

Pengaruh Berat Unggun terhadap Efisiensi dan Kapasitas Adsorpsi Zat Warna Rhodamin B dengan Sistem Kontinyu

Taufiku Rahman¹, Lince Muis¹, dan Hadistya Suryadri^{1*}

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi, Indonesia

Email: rachmantaufik9@gmail.com, ilincemuisismet@yahoo.co.id, hadistya.suryadri@unja.ac.id

Info Artikel

Diterima: 10 Januari 2022

Disetujui: 24 Januari 2022

Dipublikasikan: 31 Januari 2022

Alamat Korespondensi:

hadistya.suryadri@unja.ac.id

Copyright © 2022 Jurnal Engineering

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

Abstrak

Kolom adsorpsi sistem kontinyu dengan arah *upflow* digunakan untuk menurunkan konsentrasi zat pewarna Rhodamin B menggunakan adsorben yang terbuat dari kulit durian terlapis lateks. Adsorpsi dilakukan selama 60 menit dengan waktu pengambilan sampel setiap 20 menit. Berat unggun adsorben divariasikan yaitu 29,68 gr; 46,74 gr; 63,48 gr; 90,15 gr dan 110,28 gr. Konsentrasi Rhodamin B setelah proses adsorpsi diukur menggunakan Spektrofotometer UV-Vis sehingga dapat diketahui kapasitas dan efisiensi adsorpsinya. Jumlah kapasitas adsorpsi akan berbanding terbalik dengan efisiensi adsorpsi. Didapat kapasitas adsorpsi paling besar yaitu 490,73 mg/g pada penggunaan berat unggun 46,74 gram sementara efisiensi adsorpsi terbesar yaitu 67,53% dengan menggunakan unggun adsorben 110,28 gr.

Kata kunci: Adsorpsi, Kulit Durian, Kontinyu, Rhodamin B

1. Pendahuluan

Adsorpsi adalah proses penyerapan zat pada permukaan adsorben yang disebabkan oleh adanya gaya tarik menarik antara molekul padatan dengan material terjerap maupun interaksi kimia. Perkembangan studi adsorpsi dari sistem *batch* ke sistem kontinyu dikarenakan adanya kebutuhan dalam pengolahan limbah cair berkapasitas besar. Sistem kontinyu memudahkan operasi pengolahan limbah secara terus menerus hingga adsorben jenuh dan kemudian adsorbennya dapat diganti ataupun diregenerasi (Astuti dan Kurniawan, 2015).

Adsorben adalah padatan yang memiliki kemampuan menjerap fluida ke bagian permukaannya, sedangkan adsorbat dapat berupa bahan organik, zat warna maupun ion logam. Durian (*Durio zibethinus Murr*) merupakan salah satu tanaman hasil perkebunan dan merupakan buah tropis asli Indonesia (Rukmana, 1996). Menurut Basaltico dan Okik Hendriyanto dalam Husin dan Hasibuan (2020), kulit durian secara proporsional mengandung unsur selulosa yang tinggi yaitu 50-60% dan kandungan lignin sejumlah 5% serta kandungan pati yang rendah yaitu 5%. Kulit durian mengandung karbon yang cukup tinggi sehingga dapat dijadikan bahan pembuatan karbon aktif dan digunakan sebagai adsorben. Selain karena kandungannya, pemilihan kulit durian sebagai adsorben dikarenakan banyaknya jumlah pohon durian di Provinsi Jambi. Menurut Badan Pusat Statistik Provinsi Jambi jumlah pohon durian pada Tahun 2018 sebanyak 151.566 dengan buah yang dihasilkan sebanyak 107.484 kw (BPS, 2020), maka tentunya buah durian yang tersedia banyak akan berpotensi menghasilkan limbah kulit yang banyak pula.

Dilaporkan oleh Nugroho dan Mahmud (2005), kebutuhan zat pewarna baik untuk keperluan proses produksi dan industri mengalami peningkatan tiap tahunnya dan mengakibatkan terjadinya peningkatan jumlah bahan pencemar dalam limbah cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri. Rhodamin B dikenal sebagai zat pewarna yang banyak digunakan oleh industri tekstil dan plastik. Rhodamin B merupakan zat pewarna merah yang termasuk golongan pewarna *xanthenes* basa, dan terbuat dari *metadietilaminofenol* dan *ftalik anhidrid*. Rhodamin B memiliki Rumus molekul adalah $C_{28}H_{31}N_2O_3Cl$ dengan berat molekul 479 g/mol dan bersifat sangat larut dalam air yang akan menghasilkan warna merah kebiru-biruan serta berfluorensi kuat.

