



## ARANG AKTIF SERAT SABUT KELAPA DAN APLIKASINYA SEBAGAI ADSORBEN ION KROMIUM(III) DARI LARUTAN AIR

Received 19 July 2022  
Accepted 3 October 2022  
Published 30 December 2022

Open Access

DOI: 10.35472/jsat.v6i2.1003

Manuntun Manurung\*, Widihati, I.A.G., Yunilawati

Program Studi Kimia FMIPA-Universitas Udayana, Jln Raya Kampus Unud Jimbaran, Badung-Bali, Indonesia.

\* Corresponding E-mail: [manuntun\\_manurung@unud.ac.id](mailto:manuntun_manurung@unud.ac.id)

### Abstrak

Sabut kelapa mengandung selulosa yang tinggi, sehingga dapat diolah sebagai bahan dasar untuk membuat arang aktif. Tujuan penelitian adalah untuk membuat arang aktif berbahan dasar serat sabut kelapa dengan aktivator asam klorida dan mengetahui pengaruh perubahan serat sabut kelapa, menjadi arang, serta aktivasi terhadap daya adsorpsi ion logam Cr(III) dari larutan. Penelitian dimulai dengan memisahkan serat sabut kelapa, karbonisasi pada berbagai suhu. Arang yang dihasilkan dikarakterisasi sesuai dengan SNI 06-3730-1995. Arang dengan kualitas terbaik diaktivasi dengan HCl, selanjutnya serat sabut kelapa, arang tanpa aktivasi, arang aktivasi diterapkan untuk menyerap ion Cr(III). Optimasi parameter adsorpsi seperti waktu kontak, pH larutan, suhu dan Isoterm adsorpsi juga dipelajari. Hasil penelitian menunjukkan suhu optimum karbonisasi adalah 600°C, waktu kontak 5 jam, pH optimum adalah 6, suhu kamar. Daya adsorpsi terhadap ion Cr(III) masing-masing 8,2580 mg/g, 13,5645 mg/g dan 16,1452 mg/g untuk serat sabut kelapa, arang tanpa aktivasi dan arang aktivasi. Peningkatan daya adsorpsi dari serat sabut kelapa ke bentuk arang sebesar 64,36% serta dari arang menjadi arang aktif meningkat 19,02%. Serat sabut kelapa dan arang tanpa aktivasi mengikuti isoterm Langmuir sedangkan arang aktivasi mengikuti isoterm Freundlich.

**Kata Kunci :** adsorpsi, adsorben, karbonisasi, logam kromium, sabut kelapa.

### Abstract:

The coconut husk contains high cellulose, so it can be processed as a basic materials to make activated charcoal. The purpose of the study was to make activated charcoal from coconut husk fiber with hydrochloric acid activator and to determine the effect of changing coconut husk fiber into charcoal, as well as activation of the adsorption power of Cr(III) metal ions from solution. The research started by separating the coconut husk fiber, carbonization at various temperatures. The resulting charcoal was characterized according to SNI 06-3730-1995. The best quality charcoal was activated with HCl, then coconut husk fiber, unactivated and activated charcoals were applied to absorb Cr(III) ions. Optimization of adsorption parameters such as contact time, solution pH, temperature and adsorption isotherm were also studied. The results showed that the optimum carbonization temperature was 600°C, contact time was 5 hours, optimum pH was 6, room temperature. The adsorption capacity of Cr(III) ions were 8.2580 mg/g, 13.5645 mg/g and 16.1452 mg/g for coconut husk fiber, unactivated and activated charcoal, respectively. The increase in adsorption power from coconut husk fiber to charcoal was 64.36% and from charcoal to activated charcoal increased by 19.02%. Coconut husk fiber and unactivated charcoal followed the Langmuir isotherm while activated charcoal followed Freundlich.

**Keywords:** adsorption, adsorbent, carbonization, chromium metal, coconut fiber.

### Pendahuluan

Kromium merupakan salah satu logam berat yang toksik terhadap kesehatan. Permenkes No.32 tahun 2017 menetapkan kadar kromium dalam air bersih sebesar 0,05 mg/L [1]. Efek racun yang ditimbulkan logam kromium bagi kesehatan antara lain gangguan system

imun, syaraf, ginjal, dan hati. Logam krom dalam bentuk spesi ion Cr(III) dan Cr(VI) lebih toksik dibandingkan logam murninya [2,3]. Logam berat tidak terdegradasi dan mempunyai mobilitas yang tinggi dalam air, sehingga logam berat cenderung terakumulasi dalam tanah atau bioorganisme yang akhirnya berdampak negatif bagi lingkungan [4]. Berbagai cara telah



