

## EFEKTIVITAS ADSORBEN ARANG AKTIF KULIT DURIAN (*Durio Zibethinus*) DAN WAKTU KONTAK TERHADAP PENURUNAN KONSENTRASI PEWARNA NAPHTOL LIMBAH CAIR BATIK

Wike Maylani<sup>1</sup>, Ismiyati<sup>2\*</sup>, Yustinah<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta  
Jalan Cempaka Putih Tengah No 27, Cempaka Putih, Jakarta Pusat 10510

\*E-mail: [ismiyati@umj.ac.id](mailto:ismiyati@umj.ac.id)

Diterima: 15 Februari 2023

Direvisi: 20 April 2023

Disetujui: 29 Juni 2023

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik arang aktif kulit durian dan mengetahui kemampuan daya serap arang aktif kulit durian yang berperan sebagai adsorben dalam menurunkan konsentrasi zat pewarna naphthol pada limbah cair batik berdasarkan variasi massa arang aktif (0,5%; 1%; 1,5%; 2%; dan 2,5%b/v) dan variasi waktu kontak (0, 25, 50, 75, dan 100 menit). Hasil karakteristik arang aktif kulit durian meliputi kadar rendemen sebesar 86,6%; kadar air sebesar 9%; kada abu sebesar 13,3%; daya serap iodium sebesar 526,635 mg/g; luas permukaan metode metilen blue sebesar 456,24 m<sup>2</sup>/g dan dilakukan uji SEM (Scanning Electron Microscope) untuk mengetahui morfologi permukaan arang aktif kulit durian. Kemampuan arang aktif kulit durian dalam menurunkan zat pewarna naphthol yang terkandung dalam limbah cair batik berdasarkan pengaruh massa arang aktif kulit durian dan waktu kontak diperoleh hasil penurunan konsentrasi pewarna naphthol yang terbaik terjadi pada massa arang aktif kulit durian sebesar 2,5%b/v dan pada waktu kontak selama 75 menit dengan konsentrasi akhir pewarna naphthol limbah cair batik sebesar 52,64 mg/L dan persentase penurunan pewarna naphthol sebesar 79,52%.

**Kata kunci:** Arang Aktif, Limbah Kulit Durian, Zat Warna Naphtol, Limbah Cair Batik

### ABSTRACT

This study aims to analyze the characteristics of activated charcoal from durian shells and to determine the absorption capacity of activated charcoal from durian shells which acts as an adsorbent in reducing the concentration of naphthol dye in batik wastewater based on mass variations of activated charchoal (0,5%; 1%; 1,5%; 2%; dan 2,5%b/v) and variation of contact time (0, 25, 50, 75, and 100 in minutes). The characteristic results of activated charcoal from durian shells include a yield content 86,6%; moisture content of 9%; ash content of 13.3%; iodine absorption of 526.635 mg/g; the surface area using the methylene blue method is 456.24 m<sup>2</sup>/g and the SEM (Scanning Electron Microscope) test to determine the surface morphology of the activated charcoal. Based on the effect of the mass of activated charcoal from durian shells and contact time, the best results are obtained on a mass of 2,5%b/v of activated charchoal on durian shells and a contact time of t5 minutes to reduce the concentration of naphthol dye. In these parameters, the final concentration of naphthol dye from batik wastewater is obtained of 52,64 mg/l with a reduction percentage of naphthol dye of 79,52%.

**Keywords:** Activated Charcoal, Durian Shell Waste, Naphtol Dye, Batik Wastewater.

## PENDAHULUAN

Pencemaran lingkungan masih terus terjadi hingga saat ini, salah satu penyebabnya adalah limbah industri. Limbah industri menjadi limbah yang berbahaya karena seringkali langsung dibuang ke perairan tanpa diproses terlebih dahulu yang menyebabkan terjadinya pencemaran di perairan, sehingga hal tersebut harus ditanggulagi. Industri batik merupakan salah satu industri yang ada di Indonesia, industri batik menghasilkan limbah cair berwarna. Menurut Vineta dkk (2014), limbah batik berwarna dapat menyebabkan kerusakan ekosistem akuatik, karena limbah cair batik mengandung zat pewarna dan senyawa organik yang tinggi. Kandungan zat pewarna yang tinggi pada limbah batik berasal dari proses pewarnaan kain pada saat proses pembuatan batik, pada saat proses pewarnaan tekstil, sekitar 10-15% zat warna baik berupa cairan atau padatan dapat terlepas ke lingkungan yang menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan (Aksu, 2003).

Pewarna *naphthol* yang terkandung dalam limbah cair batik bersifat stabil sehingga akan sulit terurai ketika masuk ke badan perairan dan membahayakan biota perairan, karena zat warna seperti *naphthol* yang masuk ke badan perairan dapat menghalangi masuknya sinar matahari ke dalam badan perairan sehingga tentunya akan menghambat proses fotosintesis serta mempengaruhi ekosistem perairan (Hajati dkk., 2014). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Atirza & Soewondo (2018), konsentrasi *naphthol* limbah cair batik sebesar 23,111 mg/L, hal tersebut menunjukkan bahwa limbah batik tidak memenuhi baku mutu lingkungan. Menurut Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001, baku mutu limbah harus bebas dari kandungan zat warna (tidak berwarna). Salah satu metode sederhana yang efektif dalam upaya penurunan konsentrasi *naphthol* pada limbah cair batik yaitu dengan metode adsorpsi arang aktif. Berdasarkan penelitian terdahulu, meskipun metode adsorpsi merupakan metode sederhana tetapi efektif menurunkan konsentrasi pewarna *naphthol*.

