

## **Pemanfaatan karbon aktif dari kulit singkong (*Manihot Utilissima*) sebagai adsorben zat pewarna tekstil methylene blue**

### **Utilization of activated carbon from cassava peel (*Manihot Utilissima*) as an adsorbent for textile dye methylene blue**

**Nova Maria<sup>1</sup>, Isabella Trivena<sup>1</sup>, Wa Sri Mega Noraji<sup>1</sup>, Uci Dania<sup>1</sup>, Yuli Hartati<sup>1,2</sup>**

---

<sup>1</sup>*Program Studi Sarjana Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mulawarman, Samarinda, 75123, Indonesia*

<sup>2</sup>*Program Magister Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mulawarman, Samarinda, 75123, Indonesia*

*\*novamaria38@gmail.com*

---

#### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan massa, waktu dan konsentrasi optimum kulit singkong yang dapat menyerap warna metilen biru. Kulit singkong mengandung unsur karbon yang cukup tinggi sebesar 59,31% sehingga dapat dijadikan sebagai karbon aktif dengan metode adsorpsi menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Kulit singkong diubah menjadi karbon aktif dengan NaOH 0,1 N sebagai aktivator. Kemudian menentukan massa, waktu dan konsentrasi optimum berdasarkan persentase penyerapan larutan zat warna metilen biru tertinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dalam variasi massa 0,5; 0,25 dan 0,125 gram didapatkan persentase berturut-turut sebesar 98,98%; 98,65% dan 96,58%, variasi waktu 5; 10; 15; 30; 60; 120 menit dan 240 menit didapatkan persentase sebesar 87,89%; 90,65%; 91,21%; 92,28%; 97,96%; 98,51% dan 98,76%, dan variasi konsentrasi 25; 50; 75; 125 dan 150 ppm didapatkan persentase berturut-turut sebesar 97,41%; 98,43%; 98,42%; 79,01%; dan 70,33%. Dapat disimpulkan persentase penyerapan tertinggi larutan zat warna metilen biru yaitu pada massa 0,5 gram selama 240 menit konsentrasi larutan zat warna metilen biru 50-75 ppm.

**Kata kunci : Adsorpsi; Spektrofotometer UV-Vis; Massa Optimum; Waktu Optimum; Konsentrasi Optimum**

#### **Abstract**

This study aims to determine the mass, time and optimum concentration of cassava peel that can absorb methylene blue color. Cassava peel contains a fairly high carbon element of 59.31% so that it can be used as activated carbon by adsorption method using UV-Vis spectrophotometer. Cassava peel was converted into activated carbon with 0.1 N NaOH as activator. Then determine the mass, time and optimum concentration based on the highest percentage of absorption of methylene blue dye solution. The results showed that in the mass variation 0.5; 0.25 and 0.125 grams, respectively, the percentages were 98.98%; 98.65% and

96.58%, time variation 5; 10; 15; 30; 60; 120 minutes and 240 minutes obtained a percentage of 87.89%; 90.65%; 91.21%; 92.28%; 97.96%; 98.51% and 98.76%, and variations in the concentration of 25; 50; 75; 125 and 150 ppm the percentages are 97.41%, respectively; 98.43%; 98.42%; 79.01%; and 70.33%. It can be concluded that the highest percentage of absorption of methylene blue dye solution is at a mass of 0.5 grams for 240 minutes, the concentration of methylene blue dye solution is 50-75 ppm.

**Keywords: Adsorption; UV-Vis Spectrophotometer; Optimum Mass; Optimum Time; Optimum Concentration**

---

Diajukan :

Direvisi :

Diterima

---

---

### **Pendahuluan**

Pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh limbah zat warna akhir-akhir ini terus meningkat. Hal ini disebabkan industri tekstil yang tidak memiliki pengolahan limbah dengan baik. Limbah zat warna yang dihasilkan dari industri tekstil umumnya merupakan senyawa organik *non-biodegradable*, yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan terutama lingkungan perairan. Karena pada proses pencelupan hanya sebagian zat warna yang akan terserap oleh bahan tekstil dan sisanya (2-50%) akan berada dalam proses pembilas (efluen) tekstil, sehingga apabila konsentrasinya cukup besar, maka dapat mencemari lingkungan. Salah satu zat warna yang digunakan dalam industri tekstil adalah Metilen Biru (*Methylene Blue*) (Musafira, Adam, and Puspitasari 2019).