digunakan untuk meminimalisir kandungan logam berat dari perairan, seperti koagulasi, filtrasi, resin penukar ion, elektro deposisi, photocatalysis, adsorpsi dan nano teknologi [4,5]. Dari semua metode tersebut adsorpsi merupakan cara paling sederhana dan operasionalnya mudah dilakukan, adsorben dapat diregenerasi dan ramah lingkungan [6]. Salah satu adsorben yang banyak digunakan oleh masyarakat adalah arang aktif. Namun arang aktif komersial cukup mahal, jadi perlu perhatian untuk mencari sumber bahan baku arang aktif yang murah, mudah didapat, dan dapat diperbaharui. Limbah pertanian yang mengandung selulosa, lignin, cukup tinggi dapat dijadikan sebagai sumber karbon arang aktif, seperti bambu [7,8], cangkang kulit buah karet [9], spent *Shiitake substrate* [10], *pumpkin seed shell* [11] tempurung kelapa [12,13]. Pada penelitian ini arang aktif dibuat dari sabut kelapa, yang selama ini hanya digunakan untuk bahan bakar dan kerajinan. Arang dibuat dengan teknik pirolisis pada berbagai suhu. Untuk meningkatkan kualitas arang, sebagian diaktivasi dengan larutan HCl 0,8 M. [13] Kualitas arang dan arang aktif yang dihasilkan diuji terhadap SNI-06-3730-1995 tentang arang aktif teknis [14]. Arang tanpa aktivasi dan arang aktivasi serta serat sabut kelapa diaplikasikan untuk menyerap ion Cr(III) dari larutan. Isoterm adsorpsi, parameter adsorpsi seperti waktu adsorpsi, pH larutan, suhu dan pengaruh konsentrasi awal, juga turut dipelajari.

## Metode

### 2.1 Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan,  $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ , NaOH, HCl, fenoltalein, metilen biru, asam oksalat, KI,  $\text{I}_2$ ,  $\text{Na}_2\text{SO}_3$ , amilum, dan sabut kelapa. Peralatan yang digunakan, seperangkat peralatan gelas, buret, mortar, kertas saring, pH meter, pengaduk magnet, cawan porselein, desikator, *furnace*, spektrofotometer AAS-Shimadzu AA-7000, dan UV-Vis Shimadzu UV-1800.

### 2.2 Prosedur Penelitian

Sampel sabut kelapa dikumpulkan, dipisahkan seratnya, dicuci bersih, dibilas dengan aquades, dijemur di udara terbuka, hingga kering, disimpan dalam desikator dan siap digunakan untuk proses berikutnya. Sebanyak 500 g sampel kering serat sabut kelapa dikarbonisasi pada suhu 400, 500 dan 600 °C selama 5 jam, lalu didinginkan dan disimpan dalam desikator. Arang digerus dalam mortar, diayak dengan ayakan 100 mesh, partikel arang yang dikumpulkan berukuran  $\leq 100$  mesh [8,9].

### 2.2.1 Karakterisasi dan aktivasi

Arang yang diperoleh dikarakterisasi kadar air, abu total, zat mudah menguap, dan karbon terikat, serta daya serap terhadap Iod, dan metilen biru mengikuti SNI dan Manurung yang bertujuan untuk menentukan kualitas arang yang dihasilkan [7,14]. Arang hasil karakterisasi terbaik, sebagian tidak diaktivasi disebut ASo, sebagian lagi diaktivasi dengan HCl 0,8 M secara imprevnasi selama 24 jam. Kemudian disaring, dan dibilas dengan aquades hingga pH netral, disebut arang aktif (ASa).

### 2.2.2 Penentuan waktu kontak

Waktu kontak ditentukan dengan menambahkan 0,5 g arang aktif ke dalam Erlenmeyer yang berisi 50,0 mL larutan Cr(III) 100 ppm. Campuran diaduk dengan pengaduk magnet selama 0,5, 1, 2, 3, 4, 5, 6 hingga 24 jam. Campuran disaring dan kandungan ion Cr(III) dalam filtrat diukur dengan AAS pada panjang gelombang 357,9 nm. Jumlah zat yang terserap (mg/g) tiap saat dihitung dengan persamaan (1) dan (2), kemudian diplot terhadap waktu. Waktu kontak optimum dapat ditentukan [8].

$$Q_t = \frac{(C_0 - C_t)V}{w} \quad (1)$$

$$Q_e = \frac{(C_0 - C_e)V}{w} \quad (2)$$

$Q_t$ ,  $Q_e$  = massa zat terserap pada waktu  $t$  dan setimbang ( mg/g);  $C_0$ ,  $C_t$ ,  $C_e$  = konsentrasi larutan awal, sisa dan setimbang (ppm)  $V$  = volume larutan (L);  $W$ = massa adsorben (g).

