

EFEKTIVITAS KULIT SINGKONG, AMPAS TEBU DAN KULIT PISANG KEPOK SEBAGAI KARBON AKTIF

^KFara Chitra¹, Nuri Andriani², Hendra Budi Sungkawa³

¹Program Studi Diploma III Sanitasi, Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Pontianak, Pontianak, Indonesia

²Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis, Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Kemenkes Pontianak, Pontianak, Indonesia

³Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis, Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Poltekkes Kemenkes Pontianak, Pontianak, Indonesia

Info Artikel:

Disubmit: 21-09-2022

Direvisi: 15-06-2023

Diterima: 29-06-2023

Dipublikasi: 30-06-2023

^KPenulis Korespondensi:

Email: chitrafara@gmail.com

Kata kunci:

Ampas tebu,

Kadar timbal,

Karbon aktif,

Kulit singkong,

Pencemaran lingkungan

DOI: 10.47539/gk.v15i1.325

ABSTRAK

Limbah cair percetakan merupakan hasil dari kegiatan industri percetakan yang dapat mencemari lingkungan air dan tanah dengan cara melepaskan nitrat dan logam-logam berat yang terkandung didalamnya salah satunya yaitu timbal. Upaya yang dapat dilakukan untuk menurunkan kadar timbal (Pb) adalah dengan menggunakan adsorben. Adsorben yang paling banyak digunakan adalah karbon aktif. Ada beberapa bahan yang dapat digunakan sebagai bahan karbon aktif seperti kulit singkong, ampas tebu dan kulit pisang kepok yang mengandung selulosa. Tujuan penelitian ini adalah untuk membandingkan efektivitas karbon aktif terhadap penurunan kadar timbal limbah cair percetakan yang dibuat dengan variasi bahan yaitu kulit singkong, ampas tebu dan kulit pisang kepok. Desain penelitian ini berbentuk *Pre-Experimental Design* dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom untuk menentukan kadar timbal (Pb) pada limbah cair percetakan. Populasi pada penelitian ini adalah limbah cair percetakan yang dihasilkan dari sembilan percetakan yang berada di Kabupaten Sintang. Jumlah sampel yang digunakan adalah sebanyak 27 sampel yang terdiri dari limbah cair percetakan yang belum ditambahkan karbon aktif dan limbah cair percetakan yang sudah ditambahkan dengan karbon aktif yang dibuat dari kulit singkong, kulit pisang kepok dan ampas tebu. Hasil penelitian didapatkan bahwa dengan penambahan karbon kulit singkong, karbon ampas tebu dan karbon kulit pisang kepok didapatkan presentase penurunan sebesar 82,35%, 64,70% dan 52,94% dari kadar timbal (Pb) sebelum perlakuan. Penurunan kadar timbal (Pb) yang paling baik adalah dengan penambahan karbon aktif kulit singkong dengan presentase penurunan sebesar 82,35% dari rata-rata kadar timbal (Pb) 0,17 mg/L menjadi 0,03 mg/L. Berdasarkan uji Anova diperoleh nilai signifikansi dengan *p-value* = 0,000. Disimpulkan bahwa terdapat perbedaan efektivitas kulit singkong, kulit pisang kepok dan ampas tebu sebagai karbon aktif dalam menurunkan kadar timbal limbah cair percetakan.

ABSTRACT

Printing liquid waste is the result of printing industry activities which can pollute the water and soil environment by releasing nitrates and heavy metals contained therein, one of which is lead. Efforts that

can be made to reduce levels of information (Pb) are to use adsorbents. The most widely used adsorbent is activated carbon. Several materials can be used as active carbon materials, such as cassava peels, sugarcane pulp, and kapok banana peels containing cellulose. This study aimed to compare the effectiveness of activated carbon in reducing lead levels in printing liquid waste made with various materials, namely: cassava peel, sugarcane bagasse, and kapok banana peel. The research design is a Pre-Experimental Design with the Atomic Absorption Spectrophotometry method to determine the levels of lead (Pb) in printing wastewater. The population in this study was printing liquid waste generated from nine printing houses in Sintang District. The number of samples used was 27 consisting of printing liquid waste that had not been added activated carbon and printing liquid waste that had been added with activated carbon made from cassava peels, kapok banana peels, and sugarcane bagasse. The results showed that with cassava peel carbon, bagasse carbon, and kapok banana peel carbon, the percentage of lead (Pb) before treatment decreased by 82.35%, 64.70%, and 52.94%. The best reduction in lead (Pb) levels was the addition of activated carbon from cassava peels, with a reduction percentage of 82.35% from an average lead (Pb) content of 0.17 mg/L to 0.03 mg/L. Based on the ANOVA test, a significance value was obtained with p-value = 0.000. It was concluded that there were differences in the effectiveness of cassava peels, kapok banana peels, and bagasse as activated carbon in reducing lead levels in printing wastewater.