Metilen biru (*Methylene Blue*) merupakan suatu zat warna thiazine yang sering digunakan karena mudah diperoleh dan harganya murah. Metilen biru merupakan salah satu bahan pewarna dalam pewarnaan kain (Chandra, Hindryawati, and Koesnarpadi

2019). Metilen biru merupakan salah satu senyawa pewarna yang larut dalam air. Dosis tinggi dari metilen biru dapat menyebabkan mual, muntah, nyeri pada perut dan dada, sakit kepala, keringat berlebihan, dan hipertensi. Selain itu, methylene blue juga dapat menyebabkan iritasi pada saluran pencernaan jika tertelan, menimbulkan sianosis jika terhirup, dan iritasi pada kulit jika tersentuh oleh kulit (Nurzihan et al. 2019)

Metilen biru ini merupakan limbah yang berasal dari bahan organik yang sukar mengalami penguraian sehingga membutuhkan berbagai macam metode untuk dapat menguraikan senyawa-senyawa tersebut sehingga dapat mengurangi bahayanya di lingkungan. Salah satu metode yang dapat mendukung proses penguraian senyawa tersebut adalah adsorpsi menggunakan adsorben (Chandra, Hindryawati, and Koesnarpadi 2019).

Adsorpsi merupakan salah satu metode penyerapan fluida, cairan ataupun gas yang terdapat zat terserap (adsorbat) terikat oleh zat penyerap (adsorben) pada permukaanya.

Fakto-faktor yang dapat mempengaruhi proses penyerapan warna limbah cair yaitu pH, waktu kontak, konsentrasi, suhu, dan massa media penyerapan. Adsorben dapat berupa karbon aktif, dikarenakan melimpahnya tanaman atau limbah alam yang dapat dimanfaatkan dan dapat diperoleh dengan harga murah.

Karbon aktif adalah salah satu bahan yang sebagian besar terdiri dari atom karbon bebas dengan permukaan dalam sehingga memiliki kemampuan daya serap yang baik. Karbon aktif mampu mengadsorpsi anion, kation, dan molekul baik dalam senyawa organik maupun anorganik, berupa gas maupun larutan. Karbon aktif memiliki atom karbon bebas dan daya serap yang baik. Daya serap karbon aktif mempunyai pengaruh terhadap sifat karbon aktif. Sifat karbon aktif dipengaruhi oleh luas permukaan dan aktivasinya (Maulinda, ZA, and Sari 2017).

Oleh karena itu peneliti mencoba menggunakan limbah kulit singkong sebagai adsorben. Hal ini karena limbah kulit singkong mengandung lignosululosa yang berpotensi untuk mengadsorpsi limbah kationik (Irawati, Aprilita, and Sugiharto 2018). Sehingga untuk mengetahui penyerapan limbah cair dengan kulit singkong dapat diketahui dengan menguji waktu kontak, konsentrasi, massa media penyerapan tersebut dan lain-lain.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui massa optimum, waktu kontak, dan konsentrasi optimum kulit singkong dalam menyerap warna metilen biru. Manfaat

dari penelitian ini adalah untuk dapat mengetahui massa optimum, waktu kontak, dan konsentrasi optimum kulit singkong dalam menyerap warna metilen blue pada limbah industri tekstil agar ketika limbah dibuang ke badan air tidak menimbulkan pencemaran dan aman, selain itu dapat memberikan pengetahuan baru mengenai pengolahan limbah cair warna dengan metode adsorpsi.

### **Metode Penelitian**

Sampel yang digunakan adalah kulit singkong yang diambil dari . Bahan kimia yang digunakan yaitu aquades, metilen biru, dan larutan NaOH 0,1 N. Peralatan yang digunakan adalah ayakan 100 mesh, batang pengaduk, bola isap, botol semprot, cawan petri besar, corong, gelas kimia 100 mL; 250 mL; 500 mL dan 1000 mL, lumpang dan alu, magnetic stirrer besar dan kecil, pipit skala 5 mL dan 25 mL, spatula, pipet tetes, tabung sentrifugasi, sentrifugator, spektrofotometri UV-VIS, micropipet, cawan porslen 100 mL, thermometer, tabung reaksi, wadah besar dan kecil, labu Buchner, corong Buchner, oven dan hot plate.