Arang aktif merupakan karbon yang memiliki kemampuan daya serap yang baik terhadap kation, anion, dan molekul dalam bentuk senyawa organik dan anorganik, baik berupa gas ataupun larutan. Bahan yang dapat digunakan dalam pembuatan arang aktif adalah bahan yang memiliki kandungan karbon tinggi

dan terutama yang memiliki pori (Lempang, 2014). Bahan baku pembuatan arang aktif dapat berasal dari limbah biomassa seperti kulit durian, tempurung kelapa dan sekam padi, sehingga limbah biomassa tersebut memiliki nilai ekonomi yang lebih tinggi. Pemanfaatan limbah biomassa menjadi arang aktif tentunya dapat meminimalisir terjadinya pencemaran lingkungan, terlebih lagi arang aktif yang dihasilkan dapat diaplikasikan sebagai adsorben yang berfungsi dalam proses adsorpsi limbah yang dapat mencemari lingkungan.

Buah durian merupakan salah satu buah yang cukup digemari masyarakat Indonesia karena memiliki cita rasa yang unik. Indonesia menjadi salah satu negara penghasil durian cukup besar. Akan tetapi, durian memiliki kulit yang keras dan berduri, kulit durian yang menumpuk akan menjadi pencemar lingkungan karena sulit terurai dan lama kelamaan akan menimbulkan bau tak sedap jika dibiarkan begitu saja. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Hatta (2007), hasilnya yaitu kulit durian mengandung kadar selulosa yang tinggi yaitu sekitar 50-60%, kandungan lignin 5% dan kandungan pati 5%. Hal tersebut menunjukkan bahwa kulit durian bukan sekedar limbah, hanya saja kulit durian belum dimanfaatkan secara optimal, kulit durian merupakan salah satu limbah biomassa yang tentunya dapat dimanfaatkan dalam menghasilkan arang aktif.

Berdasarkan permasalahan yang ada, penelitian ini dilakukan dengan tujuan memanfaatkan limbah kulit durian menjadi arang aktif dengan memvariasikan massa arang aktif kulit durian (0,5%; 1%; 1,5%; 2%; dan 2,5% b/v) dan variasi waktu kontak (0, 25, 50, 75, dan 100 menit). Arang aktif diaplikasikan sebagai adsorben dalam proses adsorpsi *naphthol* pada limbah cair batik, sehingga limbah kulit durian yang pada awalnya belum dimanfaatkan dengan baik dan dianggap dapat mencemari lingkungan diubah menjadi suatu produk dengan nilai ekonomi yang lebih tinggi.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara sistematis diawali dengan proses preparasi sampel limbah kulit durian yaitu proses pembersihan, pengeringan, dan pemotongan kulit durian. Proses pembuatan arang aktif serta metode

adsorpsi pewarna naphtol pada limbah batik cair yang diambil dari industri batik Paoman Art Indramayu dan dilakukan dalam skala laboratorium. Langkah pembuatan arang aktif terdiri dari proses karbonasi dan dilanjutkan dengan proses aktivasi arang yaitu dengan perendaman arang selama 24 jam di dalam larutan aktivator KOH 5%. Setelah proses aktivasi diperoleh arang aktif kulit durian yang sudah teraktivasi kemudian dilakukan karakterisasi sebagai berikut:

Uji rendemen arang aktif dilakukan untuk mengetahui persentase arang aktif yang terbentuk, dengan cara membandingkan berat arang aktif yang dihasilkan terhadap berat arang awal (arang hasil karbonasi). Rendemen ditentukan dengan persamaan berikut.

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat arang aktif}}{\text{berat arang awal}} \times 100\% \quad (1)$$

(Marlinawati dkk., 2015)

Uji kadar air dilakukan untuk mengetahui sifat higroskopis (kemampuan menyerap air) arang aktif kulit durian. Kadar air arang aktif harus rendah agar kemampuan daya serap arang aktif bisa maksimal. Kadar air dapat ditentukan dengan persamaan berikut.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{B2-B3}{B2-B1} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

B1: berat cawan kosong setelah dikeringkan

B2: berat cawan dengan arang aktif sebelum dikeringkan

B3: berat cawan dengan arang aktif sesudah dikeringkan

(Grandis, 2008)

Kadar abu menunjukkan banyaknya kandungan zat anorganik dari sisa proses karbonasi. Kadar abu ditentukan dengan persamaan berikut.

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{\text{massa setelah pengabuan}}{\text{massa sebelum pengabuan}} \times 100\% \quad (3)$$

(Mulyati & Pujiono, 2017)

Uji daya serap iodin dilakukan untuk mengetahui kemampuan daya adsorpsi arang aktif terhadap larutan berwarna berupa iodin.

