

KAJIAN LITERATUR PEMANFAATAN ADSORBEN ARANG AKTIF LIMBAH ORGANIK TERMODIFIKASI SURFAKTAN (SLS/SDS) TERHADAP ION LOGAM BERAT

LITERATURE REVIEW OF THE USE OF SURFACTANT (SLS/SDS) MODIFIED ORGANIC WASTE ACTIVATED CHARCOAL ADSORBENTS AGAINST HEAVY METAL IONS

Patrycia Zulliani Terra*, Bohari Yusuf, Ika Yekti Lianasari

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman
Jalan Barong Tongkok No. 4 Kampus Gunung Kelua, Samarinda, 75123

*E-mail: patryciazt24@gmail.com

Diterbitkan: 31 Oktober 2024

ABSTRACT

A literature review of the use of surfactant-modified organic waste activated charcoal adsorbents (SLS/SDS) on the percent absorption and adsorption capacity of heavy metal ions has been carried out. The surfactants used are sodium lauryl sulfhate (SLS) and sodium dodecyl sulfhate (SDS). The organic waste activated charcoal used includes rice husks, teak wood sawdust, bamboo, salak fruit skin and coconut shells. From this study, it was found that activated charcoal predominantly contains cellulose and its derivatives which can be a carbon source. Modification with surfactants (SLS/SDS) aims to increase the adsorption capacity, absorption percentage and also the surface area of the adsorbent. The modification process is by mixing surfactant and activated charcoal with a certain weight and then homogenizing. The mixture was then neutralized with distilled water. Next, it is placed in the oven at a certain temperature, then crushed and sieved with a 100 mesh size. Next, the activated charcoal-surfactant adsorbent is contacted with heavy metal ions such as Pb^{2+} , Cr^{3+} , Cr^{6+} , and Ni^{2+} . The absorption results obtained ranged from 93.50 – 99.89%, with an adsorption capacity of 0.144 – 81.300 mg/g. The size of the percent absorption value and adsorption capacity is influenced by the surface area, activator substance, contact time, pH, and also the concentration of the adsorbate.

Keywords: Activated Charcoal, Heavy Metal Ions, SLS, SDS, Modification

PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara agraris yang mempunyai kekayaan alam, keanekaragaman hayati dan berpeluang besar bagi pengembangan budidaya pertanian. Penduduk yang bermata pencaharian dari sektor pertanian jumlahnya sangat besar, begitu pula dengan produk nasional yang berasal dari pertanian (Nugraha dan Sopandi, 2022). Pertanian konvensional seringkali menghadapi masalah seperti penurunan kesuburan tanah, degradasi lingkungan, dan polusi yang berdampak negatif pada kesehatan manusia dan ekosistem. Salah satu solusi potensial untuk mengatasi masalah ini adalah dengan mengintegrasikan pengelolaan sampah organik dalam sistem pertanian (Nurani, 2023).

Sampah organik, termasuk sisa-sisa tanaman, limbah pertanian, dan sisa makanan, merupakan sumber daya berharga yang dapat didaur ulang menjadi pupuk organik. Penggunaan pupuk organik dapat meningkatkan kesuburan tanah, meningkatkan ketersediaan nutrisi bagi tanaman, dan mengurangi ketergantungan pada pupuk kimia yang berbahaya bagi lingkungan. Selain itu, pengelolaan sampah organik juga dapat mengurangi jumlah sampah yang dibuang ke tempat pembuangan akhir, mengurangi emisi gas rumah kaca, dan meningkatkan efisiensi sumber daya dalam pertanian (Husega dkk., 2023).

Dalam bidang kimia, limbah organik banyak digunakan sebagai bahan pembuatan pupuk, adsorben dan lain-lain. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Anisyah dkk, (2021) digunakan limbah tempurung kelapa sebagai bahan alternatif pembuatan arang aktif sebagai adsorben dengan diperoleh karbon sebesar 90,2% karbon, persen penyerapan sebesar 99,893% dan kapasitas adsorpsi sebesar 1,498 mg/g.

This is an open-access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Adsorpsi adalah suatu fenomena permukaan karena akumulasi suatu spesies pada batas permukaan padat-cair. Adsorpsi dapat terjadi karena adanya gaya tarik-menarik. Adapun tipe dari adsorpsi ada dua yaitu, Adsorpsi fisik atau dikenal dengan Van der Waals dan yang kedua yaitu Adsorpsi kimia. Dimana adsorpsi fisika sendiri yaitu terjadinya adsorpsi non-spesifik dan non-selektif yang disebabkan gaya tarik menarik karena adanya ikatan koordinasi hidrogen dan gaya Van der Waals.

Molekul yang teradsorpsi terikat pada permukaan secara lemah dan panas adsorpsinya rendah. Jika adsorbat dan permukaan adsorben bereaksi secara kimiawi maka disebut *chemisorption*. Nilai panas adsorpsi setara dengan reaksi kimia karena adanya ikatan kimia yang terbentuk maupun yang terputus selama proses adsorpsi. Untuk membedakan kedua fenomena proses adsorpsi tersebut maka digunakan variabel suhu. Adsorpsi fisik ditandai dengan penurunan jumlah yang teradsorpsi dengan peningkatan suhu.

Terdapat beberapa hal yang mempengaruhi adsorpsi, antara lain sebagai berikut :

1. Macam-macam Adsorben.

- a. Adsorben Polar: Adsorben polar mempunyai daya adsorpsi yang besar terhadap asam karboksilat, alkohol, alumina, keton dan aldehid. Contohnya adalah alumina.
- b. Adsorben non Polar: Adsorben non polar mempunyai daya adsorpsi yang besar terhadap amin dan senyawa yang bersifat basa. Contohnya adalah silica.
- c. Adsorben Basa: Adsorben basa mempunyai daya adsorpsi yang besar terhadap senyawa yang bersifat asam. Contohnya adalah Magnesia.