Penelitian ini menggunakan kulit durian sebagai adsorben yang terlapis lateks untuk menyerap zat Rhodamin B menggunakan kolom *upflow* dengan sistem adsorpsi kontinyu. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh berat unggun dalam kapasitas dan efisiensi adsorpsi terhadap penyerapan zat warna Rhodamin B.

2. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan di Laboratorium Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi dan terbagi menjadi beberapa prosedur yaitu perancangan kolom adsorpsi, pembuatan adsorben dan proses adsorpsi Rhodamin B. Prosedur beserta alat dan bahan yang digunakan dijabarkan sebagai berikut:

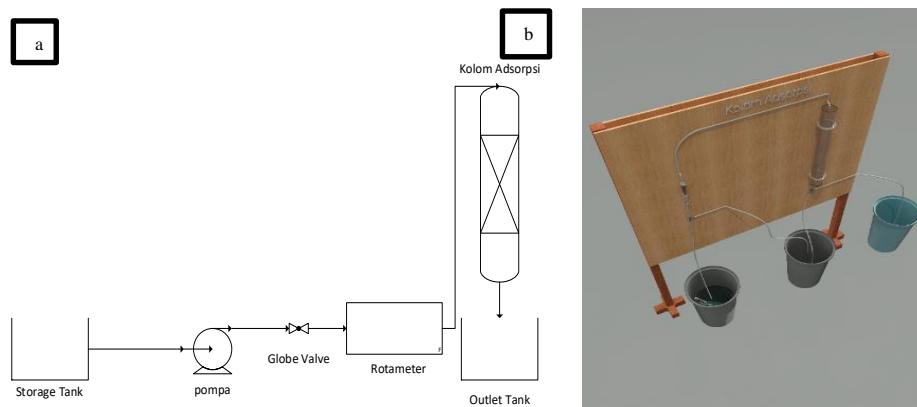
a) Alat dan Bahan

Peralatan penelitian meliputi: oven, *Furnace*, ayakan, kertas saring, seperangkat alat kolom adsorpsi sistem kontinyu, Neraca analitik, Grinder, pH meter, Desikator dan alat-alat gelas yang umum digunakan di laboratorium.

Bahan yang digunakan pada penelitian: Kulit durian, HCl, Aquades, zat pewarna Rhodamin B, Lateks, KOH, CaCl_2 dan Na_2CO_3

b) Perancangan Kolom Adsorpsi Sistem Kontinyu

Skema desain kolom adsorpsi digambar menggunakan Microsoft Visio dan AutoCad 2022 yang ditampilkan pada Gambar 1a dan 1b. Kolom terbuat dari akrilik dengan diameter 5 cm dan panjang 100 cm. Arah aliran *upflow* dengan laju alir ke kolom diatur menggunakan Rotameter, serta digunakan juga katup berjenis *globe valve* untuk mengontrol laju alir. Rangkaian alat di sandarkan di triplek.



Gambar 1. Skema desain kolom adsorpsi menggunakan (a) Microsoft Visio (b) Autocad 2022

c) Preparasi Adsorben

Kulit durian diperoleh dari limbah pedagang durian yang ada di Kota Jambi. Sebelum digunakan, kulit durian dicuci kemudian dipotong lalu dikeringkan. Selanjutnya dilakukan proses karbonisasi dengan suhu 250°C selama 15 menit kemudian dilakukan pengecilan ukuran menggunakan *grinder* dan ayakan 100 mesh. Selanjutnya arang kulit durian direndam dengan HCl dengan konsentrasi 0,1 M selama 24 jam dan dicuci menggunakan aquades hingga pH netral, kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 110°C . Lateks sebanyak 12 gram disaring hingga tidak terdapat kotoran dan gumpalan, lalu di tetesi Na_2CO_3 dengan konsentrasi 20% sebanyak 2% dari jumlah berat Lateks. Selanjutnya ditambahkan 12 gram serbuk kulit durian kemudian dihomogenkan. Larutan campuran Lateks dan serbuk kulit durian ditetaskan kedalam 0,2 M CaCl_2 sebanyak 100 ml kemudian diletakkan di suhu ruangan selama 24 jam. Kemudian dicuci sampai pH netral, dikeringkan dalam suhu kamar lalu disimpan didalam desikator.