Daya serap iodin ditentukan dengan persamaan berikut.

$$I_{\text{serap}} \text{ (mg/g)} = \frac{\left(10 - \frac{V \times N}{0.1}\right) \times 12,69 \times 5}{W} \quad (4)$$

Keterangan:

10 = volume filtrat

V = volume  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  yang digunakan (titran)

N = normalitas  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

12,69 = jumlah iod sesuai dengan 1 mL larutan  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  0,1 N

W = massa arang aktif (gram)

(Sahara dkk., 2017)

Luas permukaan metode *metilen blue* yaitu metode untuk menentukan luas permukaan arang aktif berdasarkan kemampuan daya serap arang aktif terhadap larutan *metilen blue*. Penentuan luas permukaan metode *metilen blue* menggunakan persamaan berikut ini.

$$S \text{ (m}^2\text{/g)} = \frac{Xm \cdot N \cdot a}{Mr} \quad (5)$$

Keterangan:

S = Luas Permukaan

Xm = Berat *metilen blue* yang teradsorpsi (mg/g)

N = Bilangan Avogrado ( $6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$ )

a = Luas penutupan oleh 1 molekul *metilen blue* ( $197 \times 10^{-20} \text{ m}^2$ )

Mr = Massa molekul relatif *metilen blue* (320,5 g/mol)

(Mulyati & Pujiono, 2017)

Proses adsorpsi dilakukan untuk menurunkan konsentrasi pewarna *naphtol* yang terkandung dalam limbah cair batik dilakukan dengan penambahan variasi masa arang aktif kulit durian (0,5%; 1%; 1,5%; 2%; dan 2,5% b/v) dan dilakukan berdasarkan variasi waktu kontak selama 0, 25, 50, 75 dan 100 menit. Pengujian konsentrasi pewarna *naphtol* menggunakan spektrofotometer UV-Vis baik sebelum adsorpsi ataupun sesudah adsorpsi. Penentuan konsentrasi pewarna *naphtol* diawali dengan pembuatan kurva standar pewarna *naphtol* dengan cara membuat larutan *naphtol* dengan konsentrasi 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm dan 25 ppm dan dilakukan pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum sebesar 460 nm (Nika dkk., 2022). Efisiensi penurunan konsentrasi pewarna *naphtol* limbah cair batik ditentukan berdasarkan persentase

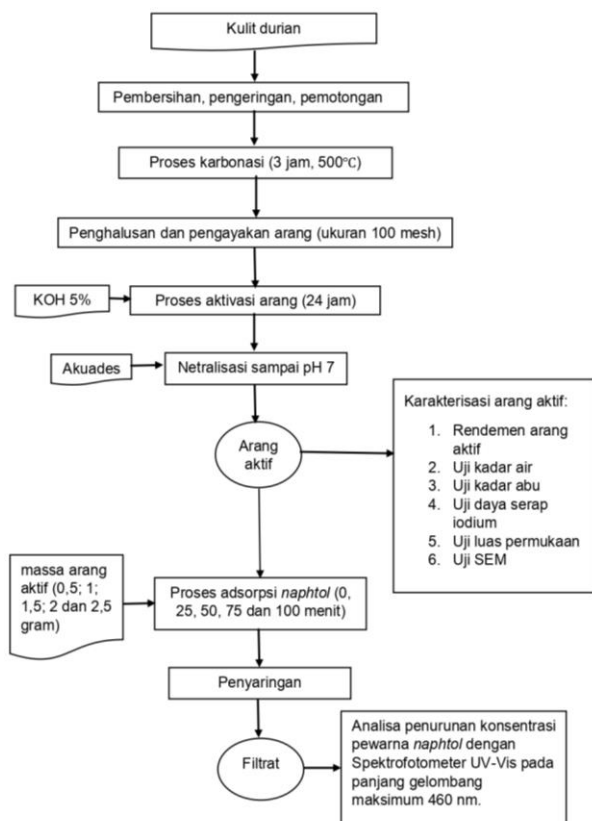
removal. Persentase removal atau persentase penyisihan zat pewarna *naphtol* ditentukan dengan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Persen removal (\%)} = \frac{C_0 - C_i}{C_0} \times 100\% \quad (6)$$

Keterangan:

$C_0$  = konsentrasi awal sampel (mg/l)

$C_i$  = konsentrasi sampel setelah adsorpsi



**Gambar 1.** Diagram alir penelitian

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses pembuatan arang aktif dari kulit durian diawali dengan preparasi limbah kulit durian seperti pemotongan, pencucian dan pengeringan limbah kulit durian. Preparasi kulit durian bertujuan agar kulit durian terbebas dari pengotor dan mengandung kadar air yang rendah, sehingga tidak mengganggu proses pembuatan arang aktif yang terdiri dari proses karbonasi dan proses aktivasi.

Proses karbonasi disebut juga dengan proses pengarangan yang menghasilkan arang, proses karbonasi dilakukan dengan memasukkan bahan baku kulit durian hasil preparasi ke

dalam *furnace* pada suhu 500°C selama 3 jam. Proses karbonasi dipengaruhi faktor suhu dan lamanya waktu karbonasi, karena pada saat karbonasi akan terbentuk gas dari senyawa-senyawa *volatile*, hal tersebut menyebabkan terbukanya pori-pori arang. Hasil karbonasi dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Arang sebelum aktivasi