2. Macam-macam Adsorbat

Jika zat yang diadsorpsi merupakan elektrolit maka adsorpsi akan berjalan lebih cepat dan hasil adsorpsi lebih banyak jika dibandingkan dengan larutan non elektrolit. Hal ini disebabkan karena larutan elektrolit terionisasi sehingga didalam larutan terdapat ion-ion dengan muatan berlawanan yang menyebabkan gaya tarik-menarik Van der Waals semakin besar, berarti daya adsorpsi semakin besar.

3. Konsentrasi Masing-Masing Zat

Jika konsentrasi (C) makin besar, maka jumlah solute yang teradsorpsi semakin besar.

4. Luas Permukaan

Makin luas permukaan adsorben (adsorben makin kecil ukurannya), maka adsorpsi yang terjadi makin besar karena kemungkinan zat yang menempel pada permukaan adsorben bertambah. Hal ini menyebabkan bagian yang semula tidak berfungsi sebagai permukaan (bagian dalam) setelah digerus akan berfungsi sebagai permukaan.

5. Tekanan

Jika tekanan diperbesar molekulmolekul adsorbat akan lebih cepat teradsorpsi, akibatnya jumlah adsorbat yang terserap bertambah banyak. Jadi tekanan memperbesar jumlah zat yang teradsorpsi.

6. Daya Larut terhadap Adsorben

Jika daya larut tinggi maka proses adsorpsi akan terhambat karena gaya untuk melarutkan solute/adsorbat berlawanan dengan gaya tarik adsorben terhadap adsorbat.

7. Koadsorpsi

Suatu adsorben yang telah mengadsorpsi suatu zat akan mempunyai daya adsorpsi yang lebih besar terhadap adsorbat tertentu daripada daya adsorpsi awal.

8. Pengadukan

Jika dilakukan pengadukan, semakin cepat pengadukan maka molekul-molekul adsorbat dan adsorben akan saling bertumbukan sehingga akan mempercepat proses adsorpsi.

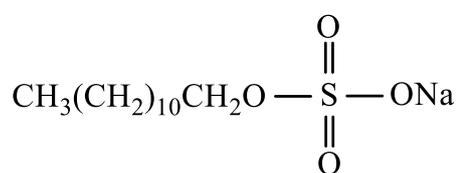
Permukaan padatan yang kontak dengan suatu larutan cenderung untuk menghimpun lapisan dari molekul molekul zat terlarut pada permukaannya akibat ketidakseimbangan gaya-gaya pada permukaan. Adsorpsi kimia menghasilkan pembentukan lapisan monomolekular adsorbat pada permukaan melalui gaya-gaya dari valensi sisa dari molekul-molekul pada permukaan. Adsorpsi fisika diakibatkan kondensasi molekular dalam kapiler kapilerdari padatan. Secara umum, unsur-unsur dengan berat molekul yang lebih besar akan lebih mudah diadsorpsi.

Terjadi pembentukan yang cepat sebuah kesetimbangan konsentrasi antarmuka, diikuti dengan difusi lambat ke dalam partikel-partikel karbon. Laju adsorpsi keseluruhan dikendalikan oleh kecepatan difusi dari molekul-molekul zat terlarut dalam pori-pori kapiler dari partikel karbon. Kecepatan itu berbanding terbalik dengan kuadrat diameter partikel, bertambah dengan kenaikan konsentrasi zat terlarut, bertambah dengan kenaikan temperatur dan berbanding terbalik dengan kenaikan berat molekul zat terlarut.

Morris dan Weber menemukan bahwa laju adsorpsi bervariasi seiring dengan akar pangkat dua dari waktu kontak dengan adsorben. Kecepatan ini juga meningkat dengan menurunnya pH sebab perubahan muatan pada permukaan karbon. Kapasitas adsorpsi dari karbon terhadap suatu zat terlarut tergantung pada dua-duanya, karbon dan zat terlarutnya. Kebanyakan limbah cair adalah kompleks dan bervariasi dalam hal kemampuan adsorpsi dari campuran campuranyang ada. Struktur molekul, kelarutan, dsb, sangat berpengaruh terhadap kemampuan adsorpsi

Struktur surfaktan yang menyebabkan adanya afinitas tertentu baik terhadap zat polar maupun nonpolar, dominan hidrofilik, dominan lipofilik, atau berada tepat diantara keduanya. Hal ini menyebabkan zat ini diadsorpsi pada antarmuka cair/gas, cair/cair, dan cair/padat yang akan mengurangi tegangan permukaan atau tegangan antarmuka. Jenis surfaktan dibagi berdasarkan muatannya yaitu surfaktan anionik, surfaktan kationik, surfaktan nonionik. Surfaktan nonionik yaitu surfaktan dengan alkil yang tidak bermuatan. Jenis surfaktan ini yang banyak digunakan dalam bidang farmasi contohnya polisorbate 80 dengan mekanisme penurunan tegangan antarmuka antara obat dan medium sekaligus membentuk misel yang membawa molekul obat agar larut dalam medium. Oleh karena itu, jenis surfaktan ini banyak digunakan karena dapat mempercepat waktu hancur dan disolusi tablet (Martin et al., 1993).

SLS merupakan surfaktan jenis anionik yang biasa digunakan dalam produk pembusa dan pembersih, hal ini dikarenakan struktur dari SLS yang sebagian dapat larut dalam air dan sebagian dapat larut dalam minyak (Sawiji dkk., 2021). Adapun struktur kimia dari surfaktan SLS dapat dilihat pada gambar berikut :



(Sumber : Coiffard dan Couteau, 2020)

Gambar 2.3 Struktur SLS

Surfaktan yang digunakan pada penelitian ini adalah surfaktan anionik yaitu sodium dodesil sulfate (SDS). Sodium dodesil sulfat atau sodium lauril sulfat ($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{SO}_4\text{Na}$) adalah surfaktan anionik yang digunakan dalam produk industri seperti produk pembersih lantai, sabun pencuci mobil, dan beberapa kebutuhan rumah tangga seperti sabun dan lain-lain. Molekul ini mempunyai bagian hidrofobik yang mengandung 12 atom karbon dan yang mengikat gugus sulfat yang menjadikannya sebagai senyawa amfifilik (Zamzanie, 2020).