### 2.2.3 Pengaruh pH dan Suhu

Pengaruh pH diperiksa dengan menyediakan 4 buah Erlenmeyer, yang berisi masing-masing sebanyak 50 mL larutan Cr(III) 100 ppm. Selanjutnya pH larutan divariasikan dari 2, 4, 6 dan 8 menggunakan larutan HCl dan NaOH. Ke dalam masing-masing larutan ditambah kan 0,5 g arang aktif, diaduk selama waktu kontak optimum. Larutan disaring dan filtratnya diukur absorbansinya. Selanjutnya dibuat plot antara ion Cr(III) yang terserap dengan pH [7]. Pengaruh suhu diperiksa sama dengan parameter lain kecuali suhu divariasikan dari dari 30, 40 dan 50°C [15].

### 2.2.4 Daya serap terhadap iodium dan metilen Biru.

Daya serap terhadap Iod ditentukan dengan cara titrasi Iodometri dengan sedikit modifikasi yaitu dengan menggunakan 0,5 g arang aktif dalam Erlenmeyer berisi 25 mL larutan Iodin 0,1 N, ditirasi dengan larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1 N, seterusnya mengikuti prosedur SNI [14]. Penentuan daya serap metilen biru dilakukan dengan

menambahkan 0,5 g arang aktif ke dalam gelas kimia yang berisi 50 mL larutan metilen biru 5000 mg/L, diaduk selama 30 menit, disaring kemudian filtrat diukur serapannya dengan spektrofotometer UV-VIS. pada  $\lambda_{\max}$  metilen biru. Jumlah Iodium (BI) dan metilen biru (MB) yang terserap ditentukan [8]

### 2.2.5 Penentuan kapasitas adsorpsi

Daya serap arang terhadap ion Cr(III) ditentukan dengan menyediakan 6 buah Erlenmeyer 100mL, masing-masing diisi 50 mL larutan Cr(III) dengan variasi konsentrasi 50, 100, 150, 200, 250 dan 300 ppm, dalam hal ini yang divariasi hanya jumlah zat sedangkan massa adsorben dibuat tetap [7,8]. Ditambahkan masing-masing sebanyak 0,5 g arang aktif, sambil diaduk diinteraksikan selama waktu optimum, pH optimum dan suhu kamar. Disaring, filtratnya diukur serapannya dengan AAS. Jumlah zat yang terserap dan yang tersisa dapat ditentukan. Perlakuan yang sama dikerjakan terhadap arang tanpa aktivasi (ASo), termasuk sabut kelapa diberi kode (SK)

## Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Suhu karbonisasi

Karbonisasi sabut kelapa dilakukan pada suhu bervariasi yaitu 400, 500 dan 600°C, didasarkan pada teori yang menyatakan bahwa pemurnian karbon mulai terjadi pada suhu 500-600°C, dan tergantung material yang digunakan Suhu karbonisasi terbaik serat sabut kelapa yang diperoleh yaitu 600°C, didukung data karakteristik terbaik seperti disajikan dalam Tabel 1. Desy menyatakan bahwa selama proses pirolisis berlangsung kemungkinan masih disertai kehadiran oksigen terbatas sehingga terjadi pembakaran tak sempurna [9]. Pendapat serupa juga dikemukakan oleh Ma yang menyatakan jenis material baku, proses karbonisasi juga berpengaruh pada kualitas arang yang diproduksi [10].

**Tabel 1.** Karakteristik arang sabut kelapa pada berbagai suhu karbonasi.

No	Suhu °C	Kadar (%)			
		Air	Volatil	Abu	Karbon
1	400	6,62	6,41	10,26	76,70
2	500	6,47	6,00	9,46	78,05
3	600	5,25	5,50	9,06	80,18
SNI		≤15	≤25	≤10	≥65

### 3.2 Aktivasi Kimia

Aktivasi kimia dilakukan karena mampu mendegradasi molekul organik yang tersisa selama proses karbonisasi, mendehidrasi sisa air yang terperap pada arang,

membatasi pembentukan tar, serta melindungi permukaan karbon [10,11]. Pemilihan HCl sebagai aktivator karena HCl merupakan asam kuat dan konsentrasi yang tidak terlalu tinggi sudah mampu melarutkan pengotor dari permukaan dan pori-pori arang dan tidak merusak struktur mikro dari arang [13,15]. Aktivasi arang menggunakan HCl 0,8 M terbukti mampu meningkatkan kualitas arang. Semua parameter kualitas nilainya lebih baik dari arang tanpa aktivasi (ASo). Kadar abu diasumsikan sebagai sisa mineral yang tertinggal pada proses karbonisasi. Material sebagai bahan dasar pembuatan karbon tidak hanya mengandung senyawa karbon tetapi juga mengandung beberapa mineral dimana sebagian dari mineral ini telah hilang selama proses karbonisasi dan aktivasi serta sebagian lagi masih tertinggal di dalam arang aktif. Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa kadar karbon terikat pada arang berkisar antara 80-84% jauh melebihi standar SNI yaitu minimal 65% [14].