Arang aktif diaktivasi secara fisika dan kimia melalui proses pencucian, pemanasan, dan aktivasi dengan aktivator (Ali dkk., 2020). Proses aktivasi arang menghasilkan arang aktif dengan cara mengaktifkan arang menggunakan aktivator, pada penelitian ini aktivator yang digunakan adalah aktivator KOH. Aktivator KOH merupakan salah satu basa kuat yang dapat menghilangkan zat-zat pengotor dalam karbon atau arang, sehingga menghasilkan arang aktif yang berpori (Apriani dkk., 2013). Arang direndam dalam larutan KOH dengan perbandingan 1:10 selama 24 jam, tujuan dari proses aktivasi yaitu untuk mengaktifkan arang dengan cara menghilangkan hidrokarbon yang menutupi permukaan arang agar terbentuk pori-pori yang meningkatkan kemampuan daya serap arang aktif (Maulana dkk., 2017). Hasil arang aktif berbentuk serbuk halus berwarna hitam seperti yang terlihat pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Arang aktif kulit durian

### Karakteristik Arang Aktif Kulit Durian

Hasil karakterisasi arang aktif kulit durian pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil karakterisasi arang aktif kulit durian

Pengujian	Hasil	Standar arang aktif	
Rendemen	86,6%		
Kadar air	9%	Maksimal 15%	SNI 06-3730 - 1995
Kadar abu*	13,3%	Maksimal 10%	SNI 06-3730 - 1995
Daya serap iodium*	526,63 mg/g	Daya serap terhadap iodium minimum sebesar 750 mg/g arang aktif.	SNI 06-3730 - 1995
Luas permukaan arang aktif metode <i>metilen blue</i>	456,24 m <sup>2</sup> /g	Luas permukaan minimum sebesar 300 m <sup>2</sup> /g.	SII No. 0258-88-2003

Rendemen arang aktif kulit durian, massa arang mengalami penurunan setelah proses pengeringan, berdasarkan Tabel 1 rendemen arang aktif kulit durian terhadap massa arang awal yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 86,6%. Rendemen arang aktif diperoleh dari perbandingan massa arang aktif kering dengan massa arang setelah proses karbonasi, semakin tinggi rendemen maka semakin baik kualitas arang aktif karena semakin sedikit unsur karbon yang hilang selama proses aktivasi berlangsung. Menurut Dewatisari dkk (2018), rendemen yang semakin besar, dapat menunjukkan bahwa perlakuan yang diterapkan sudah efisien dengan tidak mengesampingkan sifat-sifat lain.

Kadar air menunjukkan sifat higroskopis arang aktif kulit durian, arang aktif kulit durian yang teraktivasi KOH 5% pada penelitian ini diperoleh sebesar 9% (Tabel 1.) yang menunjukkan bahwa kadar air sudah

memenuhi syarat Standar Nasional Indonesia 06-3730-1995 yang sudah ditetapkan yaitu maksimal sebesar 15%. Hal ini menunjukkan bahwa adanya KOH 5% dapat mengikat kotoran sisa karbonasi dan mineral organik pada permukaan arang aktif dengan baik (Subadra dkk., 2005).

Kadar abu menunjukkan kandungan oksida-oksida logam dalam arang aktif berupa mineral yang tidak dapat menguap pada proses karbonasi (Tursina, 2011), hasil uji kadar abu pada penelitian ini, berdasarkan Tabel 1, yaitu sebesar 13,3%, dimana hal tersebut menunjukkan bahwa kadar abu belum memenuhi syarat mutu SNI 06-3730-1995 yang ditetapkan.

Daya serap arang aktif terhadap iod menunjukkan kemampuan arang aktif dalam menyerap zat warna berupa iod, kemampuan daya serap arang aktif ditentukan oleh luas permukaan dan banyaknya pori-pori arang aktif. Daya serap iod yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 526,63 mg/g (Tabel 1.), meskipun hasil belum mencapai syarat SNI 06-3730-1995, akan tetapi arang aktif kulit durian masih cukup efektif dalam proses adsorpsi zat pewarna *naphtol* pada limbah cair batik. Hal tersebut dibuktikan dengan hasil uji penurunan konsentrasi zat pewarna *naphtol* limbah cair batik yang ditunjukkan pada Tabel 2.

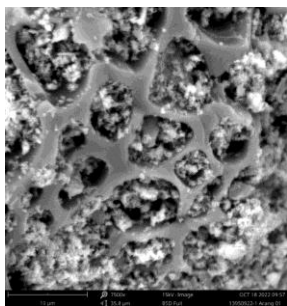
Tinggi rendahnya daya serap arang aktif terhadap iodium dapat menunjukkan banyaknya mikropori yang terbentuk, semakin tinggi daya serap iodium maka jumlah mikropori yang terbentuk pada arang aktif semakin banyak (Prawirakusumo & Utomo, 1970 dalam Imawati & Adhitiyawarman, 2015).

Luas permukaan arang aktif metode *metilen blue*, pemilihan metode *metilen blue* dikarenakan *metilen blue* memiliki kekuatan untuk teradsorpsi pada padatan dan dikenal kegunaannya dalam proses karakterisasi adsorpsi, semakin besar daya serap arang aktif terhadap *metilen blue* maka luas permukaan arang aktif semakin besar (Turmuzi & Syaputra, 2015). Luas permukaan arang aktif pada penelitian ini sebesar 456,24 m<sup>2</sup>/g (Tabel 1.). Hasil tersebut telah memenuhi SII No. 0258-88 yang menetapkan bahwa luas permukaan arang aktif minimum sebesar 300 m<sup>2</sup>/g. Oleh karena itu, arang aktif kulit durian diharapkan dapat memiliki kemampuan daya

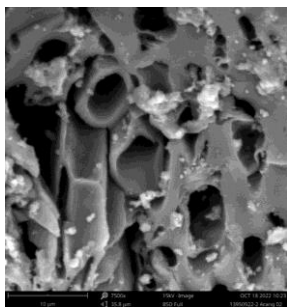


serap yang baik terhadap zat pewarna *naphthol* yang terkandung pada limbah cair batik.