Pada penelitian oleh Anisyah dkk, (2021), Tempurung kelapa yang telah dicuci dan dikeringkan dikarbonisasi menggunakan reaktor pirolisis selama 60 menit dengan temperatur 400°C Karbon tempurung kelapa diaktivasi dengan ZnCl_2 30% dengan variasi waktu 1,3,5,7 dan 9 menit didalam microwave, setelah diperoleh waktu optimum selanjutnya dilakukan aktivasi dengan variasi daya radiasi 80, 240, 400, 640 dan 800 watt. Karbon yang telah diradiasi dicuci dengan aquades hingga pH konstan. Karbon aktif dikeringkan menggunakan oven pada temperatur 105°C selama 1 jam, selanjutnya karbon aktif dihaluskan dan diayak dengan ukuran 100 mesh. Waktu dan daya radiasi optimum dapat ditentukan dengan cara mengontakkan karbon aktif dengan SLS 60 ppm selama 4 jam, disaring dan filtrat dikomplekskan dengan metode MBAS, absorbansi diukur dengan spektrofotometer UV-Vis. Residu berupa SMAC yang diaplikasikan untuk adsorben Pb(II).

Cemaran logam berat terhadap makanan merupakan salah satu jenis cemaran yang banyak terdapat di lingkungan. Sumber cemaran logam dapat berasal dari limbah industri,

pertambangan, pertanian dan limbah rumah tangga. Namun kontribusi limbah industri lebih besar mencemari lingkungan dengan logam berat karena logam berat sering digunakan sebagai bahan baku, bahan tambahan maupun sebagai katalisator. Limbah industri yang tidak diolah dengan baik kemungkinan besar menyebabkan sisa logam berat masuk dan mencemari lingkungan. Logam berat mencemari lingkungan baik udara, air maupun tanah.

Adapun ambang batas dari logam berat menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No.51 Tahun 2004 didalam perairan sebagai berikut:

Tabel 1. Cemar Logam Berat di Perairan

Logam	Batas cemaran (mg/L)
Pb	0,008
Cr	<0,001
Ni	0,07

Sumber : KEP-51/MENLH/2004

Menurut Darmono (2008) ada beberapa jenis logam berat yang berbahaya bagi manusia antara lain arsen (As), timbal (Pb), kadmium (Cd), dan merkuri (Hg). Daya toksisitas logam berat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu kadar logam yang dikonsumsi, lama konsumsi, umur, jenis kelamin, kebiasaan mengkonsumsi makanan tertentu, dan kemampuan jaringan tubuh dalam mengakumulasi logam (Darmono, 1995).

Timbal (Pb) merupakan zat xenobiotik yang asing bagi tubuh yang dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan. Logam berat timbal dapat mempengaruhi fungsi dari sistem hematopoetik, neurologis, endokrin, ginjal, gastrointestinal, hematologi, dan reproduksi. Pada anak-anak, timbal menurunkan tingkat kecerdasan, pertumbuhan dan pendengaran, menyebabkan anemia dan dapat menimbulkan gangguan pemusatan perhatian dan gangguan tingkah laku.

Senyawa Kromium (Cr) di lingkungan sangat beracun dan bersifat karsinogenik. Jumlahnya yang berlimpah di lingkungan disebabkan oleh penggunaan kromium sangat luas seperti dalam industri logam, elektroplating penyamakan kulit, industri pigmen dan warna, perawatan kayu dan industri kimia (Dewi dan Ridwan, 2012).

Logam nikel (Ni) termasuk unsur yang memiliki toksisitas rendah. Tetapi keberadaan logam berat di perairan dengan kisaran yang tinggi dapat menimbulkan terjadinya proses akumulasi di dalam tubuh organisme air secara alamiah. Kontaminasi logam berat menyebabkan terjadinya gangguan secara fisiologis pada ikan (Aris dkk., 2021).

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode studi literatur yang merupakan metode penelitian yang menggunakan metode pengumpulan data dari berbagai pustaka kemudian dianalisis untuk memberi pemahaman tentang penggunaan limbah organik dalam pembuatan arang aktif untuk mengadsorpsi ion logam berat. Database yang digunakan untuk mencari artikel ini yaitu *Google Scholar*. Penelusuran literatur dimulai dari tahun 2017 hingga 2024 untuk dianalisis.

