



## ADSORPTION OF REMAZOL BRILLIANT BLUE R DYE USING ACTIVATED CARBON FROM EMPTY PALM OIL BUNCHES

Denny Aris Setiawan\*, Sirajuddin dan Ricky Marthin De Tulus Wanwol  
Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda,  
Jl. Cipto Mangunkusumo, Sungai Keledang, Samarinda, 75131, Indonesia;

### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 27 Feb 2023,

Revised 10 Oct 2023,

Accepted 16 Oct 2023

Available online 13 Nov 2023

#### Keywords:

- ✓ Adsorption
- ✓ Adsorbent
- ✓ Empty palm fruit bunches
- ✓ Dye
- ✓ Remazol Brilliant Blue R

\*corresponding author:

[dennya86@gmail.com](mailto:dennya86@gmail.com)

phone: +62-82351319397

[https://doi.org/10.31938/jsn.v](https://doi.org/10.31938/jsn.v13i4.527)

[13i4.527](https://doi.org/10.31938/jsn.v13i4.527)

### ABSTRACT

Various types of dyes are used in the textile industry, including Remazol Brilliant Blue R dye. Remazol dye is a type of anthraquinone which is very difficult to remove if it is contaminated in the environment. One method of dealing with dyes that pollute the environment is adsorption using activated carbon. The material for activated carbon has the most potential to come from the palm oil industry, namely empty palm fruit bunches because they are widely available and have economic value. This study aimed to determine the effect of varying exposure time between activated carbon made from empty palm fruit bunches and textile dye Remazol Brilliant Blue R on decreasing the concentration of dye Remazol Brilliant Blue R. The adsorption process was carried out with the ratio of adsorbent mass: dye volume w/v (0.1:15) and varying the contact times of 20, 40, 60, 80, 100 and 120 minutes. The initial concentration of textile substances was 23.2121 mg/L and was contacted between Remazol Brilliant Blue R textile substances with adsorbents using a shaker. Analysis of adsorption results using a UV-Vis instrument with a wavelength of 670 nm for Remazol Brilliant Blue R dye. The results showed that the best adsorption conditions was 60 minute contact time, with a removal percentage of 87.23% with an adsorption capacity of 3.0373 mg/g. The adsorption of Remazol Brilliant Blue R follows the Langmuir adsorption equation model with an  $R^2$  of 0.9997.

### Adsorpsi Zat Warna Remazol Brilliant Blue R Menggunakan Karbon Aktif dari Tandan Kosong Kelapa Sawit

#### ABSTRAK

Pewarna yang digunakan dalam industri tekstil bermacam-macam jenisnya, salah satunya adalah pewarna Remazol Brilliant Blue R. Pewarna remazol merupakan jenis anthraquinone yang sangat sulit untuk dihilangkan, apabila mencemari lingkungan. Salah satu metode untuk mengatasi hal tersebut adalah adsorpsi menggunakan karbon aktif. Bahan karbon aktif yang berpotensi dari industri kelapa sawit yaitu tandan kosong kelapa sawit, karena jumlahnya banyak dan ekonomis. Penelitian ini bertujuan menentukan efektivitas adsorpsi dengan memvariasikan waktu kontak antara karbon aktif tandan kosong kelapa sawit dengan zat tekstil Remazol Brilliant Blue R terhadap penurunan konsentrasi pewarna Remazol Brilliant Blue R. Proses adsorpsi dilakukan dengan perbandingan massa adsorben: volume zat warna b/v (0,1:15) dan memvariasikan waktu kontak 20, 40, 60, 80, 100 dan 120 menit. Konsentrasi awal zat tekstil 23,2121 mg/L dan dikontakkan dengan adsorben menggunakan shaker. Analisis hasil adsorpsi menggunakan alat UV-Vis dengan panjang gelombang pewarna zat tekstil sebesar 670 nm. Hasil menunjukkan kondisi proses adsorpsi terbaik pada waktu kontak 60 menit, persen removal sebesar 87,23% dengan kapasitas adsorpsi 3,0373 mg/g. Proses penjerapan pewarna Remazol Brilliant Blue R mengikuti pola persamaan adsorpsi dari Langmuir dengan  $R^2$  sebesar 0,9997.