Keywords: Activated carbon, Environmental pollution, Lead content, Sugarcane bagasse, Cassava peel

PENDAHULUAN

Limbah dapat diartikan sebagai sisa atau hasil sampingan dari kegiatan manusia dalam upaya memenuhi kebutuhan hidupnya. Pembuangan limbah yang tidak diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke dalam lingkungan akan menyebabkan pencemaran (Rizalia and Arumsari, 2019). Limbah merupakan material sisa yang tidak diinginkan setelah berakhirnya suatu proses produksi atau kegiatan. Dalam kehidupan manusia limbah didefinisikan berdasarkan konsep lingkungan, sehingga limbah dibagi menjadi empat bagian berdasarkan jenisnya yaitu: limbah cair, limbah padat, limbah gas dan partikel, dan limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun) (Wasono, 2013). Golongan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) adalah limbah percetakan, karena termasuk kedalam limbah B3 maka limbah percetakan tidak dapat begitu saja ditimbun, dibakar atau dibuang ke lingkungan (Wasono, 2013). Limbah industri percetakan memiliki potensi untuk mencemari lingkungan air dan tanah dengan cara melepaskan nitrat dan logam berat yang terkandung di dalamnya (Iswanto, 2016).

Industri percetakan menghasilkan limbah cair yang mengandung bahan kimia berbahaya yakni logam berat diantaranya timbal (Pb), kromium (Cr) dan kobalt (Co). Logam berat yang mencemari badan air dapat masuk dan terakumulasi pada organisme air dan dapat menjadi bahan berbahaya jika dikonsumsi manusia. Limbah percetakan yang mengandung logam memiliki sifat toksik terhadap hewan dan manusia (Ihsan, Edwin and Vitri, 2017). Penelitian yang sudah dilakukan oleh Afrianita & Dewilda, (2013) menyebutkan bahwa dalam limbah cair percetakan di kota Padang terdapat kandungan logam berat untuk Timbal (Pb) sebesar 1,21 mg/l kemudian untuk Krom (Cr) sebesar 1,42 mg/l, sedangkan untuk Cobalt (Co) sebesar 0,50 mg/l dan untuk Mangan (Mn) sebesar 1,72 mg/l serta Timah (Sn) sebesar 1,02 mg/l (Afrianita and Dewilda, 2013).

Timbal yang menjadi sumber paparan pada industri percetakan berasal dari tinta cetak. Apabila jenis tinta yang digunakan adalah jenis tinta serbuk maka dapat menimbulkan debu yang mengandung timbal. Namun jenis tinta yang sering digunakan adalah tinta cetak jenis cair yang pada prinsipnya mengandung timbal dosis tinggi. Dalam industri percetakan, tinta yang sering digunakan mengandung timbal jenis ion organik yang biasa digunakan untuk tambahan pada tinta cetak dengan tujuan untuk melekatkan warna cetak dan memperkuat kualitas warna. Jenis Pb Sulfat dan Pb karbonat yang digunakan sebagai tambahan warna putih, Pb kromat sebagai tambahan warna kuning, jingga, merah dan hijau (Momongan, Rokot and T. Watung, 2019).

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat yang sangat berbahaya bagi kesehatan manusia serta merupakan unsur logam berat yang tidak dapat terurai oleh proses alam. Apabila timbal terhirup oleh manusia, akan beredar mengikuti aliran darah, diserap kembali di dalam ginjal dan otak, dan disimpan di dalam tulang dan gigi. Manusia terkontaminasi dengan timbal melalui udara, debu, air, dan makanan (Deviyanti, Sumiati and Herawati, 2014). Timbal yang masuk kedalam tubuh akan menimbulkan efek yang tidak baik bagi tubuh. Salah satunya adalah kemunduran IQ dan kerusakan otak yang ditimbulkan dari emisi timbal. Selain menyebabkan kemunduran IQ dan kerusakan otak, timbal juga berbahaya karena dapat mengakibatkan perubahan bentuk dan ukuran sel darah merah yang mengakibatkan tekanan darah tinggi (Deviyanti, Sumiati and Herawati, 2014).