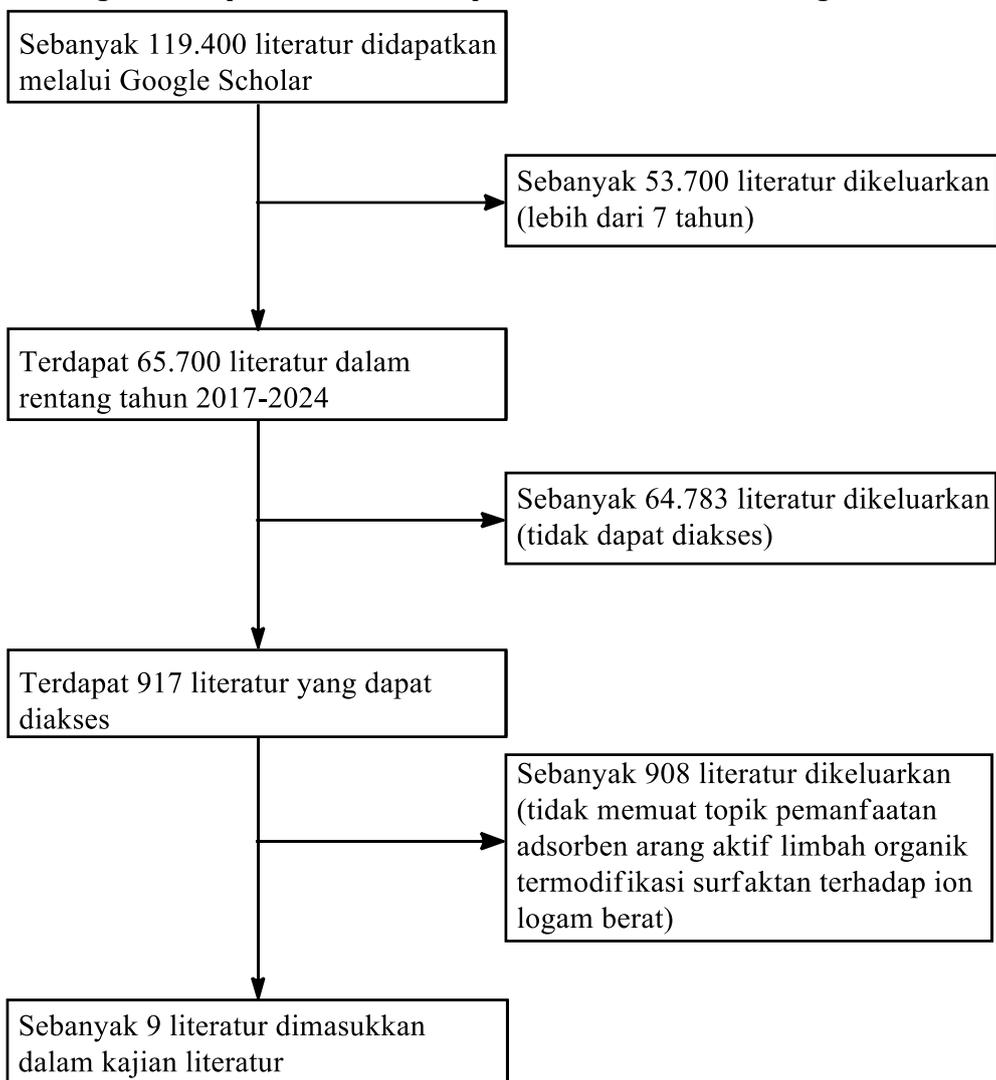
Penelusuran artikel pada penelitian ini menggunakan dua bahasa, yaitu Bahasa Inggris dan Bahasa Indonesia dengan kata kunci penggunaan limbah organik, permasalahan akibat limbah organik, proses adsorpsi, proses adsorpsi dengan limbah organik, penggunaan surfaktan untuk memodifikasi arang aktif, adsorpsi ion logam dengan arang aktif yang termodifikasi surfaktan. Artikel yang digunakan dalam kajian literatur ini berupa jurnal dan skripsi.

Kriteria kelayakan artikel dalam proses pencarian artikel melalui beberapa tahapan berikut ini :

1. Artikel mempunyai variabel terikat dengan kata kunci didapatkan melalui database *Google Scholar*. Dari tahap ini diperoleh sebanyak 119.400 literatur.
2. Tahun penerbitan artikel dalam rentang tahun 2017-2024. Dari tahap ini diperoleh 65.700 literatur.
3. Dapat diakses baik dalam bentuk abstrak maupun *fulltext*. Dari tahap ini diperoleh 917 literatur dapat diakses.
4. Uji kelayakan tahap akhir terhadap 917 artikel dilakukan dengan menyaring artikel yang topiknya fokus dan spesifik pada pembahasan tentang penggunaan limbah organik dalam pembuatan arang

aktif untuk mengadsorpsi ion logam berat. Dari proses tahap akhir ini diperoleh sebanyak 9 artikel yang layak untuk dikaji

Diagram alur pemilihan literatur pada artikel ini adalah sebagai berikut



Gambar 2. Alur Pemilihan Literatur

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut hasil skrining artikel yang dianalisis dengan metode kajian literatur sebanyak sembilan artikel. Hasil analisis artikel ditampilkan dalam bentuk tabel di bawah ini:

Tabel 2. Rekap Hasil Pencarian Jurnal

No	Peneliti, Tahun	Judul	Jurnal dan Volume	Hasil
1.	Anisyah, Arnelli, Yayuk Astuti (2021)	Pembuatan Karbon Aktif Termodifikasi Surfaktan Sulfat dari Tempurung Kelapa menggunakan Aktivator ZnCl ₂ dan Gelombang Mikro	<i>Greensphere: Journal of Environmental Chemistry</i> ,1(1):Hal 1-6 ISSN 2777-0664	Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh hasil karakterisasi SMAC dengan FTIR menunjukkan adanya puncak S=O pada bilangan gelombang 1341 cm ⁻¹ , karakterisasi dengan GSA menunjukkan luas area SMAC lebih kecil dari karbon aktif yaitu sebesar 3,924 m ² /g, morfologi permukaan SMAC sebagian besar tertutup oleh surfaktan SLS dan data termodinamika memberikan nilai entalpi sebesar -10,282 kJ/mol yang menunjukkan interaksi antara karbon aktif dan SLS merupakan interaksi atau adsorpsi secara fisik. SMAC efektif mengadsorpsi logam Pb(II) dengan efisiensi sebesar 99,893% dan kapasitas sebesar 1,498 mg/g dan interaksi antara SMAC dengan kation Pb(II) merupakan interaksi elektrostatik.
2.	Choirunnisa, Dinda Arifa (2024)	Modifikasi Karbon Aktif Serbuk Gergaji Kayu Jati (<i>Tectona grandis</i> L.f.) dengan Surfaktan Sulfat SLS sebagai Adsorben Ion Logam Pb ²⁺	https://repository.uksw.edu/handle/123456789/32646	Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah karbon aktif serbuk gergaji kayu jati (TSAC) dan karbon aktif serbuk gergaji yang termodifikasi surfaktan SLS (SM-TSAC) pada konsentrasi 30-80 mg/L bahwa adsorpsi dengan menggunakan SM-TSAC 60 mg/L lebih efisien dalam menyerap Pb ²⁺ pada waktu optimum 20 menit dengan kapasitas adsorpsi sebesar 30,7377 mg/g dibandingkan dengan TSAC pada waktu optimum 50 menit dengan kapasitas adsorpsi sebesar 22,9508 mg/g.
3.	Rika Awalin Safitri (2020)	Pemanfaatan Limbah Kulit Salak Pondoh (<i>Salacca edulis</i>) sebagai Komposit Karbon Aktif Termodifikasi untuk Adsorpsi Logam Timbal (Pb)	SKRIPSI	Pada penelitian ini diperoleh karbon sebanyak 50,7%, dengan konsentrasi optimum logam Pb ²⁺ yang dapat teradsorpsi oleh sampel KAMS yaitu 250 ppm dengan kapasitas adsorpsi 99,583%.
4.	Elizabeth (2022)	Adsorpsi Ion Krom Total pada Limbah Cair Batik dengan Karbon Aktif dari Sekam Padi Termodifikasi Surfaktan	https://repository.uksw.edu/handle/123456789/25460	Pada penelitian ini diperoleh hasil dengan mengikuti pemodelan Pseudo Second Order (PSO) dan pemodelan Langmuir dengan kapasitas adsorpsi Cr ³⁺ sebesar 3.321 mg/g dengan SMRHAC 100 mg dan Cr ⁶⁺ 0,206 mg/g dengan massa SMRHAC 100 mg. Pada kinetika dan isotherm adsorpsi pada limbah batik dengan SMRHAC mengikuti pemodelan PSO dan Freundlich diperoleh kapasitas adsorpsi Cr ³⁺ 0,205 mg/g dengan massa SMRHAC 1000 mg dan Cr ⁶⁺ 0,01872 mg/g dengan massa SMRHAC 1150 mg.
5.	Saputra, Samuel Yoga (2022)	Karakterisasi Karbon Aktif Sekam Padi Termodifikasi Surfaktan Sulfat dari Aplikasinya sebagai Adsorben Ion Cr ³⁺ dan Cr ⁶⁺	https://repository.uksw.edu/handle/123456789/25464	Dari penelitian ini diperoleh hasil proses adsorpsi SMRHAC pada ion Cr ³⁺ dan Cr ⁶⁺ efektif pada waktu 60 menit untuk Cr ³⁺ dan 50 menit untuk Cr ⁶⁺ . Pemodelan kinetika dan isotherm adsorpsi Cr ³⁺ dan Cr ⁶⁺ pada SMRHAC mengikuti kinetika Pseudo Second Order (PSO) dan pemodelan Langmuir yang mengasumsikan adsorpsi terjadi secara chemisorption yang permukaannya memiliki lapisan monolayer SMRHAC 60 mg/L merupakan karbon aktif yang dinilai paling efektif dalam menyerap Cr ³⁺ dan Cr ⁶⁺ dibandingkan dengan variasi yang lainnya dengan variasi yang lainnya dengan kapasitas adsorpsi 2,395 mg/g untuk Cr ³⁺ dan