**Tabel 2.** Hasil karakterisasi ASo dan ASa

Parameter	ASo	ASa	SNI
KA (%)	5,25	4,54	≤ 15
KZMM (%)	5,50	3,75	≤ 25
KAT (%)	9,06	7,33	≤ 10
KCT (%)	80,18	84,38	≥ 65
BI (mg/g)	780,50	862,99	≥750
MB (mg/g)	265,19	384,79	≥120
LPS (m <sup>2</sup> /g)	983,83	1427,18	-

Keterangan: KA: kadar air ; KZMM =kadar zat mudah menguap; KAT =kadar abu total ; KCT= kadar karbon terikat; BI = adsorpsi Iod; MB = adsorpsi metilen biru ; LPS= luas permukaan spesifik.

### 3.3 Daya serap terhadap iodin dan metilen biru

Daya serap iodin merupakan salah satu parameter umum yang dipakai dalam pengujian kualitas arang. Daya serap iodin menunjukkan kemampuan arang menyerap molekul berukuran kecil sekaligus mengindikasikan bahwa arang memiliki struktur micropori. Semakin besar angka iodin, semakin besar pula daya adsorpsi dari arang terhadap molekul kecil [7,8]. Berdasarkan SNI arang yang baik memiliki bilangan iodin(BI) minimal 750 mg/g. Bilangan iodin arang aktivasi lebih besar dibandingkan bilangan iodin arang tanpa aktivasi. Hal ini menjadi petunjuk bahwa proses aktivasi mampu menghilangkan pengotor sehingga pori-pori arang semakin terbuka dan luas permukaan arang bertambah, sebagaimana dilaporkan para peneliti sebelumnya menggunakan berbagai jenis aktivator misalnya ZnCl<sub>2</sub> [10,11], asam HCl dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> [13,15]. Bilangan iodin arang aktif dan arang tanpa aktivasi yang diperoleh berkisar antara 780-870 mg/g, telah memenuhi standar SNI. Adsorpsi terhadap metilen biru

memberi gambaran kemampuan arang untuk menyerap molekul berukuran lebih besar, sekaligus menyatakan bahwa arang yang dihasilkan juga memiliki struktur mesopore[7]. Adsorpsi metilen biru(BM) arang tanpa aktivasi dan aktivasi berturut-turut sebesar 265,1975 mg/g dan 384,7862 mg/g, juga melebihi SNI yang mensyaratkan minimal 120 mg/g. Daya serap metilen biru berkaitan dengan luas permukaan spesifik adsorben. Luas permukaan spesifik (LPS) dihitung dengan persamaan (3)

$$LPS = \frac{Wad \times N \times A}{Mr} \quad (3)$$

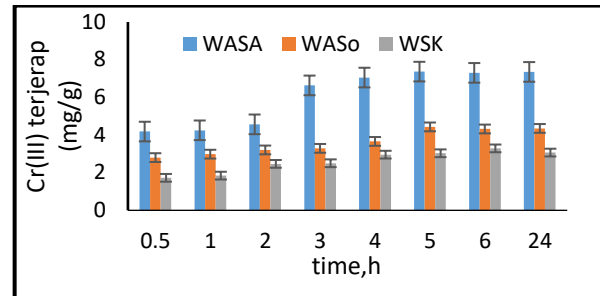
LPS = luas permukaan spesifik ( $m^2/g$ ); Wad = massa metilen biru yang terserap (mg/g); N = bilangan Avogadro ( $6.02 \times 10^{23}$  molekul/mol); A = luas permukaan 1 molekul metilen biru ( $197 \times 10^{-20} m^2/molekul$ ), Mr = massa molekul relatif metilen biru (319,85 g/mol).

Adapun luas permukaan ASo dan ASa berturut-turut adalah 983,8262  $m^2/g$  dan 1427,184  $m^2/g$  yang disajikan pada Tabel 2. Luas permukaan arang akibat aktivasi bertambah sebesar 45,07%.