Uji pendahuluan yang telah dilakukan terhadap 2 sampel limbah cair percetakan di Kota Sintang didapatkan kadar timbal (Pb) pada limbah percetakan pertama sebesar 0,06 mg/l dan limbah percetakan kedua sebesar 0,10 mg/l. Untuk baku mutu kadar timbal atau kadar maksimum timbal dalam limbah yaitu sebesar 0,01mg/l, sehingga sebelum dibuang di lingkungan perlu dilakukan pengolahan dengan tujuan agar kadar timbal dalam limbah turun. Metode yang dapat digunakan untuk mengurangi hingga menghilangkan zat pencemar dari air limbah yaitu adsorpsi. Proses adsorpsi dengan pilihan jenis adsorben yang tepat jika dibandingkan dengan proses lainnya merupakan proses yang sederhana tapi cukup efektif dalam penghilangan logam berat dari limbah cair. Salah satu material yang dapat dijadikan sebagai adsorben adalah karbon aktif kulit singkong, karbon aktif kulit pisang kepok, dan karbon aktif ampas tebu.

Kulit singkong merupakan limbah dari ubi kayu yang mengandung 59,31% karbon. Dengan adanya kandungan karbon yang cukup tinggi maka kulit singkong dapat dimanfaatkan sebagai karbon aktif atau arang aktif alami (Permatasari, Khasanah and Widowati, 2014). Selain memiliki kandungan karbon yang cukup tinggi, kulit singkong juga memiliki kandungan protein, selulosa non-reduksi, serat kasar yang tinggi HCN (asam sianida). Komponen-komponen tersebut mengandung gugus -OH, -NH₂, -SH dan -CN yang dapat mengikat logam (Permatasari, Khasanah and Widowati, 2014), sehingga kulit singkong dapat dimanfaatkan sebagai bahan karbon aktif untuk dijadikan adsorben.

Kulit pisang kepok memiliki komposisi kimia berupa selulosa, hemiselulosa, pigmen klorofil dan zat pektin yang mengandung asam galacturonic, arabinosa, galaktosa dan rhamnosa yang merupakan senyawa organik dan memiliki potensi cukup besar untuk dijadikan sebagai penyerap berupa karbon

aktif (Aulia, Juliasih and Rinawati, 2018). Selain komposisi kimia, kulit pisang memiliki kemampuan dalam mengikat ion logam berat. Dikarenakan dalam kulit pisang terdapat gugus fungsi yang berperan sebagai gugus aktif seperti gugus hidroksil (-OH) (Patracia, Moelyaningrum and Pujiati, 2019).

Ampas tebu mengandung material yang mengandung sebagian besar lignoselulosa. Komponen yang terkandung dalam ampas tebu yang jumlahnya besar yaitu selulosa sekitar 37%, lignin 21%, dan hemiselulosa 28% (Putri, Haryati and Rahmatullah, 2019). Selulosa merupakan senyawa yang karakter hidrofilik karena adanya gugus hidroksil pada tiap unit polimernya, permukaan gugus fungsi selulosa alam ataupun turunannya dapat berinteraksi secara fisik atau kimia dengan logam berat (Tasanif, Isa dan Kunusa, 2020). Dengan kandungan selulosa yang cukup tinggi dan keberadaannya yang mudah didapat. Hal itu menjadi salah satu keunggulan ampas tebu jika digunakan sebagai bahan karbon aktif.

Karbon aktif merupakan padatan amorf berbentuk heksagonal datar dengan sebuah atom C pada setiap sudutnya serta mempunyai permukaan yang luas dan jumlah pori yang sangat banyak. Karbon aktif adalah bentuk umum dari berbagai macam produk yang mengandung karbon yang telah diaktifkan untuk meningkatkan luas permukaannya (Santoso, Sanjaya dan Ayucitra, 2018). Senyawa karbon yang telah diproses dengan cara aktivasi sehingga senyawa tersebut memiliki pori dan luas permukaan yang sangat besar dengan tujuan untuk meningkatkan daya adsorpsinya. Material yang unik karena memiliki pori dengan ukuran skala molekul (nanometer) adalah karbon aktif. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa-senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif, tergantung pada besar atau volume pori-pori dan luas permukaan. Struktur pori ini erat kaitannya dengan daya serap karbon, dimana semakin banyak pori-pori pada permukaan karbon aktif maka daya adsorpsinya juga semakin meningkat, dengan demikian kecepatan adsorpsinya akan bertambah (Laos dan Selan, 2016).

Penelitian yang dilakukan oleh Deviyanti dkk., (2014) menyebutkan bahwa arang kulit singkong harus diaktivasi dengan larutan NaOH 2% selama 3 jam. Sampel pemeriksaan yang digunakan yaitu larutan Pb²⁺ dengan konsentrasi 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm dan 30 ppm. Hasil yang diperoleh yaitu kapasitas adsorpsi arang aktif kulit singkong terhadap ion Pb²⁺ adalah 3,1622 mg/g yang diperoleh pada waktu kontak 100 menit (Deviyanti, Sumiati and Herawati, 2014).