Pembuatan awal sampel sebanyak 1 kg kulit singkong yang telah dibersihkan dan dikeringkan selama selama  $\pm 3$  hari dengan sinar matahari. Kulit singkong yang telah kering digerus dan diayak menggunakan ayakan 250 mesh. Sebanyak 50 gram kulit singkong di masukkan ke dalam cawan cruss lalu di furnace dengan suhu 300 °C dan 400 °C selama 2 jam. Sampel dimasukkan ke dalam wadah tertutup. Masing masing sampel yang

telah diberi perlakuan ditimbang sebanyak 12 gram kemudian dicampurkan dengan 82 ml larutan NaOH 0,1 N. Kedua bahan ini dicampurkan dengan menggunakan perbandingan 1: Campuran di *stirrer* selama 3 jam dengan kecepatan aduk 300 rpm kemudian di diamkan selama 30 menit hingga terbentuk residu. Campuran disaring dan residu dicuci dengan aquades hingga filtrat yang diperoleh netral. Residu dioven pada suhu 110°C selama 3 jam. Setelah dioven residu digerus dan diayak dengan ayakan lolos 250 mesh. Sampel akhir di timbang dan dimasukkan ke dalam wadah sampel kemudian diberi label.

Penentuan massa adsorben maksimum dengan menyiapkan 2 buah gelas kimia 100 mL masing-masing diisi kulit singkong teraktivasi dengan variasi massa 0,125, 0,25, dan 0,5 gram. Selanjutnya masing-masing gelas kimia ditambahkan 25 mL *methylene blue* 100 ppm. Campuran di *stirrer* selama 1 jam dengan kecepatan 120 rpm kemudian didiamkan selama 15 menit hingga terbentuk residu pada bagian bawah gelas kimia. Filtrat dipipet kedalam wadah kemudian dimasukkan ke dalam tabung sentrifugasi dan di sentrifuse selama 5 menit dengan kecepatan 50% untuk memisahkan residu dengan filtrat yang akan diuji. Filtrat dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Langkah ini diulang untuk semua variasi kulit singkong teraktivasi.

Penentuan waktu optimum dilakukan dengan menimbang massa optimum sampel dan 25 mL *methylene blue* 100 ppm di *stirrer*

dengan kecepatan 120 rpm dalam waktu yang berbeda-beda yaitu 5, 10, 15, 30, 60, 120, 240 menit, kemudian didiamkan selama 15 menit hingga terbentuk residu pada bagian bawah gelas kimia. Filtrat dipipet ke dalam 100, 125, dan 150 ppm. Kemudian didiamkan selama 15 menit hingga terbentuk residu pada bagian bawah gelas kimia. Filtrat dipipet ke dalam wadah lalu dimasukkan ke dalam tabung sentrifugasi dan di sentrifuse selama 6 menit dengan kecepatan 3000 rpm untuk memisahkan residu dengan Filtrat yang akan diuji. Filtrat dianalisis :wadah lalu dimasukkan kedalam tabung sentrifugasi dan di sentrifuse selama 6 menit dengan kecepatan 3000 rpm untuk memisahkan residu dengan filtrat yang akan diuji. Filtrat dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Penentuan konsentrasi dilakukan dengan campuran antara masa optimum dan waktu optimum sampel dan 25 mL *methylene blue* 100 ppm di *stirrer* dengan kecepatan 120 rpm dalam konsentrasi yang berbeda-beda yaitu 25; 50; 75; 100; 125; dan 150 ppm. Kemudian di diamkan selama 15 menit hingga terbentuk residu pada bagian bawah gelas kimia. Filtrati di pipet ke dalam wadah lalu di masukan ke dalam tabung sentrifugasi dan di sentrifus selama 6 menit dengan kecepatan 3000 rpm untuk memisahkan residu dengan filtrate yang akan diuji. Filtrate dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