					0,209 mg/g untuk Cr ⁶⁺ .
6.	Muhammad Shaleh Zamzamie (2020)	Adsorpsi Logam Timbal (Pb) dengan menggunakan Karbon Aktif dari Arang Bambo Termodifikasi Oksida Besi dari Surfaktan Sodium Dodecyl Sulfate (SDS)	SKRIPSI		Pada penelitian ini diperoleh hasil waktu kontak saat kesetimbangan pada tiga adsorben antara Karbon aktif (Ka), Karbon aktif magnetit (Kam) dan Karbon aktif magnetit surfaktan (Kams) ialah 30, 45 dan 60 menit. Dengan konsentrasi optimum berturut-turut sebesar 150, 100 dan 150 ppm.
7.	Arnelli, Sri Guswini, Ahmad Suseno (2022)	Sintesis Karbon Aktif Modifikasi Surfaktan (SMAC) di atas Konsentrasi Kritis Misel sebagai Adsorben Ion Cr(VI)	<i>Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi</i> , 25 (5): 179–184		Pada penelitian yang telah diperoleh hasil Analisis GSA menunjukkan bahwa SMAC memiliki luas permukaan 36.790 m ² /g, lebih stabil dibandingkan karbon aktif berdasarkan hasil dari seta potensial. Pada penelitian ini efisiensi SLS dan HDTMA-Br dalam mensintesis SMAC masing-masing sebesar 99,98% dan 95,85%. Sintesis SMAC menggunakan metode penambahan SLS dan HDTMA-Br secara bersamaan menghasilkan efisiensi adsorpsi Cr ⁶⁺ sebesar 93,50% dan NH sebesar 87,37%.
8.	Arnelli, Rahmatul Fazira, Yayuk Astuti, Ahmad Suseno (2020)	Sintesis Natrium Lauril Sulfat (SLS) dan <i>Hexadecyltrimethylammonium Bromide</i> (HDTMA-Br) Karbon Aktif Termodifikasi Surfaktan Sebagai Adsorben Pb ²⁺ dan NO ₃ ⁻	<i>Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi</i> , 23 (11) : Hal 396–402		Dari penelitian diperoleh waktu optimum pembuatan SMAC untuk kedua surfaktan tersebut adalah 4 jam, konsentrasi SLS dan HDTMA-Br optimum masing-masing adalah 60 dan 300 ppm. SMAC yang dibuat dengan metode SMAC menggunakan metode penambahan SLS dan HDTMA-Br paling efektif dalam mengadsorpsi Pb dan NO dengan kapasitas adsorpsi masing-masing sebesar 1,376 dan 0,896 mg/g.
9.	Arnelli, Vita Nur Wahyuningrum, Fina Fauziah, Yayuk Astuti (2019)	Sintesis karbon aktif termodifikasi surfaktan (SMAC) dari sekam padi sebagai adsorben Ni(II) dan Cr(VI).	<i>Materials Science and Engineering</i> , 1(1)		Hasil dari penelitian ini menunjukkan efisiensi dan kapasitas adsorpsi SMAC terhadap Ni ²⁺ dan Cr ⁶⁺ , dimana konsentrasi optimum KOH 50%, konsentrasi SLS optimum 60%, waktu kontak 4 jam dan efisiensi adsorpsi 99,69%. Efisiensi adsorpsi Ni ²⁺ dan Cr ⁶⁺ oleh SMAC masing-masing sebesar 95,96% dan 99,49%.