d) Proses Adsorpsi Rhodamin B

Pada penelitian ini adsorben dari kulit durian dimasukkan ke dalam kolom dengan variasi berat unggun yaitu 29,68 gr, 46,74 gr, 63,48 gr, 90,15 gr dan 110,28 gr. Larutan Rhodamin B dialirkan ke dalam kolom dengan laju alir 50 mL/menit. Proses adsorpsi dilakukan selama 60 menit dan dilakukan pengambilan sampel setiap 20 menit. Setelah itu dilakukan analisis sampel untuk mengetahui kapasitas dan efisiensi adsorpsi.

e) Data, Instrumen, dan Teknik Pengumpulan Data

Instrumen yang digunakan dalam percobaan ini adalah Spektrofotometer UV/VIS. Sebelum digunakan untuk menganalisis sampel, spektrofotometer terlebih dahulu dikalibrasi untuk menentukan panjang gelombang maksimum yang didapat pada panjang gelombang 554 nm. Selanjutnya dilakukan pengukuran absorbansi untuk larutan standar dengan konsentrasi 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm 20 ppm dan 25 ppm untuk membuat kurva standar. Kemudian sampel yang telah dianalisis dihitung kapasitas adsorpsi menggunakan pers (1) dan efisiensi adsorpsi menggunakan pers (2).

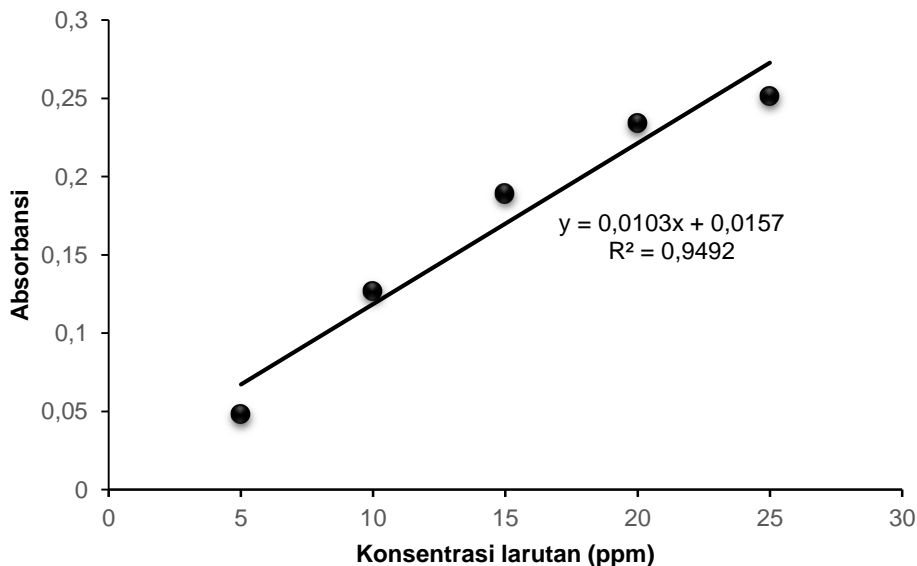
$$Q = \frac{(C_o - C_e)V}{m} \dots\dots\dots \text{pers (1)}$$

$$\% \text{ adsorpsi} = \frac{(C_o - C_e)}{C_e} * 100\% \dots\dots\dots \text{pers (2)}$$

Dimana Q merupakan kapasitas adsorpsi(mg/g), m merupakan massa adsorben (gr), V volume larutan (ml), C_o konsentrasi awal sebelum adsorpsi (mg/L) dan C_e merupakan konsentrasi akhir setelah adsorpsi (mg/L).

3. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Penentuan kurva standar dilakukan pada larutan Rhodamin B dengan konsentrasi 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, dan 25 ppm yang di ukur pada panjang gelombang 554 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Sehingga didapat kurva yang ditampilkan pada Gambar 2 dengan persamaan $y = 0,0103x + 0,0157$ dan $R^2 = 0,9492$ yang menunjukkan kurva standar tersebut sudah cukup baik dan bisa di pakai untuk menentukan konsentrasi melalui nilai absorbansi karna saling berbanding lurus. Semakin besar nilai R² (mendekati 1) maka semakin baik standar yang dibuat (Rohmah dkk, 2021).



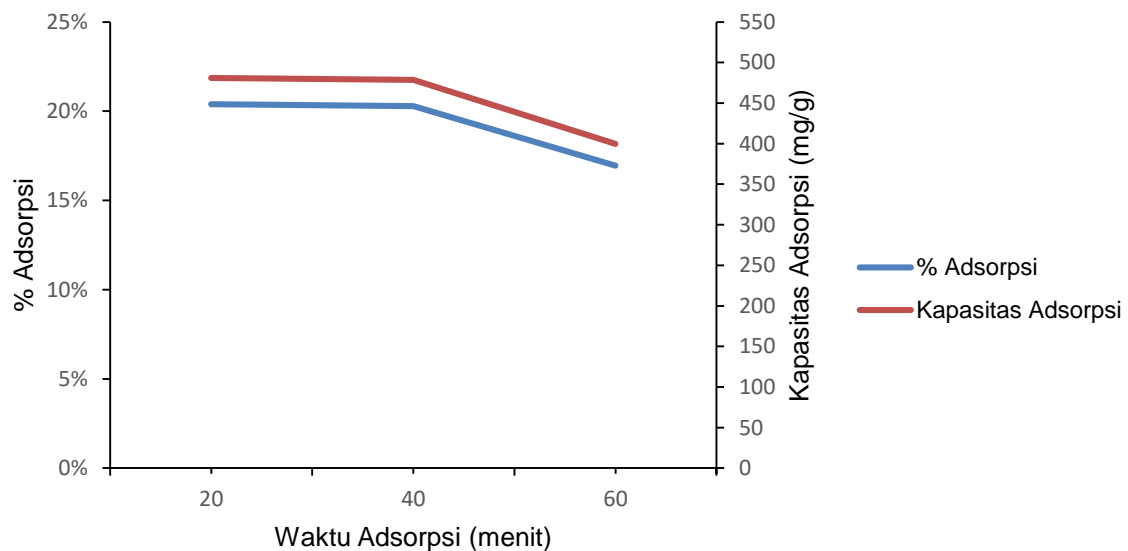
Gambar 2. Kurva standar larutan Rhodamin B

Setelah kolom adsorpsi sistem kontinyu terpasang dengan benar dan larutan Rhodamin B telah tersedia sejumlah 3,5 liter maka percobaan dapat dimulai. Larutan Rhodamin B di alirkan kontinyu menggunakan pompa dan di atur laju alirnya menggunakan rotameter yang kemudian diadsorpsi oleh adsorben

kulit durian terlapisi lateks yang bervariasi berat ungunya. Proses pengujian dilakukan secara kontinu selama 60 menit dengan pengambilan sampel setiap 20 menit kemudian dilakukan analisis menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.

3.1. Berat ungun adsorben 29,68 gr

Hasil pengujian variabel 29,68 gr yang ditampilkan pada Gambar 3 di dapatkan bahwa pada waktu sampling 20 menit didapatkan efisiensi penyerapan sebanyak 20,39% dan kapasitas adsorpsi sebesar 480,86 mg/g. Pada menit berikutnya yaitu 40 menit didapatkan efisiensi penyerapan sebanyak 20,39% dan kapasitas adsorpsi sebesar 478,57 mg/g. Pada waktu sampling 60 menit didapatkan efisiensi penyerapan sebanyak 16,94% dan kapasitas adsorpsi sebesar 399,57 mg/g. Sehingga dapat disimpulkan bahwa pada waktu sampling 20 menit dapat menyerap konsentrasi Rhodamin B cukup baik dari waktu sampling lainnya. Dapat dilihat dari efisiensi dan kapasitas penyerapan bahwa terjadi penurunan hingga menit 60. Hal ini biasanya disebabkan oleh kemampuan penyerapan adsorben pada menit awal yang masih baik, namun pada menit ke 40 sudah mulai mencapai titik jenuh sehingga ada penurunan sedikit efisiensi dan kapasitas. Menurut Syaunyah dkk (2011) serta Zian dkk (2016), kemampuan adsorben dalam menyerap adsorbat akan semakin besar seiring dengan lamanya waktu kontak. Akan tetapi hal ini tentunya dibatasi oleh kesetimbangan adsorpsi, dimana kapasitas adsorpsi paling optimum didapat pada saat telah tercapainya waktu kesetimbangan adsorpsi. Sehingga apabila melebihi waktu kesetimbangan adsorpsi, waktu kontak yang terlalu lama menyebabkan adsorben menjadi jenuh dan adsorbat terlepas.



