

## Penurunan Kadar Zat Warna *Remazol Brilliant Blue R* Dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Serbuk $\text{CaCO}_3$ Dari Cangkang Telur Dan Karbon Aktif

Syarifuddin Oko\*, Harjanto, Andri Kurniawan, Cici Winanti

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda  
Jl. Dr. Cipto Mangunkusumo Kampus Gunung Lipan PO Box 1293, Samarinda Indonesia  
Email: syarifuddinoko@polnes.ac.id

### Abstrak

Industri tekstil Indonesia berkembang semakin pesat untuk memenuhi kebutuhan sandang masyarakat. Namun, banyaknya industri tekstil di Indonesia ini tidak diimbangi dengan pengolahan limbah cair yang baik dan benar. Limbah cair tekstil merupakan salah satu pencemar organik yang sulit terdegradasi dan beracun. Zat warna tekstil merupakan bahan kimia yang memiliki struktur cincin aromatis dan cincin heteroatom, seperti azo, diazo, benzidine dan antraquinon yang kompleks dan stabil sehingga menyebabkan komponen ini sulit didegradasi dan bersifat toksik. Salah satu bahan pewarna, sintetik yang banyak dikonsumsi di industri tekstil adalah Remazol Brilliant Blue R (RBBR). Adsorpsi merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi pencemaran zat warna Remazol Brilliant Blue R (RBBR). Cangkang telur merupakan salah satu bahan adsorben yang mudah didapat dan ekonomis. Adsorben lain yang digunakan adalah karbon aktif. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu kontak terhadap efisiensi penurunan konsentrasi zat warna *Remazol Brilliant Blue R* menggunakan campuran  $\text{CaCO}_3$  dari cangkang telur dengan karbon aktif dan untuk mengetahui pengaruh *blending* adsorben terhadap efisiensi adsorpsi. Proses adsorpsi dilakukan dengan rasio massa  $\text{CaCO}_3$ : karbon aktif 0,2:0,8 dan memvariasikan waktu kontak 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 90, 120 dan 150 menit. Adsorpsi dilakukan menggunakan adsorben sebanyak 5 g kedalam zat warna *Remazol Brilliant Blue R* dengan konsentrasi awal 100 ppm. Hasil penelitian menunjukkan kondisi adsorpsi terbaik diperoleh pada waktu kontak 20 menit menggunakan *blending*  $\text{CaCO}_3$  dan karbon aktif dengan konsentrasi akhir *Remazol Brilliant Blue R* 0,65 ppm dan efisiensi adsorpsi sebesar 99,35%. Diharapkan dari hasil penelitian akan digunakan oleh masyarakat mengenai komposisi yang tepat antara  $\text{CaCO}_3$  dan karbon aktif dalam pengolahan limbah tekstil serta dengan menggunakan metode yang sangat sederhana.

**Kata kunci:** Adsorben, Blending, efisiensi, Limbah Tekstil

### Abstract

#### **Reduction of Remazol Brilliant Blue R Dyes Levels by Adsorption Method Using $\text{CaCO}_3$ Powder from Egg Shell and Activated Carbon**

The Indonesian textile industry is growing rapidly to meet the people's clothing needs. However, the large number of textile industries in Indonesia is not balanced with proper and proper wastewater treatment. Textile liquid waste is an organic pollutant that is difficult to degrade and is toxic. Textile dyes are chemicals that have an aromatic ring structure and a heteroatom ring, such as azo, diazo, benzidine and anthraquinone which are complex and stable, making these components difficult to degrade and toxic. One of the synthetic dyes that are widely consumed in the textile industry is Remazol Brilliant Blue R (RBBR). Adsorption is an alternative to reduce the contamination of Remazol Brilliant Blue R (RBBR) dye. Egg shell is one of the most readily available and economical adsorbent materials. Another adsorbent used is activated carbon. This study aims to determine the effect of contact time variations on the efficiency of reducing the concentration of Remazol Brilliant Blue R dye