Uji SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi permukaan arang aktif, Pengujian SEM arang aktif kulit durian pada penelitian ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, Jawa Tengah. Perbandingan hasil uji SEM berupa morfologi permukaan arang aktif kulit durian sebelum dan sesudah aktivasi ditunjukkan pada Gambar 4. dan Gambar 5.



**Gambar 4.** Struktur permukaan arang kulit durian sebelum aktivasi dengan pembesaran 7500x



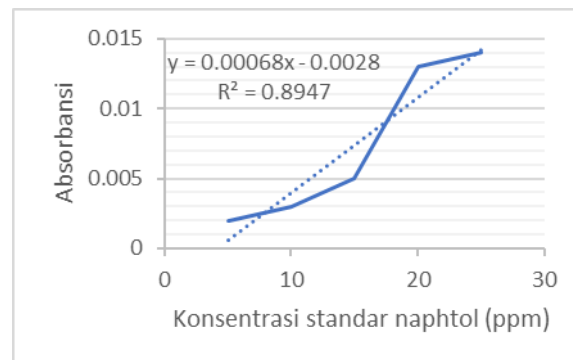
**Gambar 5.** Struktur permukaan arang aktif kulit durian setelah aktivasi dengan pembesaran 7500x

Hasil pengamatan SEM pada arang sebelum aktivasi (Gambar 4.) menunjukkan permukaan arang yang masih tertutup atau tersumbat, hal tersebut disebabkan adanya sisa pengotor seperti senyawa organik berupa mineral yang masih tertinggal pada permukaan pori-pori setelah proses karbonasi, sehingga dapat menyebabkan menurunnya kemampuan daya serap. Pori-pori arang yang masih tertutup menurut Zaini & Sami (2017), disebabkan oleh masih adanya sisa bahan organik sehingga pori-pori masih tersumbat dan menghambat adsorbat untuk terserap adsorben. Pori-pori arang sebelum aktivasi tertutup oleh senyawa-senyawa organik seperti hidrogen, abu, air, sulfur, dan nitrogen (Triono, 2006). Sedangkan pada permukaan arang aktif setelah aktivasi

(Gambar 5), pori-pori arang aktif terbuka karena sisa pengotor dan senyawa organik yang sebelumnya masih menutupi permukaan pori arang aktif sudah dihilangkan oleh aktivator KOH 5% pada saat proses aktivasi berlangsung. Proses aktivasi akan membuka pori-pori arang aktif dengan memecah ikatan hidrokarbon sehingga kemampuan daya serapnya semakin baik (Maulana dkk., 2017).

**Efisiensi adsorpsi pewarna *naphthol* limbah cair batik**

Uji penurunan konsentrasi pewarna *naphthol* limbah cair batik diawali dengan membuat kurva larutan standar *naphthol* pada konsentrasi 5, 10, 15, 20 dan 25 ppm yang diukur absorbansinya menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 460 nm. Penentuan absorbansi larutan standar *naphthol* digunakan untuk memperoleh persamaan regresi dari kurva standar, kurva standar yang diperoleh pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Kurva larutan standar *naphthol*

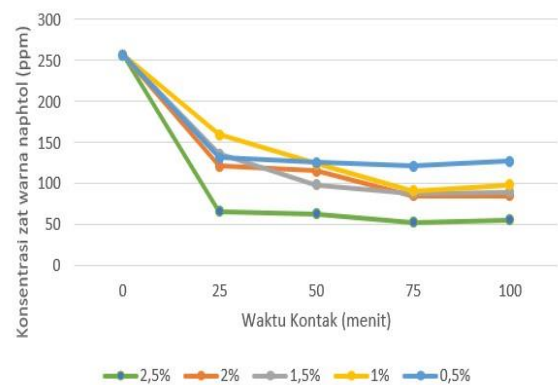
Persamaan regresi kurva larutan standar *naphthol* digunakan untuk mengetahui konsentrasi dari zat pewarna *naphthol* limbah cair batik baik sebelum adsorpsi maupun setelah adsorpsi. Data hasil penelitian adsorpsi pewarna *naphthol* limbah cair batik ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Adsorpsi pewarna *naphthol* limbah cair batik dengan arang aktif kulit durian (100 ml, 100 rpm)

	Varia bel bebas 1 (X <sub>1</sub> ) varia si mass	Varia bel bebas 2 (X <sub>2</sub> ) varia si wakt	Variab el terikat (Y) konsen trasi pewarn a	Persent ase penuru nan konsen trasi pewarn a	PP No 82 Tahun 2001 Tentang Pengola han Kualitas
Perlak uan					

	a arang aktif (% b/v)	u kontak (menit)	naphtol limbah cair setelah adsorpsi (mg/l)	naphtol limbah cair batik (%)	Air dan Pengendalian Pencemaran Air
A1	0,5	0	257,05	0	
A2	0,5	25	132,05	48,62	
A3	0,5	50	126,17	50,91	
A4	0,5	75	121,76	52,63	
A5	0,5	100	127,64	50,34	
B1	1	0	257,05	0	
B2	1	25	160	37,75	
B3	1	50	124,7	51,48	
B4	1	75	90,88	64,64	
B5	1	100	98,23	61,78	
C1	1,5	0	257,05	0	tidak ber-warna
C2	1,5	25	136,47	46,9	
C3	1,5	50	98,23	61,78	
C4	1,5	75	87,94	65,78	
C5	1,5	100	89,41	65,21	
D1	2	0	257,05	0	
D2	2	25	121,76	52,63	
D3	2	50	115,88	54,91	
D4	2	75	85	66,93	
D5	2	100	85	66,93	
E1	2,5	0	257,05	0	
E2	2,5	25	65,88	74,37	
E3	2,5	50	62,94	75,51	
E4	2,5	75	52,64	79,52	
E5	2,5	100	55,58	78,37	