Gambar 3. Kapasitas adsorpsi dan % adsorpsi menggunakan berat ungun 29,68 gr

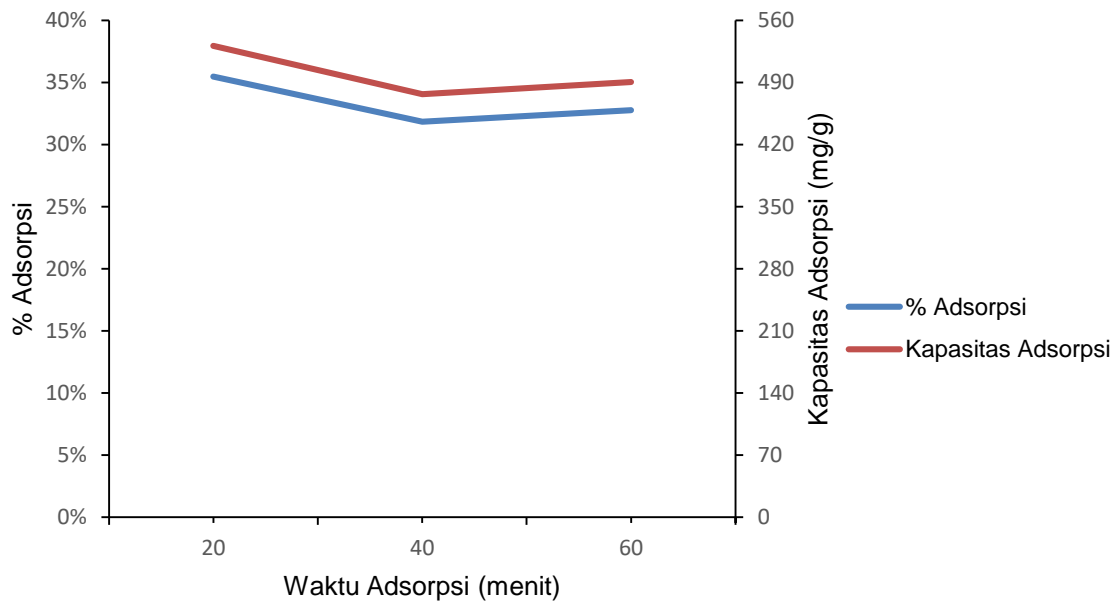
3.2. Berat ungun adsorben 46,74 gr

Hasil pengujian variabel berat ungun 46,74 gr yang ditampilkan pada Gambar 4 menunjukkan pada waktu sampling 20 menit efisiensi penyerapan sebesar 35,49% dan kapasitas adsorpsi sebanyak 531,45 mg/g. Pada waktu sampling 40 menit terjadi penurunan efisiensi penyerapan menjadi 31,84% dan kapasitas adsorpsi sebesar 476,92 mg/g, hal ini hampir sama dengan berat ungun 29,68 gr, karena disebabkan kondisi adsorben yang hampir jenuh. Sehingga lebih cenderung melepas adsorbat dibandingkan mengikat. Namun pada waktu sampling ke 60 menit terjadi kenaikan efisiensi sedikit sebanyak 32,77% dan kapasitas adsorpsi sebanyak 490,73 mg/g. Menurut Nurdila, dkk (2015) ini disebabkan karena adsorben terus berkontak dengan adsorbat secara terus menerus sehingga adsorbat yang sudah terlepas teradsorpsi kembali.