Kata kunci: adsorpsi; adsorben; tandan kosong kelapa sawit; zat warna; Remazol Brilliant Blue R



## PENDAHULUAN

Industri tekstil saat ini merupakan industri yang sangat menjanjikan. Dengan meningkatnya permintaan pasar dan prospek yang diperoleh, industri tekstil berkembang dengan pesat. Di industri tekstil diperkirakan terdapat 10.000 jenis pewarna yang digunakan dalam proses produksinya, salah satu zat warnanya adalah *Remazol Brilliant Blue R*. Cabang pemberi warna atau kromofor di *Remazol Brilliant Blue R* yang menghasilkan warna cemerlang pada kain dan tidak gampang pudar, sehingga industri tekstil banyak menggunakannya (Hidayati et al., 2016). Kebanyakan zat yang terkandung pada sisa tekstil ialah zat warnanya, khususnya pewarna sintetis. Zat tekstil sintetis adalah molekul yang memiliki sistem elektron yang mampu berpindah-pindah, terdiri dari dua jenis yaitu, kromofor dan auksokrom. Kromofor bertindak untuk menerima elektron, dan auksokrom bertindak untuk donor elektron berfungsi menyesuaikan warna dan kelarutan. Cabang kromofor utama adalah cabang azo (-N=N-), cabang karboksil (-C=O), cabang etilen (-C=C-), dan cabang nitro (-NO<sub>2</sub>) (Haryono et al., 2018). Dalam perkembangan industri tekstil yang pesat terdapat permasalahan yaitu limbah yang dihasilkan. Limbah zat warna tekstil tersebut jika dibuang ke lingkungan dapat bercampur dengan air, sehingga air tercemar dan berbahaya jika digunakan oleh masyarakat dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan. Limbah zat warna *Remazol Brilliant Blue R* bersifat racun yaitu dapat menimbulkan pertumbuhan kanker, berbahaya bagi tubuh, mengurangi jumlah oksigen di air, mempengaruhi pH air lingkungan dan dapat mengganggu mikroorganisme dan hewan air (Firdaus, 2011).

Limbah zat warna tekstil dapat diolah melalui berbagai macam proses seperti koagulasi, sedimentasi, adsorpsi ataupun lumpur aktif. Adsorpsi meliputi proses penjerapan (adsorpsi) dan pelepasan (desorpsi). Awal terjadi reaksi, proses adsorpsi akan mendominasi dibandingkan desorpsi. Selang waktu tertentu, proses desorpsi lebih mendominasi. Adsorpsi terus dilakukan jika tercapai kondisi kesetimbangan. Proses menempel adsorbat pada adsorben terjadi karena adanya tekanan atau gaya pengikat pada adsorbat dari cairan atau gas terhadap permukaan adsorben (Sanada, 2014). Karbon aktif lebih dipilih dikarenakan memiliki luas permukaan yang besar, kapasitas adsorpsi yang cukup tinggi, kemudahan dalam penanganan, dan biaya yang diperlukan relatif terjangkau (Khuluk, 2016).

Penelitian penjerapan pewarna *Remazol Brilliant Blue R* telah banyak dilakukan, salah satunya adalah Hidayati et al, (2016) menggunakan adsorben dari nata de coco untuk diaplikasikan pada zat warna tekstil *Remazol Brilliant Blue R* dengan memvariasikan waktu kontak mencapai 60 menit dengan persen *removal* mencapai 95,82%, massa adsorben maksimal pada 0,1gram dengan persen *removal* mencapai 96,62%. Penelitian kedua dilakukan oleh Sukarta et al, (2016) memakai karbon aktif limbah daun ketapang untuk mengadsorpsi zat warna tekstil *Remazol Brilliant Blue R* dengan memvariasi waktu kontak 10-60 menit dan variasi konsentrasi tekstil *Remazol Brilliant Blue R* 5-25 mg/L. Hasil terbaik waktu kontak optimum yaitu 60 menit dengan persen *removal* mencapai 63,48% dan konsentrasi zat warna maksimum pada nilai 20 mg/L dengan persen *removal* mencapai 67,83%.

Penelitian yang dilakukan oleh Maslahat et al, (2018) optimasi suhu dalam pembuatan karbon aktif dari limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dengan parameter analisis yang dilakukan meliputi kadar air, kadar abu, daya jerap terhadap iod dan zat warna *methylene blue*. Pada penelitian tersebut menggunakan variasi suhu aktivasi karbon aktif yaitu 600, 700 dan 800°C, didapatkan kondisi optimum adalah suhu 800°C dengan kadar air sebesar 0,20%, kadar abu sebesar 20,54%, dan daya jerap terhadap iod sebesar 1236, 25 mg/g serta persen *removal* terhadap zat warna *methylene blue* sebesar 97,70%.