## **Hasil dan Pembahasan**

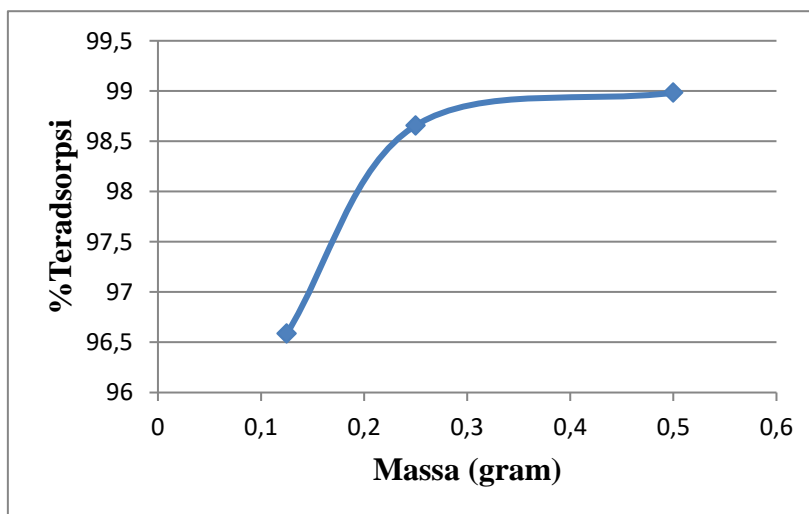
Massa adsorben yaitu salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi. Semakin

banyak massa adsorben yang digunakan semakin efektif proses adsorpsi yang terjadi. Variasi massa adsorben dilakukan untuk mengetahui massa adsorben maksimum dalam mengadsorpsi metilen biru. Massa adsorben yang digunakan pada proses adsorpsi zat warna metilen biru adalah 0,125,

0,25 dan 0,5 gram pada suhu 60°C, konsentrasi Methylene blue 100 ppm dengan volume 25 mL, dan waktu 60 menit. Pengaruh massa adsorben terhadap efisiensi penyerapan zat warna Methylene blue dapat dilihat pada tabel dan gambar dibawah ini

**Tabel 1 Data massa kulit singkong terhadap persen adsorpsi metilen biru**

Massa (gram)	C <sub>0</sub> (ppm)	C <sub>e</sub> (ppm)	Persentasi adsorpsi(%)
0,125	100	6,829	96,59
0,25	100	2,685	98,66
0,5	100	2,033	98,98



**Gambar 1 Grafik massa karbon aktif kulit singkong terhadap persen adsorpsi metilen biru**

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari data diatas bahwa massa optimum sebesar 0,5 gram yang memberikan hasil adsorpsi maksimal terhadap metilen biru dengan efisiensi penyerapan sebesar 98,98%. Hal ini dikarenakan pada limbah kulit singkong teraktivasi mempunyai situs aktif berupa pori-pori yang lebih banyak untuk berinteraksi menyerap methylen blue, sehingga dengan

massa adsorben yang kecil dapat menyerap adsorbat dengan maksimal.

Semakin banyak massa adsorben maka metilen biru yang teradsorpsi semakin besar. Hal ini dapat terjadi karena banyaknya jumlah massa adsorben yang ditambahkan mempengaruhi efisiensi penyerapan sebanding dengan jumlah partikel dan luas permukaan adsorben menyebabkan sisi aktif

adsorpsi dan efisiensi penyerapan meningkat (Sari, Loekitowati, and Mohadi 2017).

Waktu kontak merupakan parameter penting dalam menentukan kondisi di mana proses adsorpsi mencapai keadaan setimbang. Menurut teori tumbukan, kecepatan reaksi bergantung pada jumlah tumbukan per satuan waktu. Semakin banyak tumbukan yang terjadi maka reaksi semakin cepat berlangsung sampai terjadi kondisi setimbang (Mafliah et al. 2021).