Tabel 3. Hasil Analisis Metode Penelitian

No	Peneliti, Tahun	Jenis Arang Aktif	Ion Logam	Jenis Surfaktan	Zat Aktivator	Kadar Karbon (%)	Variabel Bebas (Optimasi Adsorpsi)	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)	% Penyerapan
1.	Anisyah, Arnelli, Yayuk Astuti (2021)	Tempurung Kelapa	Pb ²⁺	SLS	ZnCl ₂	90,2%	Variasi waktu kontak = 1,3,5,7 dan 9 menit Variasi daya radiasi = 80,240,400,640 dan 800 watt	1,498	99,893%
2.	Choirunnisa, Dinda Arifa (2024)	Serbuk Gergaji Kayu Jati	Pb ²⁺	SLS	Tidak dijelaskan	-	Variasi konsentrasi surfaktan = 30,40,50,60,70,80 ppm	30,7377	-

3.	Rika Awalini Safitri (2020)	Kulit Salak Pondoh	Pb ²⁺	SDS	KOH	46,89%	Variasi waktu kontak = 5,15,30, 45 ,60 dan 75 menit Variasi konsentrasi surfaktan = 100,150,200, 250 dan 450	0,144879	99,309%
4.	Elizabeth (2022)	Sekam Padi	Cr ³⁺ Cr ⁶⁺	SLS	Tidak dijelaskan	-	Tidak dijelaskan	Cr ³⁺ = 3,321 Cr ⁶⁺ = 0,206	-
5.	Saputra, Samuel Yoga (2022)	Sekam Padi	Cr ³⁺ Cr ⁶⁺	SLS	Tidak dijelaskan	-	Variasi konsentrasi surfaktan = 40,50, 60 ,70,80 ppm	Cr ³⁺ = 2,395 Cr ⁶⁺ = 0,209	-
6.	Muhammad Shaleh Zamzami (2020)	Arang Bambu	Pb ²⁺	SDS	KOH	-	Variasi waktu kontak = 5,15,30,45, 60 dan 75 menit Variasi konsentrasi surfaktan = 100, 150 ,200,250,300 dan 450 ppm	81,300	99,03%
7.	Arnelli, Sri Guswini, Ahmad Suseno (2022)	Tempurung Kelapa	Cr ⁶⁺	SLS dan HDTMA-Br	ZnCl ₂	-	-	-	Cr ⁴⁺ = 93,5%
8.	Arnelli, Rahmatul Fazira, Yayuk Astuti, Ahmad Suseno (2020)	Tempurung Kelapa	Pb ²⁺	SLS dan HDTMA-Br	ZnCl ₂	89,8 %	Variasi konsentrasi surfaktan = 40,50, 60 , 70, dan 80 ppm Variasi waktu kontak = 4 ,5,6, dan 7 jam	Pb ²⁺ = 1,376	
9.	Arnelli, Vita Nur Wahyuningrum, Fina Fauziah, Yayuk Astuti (2019)	Sekam Padi	Ni ²⁺ Cr ⁶⁺	SLS	KOH	-	Variasi konsentrasi KOH = 40%,50%, 60 %,70%, dan 80% Variasi konsentrasi SLS = 40,50, 60 ,70 dan 80 ppm Variasi waktu kontak = 3 ,4,5,6, dan 7 jam	-	Ni ²⁺ = 95,75% Cr ⁶⁺ = 99,49%

Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa artikel yang dikaji dalam kajian literatur terpublikasi dari tahun 2017 sampai 2024 dengan total sembilan artikel yang akan dikaji. Terdapat empat jurnal yang dapat diakses *fulltext* yaitu, untuk yang abstrak saja dapat diakses yaitu, dalam bentuk skripsi ada dua yaitu (Rika Awalina Safitri, 2020) dan (Muhammad Shaleh Zamzamie, 2020).

Pada Tabel 2, dapat dilihat bahwa tujuh artikel yang dikaji menggunakan jenis arang aktif Tempurung kelapa (Anisyah dkk., 2021), (Arnelli dkk., 2022), dan (Arnelli dkk., 2020); Serbuk gergaji kayu jati (Choriunnisa dan Arifa, 2024); Kulit salak pondoh (Safitri, 2020); Sekam padi (Elizabeth, 2022), (Saputra dan Yoga, 2022), dan (Arnelli, 2019); Arang bambu (Zamzamie, 2020). Pada kajian artikel digunakan dua jenis surfaktan, yaitu SLS dan SDS. Dengan penggunaan surfaktan Sodium Lauril Sulfat (SLS) (Anisyah dkk., 2021), (Choirunnisa dan Arifa., 2024), (Elizabeth, 2022), (Saputra dan Yoga, 2022), (Arnelli dkk., 2022), (Arnelli dkk., 2020), dan (Arnelli dkk., 2019). Serta terdapat dua artikel yang dikaji menggunakan surfaktan Sodium Dodesil Sulfat (SDS) (Safitri, 2020) dan (Zamzamie, 2020). Pada kajian artikel yang digunakan diperoleh kisaran karbon yang didapatkan yaitu 46,89% - 90,2%. Variabel bebas yang digunakan pada artikel meliputi variasi waktu kontak (Anisyah dkk., 2021), (Safitri, 2020), (Zamzamie, 2020), dan (Arnelli dkk., 2019); Variasi daya radiasi (Anisyah dkk., 2021); Variasi konsentrasi surfaktan (Choirunnisa dan Arifa, 2024), (Safitri, 2020), (Saputra dan Yoga, 2022), (Zamzamie, 2020), dan (Arnelli dkk., 2019); Variasi konsentrasi zat aktivator (Arnelli dkk., 2019). Pada kajian literatur yang digunakan diperoleh kisaran kapasitas adsorpsi dari Arang aktif yaitu 0,144879 mg/g - 3,321 mg/g dan juga persen penyerapan dari Arang aktif yaitu 87,37%.- 99,893%.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis dari sembilan artikel diatas, diketahui bahwa dari ke sembilan artikel membahas tentang penggunaan limbah organik dalam pembuatan arang aktif untuk mengadsorpsi ion logam berat. Variabel bebas yang digunakan pada artikel meliputi waktu kontak, daya radiasi, konsentrasi surfaktan, dan konsentrasi zat aktivator.