### 3.4 Waktu kontak optimum

Daya serap masing-masing adsorben meningkat seturut dengan bertambahnya waktu hingga 6 jam pertama. Pada periode 7-12 jam berikutnya cenderung konstan, karena telah mencapai keadaan jenuh dan menuju kesetimbangan. Waktu kontak optimum arang ASo dan ASa serta serat sabut kelapa (SK) berturut-turut 5, 5 dan 6 jam (Gambar 1). Namun, dalam proses selanjutnya digunakan waktu 6 jam. Jumlah massa ion Cr(III) yang terjerap untuk masing-masing adsorben yaitu 7,3366; 4,4300 dan 3,2900 mg/g untuk arang ASa, ASo dan SK. Pada kondisi ini terjadi perubahan daya adsorpsi dari SK ke ASo dan dari SK ke ASa serta dari ASo ke ASa berturut-turut sebesar 34,650; 123 serta 65,611%.

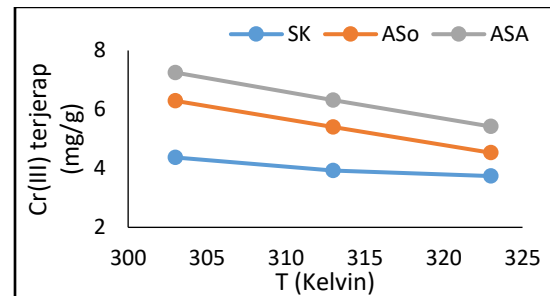
Pada umumnya semakin tinggi suhu, laju reaksi bertambah cepat. Dalam hal ini laju adsorpsi dan desorpsi bertambah. Saat desorpsi ion Cr(III) terjadi justru akan menghambat adsorpsi sebab yang lepas ion Cr(III) menolak ion Cr(III) yang mendekati permukaan adsorben. Fenomena ini menunjukkan bahwa ikatan yang terjadi antara ion Cr(III) dengan adsorben sangat lemah kemungkinan didominasi oleh adsorpsi fisika (phycisorption) umumnya melibatkan interaksi van der Waals [16,17]. Semakin tinggi suhu justru daya adsorpsi makin berkurang, sebagaimana terdapat pada Grafik 1.



Gambar 1. Hubungan antara jumlah Cr(III) terjerap terhadap waktu (V = 50mL, Co = 100 ppm)

### 3.5 Pengaruh Suhu

Pengaruh suhu terhadap daya adsorpsi disajikan pada Grafik 1 ;



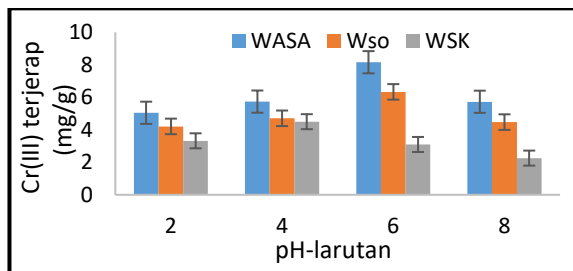
Grafik 1. Hubungan jumlah zat terserap terhadap suhu.

Adsorpsi terbaik terjadi disekitar suhu kamar yaitu 30°C, untuk ketiga jenis adsorben, arang aktivasi (ASa) tetap menunjukkan daya jerap terbaik.

### 3.6 pH Optimum

pH merupakan salah satu faktor yang berpengaruh terhadap daya adsorpsi ion Cr(III) dalam larutan. Daya serap arang ASa, ASo dan SK pada berbagai pH terhadap ion Cr(III) disajikan pada Gambar 2. Nilai pH optimum untuk arang ASa, ASo sebesar 6, sedangkan SK pada pH 4. Pada pH rendah atau asam ion Cr(III) yang terserap lebih sedikit karena kadar ion H<sup>+</sup> yang terdapat dalam larutan, cukup tinggi dan berdifusi lebih cepat ke permukaan adsorben dibandingkan ion Cr(III) akibatnya permukaan adsorben cenderung bermuatan positif sehingga akan menolak ion Cr(III) yang juga bermuatan positif. Pada pH 4-6 akibat menurunnya jumlah ion H<sup>+</sup> dan bertambahnya ion OH<sup>-</sup> terjadi reaksi ion Cr<sup>3+</sup> dengan OH<sup>-</sup> membentuk ion Cr(OH)<sup>2+</sup> dan Cr(OH)<sup>+</sup> yang mempunyai ukuran molekul lebih besar memiliki interaksi *van der Waals* yang lebih efektif dibandingkan ion Cr<sup>3+</sup> [18,19]. Sedangkan pada pH 8 larutan bersifat basa, kadar ion OH<sup>-</sup> dalam larutan cukup tinggi sehingga