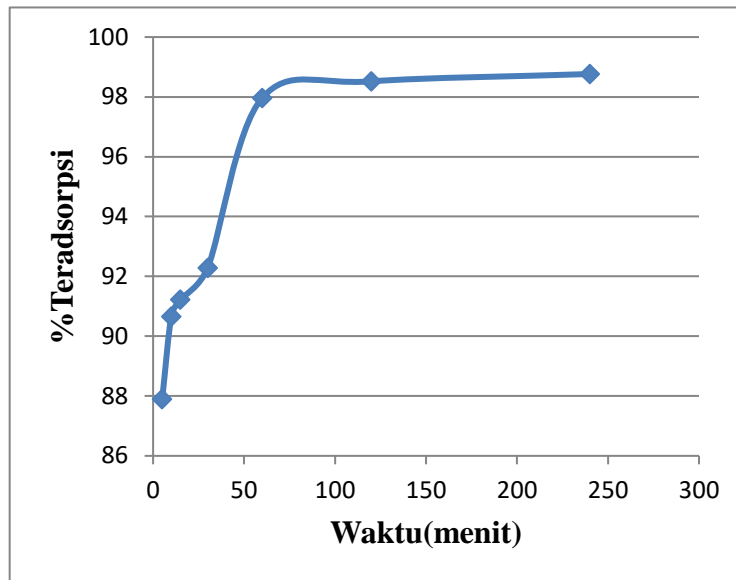
Penentuan waktu kontak bertujuan untuk mengetahui berapa waktu yang dibutuhkan untuk mencapai penyerapan optimum metilen biru oleh limbah kulit singkong. Waktu kontak mempengaruhi proses difusi dan penempelan molekul adsorbat yang terjadi

pada permukaan adsorben pada saat adsorpsi berlangsung (Hikmawati 2018). Sehingga waktu kontak optimum adalah waktu disaat kulit singkong mampu menyerap metilen biru secara maksimal

Pada penelitian ini, waktu adsorpsi divariasikan selama 5, 10, 15, 30, 60, 120 dan 240 menit. Data penyerapan metilen biru pada berbagai waktu kontak diperoleh menggunakan 0,5 gram adsorben dalam 25 mL larutan metilen biru 100 ppm. Pengaruh waktu adsorben terhadap efisiensi penyerapan zat warna metilen biru dapat dilihat pada tabel dan gambar dibawah ini

**Tabel 2 Data waktu karbon aktif kulit singkong terhadap persen teradsorpsi metilen biru dengan massa karbon aktif 0,5 gram**

Waktu (menit)	$C_0$ (ppm)	$C_e$ (ppm)	Persentasi adsorpsi(%)
5	100	12,108	87,89
10	100	9,346	90,65
15	100	8,781	91,22
30	100	7,714	92,29
60	100	2,033	97,97
120	100	1,480	98,52
240	100	1,235	98,76



**Gambar 2 Grafik waktu karbon aktif kulit singkong terhadap persen adsorpsi metilen biru**

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari data diatas bahwa waktu kontak optimum terjadi pada waktu 240 menit/4 jam dengan persen teradsorpsi nya sebesar 98,76%. Hal ini menandakan semakin lama waktu kontak maka semakin besar pula persen teradsorpsinya.

Pada waktu 5 menit-240 menit mengalami peningkatan terus menerus, hal ini dikarenakan banyaknya situs aktif limbah kulit singkong yang kosong, sehingga kecenderungan larutan untuk terserap ke metilen biru semakin tinggi karena gugus aktif pada metilen biru belum berinteraksi secara optimal. Semakin lama waktu interaksi maka semakin banyak metilen biru teradsorpsi karena semakin banyak kesempatan partikel dari limbah kulit singkong untuk bersinggungan dengan metilen biru, hal ini menyebabkan semakin banyak metilen biru yang teradsorpsi.

Hasil Penelitian (sariana) menunjukkan semakin lama waktu adsorpsi maka efisiensi adsorpsi semakin meningkat. Hal ini karena semakin lama waktu kontak maka zat yang teradsorpsi juga semakin banyak sehingga dimungkinkan dalam penelitian ini zat warna yang terserap juga semakin banyak hingga tercapai titik setimbang. Pada saat mencapai titik kesetimbangan, permukaan adsorben telah penuh tertutupi oleh zat warna yang diserap dan adsorben mengalami titik jenuh sehingga adsorben tidak dapat menyerap zat warna lagi (Sari, Loekitowati, and Mohadi 2017)