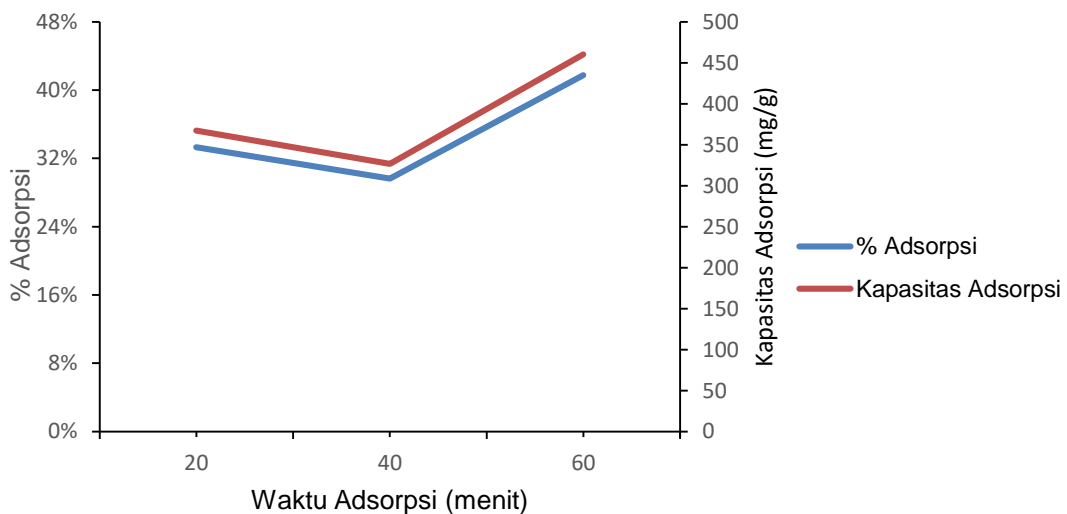
3.3. Berat ungun adsorben 63,48 gr

Adsorpsi menggunakan berat ungun 63,42 gr menghasilkan efisiensi penyerapan sebesar 33,30% dan kapasitas adsorpsi 367,21 mg/g pada waktu adsorpsi 20 menit. Pada waktu sampling 40 menit terjadi penurunan efisiensi penyerapan menjadi 29,61% dan kapasitas adsorpsi 326,53 mg/g. Hal ini disebabkan

karena adsorben hampir mendekati jenuh. Pada waktu sampling 60 menit efisiensi penyerapan meningkat kembali mencapai 41,75% dan kapasitas adsorpsi meningkat juga menjadi 460,35 mg/g. Hasil percobaan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 4. Kapasitas adsorpsi dan % adsorpsi menggunakan berat unggun 46,74 gr



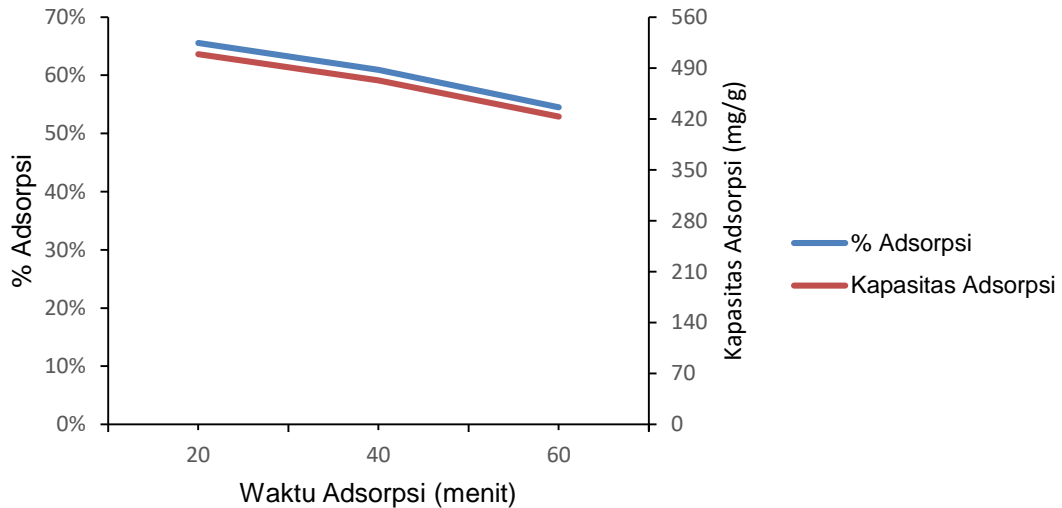
Gambar 5. Kapasitas adsorpsi dan % adsorpsi menggunakan berat unggun 63,48 gr