Penelitian yang dilakukan oleh Ikna & Yeremiah, (2017) menyebutkan bahwa pembuatan arang aktif kulit pisang kepok dilakukan dengan penambahan aktivator NaOH dengan konsentrasi yang bervariasi yaitu 0,0 M, 5,0 M; 10,0M, 15,0 dan 20,0 M. Dari penelitian yang dilakukan didapatkan hasil konsentrasi optimum aktivator NaOH untuk daya serap Pb (II) dihasilkan pada konsentrasi 5,0 M dengan kapasitas adsorpsi 0,36mg/g (Ikna and Yeremiah, 2017).

Penelitian yang dilakukan oleh Putri et al., (2019) menyebutkan bahwa suhu karbonisasi terhadap kualitas karbon aktif dari limbah ampas tebu dilakukan dengan memvariasikan temperatur pada 300°C, 350°C, dan 400°C pada saat pembuatan arang aktif. Untuk mendapat suhu optimum yang menghasilkan karbon aktif dengan kualitas paling baik sesuai dengan Standar Nasional Indonesia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon aktif dari limbah ampas tebu memiliki kualitas terbaik pada temperatur karbonisasi 300°C, dengan kadar air 8,40%, kadar abu 8,88% dan daya serap iodine sebesar 142,9.

Karakteristik yang dihasilkan telah memenuhi Standar Nasional Indonesia untuk kriteria arang aktif serbuk (Putri, Haryati and Rahmatullah, 2019). Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan Efektivitas Kulit Singkong, Ampas Tebu Dan Kulit Pisang Kepok Sebagai Karbon Aktif Dalam Menurunkan Kadar Timbal Limbah Cair Percetakan”.

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian *Pre-Eksperimental* dengan desain *one-group pretest-posttest* yaitu melakukan *pretest* (sebelum diberi perlakuan) kemudian dibandingkan dengan *posttest* (setelah dilakukan perlakuan) (Sugiyono, 2016). Penelitian ini telah dilakukan pada bulan Juni - Juli 2022. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Politeknik Kesehatan Kemenkes Pontianak dan Analisis Kadar Pb dilakukan di Laboratorium Kualitas dan Kesehatan Lahan Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura. Populasi dalam penelitian ini adalah limbah cair percetakan yang dihasilkan dari sembilan percetakan yang berada di Kab. Sintang. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah cair percetakan yang belum ditambahkan dengan karbon aktif dan limbah cair percetakan yang sudah ditambahkan dengan karbon aktif yang dibuat dari kulit singkong, ampas tebu dan kulit pisang kepok. Jumlah sampel yang diperiksa adalah 27 sampel. Teknik pengambilan sampel yaitu *Purposive Sampling* yaitu teknik penentuan sampel dengan pertimbangan atau kriteria tertentu. Adapun kriteria dalam pengambilan sampel pada penelitian ini sebagai berikut: 1) Limbah cair yang mengandung kadar logam timbal diatas batas normal, 2) Limbah cair yang berwarna hitam atau gelap, 3) Limbah cair percetakan yang berada di wilayah kota Sintang. Untuk kriteria kulit singkong yang akan dijadikan karbon aktif adalah sebagai berikut: 1) Kulit singkong yang berwarna putih atau pada bagian korteks singkong, 2) Kulit singkong yang utuh atau tidak rusak akibat hama, 3) Kering. Kriteria ampas tebu yang akan dijadikan karbon aktif sebagai berikut: 1) Batang tebu yang sudah diambil sarinya, 2) Kering. Kriteria kulit pisang kepok yang akan dijadikan karbon aktif sebagai berikut: 1) Kulit pisang yang berwarna kuning, 2) Kulit pisang yang tidak rusak akibat dimakan hama, 3) Kering.

Pengumpulan data dilakukan dengan pemeriksaan kadar timbal (Pb) menggunakan metode *atomic absorption spectroscopy* (AAS). Data yang terkumpul pada penelitian ini akan diolah dan dianalisis menggunakan program komputer dengan uji ANOVA (*Analysis of Variance*).