Potensi TKKS di Indonesia cukup banyak. Dari data Badan Pusat Statistik produksi kelapa sawit di Kalimantan Timur mencapai 16.717.254 ton pada tahun 2021 (Statistik, 2022). Sedangkan, untuk 1 ton tandan buah segar terdapat 23 persen tandan buah kosong (Agustina et al., 2016), sehingga didapat sekitar 3.844.968 ton TKKS. Tandan kosong kelapa sawit memiliki kandungan selulosa yang tinggi yaitu 66,07% hemiselulosa, 37,76%  $\alpha$  selulosa menjadikan tandan kosong sangat berpotensi untuk dijadikan karbon aktif (Bahmid, 2014). Tujuan dari penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh variasi waktu kontak antara adsorben karbon aktif yang berasal dari TKKS dengan zat warna tekstil *Remazol Brilliant Blue R* terhadap penurunan konsentrasi zat warna tekstil *Remazol Brilliant Blue R*.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS), zat warna *Remazol Brilliant Blue R*, kertas saring merk Whatman no. 42, indikator universal, aquades, *aluminium foil*, larutan natrium thiosulfat dan indikator kanji 1%. Peralatan yang digunakan adalah tanur, oven, *screening* 100 mesh, *screening* 120 mesh, cawan porselin, gegep, *crusher*, neraca analitik, desikator, peralatan gelas, spatula, spektrofotometri UV-Vis Cary 50, cawan krusibel dan parang.

### Metode

#### Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan September tahun 2022 hingga Januari tahun 2023 di Laboratorium Politeknik Negeri Samarinda. Pengambilan bahan baku TKKS dari PT. Sawit Unggul Agro Niaga (SUAN) yang berada di Desa Muara Badak Ulu, Kecamatan Muara Badak, zat warna tekstil *Remazol Brilliant Blue R* didapatkan dari Kampung Tenun Samarinda dan analisis konsentrasi zat warna di Laboratorium Teknik Kimia Politeknik Negeri Samarinda.

#### Pembuatan Karbon Aktif

Tandan kosong kelapa sawit dikeringkan di bawah sinar matahari selama 3 hari dan dipanaskan dalam oven pada suhu 110°C selama 2 jam, dicacah menggunakan parang sesuai ukuran yang diinginkan. Setelah itu, TKKS dimasukkan kedalam cawan porselin dan ditutup untuk dikarbonisasi di tanur suhu 500°C selama 10 menit (karbon). Kemudian, karbon tersebut diayak menggunakan *screening* dengan ukuran butiran yang lolos di 100 mesh dan tertahan di 120 mesh. Selanjutnya, aktivasi karbon menggunakan larutan fosfat 10% selama 24 jam, dinetralkan menggunakan aquades sampai pH 6-8. Setelah itu, diaktivasi fisika menggunakan tanur suhu 800°C selama 3 jam (karbon aktif). Kemudian, karbon aktif tersebut diuji kadar air, kadar abu, *volatile matter*, *fixed carbon* dan *iodine number*.

Langkah-langkah uji kadar air dengan menimbang karbon aktif sebanyak 1 gram, dikeringkan menggunakan oven pada suhu 110°C, dikeluarkan dan ditimbang, dilakukan hingga berat konstan. Uji kadar abu dilakukan dengan cara menimbang sebanyak 1 gram karbon aktif

dan ditaruh ke dalam cawan krusibel, dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 500°C selama 1 jam dan dilanjutkan pada suhu 750°C selama 3 jam. Setelah itu, berat cawan krusibel ditimbang. Uji kadar *volatile matter* dilakukan dengan cara menimbang 1 gram karbon aktif dan dimasukkan ke dalam cawan krusibel, cawan krusibel dimasukkan ke dalam tanur pada suhu 950°C selama 7 menit. Uji *iodine number* dilakukan dengan cara menimbang 0,5 gram karbon aktif dan dicampurkan karbon aktif tersebut dengan 50 mL larutan iodin 0,1 N. Selanjutnya, campuran tersebut disaring menggunakan kertas saring dan larutan sisa dititrasikan menggunakan larutan natrium thiosulfat hingga berubah menjadi keruh. Setelah itu, larutan tersebut ditambah larutan kanji 1% lalu dititrasikan hingga berwarna bening.