3.4. Berat unggun adsorben 90,15 gr

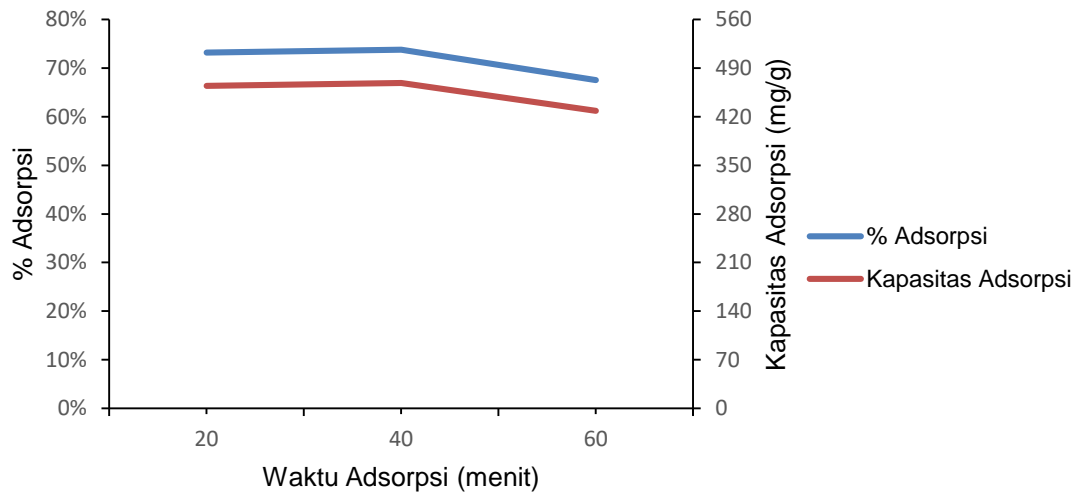
Pengujian menggunakan berat unggun adsorben sejumlah 90,15 gr yang ditunjukkan pada Gambar 6 didapatkan pada waktu sampling 20 menit memiliki efisiensi penyerapan sebesar 65,53% dan kapasitas adsorpsi sebesar 508,86 mg/g. Pada waktu sampling 40 menit terjadi penurunan efisiensi menjadi 60,92% dan kapasitas adsorpsi menjadi 473,05 mg/g. Selanjutnya pada waktu sampling 60 menit terjadi penurunan kembali menjadi 54,51% dan kapasitas adsorpsi menjadi 423,30 mg/g.

3.5. Berat unggul adsorben 110,28 gr

Penyerapan Rhodamin B menggunakan adsorben sejumlah 110,28 gr mendapatkan efisiensi penyerapan sebesar 73,20% dan kapasitas penyerapan sebesar 464,66 mg/g pada waktu adsorpsi 20 menit. Pada waktu sampling 40 menit terjadi peningkatan efisiensi menjadi 73,79% dan kapasitas menjadi 468,36 mg/g, peningkatan ini terjadi karena adsorben masih belum jenuh. Pada waktu sampling 60 menit barulah terjadi penurunan efisiensi penyerapan menjadi 67,52% dan kapasitas adsorpsi menjadi 428,61 mg/g. Hasil penelitian dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Kapasitas adsorpsi dan % adsorpsi menggunakan berat unggul 90,15 gr



Gambar 6. Kapasitas adsorpsi dan % adsorpsi menggunakan berat unggul 110,28 gr

Hasil penelitian dengan variasi berat unggul adsorben menunjukkan bahwa efisiensi adsorpsi yang paling baik terjadi pada berat unggul yang paling berat yaitu 110,28 gr dengan efisiensi mencapai 67,52%. Sedangkan kapasitas adsorpsi terbaik terjadi pada berat unggul 46,74 gr dengan kapasitas mencapai 490,73 mg/g. Nilai kapasitas adsorpsi akan berbanding terbalik dengan efisiensi adsorpsi, hal ini diperkuat oleh penelitian Júnior, dkk (2003) dan Kristianingrum, dkk (2020) yang menyatakan bahwa jika terjadi peningkatan massa dan konsentrasi adsorben maka terdapat penurunan kapasitas adsorpsi dan peningkatan efisiensi adsorpsi.