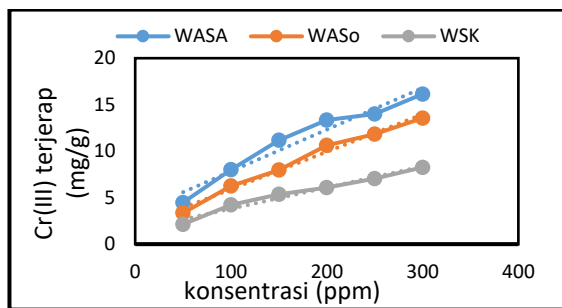
ion OH<sup>-</sup> justru bereaksi lebih intensif dengan ion Cr(III) membentuk koloid atau endapan Cr(OH)<sub>3</sub>, dan tidak terserap oleh arang aktif (adsorben). Pernyataan ini didukung oleh para peneliti sebelumnya, yang menyatakan serapan ion Cr(III) oleh arang aktif sangat dipengaruhi pH dan jenis adsorben [3,7].



Gambar 2. Hubungan jumlah zat terserap terhadap pH

### 3.7 Pengaruh konsentrasi terhadap dayajerap adsorben.

Pengaruh konsentrasi ion Cr(III) dalam larutan terhadap daya adsorpsi dipelajari dengan memvariasikan konsen trasi larutan mulai dari 50, 100, 150, 200, 250 dan 300 ppm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi ion Cr(III) dalam larutan semakin besar daya adsorpsi. Sebagaimana ditampilkan pada Grafik 2



Grafik 2. Hubungan daya serap dengan konsentrasi awal

Keterangan:  
WASA, WASo, WSK = daya adsorpsi Arang aktivasi, tanpa aktivasi dan serat sabut kelapa

Hal ini bisa dipahami karena semakin besar konsentrasi larutan maka semakin besar pula jumlah ion Cr(III) dalam larutan sehingga intensitas interaksi antara ion Cr(III) dengan adsorben semakin tinggi, sehingga daya adsorpsi meningkat[15,16]. Daya adsorpsi arang aktif(ASa) lebih besar dibandingkan arang tanpa aktivasi (ASo) dan juga serat sabut kelapa (SK). Grafik 2 juga menunjukkan masih ada kecenderungan daya adsorpsi bertambah untuk konsentrasi yang lebih tinggi, sebab trend grafik masih naik. Daya serap masing-masing adsorben pada

konsentrasi ion Cr(III) tertinggi 300 ppm disajikan pada Tabel 3. Peningkatan daya adsorpsi terbesar terjadi dari perubahan bentuk serat ke bentuk arang (ASo) yaitu sebesar 64,36%, dan sebesar 19,02 % dari arang ASo ke arang aktif (Asa). Kenyataan ini diduga karena dalam bentuk serat sabut kelapa pusat aktif sangat terbatas yakni gugus-gugus OH yang terdapat pada selulosa atau lignin yang kereaktifannya dipengaruhi posisi dan stereo geometrinya, sedangkan bentuk arang pusat aktifnya bertambah yaitu permukaan yang luas dan gugus-gugus aktif yang terdapat dipermukaan dan pori-pori arang [5,7] . Daya adsorpsi ketiga adsorben untuk konsentrasi tertinggi 300 ppm disajikan pada Tabel 3

Tabel 3. Perubahan daya serap akibat perlakuan

Biosorben	Daya serap (mg/g)	Perubahan daya serap (%)
SK	8,25	-
ASo	13,56	64,36
ASa	16,14	19,03

### Isoterm Adsorpsi

Isoterm adsorpsi diperlukan untuk mengetahui kapasitas adsorpsi dan model adsorpsi, ditentukan melalui adsorpsi pada variasi konsentrasi ionCrom(III) seperti pekerjaan (3.7). Ion Cr(III) yang terjerap dalam kesetimbangan dihitung dengan persamaan-2. Model adsorpsi isotermal yang di uji yaitu Langmuir dan Freundlich serta Temkin [16,17].