#### Pembuatan Larutan Standar Remazol

Larutan standar *Remazol* dibuat dengan cara menimbang 0,025 gram bubuk *Remazol* dilarutkan menggunakan akuades secukupnya dalam gelas piala 100 mL. Kemudian, larutan tersebut dimasukkan kedalam labu berukuran 250 mL dan ditera hingga tanda batas. Setelah itu, larutan diambil sebanyak 2, 4, 6, 8 dan 10 mL untuk membuat larutan standar 2, 4, 6, 8 dan 10 mg/L pada labu ukur 100 mL.

#### Variasi Waktu Kontak Adsorpsi

Karbon aktif TKKS disiapkan sebanyak 0,1 gram dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL yang telah berisi zat warna tekstil sebanyak 15 mL dengan rasio adsorpsi w/v (0,1:15). Selanjutnya, larutan ditutup menggunakan *aluminium foil*, diletakkan di atas *shaker* dan diaduk dengan kecepatan 150 rpm dan divariasikan waktu kontak yaitu 20, 40, 60, 80, 100 dan 120 menit. Setelah itu, larutan tersebut disaring agar terpisah antara karbon aktif TKKS dan zat warna untuk dianalisis menggunakan spektrofotometri UV-Vis. Analisis Spektrofotometri untuk menentukan panjang gelombang maksimal zat warna *Remazol* dan dibuat kurva kalibrasi. Metode kurva kalibrasi menggunakan data regresi linear larutan standar. Penetapan *isotherm* adsorpsi menggunakan metode regresi linear dan dipilih dengan nilai R.

Tabel 1. Hasil Analisis Karbon Aktif TKKS

| Komposisi            | Standar Karbon Aktif (SNI KARBON AKTIF TEKNIS 06-3730-1995) | Karbon Aktif TKKS Maksimal |
|----------------------|---|----------------------------|
| Kadar Air (%)        | Max. 15   | 2,10                       |
| Kadar Abu (%)        | Max. 10   | 8,63                       |
| Volatile Matter (%)  | Max. 25   | 2,36                       |
| Fixed Carbon (%)     | Min. 80   | 86,91                      |
| Iodine Number (mg/g) | Min. 750  | 980,8417                   |

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Karakteristik Karbon Aktif**

Karakteristik karbon aktif dapat dilihat pada Tabel 1. Adsorben TKKS didapatkan dari hasil penelitian sebelumnya yaitu pembuatan karbon aktif dari TKKS dengan hasil maksimal variasi waktu kontak aktivasi kimia menggunakan asam fosfat (H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>) yaitu 24 jam. Analisis karbon aktif TKKS menggunakan standar SNI KARBON AKTIF TEKNIS 06-3730-1995. Uji kadar air untuk mengetahui jumlah kandungan air yang terdapat di dalam karbon. Kadar air dipengaruhi oleh sifat higroskopis arang, jumlah uap air, penggilingan, pengayakan dan penetralan. Dari hasil uji kadar air diperoleh 2,10% dibawah *range* maksimal.

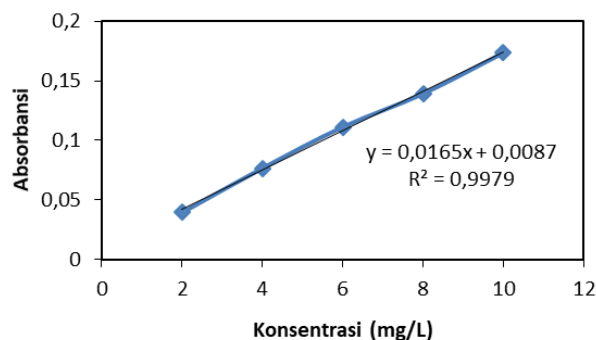
Uji kadar abu berguna untuk mengetahui kandungan oksida logam pada karbon. Kadar abu merupakan sisa mineral yang tidak terkarbonisasi secara sempurna, sehingga membentuk abu. Hasil uji kadar abu didapat 8,63% dibawah nilai *range* maksimal. *Volatile matter* berguna untuk mengetahui banyaknya zat yang mudah menguap dari suatu bahan seperti hidrogen dan karbon monoksida. Hasil uji *volatile matter* didapat 2,36% dibawah *range* maksimal. *Fixed carbon* memiliki fungsi untuk mengetahui kadar karbon murni pada karbon aktif. Tinggi rendahnya karbon dipengaruhi oleh kadar abu, zat terbang, dan kandungan selulosa dan lignin. Nilai hasil *fixed carbon* didapat 86,91% di atas hasil minimum. *Iodine number* merupakan parameter untuk mengetahui banyaknya molekul yang diserap oleh karbon aktif. Luas permukaan karbon aktif mempengaruhi banyaknya molekul yang dapat terjerap. Hasil uji *iodine number* didapat dengan nilai bilangan iod sebesar 980,8417 mg/g.