HASIL

Tabel 1. Hasil pengukuran kadar timbal pada kelompok intervensi kulit singkong, ampas tebu dan kulit pisang kepok

Replikasi	Kadar logam Timbal (Pb)			
	(mg/L)			
	A	B	C	D
1	0,13	0,03	0,05	0,06
2	0,17	0,03	0,06	0,08
3	0,22	0,04	0,08	0,11
4	0,19	0,04	0,07	0,09
5	0,12	0,02	0,04	0,06

Tabel 1. Hasil pengukuran kadar timbal pada kelompok intervensi kulit singkong, ampas tebu dan kulit pisang kepek (Lanjutan)

Replikasi	Kadar logam Timbal (Pb)			
	(mg/L)			
	A	B	C	D
6	0,23	0,06	0,08	0,11
7	0,14	0,03	0,05	0,07
8	0,11	0,02	0,04	0,05
9	0,20	0,05	0,07	0,10
Rata-rata	0,17	0,03	0,06	0,08

Keterangan: 1-9 = sampel limbah cair percetakan yang digunakan.

- A = Sampel limbah cair percetakan yang tidak ditambahkan karbon aktif kulit singkong, kulit pisang kepek dan ampas tebu.
- B = Sampel limbah cair percetakan setelah ditambahkan karbon kulit singkong yang teraktivasi Kalium Hidroksida 3M dan diaduk selama 100 menit.
- C = Sampel limbah cair percetakan setelah ditambahkan karbon ampas tebu yang teraktivasi Kalium Hidroksida 3M dan diaduk selama 100 menit.
- D = Sampel limbah cair percetakan setelah ditambahkan karbon kulit pisang kepek yang teraktivasi Kalium Hidroksida 3M dan diaduk selama 100 menit.

Tabel 1 menunjukkan bahwa rerata kadar timbal tertinggi pada kelompok D dengan rata-rata kadar timbal (Pb) sebesar 0,08 mg/L.

Tabel 2. Presentase penurunan kadar timbal (Pb) terhadap perlakuan sampel

No	Perlakuan	Rata-rata Kadar timbal (Pb) (mg/L)	Presentase Penurunan kadar Timbal (Pb) (%)
A	Sampel limbah cair percetakan sebelum ditambahkan karbon aktif kulit singkong, kulit pisang kepek dan ampas tebu.	0,17	0
B	Penambahan karbon aktif kulit singkong pada sampel limbah cair percetakan.	0,03	82,35
C	Penambahan karbon aktif ampas tebu pada sampel limbah cair percetakan.	0,06	64,70
D	Penambahan karbon aktif kulit pisang kepek pada sampel limbah cair percetakan.	0,08	52,94

Tabel 2 menunjukkan bahwa penurunan tertinggi ada di kelompok penambahan karbon aktif kulit pisang kepek sebesar 82,35% dari 0,17 mg/L menjadi 0,03 mg/L.

Tabel 3. Analisis perbedaan efektivitas kulit singkong, ampas tebu dan kulit pisang kepek sebagai karbon aktif dalam menurunkan kadar timbal limbah cair percetakan

Variabel	N	Nilai Minimum Kadar Timbal (Pb)	Nilai Maximum Kadar Timbal (Pb)	Rata-rata	Simpangan Baku
Karbon aktif Kulit Singkong	9	0,02	0,06	0,035	0,013
Karbon aktif Ampas Tebu	9	0,04	0,08	0,060	0,016
Karbon aktif Kulit Pisang Kepek	9	0,05	0,11	0,081	0,022

Tabel 3 menunjukkan bahwa simpangan baku tertinggi yaitu pada karbon aktif kulit pisang kepok sebesar 0,022 mg/L.

Tabel 4. Perbedaan efektivitas kulit singkong, ampas tebu dan kulit pisang kepok sebagai karbon aktif dalam menurunkan kadar timbal limbah cair percetakan.

Kadar Timbal	Jumlah Kuadrat	Derajat Kebebasan	Rata-rata Jumlah Kuadrat	ANOVA <i>p-value</i>
Between Groups	0,009	2	0,005	0,000
Within Groups	0,008	24	0,000	
Total	0,017	26		

Tabel 4 menunjukkan bahwa karbon aktif kulit singkong, ampas tebu dan kulit pisang kepok efektif dalam menurunkan kadar timbal limbah cair percetakan dengan nilai signifikansi $p < 0,05$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat perbedaan secara signifikansi antara penambahan karbon aktif kulit singkong, ampas tebu dan kulit pisang kepok dalam menurunkan kadar timbal limbah cair percetakan. Karena terdapat perbedaan secara signifikan dari penambahan karbon aktif dalam menurunkan kadar timbal, maka tahap selanjutnya dilakukan uji lanjut (*Post Hoc Test*) dengan menggunakan metode *Tukey*.