Massa arang aktif dan waktu kontak adsorpsi menjadi faktor yang mempengaruhi efektivitas arang aktif dalam mengadsorpsi zat pewarna *naphtol* limbah cair batik. Grafik hubungan antara variasi massa arang aktif (0,5%; 1%; 1,5%; 2%; dan 2,5% b/v) dan variasi waktu kontak (0, 25, 50, 75 dan 100 menit) sebagai sumbu x dengan konsentrasi zat warna *naphtol* setelah adsorpsi sebagai sumbu y berdasarkan data pada Tabel 2, dapat dilihat pada Gambar 7.



**Gambar 7.** Grafik hubungan variasi massa arang aktif dan waktu kontak terhadap konsentrasi zat warna *naphtol* limbah cair batik setelah adsorpsi.

Berdasarkan Gambar 7 dapat diamati bahwa semakin besar massa arang aktif, penurunan konsentrasi pewarna *naphtol* pada limbah cair batik semakin besar. Konsentrasi zat pewarna *naphtol* pada limbah cair batik mengalami penurunan bersamaan dengan bertambahnya massa arang aktif kulit durian yang telah teraktivasi KOH 5%, hal tersebut dikarenakan semakin besar massa arang aktif yang berperan sebagai adsorben, maka kemampuan adsorpsi terhadap adsorbat semakin meningkat. Penambahan massa adsorben akan meningkatkan jumlah pori-pori serta menambah jumlah total luas permukaan dari arang aktif sehingga kemampuan adsorben dalam mengikat adsorbat semakin baik (Arif, 2014).

Pengaruh variasi waktu kontak terhadap penurunan konsentrasi pewarna *naphtol* limbah cair batik menunjukkan semakin lama waktu kontak, konsentrasi pewarna *naphtol* semakin menurun. Akan tetapi, konsentrasi pewarna *naphtol* mengalami peningkatan kembali pada waktu kontak 100 menit. Menurut Nurfitri dkk (2019), efisiensi arang aktif dalam mengadsorpsi adsorbat oleh arang aktif menurun seiring bertambahnya waktu kontak disebabkan arang aktif sudah mencapai keadaan jenuh dimana arang aktif sudah tidak dapat menyerap adsorbat. Adsorbat yang terlepas kembali dari permukaan adsorben disebabkan terjadinya proses adsorpsi yang bersifat *reversible*, karena terbentuk ikatan lemah antara adsorben dengan adsorbat sehingga adsorbat dapat terlepas kembali ke dalam larutan pada waktu kontak yang terlalu lama (Anwar dkk., 2022).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penurunan maksimum konsentrasi pewarna *naphtol* limbah cair batik diperoleh dengan massa arang aktif 2,5%b/v pada waktu kontak 75 menit, dimana konsentrasi awal konsentrasi pewarna *naphtol* limbah cair batik sebesar 257,05 mg/l menjadi 52,64 mg/l setelah adsorpsi. Berdasarkan hasil penurunan konsentrasi pewarna *naphtol* yang paling maksimum pada waktu kontak 75 menit dengan massa arang aktif 2,5%b/v, maka diperoleh efisiensi penjerapan pewarna *naphtol* pada limbah cair batik menggunakan arang aktif kulit durian sebesar 79,52%. Hasil efisiensi penjerapan pewarna *naphtol* limbah cair batik dipengaruhi oleh hasil karakterisasi arang aktif kulit durian pada penelitian ini.

### Analisa Two Way ANOVA

Pengujian statistik pada hasil penurunan konsentrasi pewarna *naphtol* limbah cair batik dilakukan dengan uji Two Way ANOVA menggunakan SPSS, hasil uji statistik data dapat dilihat pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil uji statistik Two Way ANOVA SPSS

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	108910.563 <sup>a</sup>	8	13613.820	53.665	.000
Intercept	441802.161	1	441802.161	1741.562	.000
Massa Arang	8699.655	4	2174.914	8.573	.001
Waktu Kontak	100210.907	4	25052.727	98.757	.000
Error	4058.906	16	253.682		
Total	554771.630	25			
Corrected Total	112969.469	24			

a. R Squared = .964 (Adjusted R Squared = .946)

Hasil uji statistik Two Way ANOVA (Tabel 4.3) dengan nilai signifikan <0,05 (taraf uji 5%) maka H<sub>0</sub> ditolak, hal tersebut menunjukkan terdapat pengaruh massa arang aktif kulit durian dan waktu kontak terhadap penurunan konsentrasi pewarna *naphtol* limbah cair batik. Selain itu, berdasarkan nilai F hitung hasil ANOVA sebesar 21,597 menunjukkan lebih besar dari nilai F tabel, dimana nilai F tabel pada tingkat signifikansi 5% (0,05) yaitu sebesar 3,44. Hasil uji Two Way ANOVA menunjukkan (F hitung > F tabel), maka artinya massa arang aktif dan waktu kontak mempengaruhi penurunan konsentrasi zat pewarna *naphtol* limbah cair batik secara signifikan.