**Larutan standar**

Panjang gelombang maksimal untuk zat warna *remazol* didapatkan dengan menggunakan larutan standar dengan nilai sebesar 670 nm. Berikut nilai konsentrasi standar dan absorbansinya dapat dilihat pada Tabel 2 dan Gambar 1.

Tabel 2. Absorbansi Standar *Remazol*

| Konsentrasi Standar (mg/L) | Absorbansi |
|----------------------------|------------|
| 2                          | 0,0394     |
| 4                          | 0,0766     |
| 6                          | 0,1112     |
| 8                          | 0,1392     |
| 10                         | 0,1735     |



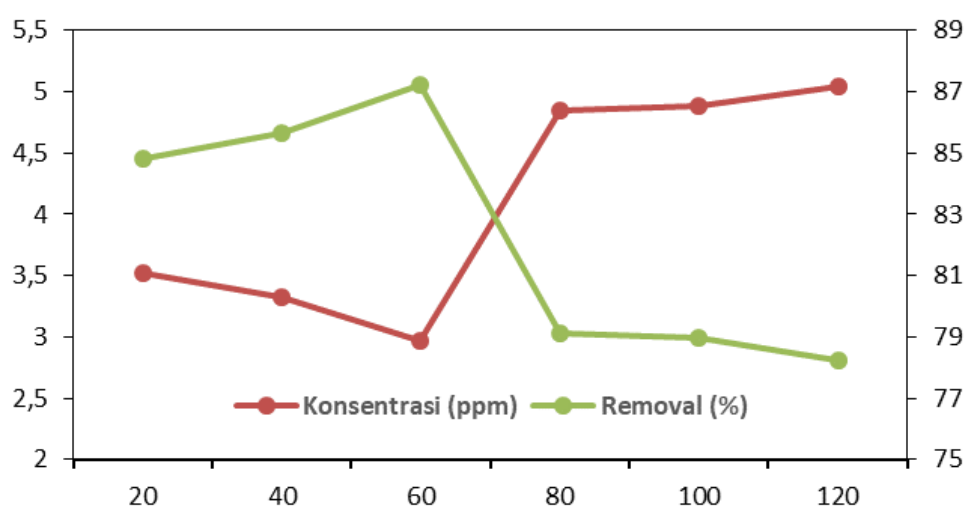
Gambar 1. Grafik Larutan Standar

**Variasi Waktu Kontak *Remazol***

Waktu kontak antara adsorben dengan adsorbat adalah 20, 40, 60, 80, 100 dan 120 dengan massa adsorben sebanyak 0,1 gram dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisa Adsorpsi Zat Warna *Remazol*

| Massa Adsorben (g) | Waktu Adsorpsi (menit) | Konsentrasi Awal Zat Warna (mg/L) | Konsentrasi Akhir Zat Warna (mg/L) | Removal (%) | Kapasitas Adsorpsi (mg/g) |
|--------------------|------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|-------------|---------------------------|
| 0,1                | 20                     | 23,2121                           | 3,5212                             | 84,83       | 2,9536                    |
|                    | 40                     |                                   | 3,3272                             | 85,67       | 2,9827                    |
|                    | 60                     |                                   | 2,9636                             | 87,23       | 3,0373                    |
|                    | 80                     |                                   | 4,8424                             | 79,14       | 2,7554                    |
|                    | 100                    |                                   | 4,8788                             | 78,98       | 2,750                     |
|                    | 120                    |                                   | 5,0485                             | 78,25       | 2,7245                    |

Gambar 2. Hubungan Waktu Kontak terhadap Konsentrasi dan Persen *Removal*

### Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Konsentrasi Akhir

Waktu kontak bertambah mempengaruhi konsentrasi zat warna *remazol* yang terjerap. Perubahan konsentrasi akhir dari zat warna *Remazol Brilliant Blue R* karena waktu kontak yang lama cenderung meningkatkan konsentrasi akhir, karena terjadi proses desorpsi yaitu proses terlepasnya kembali zat molekul warna yang telah dijerap adsorben ke dalam larutan (Gova & Oktasari, 2019).