Tabel 5. Uji lanjut Anova (*Post Hoc Test*) metode *Tukey* perbedaan efektivitas kulit singkong, ampas tebu dan kulit pisang kepok sebagai karbon aktif dalam menurunkan kadar timbal limbah cair percetakan.

(I) Kode Sampel	(J) Kode Sampel	Rata-rata Perbedaan (I-J)	Standar Error	<i>p-value</i>	95% CI	
					Batas Bawah	Batas Atas
Kulit Singkong	Ampas Tebu	-0,02444*	0,00834	0,019	-0,0453	-0,0036
	Kulit Pisang Kepok	-0,04556*	0,00834	0,000	-0,0664	-0,0247
Ampas Tebu	Kulit singkong	0,02444*	0,00834	0,019	0,0036	0,0453
	Kulit Pisang Kepok	-0,02111*	0,00834	0,047	-0,0419	-0,0003
Kulit Pisang Kepok	Kulit Singkong	0,04556*	0,00834	0,000	0,0247	0,0664
	Ampas Tebu	0,02111*	0,00834	0,047	0,0003	0,0419

*Perbedaan rata-rata signifikan pada tingkat 0,05

Tabel 5 menunjukkan bahwa untuk jenis karbon aktif antara kulit singkong dan ampas tebu diperoleh nilai *p-value* $0,019 < 0,05$, dengan rata-rata perbedaan adalah -0,02444. Artinya dengan pemberian karbon aktif kulit singkong lebih efektif dalam menurunkan kadar timbal dibandingkan dengan pemberian ampas tebu dengan perbedaan penurunan sebesar 0,02444.

Untuk jenis karbon aktif antara kulit singkong dan kulit pisang kepok diperoleh nilai signya $0,000 < 0,05$, dengan rata-rata perbedaan adalah -0,04556. Artinya dengan pemberian karbon aktif kulit singkong lebih efektif dalam menurunkan kadar timbal dibandingkan dengan pemberian kulit pisang kepok dengan perbedaan penurunan sebesar 0,04556.

Untuk jenis karbon aktif antara ampas tebu dan kulit pisang kepok diperoleh nilai *p-value* $0,047 < 0,05$, dengan rata-rata perbedaan adalah -0,02111. Artinya dengan pemberian karbon aktif ampas tebu lebih efektif dalam menurunkan kadar timbal dibandingkan dengan pemberian kulit pisang kepok dengan perbedaan penurunan sebesar 0,02111.

BAHASAN

Tabel 1 diketahui bahwa rata-rata kadar timbal (Pb) dalam limbah cair percetakan sebesar 0,17 mg/L. Kadar timbal (Pb) dalam limbah cair percetakan tersebut melebihi baku mutu yang ditetapkan oleh Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah yaitu sebesar 0,01 mg/L. Jika dibandingkan dengan kadar timbal (Pb) pada limbah cair percetakan yang sudah dilakukan perlakuan terdapat penurunan kadar timbal (Pb). Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat adanya presentase penurunan kadar timbal (Pb) pada limbah cair percetakan yang sudah ditambahkan karbon aktif kulit singkong, ampas tebu dan kulit pisang kepok yaitu sebesar 82,35%, 64,70% dan 52,94%. Terdapat perbedaan efektivitas kulit singkong, kulit pisang kepok dan ampas tebu sebagai karbon aktif dalam menurunkan kadar timbal (Pb) limbah cair percetakan.

Karbon aktif yang digunakan pada penelitian ini yaitu karbon aktif yang terbuat dari kulit singkong basah, tebu yang sudah diambil sarinya, dan kulit pisang kepok yang buahnya sudah dikonsumsi dengan massa awal semua bahan sebanyak 5.000 gram. Kemudian dilakukan proses pengeringan dibawah sinar matahari, setelah proses pengeringan diperoleh massa sebesar 3.500 gram untuk kulit singkong, 4.000 gram untuk ampas tebu dan 3.750 gram untuk kulit pisang kepok. Proses selanjutnya yaitu karbonisasi menggunakan tanur terhadap tiga bahan karbon aktif, kemudian didapatkan massa kulit singkong sebanyak 220 gram, massa ampas tebu sebanyak 300 gram dan massa kulit pisang kepok sebanyak 255 gram. Kemudian dilakukan aktivasi menggunakan KOH 3 M yang didiamkan selama 24 jam. Setelah 24 jam dilakukan pencucian dengan aquadest hingga pH netral. Selanjutnya karbon aktif dikeringkan menggunakan oven sehingga didapatkan massa karbon aktif kulit singkong sebanyak 185 gram, karbon aktif ampas tebu sebanyak 225 gram dan karbon aktif kulit pisang kepok sebanyak 217 gram.