### Analisa Regresi Linier Berganda

Analisa data pada penelitian ini juga dilakukan menggunakan analisa regresi linier berganda

menggunakan SPSS, hasil analisa yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil analisa Regresi Linier Berganda

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
	B	Std. Error	Beta		
(Constant)	242.845	22.800		10.651	.000
Massa Arang (X1)	-24.293	11.774	-.256	-2.063	.051
Waktu Kontak (X2)	-1.469	.235	-.773	-6.240	.000

Model persamaan regresi linier berganda dapat diperoleh dari (Tabel 4.4), berdasarkan nilai koefisien dari konstanta, variabel massa arang aktif, dan variabel waktu kontak. Model persamaan regresi linier berganda yang diperoleh pada penelitian ini yaitu pada Persamaan 1.

$$y = 242.845 - 24.293x_1 - 1.469x_2 \quad (7)$$

Model regresi yang diperoleh pada Persamaan 7 menunjukkan bahwa penurunan konsentrasi pewarna *naphtol* limbah cair batik (y) dipengaruhi oleh massa arang aktif (x<sub>1</sub>) dan lama waktu kontak (x<sub>2</sub>), dimana koefisien massa arang aktif (x<sub>1</sub>) sebesar 24.293 berpengaruh negatif, jika variabel waktu kontak tetap, maka terjadi penurunan konsentrasi *naphtol* sebesar y= 24.293. Selain itu, koefisien lama waktu kontak (x<sub>2</sub>) sebesar 1.469 berpengaruh negatif, yang artinya apabila variabel massa arang aktif tetap, maka terjadi penurunan konsentrasi *naphtol* sebesar y= 1.469. Persamaan model regresi berganda yang diperoleh pada penelitian ini memiliki nilai R<sup>2</sup> (R squared) sebesar 0,964. Nilai R<sup>2</sup> semakin mendekati 1, maka persamaan model regresi yang diperoleh akan semakin baik dalam menunjukkan pengaruh kedua variabel bebas terhadap variabel terikat.

### KESIMPULAN

1. Karakterisasi arang aktif kulit durian memiliki rendemen arang aktif terhadap massa arang awal sebesar 86,6%; kadar air sebesar 9%; kadar abu sebesar 13,3%; daya serap iodium yang diperoleh sebesar 526,63 mg/g; dan luas permukaan arang aktif dengan metode *metilen blue* pada penelitian ini yaitu sebesar 456,24 m<sup>2</sup>/g
2. Penambahan massa arang aktif yang menunjukkan hasil penurunan pewarna *naphtol* limbah cair batik yang paling



- efektif sebesar 2,5% b/v.
3. Waktu kontak yang menunjukkan hasil penurunan konsentrasi pewarna *naphtol* limbah cair batik yang paling efektif yaitu pada waktu kontak selama 75 menit.
  4. Pengaruh hubungan variasi massa arang aktif dan waktu kontak menunjukkan semakin besar massa arang aktif dan semakin lama waktu kontak terjadi penurunan konsentrasi pewarna *naphtol* pada limbah cair batik. Konsentrasi akhir pewarna *naphtol* sebesar 52,64 mg/l dengan persentase penurunan konsentrasi pewarna *naphtol* limbah cair batik sebesar 79,52%.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Alhamdulillah kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kelancaran dan kemudahan dalam menyelesaikan jurnal ini, saya ucapkan terimakasih yang sangat mendalam untuk kedua orang tua dan suami yang selalu memberikan dukungan dan semangat selama proses penyelesaian penelitian. Tidak lupa saya ucapkan terimakasih kepada Ibu Dr. Ismiyati, ST., MT dan Ibu Dr. Yustinah, ST., MT selaku dosen pembimbing tugas akhir serta semua dosen Magister Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Jakarta yang telah membimbing dan membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Aksu, Z.G.D. 2003. *Comparative Study on The Biosorption Characteristics some Yeasts for Remazol Blue Reactive Dye*. Chmosphere, 50: 1075.
- Ali, R.M., Hendrawati, T.Y., Ismiyati. & Fithriyah, N.H. 2020. *Pengaruh Jenis Adsorben terhadap Efektifitas Penurunan Kadar Timbal Limbah Cair Recycle Aki Bekas*. Jurnal Teknologi Universitas Muhammadiyah Jakarta, Vol 12 (1).
- Anwar, N.A.F., Meicahayanti, I. & Rahayu, D.E. 2022. *Pengaruh Variasi Waktu Kontak dan Massa Adsorben Kulit Jeruk Siam (*Citrus Nobilis*) terhadap Penyisihan Kadmium (*Cd*) dan*

*Merkuri (Hg)*. Journal of Environmental Technology, Vol 6 (1).