Persamaan Langmuir dan linierisasinya

$$q_e = \frac{qm.Ka.Ce}{1+Ka.Ce} \rightarrow \frac{1}{q_e} = \frac{1}{qm.Ka} \cdot \frac{1}{Ce} + \frac{1}{qm} \quad (4)$$

Persamaan Freundlich dan linierisasinya :

$$q_e = K_f .Ce^{1/n} \rightarrow \log q_e = \log K_f + \frac{1}{n} \log Ce \quad (5)$$

Persamaan Temkin dan linierisasinya :

$$q_e = \frac{RT}{B} \ln(\alpha.Ce) \rightarrow q_e = P \ln \alpha + P \ln Ce. \quad (6)$$

$$P = \frac{RT}{B} .$$

Hasil yang diperoleh disajikan dalam Tabel 4. Berdasarkan data Tabel 4 dapat diketahui bahwa adsorben SK dan ASo mengikuti isoterm Langmuir dengan nilai koefisien determinasi R<sup>2</sup> masing-masing 0,9887 dan 0,9924. Sedangkan ASa mengikuti Freundlich dengan koefisien R<sup>2</sup> = 0,9827, n = 2,7 menunjukkan cenderung multilayer. Kapasitas adsorpsi masing-masing secara teoritis (Q<sub>max</sub>) dan eksperimen (Q<sub>eks</sub>) berbeda hasilnya. Q<sub>eks</sub> lebih kecil dari teoritis untuk SK dan ASo sedangkan ASa Q<sub>eks</sub> lebih besar dari teoritis (Tabel 4).



**Tabel 4.** Hasil uji Isoterm adsorpsi adsorben SK, ASo dan ASa

Adsorben	Q <sub>max</sub> (mg/g)	Q <sub>exp</sub> ( mg/g)	R <sup>2</sup>	KL (L/mg)
SK	13,623	8,258	0,9897	0,0067
ASo	18,315	13,565	0,9924	0,0136
ASa	15,176	16,145	0,9765	0,0790

Adsorben	n	R <sup>2</sup>	KF
SK	1,6139	0,9686	0,2969
ASo	1,6776	0,9866	0,6631
ASa	2,7071	0,9827	2,5645

Adsorben	α	R <sup>2</sup>	B (J/mol)
SK	0,0739	0,9770	392,084
ASo	0,1173	0,9685	252,626
ASa	0,6586	0,9732	326,048

Hal ini terjadi diduga akibat reaksi dipermukaan yang cenderung melambat saat mendekati permukaan, akibat interaksi dipermukaan antara ion Cr(III) yang terserap dengan yang lepas (desorpsi) Penyimpangan nilai Qeksperimen dan Q-teoritis berturut-turut 39,39%, 25,94% dan -6,40% untuk SK, ASo dan ASa (tanda "-" =  $Q_{exp} > Q_{max}$ ). Tetapan Langmuir dan Freundlich yang bertambah akibat perlakuan menguatkan fakta bahwa reaksi dan interaksi Cr(III) dipermukaan tidak murni mengikuti Langmuir atau Freundlich diduga perpaduan keduanya.

### Kesimpulan

Kondisi terbaik untuk preparasi arang sabut kelapa suhu optimum sebesar 600°C. Arang aktivasi dan tanpa aktivasi yang dihasilkan telah memenuhi standar SNI 06-3730-1995. Waktu kontak optimum adsorpsi arang tanpa aktivasi dan arang aktivasi adalah 5 jam, pH optimum arang tanpa aktivasi dan arang aktivasi adalah pH 6 serta sabut kelapa adalah 4. Daya serap terhadap ion Cr(III) dipengaruhi oleh waktu kontak, pH larutan dan konsentrasi awal. Pada konsentrasi awal larutan 300 mg/L berturut-turut 16,14 mg/g (ASa), 13,56 mg/g (ASo) dan 8,25 mg/g (SK). Terjadi peningkatan daya adsorpsi dari sabut kelapa terhadap arang tanpa aktivasi sebesar 64,36-65 % dan peningkatan daya serap adsorpsi dari arang tanpa aktivasi terhadap arang aktif sebesar 19,02 %. Isoterm adsorpsi untuk SK dan ASo mengikuti Langmuir sedangkan ASa mengikuti Freundlich.

### Daftar Pustaka

- [1] Permenkes No. 32 Tahun 2017 tentang Standar Baku Mutu Kesehatan Lingkungan Dan Persyaratan Kesehatan Air Untuk Keperluan Higiene Sanitasi, Kolam Renang, Solus Per Aqua dan Pemandian Umum.
- [2] Agency for Toxic Substances and Disease Registry (ATSDR)

.2012. Toxicological profile for Chromium. Atlanta, GA: U.S. Department of Health and Human Services, Public Health Service.