Penurunan kadar timbal (Pb) pada limbah cair percetakan yang paling efektif yaitu pada penambahan karbon aktif kulit singkong dengan presentase penurunan kadar timbal sebesar 82,35% dari 0,17 mg/L menjadi 0,03 mg/L. Hal ini disebabkan kandungan karbon pada kulit singkong lebih tinggi dibandingkan ampas tebu dan kulit pisang kepok yaitu sebesar 59,31% (Permatasari, Khasanah and Widowati, 2014). Selain kandungan karbon, selulosa yang terkandung dalam bahan karbon aktif menjadi penyebab penurunan kadar timbal (Pb) dalam limbah cair percetakan.

Selulosa merupakan senyawa yang karakter hidrofilik karena adanya gugus hidroksil pada tiap unit polimernya, permukaan gugus fungsi selulosa alam ataupun turunannya dapat berinteraksi secara fisik atau kimia dengan logam berat (Tasanif, Isa and Kunusa, 2020). Kandungan selulosa pada kulit singkong lebih tinggi dibandingkan dengan kulit pisang kepok dan ampas tebu yaitu sebesar 83,9% (Santoso, Sanjaya and Ayucitra, 2018), sedangkan pada ampas tebu sebesar 52,4% (Rizka Fithriatussalihah, 2016) dan untuk kulit pisang kepok sebesar 18,7% (Patracia, 2019).

Daya serap terhadap Iod (adsorpsi Iod) mengindikasikan kemampuan karbon aktif untuk mengadsorp komponen dengan berat molekul rendah. Karbon aktif dengan kemampuan menyerap Iod tinggi berarti memiliki luas permukaan yang lebih besar dan juga memiliki struktur mikro dan pori yang

lebih besar (Permatasari, Khasanah and Widowati, 2014). Daya serap terhadap iodine ditentukan dengan tujuan mengetahui kemampuan adsorpsi dari adsorben yang dihasilkan terhadap larutan berbau. Daya serap terhadap iodine adalah jumlah miligram iodine yang diadsorpsi oleh satu gram karbon aktif.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Permatasari et al., (2014), didapatkan hasil bahwa kulit singkong memiliki daya serap Iod sebesar 1.217,13 mg/g yang sudah memenuhi standar SNI 06-3730-1995 tentang arang aktif teknis, untuk daya serap terhadap Iod disyaratkan jumlah minimal 750 mg/g (Permatasari, Khasanah and Widowati, 2014). Berbeda dengan daya serap Iod karbon aktif ampas tebu dan karbon aktif kulit pisang kepok yang belum memenuhi standar SNI. Karbon aktif ampas tebu memiliki daya serap Iod sebesar 426,48 mg/g sedangkan untuk karbon aktif kulit pisang kepok memiliki daya serap Iod sebesar 37,95 mg/g (Masriatini, 2017). Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan dimana karbon aktif kulit singkong lebih efektif menurunkan kadar timbal (Pb) dibandingkan karbon aktif ampas tebu dan karbon aktif kulit pisang kepok dengan nilai presentase penurunan sebesar 82,35%. Sedangkan karbon aktif ampas tebu presentase penurunannya sebesar 64,70% dan karbon aktif kulit pisang kepok sebesar 52,94%.

Kadar timbal (Pb) yang berhasil diturunkan oleh karbon aktif kulit singkong, karbon aktif kulit pisang kepok dan karbon aktif ampas tebu masih belum mencapai nilai normal kadar timbal (Pb) yang diperbolehkan menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, untuk baku mutu kadar timbal atau kadar maksimum tmbal dalam limbah yaitu sebesar 0,01 mg/L. Sehingga jika limbah ingin dibuang ke lingkungan perlu dilakukan perlakuan lebih lanjut seperti menambahkan massa karbon aktif ke dalam sampel dan menambah waktu kontak.

SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan kesimpulan bahwa terdapat perbedaan efektivitas kulit singkong, ampas tebu dan kulit pisang kepok sebagai karbon aktif dalam menurunkan kadar timbal (Pb) limbah cair percetakan. Penelitian selanjutnya di sarankan untuk bisa menambahkan massa dari karbon aktif kulit singkong, ampas tebu dan kulit pisang kepok dan juga bisa memvariasikan waktu kontak.