Semakin lama waktu kontak juga dapat mengakibatkan desorpsi, yaitu terlepasnya zat warna yang sudah terikat oleh limbah kulit singkong. Menurut (Dwijayanti et al. 2020) setelah adsorpsi mencapai keadaan setimbang pada waktu kontak optimum, penambahan waktu kontak antara limbah kulit singkong dan metilen biru selanjutnya tidak

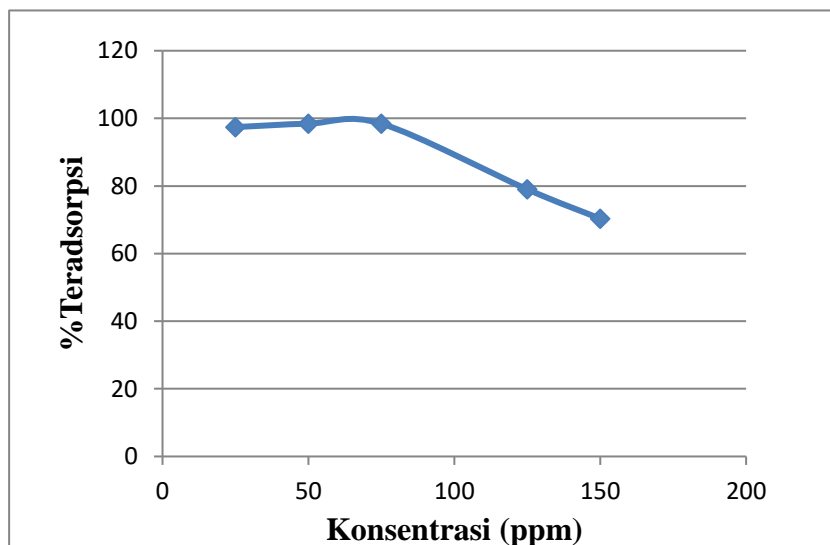
memberikan pengaruh signifikan terhadap penyerapan zat warna. Kontak fisik antara zat warna dengan limbah kulit singkong yang terlalu lama menyebabkan zat warna lama-kelamaan terlepas kembali ke dalam larutan. Hal ini mengakibatkan jumlah zat warna tertukar semakin besar, yang mengindikasikan daya serapnya juga menurun.

Konsentrasi metilen biru dalam larutan merupakan parameter penting dalam menentukan kinerja suatu adsorben yang

bertujuan untuk memperoleh informasi berapa konsentrasi yang dibutuhkan untuk mencapai penyerapan optimum pada zat warna oleh metilen biru. Pada penelitian ini konsentrasi larutan metilen biru divariasikan sebesar 25, 50, 75, 125 dan 150 ppm. Proses adsorpsi menggunakan 0,5 gram adsorben dalam 25 mL metilen biru selama 60 menit. Pengaruh konsentrasi terhadap kapasitas adsorpsi penyerap metilen biru dapat dilihat pada Tabel dan gambar dibawah ini

**Tabel 3 Data konsentrasi zat warna metilen biru**

Konsentrasi (ppm)	$C_e$ (ppm)	Persentasi adsorpsi(%)
25	0,645	97,42
50	0,783	98,43
75	1,179	98,43
125	26,23	79,01
150	44,50	70,33



**Gambar 1 Grafik konsentrasi zat warna metilen biru terhadap persen adsorpsi**

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari data diatas bahwa konsentrasi terhadap persen

adsorpsi penyerap metilen biru sebesar 50-75 ppm dengan dengan persen teradsorpsi nya



sebesar 98,43%. Hal ini menandakan bahwa semakin tingginya konsentrasi metilen biru maka jumlah metilen biru di dalam larutan itu juga semakin banyak.

Jumlah metilen biru yang teradsorpsi akan sebanding dengan gugus aktif yang terdapat pada adsorben. Jika gugus aktif adsorben belum jenuh, maka kapasitas adsorpsi metilen biru akan semakin besar. Ketika gugus aktif limbah kulit singkong telah jenuh, maka peningkatan gugus aktif metilen biru akan menurun namun jika pada saat keadaan gugus aktif limbah kulit singkong belum jenuh oleh metilen biru, maka peningkatan konsentrasi metilen biru akan meningkatkan jumlah metilen yang teradsorpsi.