Limbah organik sering kali digunakan sebagai bahan pembuatan arang aktif untuk mengadsorpsi ion logam dikarenakan bahan yang digunakan berupa limbah yang tidak dipergunakan. Penggunaan limbah organik sebagai arang aktif dapat mengurangi kadar ion logam yang mencemari lingkungan.

Pada penelitian Anisyah dkk, (2021) digunakan limbah tempurung kelapa sebagai bahan pembuatan arang aktif untuk mengadsorpsi ion logam Pb^{2+} dimana diperoleh karbon sebesar 90,2 %, yang sebelumnya dimodifikasi dengan Sodium Lauril Sulfat (SLS) dengan digunakan $ZnCl_2$ sebagai zat pengaktivator. Pada penelitian ini digunakan variasi waktu kontak 1,3,5,7 dan 9 menit dimana diperoleh waktu kontak optimum 5 menit. Digunakan pula variasi daya radiasi 80,240,400,640 dan 800 watt, dimana diperoleh daya radiasi optimum 400 watt. Penggunaan limbah tempurung kelapa sebagai arang aktif termodifikasi SLS sangat efektif, dengan kapasitas adsorpsi 1,498 mg/g dan % penyerapan sebesar 99,893%.

Pada penelitian Choriunnisa dan Arifa (2024) digunakan limbah serbuk gergaji kayu jati sebagai bahan pembuatan arang aktif untuk mengadsorpsi ion logam Pb^{2+} , yang sebelumnya dimodifikasi dengan Sodium Lauril Sulfat (SLS). Pada penelitian ini digunakan variasi konsentrasi surfaktan 30,40,50,60,70 dan 80 ppm, dengan diperoleh konsentrasi surfaktan optimum 60 ppm. Penggunaan limbah serbuk gergaji kayu jati sebagai arang aktif termodifikasi SLS efektif, dengan kapasitas adsorpsi 30,7377 mg/.

Pada penelitian Safitri (2020) digunakan limbah kulit salak pondoh sebagai bahan pembuatan arang aktif untuk mengadsorpsi ion logam Pb^{2+} dimana diperoleh karbon sebesar 46,89 %, yang sebelumnya dimodifikasi dengan Sodium Dodesil Sulfat (SDS) dengan digunakan KOH sebagai zat pengaktivator. Pada penelitian ini digunakan variasi waktu kontak 5,15,30,45,60 dan 75 menit dimana diperoleh waktu kontak optimum 45 menit. Penggunaan limbah kulit salak pondoh sebagai arang aktif termodifikasi SDS efektif, dengan kapasitas adsorpsi 0,144879 mg/g dan % penyerapan sebesar 99,309%.

Pada penelitian Elizabeth (2022) digunakan limbah sekam padi sebagai bahan pembuatan arang aktif untuk mengadsorpsi ion logam Cr^{3+} dan Cr^{6+} , yang sebelumnya dimodifikasi dengan Sodium Lauril Sulfat (SLS). Penggunaan limbah sekam padi sebagai arang aktif termodifikasi SLS efektif,

dengan kapasitas adsorpsi pada ion logam Cr^{3+} 3,321 mg/g dan pada ion logam Cr^{6+} 0,206 mg/g, serta diperoleh % penyerapan sebesar 99,893%.

Pada penelitian Saputra dan Yoga (2022) digunakan limbah sekam padi sebagai bahan pembuatan arang aktif untuk mengadsorpsi ion logam Cr^{3+} dan Cr^{6+} , yang sebelumnya dimodifikasi dengan Sodium Lauril Sulfat (SLS). Pada penelitian ini digunakan variasi konsentrasi surfaktan 40,50,60,70,80 ppm dimana diperoleh konsentrasi surfaktan optimum 60 ppm. Penggunaan limbah sekam padi sebagai arang aktif termodifikasi SLS sangat efektif, dengan kapasitas adsorpsi pada ion logam Cr^{3+} 2,395 mg/g dan pada ion logam Cr^{6+} 0,209 mg/g.

Pada penelitian Zamzanie, (2020) digunakan limbah arang bambu sebagai bahan pembuatan arang aktif untuk mengadsorpsi ion logam Pb^{2+} , yang sebelumnya dimodifikasi dengan Sodium Dodesil Sulfat (SLS) dengan digunakan KOH sebagai zat pengaktivator. Pada penelitian ini digunakan variasi waktu kontak 5,15,30,45,60 dan 75 menit dimana diperoleh waktu kontak optimum 60 menit. Digunakan pula variasi konsentrasi surfaktan 100,150,200,250,300 dan 450 ppm, dimana diperoleh konsentrasi surfaktan optimum 150 ppm. Penggunaan limbah arang bambu sebagai arang aktif termodifikasi SDS efektif, dengan kapasitas adsorpsi 81,300 mg/g dan % penyerapan sebesar 99,03%.

Pada penelitian Arnelli dkk., (2022) digunakan limbah tempurung kelapa sebagai bahan pembuatan arang aktif untuk mengadsorpsi ion logam Cr^{4+} , yang sebelumnya dimodifikasi dengan Sodium Lauril Sulfat (SLS) dengan digunakan ZnCl_2 sebagai zat pengaktivator. Penggunaan limbah tempurung kelapa sebagai arang aktif termodifikasi SLS sangat efektif, dengan % penyerapan sebesar 93,5%.

Pada penelitian Arnelli dkk, (2021) digunakan limbah tempurung kelapa sebagai bahan pembuatan arang aktif untuk mengadsorpsi ion logam Pb^{2+} dimana diperoleh karbon sebesar 89,9 %, yang sebelumnya dimodifikasi dengan Sodium Lauril Sulfat (SLS) dan HDTMA-Br dengan digunakan ZnCl_2 sebagai zat pengaktivator. Pada penelitian ini digunakan variasi konsentrasi surfaktan 40,50,60,70 dan 80 ppm dimana diperoleh konsentrasi surfaktan optimum 60 ppm. Digunakan pula variasi waktu kontak 4,5,6 dan 7, dimana diperoleh waktu kontak optimum 4 jam. Penggunaan limbah tempurung kelapa sebagai arang aktif termodifikasi SLS dan HDTMA-Br efektif, dengan kapasitas adsorpsi 1,376 mg/g.