- Apriani, R., Faryuni, I.D. & Wahyuni, D. 2013. *Pengaruh Konsentrasi Aktivator Kalium Hidroksida (KOH) terhadap Kualitas Karbon Aktif Kulit Durian sebagai Adsorben Logam Fe pada Air Gambut*. Prisma Fisika, Vol 1(2): 82-86.
- Arif, A.R. 2014. *Adsorpsi Karbon Aktif dari Tempurung Kluwak (*Pangium edule*) Terhadap Penurunan Fenol*. Skripsi, Makassar: UIN Alauddin.
- Atirza, V. & Soewondo, P. 2018. *Penyisihan Zat Waena Naphtol pada Limbah Cair Batik dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Adsorben Tanah Liat dan Regenerasinya*. Jurnal Teknik Lingkungan, 24 (1), 90-99.
- Dewatisari, W.F., Rumiyantri, L. & Rakhmawati, I. 2018. *Rendemen dan Skinning Fitokimia pada Ekstrak Daun *Sansevieria sp.** Jurnal Penelitian Pertanian Terapan, Vol. 17 (3): 197-202.
- Grandis, K. 2008. *Pembuatan Selulosa Diasetat dari Kapuk Randu*. Skripsi, Surabaya: Universitas Airlangga.
- Hajati, S., Ghaedi, M., Karimi, F., Barazesh, B., Sahraei, R. & Daneshfar, A. 2014. *Competitive Adsorption of Direct Yellow 12 and Reactive Orange 12 on ZnS:Mn Nanoparticles loaded on activated carbon as novel adsorbent*. J. Ind. Eng. Chem, 564-571.
- Hatta, V.H. 2007. *Manfaat Kulit Durian Selezat Buahnya*. Penelitian Jurusan Teknik Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Unlam. Banjarmasin: Universitas Lambung Mangkurat.
- Imawati, A. & Adhitiyawarman. 2015. *Kapasitas Adsorpsi Maksimum Ion Pb (II) oleh Arang Aktif Ampas Kopi Teraktivasi HCl dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>*. JKK, Vol. 4 (2): 50-61.

- Lempang, M. 2014. *Pembuatan dan Kegunaan Arang Aktif*. Jurnal Info Teknis EBONI, 11 (2): 65-80.
- Marlinawati, Yusuf, B. & Alimuddin. 2015. *Pemanfaatan Arang Aktif dari Kulit Durian (*Durio zibethinus L.*) sebagai Adsorben Ion Logam Cadmium (II)*. Jurnal Kimia FMIPA UNMUL, Vol 13(1): 23-27.
- Maulana, G.G.R., Agustina, L. & Susi. 2017. *Proses Aktivasi Arang Aktif dari Cangkang Kemiri (*Aleurites moluccana*) dengan Variasi Jenis dan Konsentrasi Aktivator Kimia*. Ziraah, Vol 42 (3): 247-256
- Mulyati, T.A. & Pujiono, F.E. 2017. *Preparasi dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Limbah Ampas Tebu Menggunakan Aktivator KOH*. Indonesian Chemistry and Application Journal, Vol. 1 (2).
- Nurfitria, N., Febriyantiningrum, K., Utomo, W.P., Nugraheni, Z.V., Pangastuti, D.D., Maulida, H. & Ariyanti, F.N. 2019. *Pengaruh Konsentrasi Aktivator Kalium Hidroksida (KOH) pada Karbon Aktif dan Waktu Kontak terhadap Daya Adsorpsi Logam Pb dalam Sampel Air Kawasan Mangrove Wonorejo Surabaya*. Akta Kimindo, Vol 4(1),75-85.
- Prawirakusumo, S. & Utomo, T. 1970. *Pembuatan Karbon Aktif Hasil Penelitian Lembaga Kimia Nasional*. Lembaga Kimia Nasional, Bandung.
- Sahara, E., Sulihingtyas, W.D. & Mahardika, I.P.A.S. 2017. *Pembuatan dan Karakterisasi Arang Aktif dari Batang Tanaman Gumitir (*Tagetes erecta*) yang diaktivasi dengan  $H_3PO_4$* . Jurnal Kimia, Vol 11 (1): 1-9.
- Subadra, I., Setiaji, B. & Tahir I. 2005. *Activated Carbon Production From Coconut Shell With  $(NH_4)HCO_3$  Activator As An Adsorbent In Virgin Coconut Oil Purification*. Prosiding Seminar Nasional, Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Triono, A. 2006. *Karakteristik Briket Arang dari Campuran Serbuk Gergajian Kayu Afrika (*Maesopsis Eminii Engl*) dan Sengon (*Paraserianthes Falcataria L.Nielsen*) dengan Penambahan Tempurung Kelapa (*Cocos Nucifera L.*)*. Skripsi, Bogor: Universitas Institut Pertanian Bogor.
- Turmudzi, M. & Syaputra, A. 2015. *Pengaruh Suhu dalam Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Salak (*Salacca edulis*) dengan Impregnasi Asam Fosfat*. Jurnal Teknik Kimia, 1-5.
- Tursina, T. 2011. *Perbandingan Metode Aktivasi Fisika dan Kimia pada Proses Pembuatan Arang Aktif dari Ampas Tebu*. Skripsi, Aceh: Universitas Malikussaleh.
- Vineta, S., Silvana, Z., Sanja, R. & Golomeova, S. 2014. *Methods For Waste Waters Treatment In Textile Industry*. International Scientific Conference, Gabrovo.
- Zaini, H. & Sami, M. 2017. *Penyisihan Pb (II) dalam Air Limbah Laboratorium Kimia Sistem Kolom dengan Bioadsorben Kulit Kacang Tanah*. Jurnal Penelitian dan Pengabdian Masyarakat, Vol. 5 (1): 8-14.