Konsentrasi terhadap persen adsorpsi penyerap metilen biru mengalami penurunan pada konsentrasi 125-150 ppm. (Ramadhan, Muhdarina, and Amilia 2015) menjelaskan bahwa metilen biru pada konsentrasi lebih tinggi mencapai keadaan jenuh dan hampir semua situs adsorpsi yang tersedia pada limbah kulit singkong ditempati oleh metilen biru. Pada kondisi ini maka tidak terjadi lagi peningkatan proses adsorpsi bahkan terjadi proses desorpsi.

### **Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kulit singkong dapat digunakan sebagai adsorben untuk menghilangkan zat warna di air limbah dengan massa optimum 0,5 gram pada suhu 60°C yang teraktivasi NaOH 0,1 N, waktu optimum selama 240 menit/4 jam dan

konsentrasi zat warna larutan metilen biru sebesar 50-75 ppm.

### **Ucapan Terimakasih**

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ibu Dr. Yuli Hartati, M.Pd yang telah memberikan bimbingan dan masukan dalam penelitian dan penulisan artikel ini, kepala Laboratorium Kimia FKIP dan Farmasi Universitas Mulawarman yang telah memberikan izin kepada penulis melakukan penelitian.

### **Daftar Pustaka**

- Chandra, Dian Eka, Noor Hindryawati, and Soerja Koesnarpadi. 2019. "Degradasi Metilen Biru Dengan Metode Fotokatalitik Berdasarkan Variasi Berat Katalis Zeolit-Wo<sub>3</sub>." *Prosiding Seminar Kimia* (Seminar Nasional Kimia 2019): 127–30.  
<http://jurnal.kimia.fmipa.unmul.ac.id/index.php/prosiding/article/view/873>.
- Dwijayanti, Umi et al. 2020. "Adsorpsi Methylene Blue (Mb) Menggunakan Abu Layang Batubara Teraktivasi Larutan Naoh." *Analit: Analytical and Environmental Chemistry* 5(1): 1–14.
- Hikmawati, Dwi I. 2018. "Studi Perbandingan Kinerja Serbuk Dan Arang Biji Salak Pondoh (Salacca Zalacca) Pada Adsorpsi Metilen Biru." *Chimica et Natura Acta* 6(2): 85.
- Irawati, Heni, Nurul Hidayat Aprilita, and Eko Sugiharto. 2018. "Adsorpsi Zat Warna Kristal Violet Menggunakan Limbah Kulit Singkong (Manihot Esculenta)." *Bimipa* 25(1): 17–31.
- Mafliah, Ifta et al. 2021. "Adsorpsi Metilen

Biru Dengan Menggunakan Arang Aktif Dari Ampas Kopi.” In *Seminar Nasional Kimia*, , 173–79.

Maulinda, Leni, Nasrul ZA, and Dara Nurfika Sari. 2017. “Pemanfaatan Kulit Singkong Sebagai Bahan Baku Karbon Aktif.” *Jurnal Teknologi Kimia Unimal* 4(2): 11.

Musafira, Musafira, Nurfitriah M Adam, and Dwi Juli Puspitasari. 2019. “Pemanfaatan limbah kulit buah pisang kepok (*Musa Paradisiaca*) sebagai biosorben zat warna rhodamin B.” *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia* 5(3): 308–14.

Nurzihan, Aris et al. 2019. “Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue Menggunakan Bentonit Termodifikasi Ethylene Diamine Tetra Aceticacid (Edta).” In *Prosiding SainsTeKes*, , 1–13.

Ramadhan, A, Muhdarina, and L Amilia. 2015. “Kapasitas Adsorpsi Metilen Biru Oleh Lempung Cengar Teraktivasi Asam Sulfat.” In *JOM FMIPA*, , 232–38.

Sari, Melyza Fitri Permanda, Puji Loekitowati, and Risfidian Mohadi. 2017. “Penggunaan Karbon Aktif Dari Ampas Tebu Sebagai Adsorben Zat Warna Procion Merah Limbah Cair Industri Songket.” *Journal of Natural Resources and Environmental Management* 7(1): 37–40.