Hasil penelitian ditunjukkan pada Gambar 2. Pada menit ke 20 konsentrasi zat tekstil *Remazol Brilliant Blue R* menurun sangat tajam hingga sebesar 3,5212 mg/L dan persen *removal* sebesar 84,83%. Hal ini terjadi karena saat awal penjerapan dimulai, adsorben yang belum berikatan dengan banyak zat akan langsung menjerap zat warna yang ada didalam larutan. Selanjutnya, pada menit ke 40 konsentrasi akhir pewarna *Remazol Brilliant Blue R* kembali turun

diperoleh konsentrasi akhir yaitu 3,3272 mg/L dan persen *removal* sebesar 85,67%. Hal ini sesuai dengan teori bahwa seiring dengan meningkatnya waktu kontak, semakin banyak zat warna *remazol* yang dapat dijerap oleh adsorben (Sukarta et al., 2016). Pada menit ke 60 konsentrasi zat warna kembali menurun dengan nilai konsentrasi sebesar 2,9636 dan persen *removal* yang diperoleh sebesar 87,23%. Dalam proses adsorpsi penjerapan adsorbat akan terus berlangsung terus menerus hingga mencapai kesetimbangan antara adsorben karbon aktif dengan zat warna *remazol*. Kesetimbangan adsorpsi karbon aktif tercapai ketika penambahan waktu kontak tidak dapat mengubah jumlah zat warna yang teradsorpsi (Gova & Oktasari, 2019).

Pada menit ke 80 konsentrasi akhir dari zat warna kembali naik yaitu sebesar 4,8424 mg/L dan persen *removal* turun menjadi 79,14%. Hal ini terjadi diakibatkan sisi aktif pada adsorben karbon aktif TKKS telah jenuh dan mencapai

kesetimbangan (Hidayati et al., 2016). Pada menit ke 100 dan 120 konsentrasi akhir zat warna *remazol* naik masing-masing sebesar 4,8788 dan 5,0485 mg/L yang diikuti persen *removal* yang turun masing-masing sebesar 78,98 dan 78,25%. Hal ini terjadi karena penambahan waktu kontak setelah kondisi kesetimbangan dan akibat dari proses desorpsi menyebabkan sebagian molekul zat warna *remazol* terlepas kembali dari sisi adsorben (Hidayati et al., 2016).

**Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Kapasitas Adsorpsi**

Kapasitas adsorpsi adalah nilai yang menunjukkan jumlah adsorbat yang terkumpul pada permukaan adsorben. Kapasitas adsorpsi dapat diperoleh dari hasil maksimum parameter yang mempengaruhi adsorpsi (Asnawati, 2017). Pada menit ke 20 kapasitas yang diperoleh sebesar 2,9536 mg/g, hal ini disebabkan adanya waktu kontak antara adsorben dengan zat warna *Remazol Brilliant Blue R* yang singkat, sehingga kapasitas adsorben belum maksimal. Pada menit ke 40 nilai kapasitas adsorpsi semakin meningkat yaitu sebesar 2,9827 mg/g. Adsorben akan menjerap zat warna hingga kapasitas adsorben maksimal. Selanjutnya, pada menit ke 60 kapasitas adsorpsi semakin meningkat dengan nilai sebesar 3,0373 mg/g. Pada menit ini terjadi kesetimbangan antara adsorben dengan zat warna *Remazol Brilliant Blue R*, sehingga seluruh sisi aktif adsorben telah menjerap zat warna.