Pada penelitian Arnelli dkk, (2021) digunakan limbah sekam padi sebagai bahan pembuatan arang aktif untuk mengadsorpsi ion logam Ni^{2+} , yang sebelumnya dimodifikasi dengan Sodium Lauril Sulfat (SLS) dengan digunakan KOH sebagai zat pengaktivator. Pada penelitian ini digunakan variasi konsentrasi KOH 40%,50%,60%,70% dan 80% dimana diperoleh konsentrasi KOH optimum 60%. Digunakan pula variasi konsentrasi SLS 40,50,60,70 dan 80 ppm dimana diperoleh daya radiasi optimum 60 ppm. Dilakukan juga variasi waktu kontak 3,4,5,6 dan 7 jam dimana diperoleh waktu kontak optimum 4 jam. Penggunaan limbah sekam padi sebagai arang aktif termodifikasi SLS sangat efektif, dengan % penyerapan sebesar 99,49%.

Berdasarkan hasil analisis dari sembilan artikel di atas, arang aktif dari limbah organik yang termodifikasi oleh surfaktan mampu mengadsorpsi ion logam. Untuk mendapatkan hasil yang efektif perlu memperhatikan waktu kontak, konsentrasi surfaktan, konsentrasi zat aktivator, dan daya radiasi.

Berdasarkan hasil analisis dari sembilan artikel, didapatkan artikel yang % penyerapannya paling tinggi yaitu penelitian yang telah dilakukan oleh Anisyah dkk, (2021) dengan diperoleh % penyerapan terhadap ion logam Pb^{2+} sebesar 99,893%. Diperoleh pula artikel dengan kapasitas adsorpsi terhadap ion logam Pb^{2+} yang paling tinggi yaitu penelitian yang telah dilakukan oleh Choirunnisa dan Arifa (2024) dengan kapasitas adsorpsi sebesar 30,7377 mg/g.

KESIMPULAN

Dari hasil dari kajian literatur yang telah dilakukan ini dapat disimpulkan bahwa penggunaan sekam padi, serbuk gergaji kayu jati, bambu, kulit buah salak dan tempurung kelapa sebagai bahan untuk pembuatan arang aktif yang akan dimodifikasi untuk menyerap ion logam Pb^{2+} efektif digunakan, dengan diperoleh kapasitas adsorpsi berkisar antara 0,144879 mg/g – 3,321 mg/g dan persen penyerapan sebesar 87,37%.- 99,893%. Terdapat hal-hal yang mempengaruhi nilai kapasitas adsorpsi dan persen penyerapan, antara lain waktu kontak, daya radiasi, konsentrasi surfaktan, dan konsentrasi zat aktivator. Berdasarkan analisis yang telah dilakukan terhadap sembilan artikel

diketahui bahwa memodifikasi arang aktif dengan surfaktan memungkinkan untuk memperluas permukaan, memperbesar kapasitas adsorpsi dan % penyerapan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan dan terima kasih dari penulis kepada pengelola Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Samarinda yang telah memfasilitasi penulis selama proses penyusunan kajian literatur.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anisyah, Arnelli, dan Astuti, Y. 2021. Pembuatan Karbon Aktif Termodifikasi Surfaktan Sodium Lauryl Sulphate (SMAC-SLS) dari Tempurung Kelapa Menggunakan Aktivator $ZnCl_2$ dan Gelombang Mikro sebagai Adsorben Kation Pb(II). *Greensphere: Journal of Environmental Chemistry*, 1(1), 1-6.
- [2] Chirunnisa, Arifa, D. (2024). Modifikasi Karbon Aktif Serbuk Gergaji Kayu Jati (*Tectona grandis L.f.*) dengan Surfaktan Sodium Lauryl Sulfate (SLS) sebagai Adsorben Ion Logam Pb^{2+} . Diakses pada 1 Juni 2024, dari <https://repository.uksw.edu/handle/123456789/32646>
- [3] Safitri, R.A. (2020). Pemanfaatan Limbah Kulit Salak Pondoh (*Salacca edulis*) sebagai Komposit Karbon Aktif Termodifikasi untuk Adsorpsi Logam Timbal (Pb). Skripsi.
- [4] Elizabeth. (2020). Adsorpsi Ion Krom Total pada Limbah Cair Batik dengan Karbon Aktif dari Sekam Padi Termodifikasi Surfaktan. Diakses pada 1 Juni 2024, dari <https://repository.uksw.edu/handle/123456789/25460>
- [5] Saputra, Yoga, S. (2022). Karakterisasi Karbon Aktif Sekam Padi Termodifikasi Surfaktan Sodium Lauryl Sulfate dan Aplikasinya sebagai Adsorben Ion Cr^{3+} dan Cr^{6+} . Diakses pada 1 Juni 2024, dari <https://repository.uksw.edu/handle/123456789/25464>
- [6] Zamzanie, M.S. (2020). Adsorpsi Logam Timbal (Pb) dengan menggunakan Karbon Aktif dari Arang Bambu Termodifikasi Oksida Besi dan Surfaktan Sodium Dodecyl Sulfate (SDS). Skripsi.
- [7] Arnelli, Guswini, S., Suseno, A. (2022). Sintesis Karbon Aktif Modifikasi Surfaktan (SMAC) di Atas Konsentrasi Misel Kritis sebagai Adsorben Ion Cr (VI). *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 25(5), 179-184.
- [8] Arnelli, Fazira, R., Astuti, Y., dan Suseno, A. (2020). Sintesis Karbon Aktif Termodifikasi Surfaktan Sodium Lauril Sulfat (SLS) dan Hexadecyltrimethylammonium Bromide (HDTMA-Br) sebagai Adsorben Pb dan NO_3^- . *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, 23(11), 396-402.
- [9] Arnelli, Wahyuningrum, V.N., Fauziah, F., dan Astuti, Y. (2019). Sintesis Karbon Aktif Termodifikasi Surfaktan (SMAC) dari Sekam Padi sebagai Adsorben Ni(II) dan Cr(VI). *The Electrochemical Society*, 1(1), 1-8.