nasional Kimia dan Pembelajarannya*. Malang.
- Wardani, G. A., Abiya, S. L., & Setiawan, F. (2020). *ANALYSIS OF THE LEAD ON LIP TINT COSMETICS ON THE MARKET USING UV-VIS SPECTROPHOTOMETRY METHOD*. 5(1), 87–100. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v5i1.7598>
- Wati, E. I, H., Reny, S, S., Novi, M., Fransiska, J., W. 2016. Efektivitas Adsorpsi Logam Pb²⁺ Dan Cd²⁺ Menggunakan Media Adsorben Cangkang Telur Ayam. Vol. 5 No. 1. Program Studi S1 Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman
- Widayatno, T., Yuliawati, T., Susilo, A. A., Studi, P., Kimia, T., Teknik, F., & Muhammadiyah, U. (2017). Adsorpsi Logam Berat (Pb) dari Limbah Cair dengan Adsorben Arang Bambu Aktif. *Jurnal Teknologi Bahan Alam*, 1(1), 17–23.
- Wilyanda, & Chairul. (2015). *PENGOLAHAN LIMBAH CAIR LOGAM BERAT (LIMBAH B3) SECARA PRESIPITASI DAN KOAGULASI DI UPT PENGUJIAN DINAS PEKERJAAN UMUM*. 1–10.
- Wunas, Yeanny, & Susanti. (2011). *Analisa Kimia Farmasi Kuantitatif (revisi kedua)*. Dua Satu Press.
- Zein, R., Wardana, N., Refilda, & Aziz, H. (2018). *Kulit Salak sebagai Biosorben Potensial untuk Pengolahan Timbal(II) dan Cadmium(II) dalam Larutan*. 6(2), 56–64.