Kesimpulan

Semakin berat unggun adsorben maka kapasitas adsorpsi yang didapatkan semakin kecil dan efisiensi penyerapan semakin besar. Didapatkan kapasitas adsorpsi tertinggi terjadi pada berat unggun 46,74 gr yaitu 490,73 mg/g dengan efisiensi sebesar 32,77 %. Sementara efisiensi adsorpsi terbesar yaitu 67,52% didapatkan dengan penggunaan unggun adsorben paling besar yaitu 110,28 gr.

Daftar Pustaka

- [1] Astuti, W., & Kurniawan, B. (2015). Adsorpsi Pb²⁺ dalam Limbah Cair Artifisial Sistem Adsorpsi Kolom dengan Bahan isian Abu Layang Batubara Serbuk dan Granular. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 4(1), 27-33.
- [2] Júnior, L. M. Barros., Macedo, G. R., Duarte, M. M. L., Silva, E. P., dan Lobato, A. K. C. L. (2003). Biosorption of cadmium using the fungus *Aspergillus niger*. *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, 20(3), 229-239.
- [3] BPS. (2021).Produksi dan banyaknya Pohon Durian yang menghasilkan 2018. Diakses pada Desember 2021 dari <https://jambi.bps.go.id/>
- [4] Husin, Amir dan Hasibuan, Asmiah. (2020). Studi Pengaruh Variasi Konsentrasi Asam Posfat (H₃PO₄) dan Waktu Perendaman Karbon terhadap Karakteristik Karbon Aktif dari Kulit Durian. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 9(2), 80-86.
- [5] Kristianingrum, Susila., Sulistyani, S., Fillaeli, A., Siswani, Endang Dwi., & Nafiisah, Nur Hasna. (2020). Aplikasi Sistem Kontinyu Menggunakan Karbon Aktif untuk Penurunan Kadar Logam Cu dan Zn dalam Air Limbah. *Jurnal Sains Dasar*, 9(2), 54-59.
- [6] Nugroho, Rudi., & Mahmud, Ikbal. (2005). Pengolahan air limbah berwarna industri tekstil dengan proses AOPs. *Jurnal Air Indonesia*, 1(2).
- [7] Nurdila, Femila Amor., Asri, Nining Sumawati., dan Suharyadi, Edi. (2015) Adsorpsi Logam Tembaga (Cu), Besi (Fe), dan Nikel (Ni) dalam Limbah Cair Buatan Menggunakan Nanopartikel Cobalt Ferrite (CoFe₂O₄). *Jurnal Fisika Indonesia*, 19 (55).
- [8] Rambe, A. M. (2009). Pemanfaatan Biji Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Koagulan Alternatif dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tekstil. Tesis. Universitas Sumatera Utara.
- [9] Rohmah, Siti Awwalul Amanatur., Muadifah, Afidatul., Martha, Rahma Diyan. (2021). Validasi Metode Penetapan Kadar Pengawet Natrium Benzoat pada Sari Kedelai di Beberapa Kecamatan di Kabupaten Tulungagung Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis. *Jurnal Sains dan Kesehatan*, 3 (2).
- [10] Rukmana, R. (1996). Durian. Budidaya dan Pasca Panen. Kanisius, Yogyakarta.
- [11] Sauqiyah, Isna., Mayang, Amalia., dan Kurnia, Hetty A. (2011). Analisis Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif. *Info Teknik*, 12(1), 11-20.
- [12] Zian, Zian., Ulfen, Ita dan Harmami. (2016). Pengaruh Waktu Kontak pada Adsorpsi Remazol Violet 5R Menggunakan Adsorben Nata de Coco. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 5(2), 2337-3520.