RUJUKAN

- Afrianita, R. and Dewilda, Y. (2013) 'Efisiensi Dan Kapasitas Penyerapan Fly Ash Sebagai Adsorben Dalam Penyisihan Logam Timbal (Pb) Limbah Cair Industri Percetakan Di Kota Padang', *Jurnal Dampak*, 10(1), p. 1. doi: 10.25077/dampak.10.1.1-10.2013.
- Aulia, R., Juliasih, N. L. G. R. and Rinawati, R. (2018) 'Pembuatan dan karakterisasi karbon aktif Dari kulit pisang kepok (musa paradisiaca l.) Sebagai adsorben Senyawa polisiklik aromatik hidrokarbon fenantrena', *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 3(02), pp. 126–138. doi: 10.23960/aec.v3.i2.2018.p126-138.
- Deviyanti, Sumiati, S. and Herawati, N. (2014) 'Kapasitas Adsorpsi Arang Aktif Kulit Singkong terhadap Ion Logam Timbal (Pb²⁺)', *Jurnal Chemica*, 15(2), pp. 58–65.

- Ihsan, T., Edwin, T. and Vitri, R. Y. (2017) 'Analisis LC50 Logam Pb, Co dan Cr Terhadap Ikan Mas (*Cyprinus carpio*. L) Pada Limbah Cair Industri Percetakan Kota Padang', *Jurnal Dampak*, 14(2), p. 98. doi: 10.25077/dampak.14.2.98-103.2017.
- Ikna, S. J. and Yeremiah, R. C. (2017) 'Pengaruh Konsentrasi Larutan NaOH Pada Arang Aktif Kulit Pisang Kepok Untuk Adsorben Logam Timbal (Pb^{2+})', in. Prosiding Seminar Nasional, pp. 139–149.
- Iswanto, W. N. A. (2016) *Penurunan Kadar Logam Timbal pada Limbah Cair Percetakan dengan Zeolit Alam Teraktivasi (Studi pada Limbah Cair Percetakan X Jember)*, Digital Repository Universitas Jember.
- Laos, L. E. and Selan, A. (2016) 'Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Karbon Aktif', *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*, 1(1), pp. 32–36. doi: 10.26737/jipf.v1i1.58.
- Masriatini, R. (2017) 'Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Pisang', *Journal Redoks*, 2(1), pp. 53–57.
- Momongan, A., Rokot, A. and T. Watung, A. (2019) 'Hubungan Lama Kerja Dengan Paparan Timbal (Pb) Dalam Urine Pada Operator Percetakan Di Pt Manado Persada Madani', *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 9(2), pp. 93–99. doi: 10.47718/jkl.v9i2.672.
- Najib, C. A. M. and Nuzlia, C. (2019) 'Uji Kadar Flourida Pada Air Minum Dalam Kemasan (Amdk) Dan Air Sumur Secara Spektrofotometri Uv-Vis', *Amina*, 1(2), pp. 84–90. doi: 10.22373/amina.v1i2.43.
- Patracia, D., Moelyaningrum, A. D. and Pujiati, R. S. (2019) 'Arang Aktif Kulit Pisang Kepok Dalam Mengikat Logam Berat Timbal', *Jurnal Berkala Kesehatan*, 5(1), p. 18. doi: 10.20527/jbk.v5i1.5939.
- Permatasari, A. R., Khasanah, L. U. and Widowati, E. (2014) 'Karakterisasi Karbon Aktif Kulit Singkong (Manihot utilisima) Dengan Variasi Jenis Aktivator', *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 7(2), pp. 0–6. doi: 10.20961/jthp.v0i0.13004.
- Putri, R. W., Haryati, S. and Rahmatullah (2019) 'Pengaruh suhu karbonisasi terhadap kualitas karbon aktif dari limbah ampas tebu', *Jurnal Teknik Kimia*, 25(1), pp. 1–4. doi: 10.36706/jtk.v25i1.13.
- Rizalia, U. and Arumsari, A. (2019) 'Pengolahan Limbah Tekstil Menggunakan Teknik Mixed Media pada Busana Secondhand', *e-Proceeding of Art & Design*, 6(2), pp. 2152–2158.
- Santoso, S. P., Sanjaya, N. and Ayucitra, A. (2018) 'Pemanfaatan kulit singkong sebagai bahan baku pembuatan Natrium Karbosimetil Selulosa', *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 11(3), p. 124. doi: 10.5614/jtki.2012.11.3.1.
- Sugiyono (2016) *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: CV Alfabeta.
- Tasanif, R., Isa, I. and Kunusa, W. R. (2020) 'Potensi Ampas Tebu Sebagai Adsorben Logam Berat Cd, Cu dan Cr', *Jambura Journal of Chemistry*, 2(1), pp. 35–45. doi: 10.34312/jambchem.v2i1.2608.
- Wasono, A. B. (2013) *Pengolahan Lmbah Industri Percetakan*. Bandung: Yrama Widya Bandung.