Pada menit ke 80, 100 dan 120 kapasitas adsorpsi menurun sebanding dengan persen *removal*. Hal ini terjadi diakibatkan oleh lamanya waktu kontak antara adsorben dengan zat warna *Remazol Brilliant Blue R*, sehingga adsorben menjadi jenuh. Adsorben yang telah jenuh dan melewati kesetimbangan akan melepaskan kembali zat warna ke larutan (Hidayati et al., 2016)

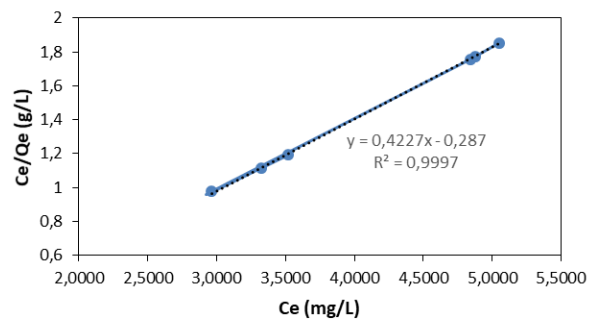
**Model Isotherm Adsorpsi**

Model *isotherm* adsorpsi untuk proses adsorpsi zat warna *Remazol Brilliant Blue R* oleh adsorben TKKS dilakukan dengan menghitung persamaan *Langmuir* dan *Freundlich* dengan menentukan nilai  $q_e$ ,  $C_e/q_e$ ,  $\log q_e$ , dan  $\log C_e$  seperti pada Tabel 3. Setelah itu, hasil perhitungan diubah kedalam bentuk grafik, seperti pada Gambar 3 untuk metode adsorpsi *Langmuir* dan Gambar 4 untuk metode adsorpsi *Freundlich*.

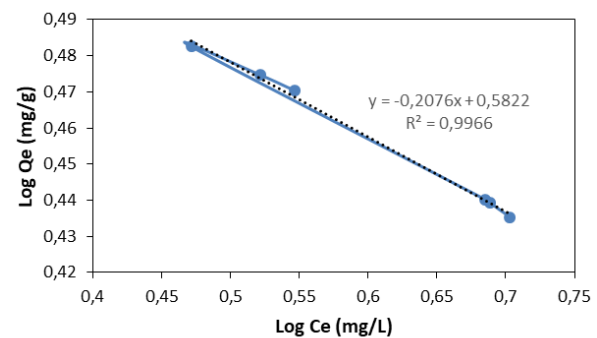
Pada Gambar 3 dan 4 dapat dilihat kedua persamaan tersebut memiliki nilai  $R^2$  tertinggi adalah persamaan *isotherm Langmuir*. Model

*isotherm* adsorpsi menjelaskan tentang adsorben, adsorbat dan proses penyerapan di dalam proses adsorpsi. Model *isotherm* adsorpsi digunakan untuk menentukan kemampuan penyerap dan hubungan aktivitas adsorbat dengan jumlah zat teradsorpsi pada suhu konstan (Sari et al., 2017).

Teori *isotherm Langmuir* mengasumsikan model monolayer, adsorpsi terjadi pada lapisan aktif yang homogen. Kapasitas adsorpsi maksimal ditentukan oleh nilai  $q_m$  dan  $K_L$  menunjukkan konstanta *Langmuir* pada saat kesetimbangan (Pandiarajan et al., 2018). Persamaan *isotherm Langmuir* dan *Freundlich* berfungsi untuk membandingkan antara adsorben yang berbeda, namun tidak selalu dapat memberikan hasil secara benar (Çathıoglu et al., 2021). Hal ini ditunjukkan oleh data yang telah didapatkan yaitu daya jerap adsorpsi zat warna *Remazol Brilliant Blue R* pada waktu optimum adalah 3,0373 mg/g, lebih besar dari daya jerap maksimum dari hasil perhitungan persamaan *isotherm Langmuir* yaitu 2,366 mg/g, sehingga pada proses adsorpsi zat warna *Remazol Brilliant Blue R* mengikuti persamaan *isotherm Langmuir* dengan nilai kapasitas adsorpsi maksimal mencapai 2,366 mg/g, nilai  $K_L$  sebesar 1,473 dan  $R^2$  sebesar 0,9997.



Gambar 3. Persamaan *Isotherm Langmuir*



Gambar 4. Persamaan *Isotherm Freundlich*

Tabel 3. Data Hasil Perhitungan Model *Isotherm*

| <i>Isotherm Langmuir</i> |             |        | <i>Isotherm Freundlich</i> |             |        |
|--------------------------|-------------|--------|----------------------------|-------------|--------|
| $q_m$ (mg/g)             | $K_L$ (L/g) | $R^2$  | N                          | $K_F$ (L/g) | $R^2$  |
| 2,366                    | 1,473       | 0,9997 | -4,817                     | 3,820       | 0,9966 |