- [3] E.Nur Eda., K.O.Muhammed., Sezen, K, Removal of Chromium from aqueous solutions using an Industrial waste material, International Journal of Ecosystems (IJEES) ,7(4):671-676.2017
- [4] H.Peng.,J.Guo,Removal of chromium from wastewater by membrane filtration, chemical precipitation,ion exchange, adsorption electrocoagulation, chemical reduction,electrodialysis,electrodeionization ,photocatalysis and nanotechnology: A Review Environmental Chemistry Letters, Vol. 23 pp: 1-4.Juli 2020
- [5] H.A Hegazi. ,Removal of heavy metals from wastewater using agricultural and industrial wastes as adsorbents ,*HBRC Journal*,Vol.9,pp.276-282,March 2013
- [6] M.Yahya., Z.Al-Qodah and C.W.Zanariah , Agricultural Bio-Waste Materials as Potential Sustainable Precursors Used for activated carbon Production, A Review, Renewable and Sustainable Energy Reviews 46,Elsevier pp. 218-35;2015
- [7] M.Manurung.,A.A.B Putra.,I. Oktavia, Karakterisasi arang bambu yang dibuat dengan Metode konvensional dan aktivasi termal serta aplikasinya sebagai adsorben logam Pb(II) dan Cr(III). *Jurnal Kimia (Journal of Chemistry.)* vol.15(1)pp.50-58.January 2021.
- [8].Krismayanti,N.,Manurung,M.,Suastuti.,N.D, Sintesis Arang Aktif dari Limbah Batang Bambu dengan Aktivator NaOH sebagai Adsorben Ion Krom(III) dan Timbal (II). *Jurnal Kimia (Journal of Chemistry)*, Vol.7(2) hal. 189-197 Juli 2019.
- [9] Desy., A.Suharman., Vinsiah, R., Pengaruh Variasi Suhu Karbonisasi Terhadap Daya Serap Karbon Aktif Cangkang Kulit Buah Karet (Hevea brasiliensis). *Jurnal Prosiding Semirata, Universitas Tanjungpura, Pontianak* : 294-303,2015
- [10].Y.Ma.,Q.Wang,X.Wang,.X.Sun.,A Comprehensive Study on Activated Carbon Prepared from Spent Shiitake Substrate Via Pyrolysis With ZnCl<sub>2</sub>, *J.Prourous Mater.*, 22(1)pp. 157-169,2015.
- [11].I.Demiral.,C.A.Samdan and H. Demiral.,Production and Characterization of Activated Carbon Prepared from Pumpkin Seed Shell by Chemical Activation with ZnCl<sub>2</sub>, *Journal Desalination and water Treatment*,Vol 57(6) pp. 2446-2454;2016
- [12].Kusumawardani,L.J,Suryadi,T.S.,Taufik ,2020,Optimasi Adsorpsi Kromium VI oleh Arang Aktif dari Tempurung Kelapa, *Jurnal Prosiding Seminar Nasional Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat*, FMIPA ,Universitas Pakuan Bogor Vol.1(1).2020

- [13] Verayana., M.Paputungan.,H. Iyabu., Pengaruh Aktivator HCl dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> Terhadap karakteristik (Morfologi Pori) Arang Aktif Tempurung Kelapa serta Uji Adsorpsi pada Logam Timbal(Pb).*Jurnal Entropi*, Volume 13, (1): 67-75 ;2018
- [14] Standar Nasional Indonesia. SNI 06-3730-1995; Arang Aktif Teknis. Dewan Standarisasi Nasional Jakarta,1995
- [15].H.Alfiany, S. Bahri,S., Nurakhirawati, Kajian Penggunaan Arang Aktif Tongkol Jagung Sebagai Adsorben Logam Berat Pb Dengan Beberapa Aktivator Asam. *Jurnal Natural Science*.2(3) : 75-86; 2013
- [16] R.A.Sari., M.L.Firdaus.,R.Elvia.,PenentuanKeseimbangan, Termodinamika Dan Kinetika Adsorpsi ArangTempurung Kelapa Sawit Pada Zat Warna *Reactive Red* Dan *Direct Blue*, Alotrop, *Jurnal Pendidikan dan Kimia*, Vol.1 (1) hal. 10-14.2017
- [17].H.Kristanto.,N.Daulay and A.A.Arie, Adsorption of Ni(II) ions onto Calcined Eggshells: A study equilibrium Adsorption Isotherm, *Indones J Chem*, Vol.19(1)pp.143-150, February 2019 .
- [18].Suminten,N.,I.W.Sudiarta., N.Simpen, Adsorpsi ion logam Cr(III) pada silika gel dari Abu Sekam Padi Termodifikasi Ligan Difenilkarbazon (Si-DPZon), *Jurnal Kimia*, Vol.8(2); hal.231-236,Juli 2014.
- [19].Sintya,T.P., Khabibi.,Nor Basid,A.P., Pemanfaatan Kitosan Termodifikasi Asam Askorbat sebagai Adsorben ion LogamBesi(III) dan Kromium(III).*Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*,Vol.15(2); 70-75.2012; <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/ksa>.