### KESIMPULAN

Adsorpsi antara adsorben karbon aktif TKKS dengan zat warna *Remazol Brilliant Blue R* dengan variasi waktu penjerapan diperoleh efisiensi adsorpsi sebesar 87,23%, serta nilai kapasitas adsorpsi maksimal sebesar 3,0373 mg/g. Metode adsorpsi yang sesuai dengan penjerapan zat warna *Remazol Brilliant Blue R* adalah model *isotherm* adsorpsi *Langmuir* dengan  $R^2$  sebesar 0,9997, nilai  $K_L$  sebesar 1,473 L/mg dan nilai  $q_m$  sebesar 2,366 mg/g.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis kepada Allah SWT, dosen pembimbing dan teman-teman Teknik Kimia yang telah membantu saya dalam menyelesaikan naskah ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, L., Udiantoro, & Halim, A. (2016). Karakteristik Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (Tkks) Dengan Empty Fruit Bunches (Efb) Fiber With Boiling And Steaming Treatment). *Ziraa'Ah*, 41(1), 97–102.
- Asnawati, A. (2017). Penentuan Kapasitas Adsorpsi Selulosa Terhadap Rhodamin B dalam Sistem Dinamis. *Jurnal Kimia Riset*, 2(1), 23. <https://doi.org/10.20473/jkr.v2i1.3553>
- Bahmid, N. A. (2014). Pengembangan Nanofiber selulosa asetat dari selulosa tandan kosong kelapa sawit untuk pembuatan bioplastik [Institut Pertanian Bogor]. In *Implementation Science* (Vol. 39, Issue 1).
- Çathıoglu, F., Akay, S., Turunç, E., Belgin, G., Anastopoulos, I., Kayan, B., & Kalderis, D. (2021). Environmental Nanotechnology , Monitoring & Management Preparation and application of Fe-modified banana peel in the adsorption of methylene blue : Process optimization using response

surface methodology. *Environmental Nanotechnology, Monitoring & Management*, 16(June).

- Firdaus, Y. (2011). *Dekolorisasi Zat Warna Remazol Brilliant Blue Menggunakan Membran Padat Silika*.
- Gova, M. A., & Oktasari, A. (2019). Arang Aktif Tandan Kosong Kelapa Sawit Sebagai Adsorben Logam Berat Merkuri (Hg). In *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi*, 2(1), 1–14.
- Haryono, H., Faizal D, M., Liamita N, C., & Rostika, A. (2018). Pengolahan Limbah Zat Warna Tekstil Terdispersi dengan Metode Elektroflotasi. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 3(1), 94. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v3i1.2625>
- Hidayati, P., Ulfin, I., & Juwono, H. (2016). Adsorption of Remazol Brilliant Blue R, Using Nata de coco: Dosage Optimization. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 5(2), 134–136. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.12962/j23373520.v5i2.18153>
- Khuluk, rifki husnul. (2016). *Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa (Cocous nucifera L.) Sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Blue*. Ii, 1–66.
- Maslahat, M., Arissujaya, D., & Lismayani, S. (2018). Optimasi Suhu Aktivasi Pada Pembuatan Arang Aktif Berbahan Dasar Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit. *Prosiding Seminar Lignoselulosa 2018, September*, 46–51.
- Pandiarajan, A., Kamaraj, R., & Vasudevan, S. (2018). Bioresource Technology OPAC ( orange peel activated carbon ) derived from waste orange peel for the adsorption of chlorophenoxyacetic acid herbicides from water: Adsorption isotherm , kinetic modelling and thermodynamic studies. *Bioresource Technology*, 261(January), 329–341.

- Sanada, R. A. (2014). Adsorpsi zat warna kationik (methylene blue) menggunakan karbon aktif tempurung kelapa dan batu bara serta efisiensi regenerasinya= Adsorption of cationic dye methylene blue using coconut shell and coal based activated carbon and its regeneration efficien. *Envriomental Engineering*.
- Sari, M. F. P., Lockitowati, P., & Mohadi, R. (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.
- Statistik, B. P. (2022). *Produksi Tanaman Perkebunan*. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/indicator/54/132/1/produksi-tanaman-perkebunan.html>
- Sukarta, I. N., Kadek, N., & Lusiani, S. (2016). Adsorpsi Zat Warna Azo Jenis Remazol Brilliant Blue Oleh Limbah Daun Ketapang (*Terminalia Catappa . L .*). 311–316.