using a mixture of  $\text{CaCO}_3$  from eggshell with activated carbon and to determine the effect of blending adsorbent on adsorption efficiency. The adsorption process was carried out with a mass ratio of  $\text{CaCO}_3$ : activated carbon 0.2:0.8 and varying contact times 5, 10, 15, 20, 25, 30, 60, 90, 120 and 150 minutes. Adsorption was carried out using 5 g of adsorbent into Remazol Brilliant Blue R dye with an initial concentration of 100 ppm. The results showed that the best adsorption conditions were obtained at a contact time of 20 minutes using a blend of  $\text{CaCO}_3$  and activated carbon with a final concentration of Remazol Brilliant Blue R 0.65 ppm and an adsorption efficiency of 99.35%. It is hoped that the results of the research will be used by the public regarding the correct composition between  $\text{CaCO}_3$  and activated carbon in textile waste processing and using a very simple method.

**Keywords:** Adsorbent, Blending, Efficiency, Textile Waste

## PENDAHULUAN

Industri tekstil Indonesia berkembang semakin pesat untuk memenuhi kebutuhan sandang masyarakat. Namun, banyaknya industri tekstil di Indonesia ini tidak diimbangi dengan pengolahan limbah cair yang baik dan benar. Sebagian besar industri tekstil menggunakan pewarna sintetis karena murah, tahan lama, mudah diperoleh dan mudah digunakan (Naimah *et al.*, 2014). Air limbah yang dihasilkan oleh industri tekstil dan bahan sejenisnya disamping mengandung bahan pencemar organik yang umum dinyatakan dalam COD, BOD dan logam-logam berat juga mengandung bahan pewarna organik rantai panjang yang relatif sukar diolah dengan proses biologis biasa (Nugroho & Mahmud, 2018)..

Zat warna tekstil merupakan bahan kimia yang memiliki struktur cincin aromatis dan cincin heteroatom, seperti azo, diazo, benzidine dan antraquinon yang kompleks dan stabil sehingga menyebabkan komponen ini sulit didegradasi dan bersifat toksik (Buthelezi *et al.*, 2012; Hauser, 2011). Salah satu bahan pewarna, sintetis yang banyak dikonsumsi di industri tekstil adalah Remazol Brilliant Blue R (RBBR). Remazol Brilliant Blue R merupakan salah satu zat warna yang tergolong zat warna reaktif. Adanya gugus kromofor Remazol Brilliant Blue R, mengakibatkan zat warna ini mampu memberikan warna yang cerah dalam serat kain dan tidak mudah luntur, sehingga banyak digunakan dalam industri tekstil (Hidayati *et al.*, 2016).

Pengolahan limbah zat warna menjadi sulit karena struktur aromatik pada zat warna sulit terdegradasi serta dapat mengganggu estetika

badan perairan. Limbah dari zat warna tekstil merupakan salah satu pencemar organik yang bersifat nonbiodegradable (Sa'adah, 2013). Metode adsorpsi merupakan teknik yang paling banyak dikembangkan, hal ini karena metode ini lebih efektif dan ekonomis (Dagdelen *et al.*, 2014). Adsorpsi merupakan salah satu alternatif untuk mengurangi pencemaran zat warna. Adsorpsi merupakan terserapnya suatu zat (molekul atau ion) pada permukaan adsorben (Fathoni, 2016). Salah satu adsorben yang paling umum digunakan dalam proses adsorpsi adalah karbon aktif. Karbon aktif dipilih karena luas permukaannya yang besar, kapasitas adsorpsi yang tinggi, kemudahan penggunaan, dan biaya yang relatif rendah (Khuluk, 2016). Cangkang telur ayam merupakan salah satu bahan adsorben yang potensial untuk digunakan karena mudah ditemukan, melimpah dan ekonomis. Cangkang telur ayam diperkirakan memiliki 10.000 hingga 20.000 pori dan mengandung kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) dan protein asam mukopolisakarida, yang dapat digunakan sebagai adsorben (Susanto *et al.*, 2017).

Penelitian mengenai pemanfaatan limbah cangkang telur sebagai adsorben sebelumnya telah dilakukan oleh Nurlaili *et al.* (2017) tentang pemanfaatan limbah cangkang telur ayam sebagai adsorben zat warna methyl orange dalam larutan. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Nurlaili *et al.* (2017) menunjukkan kondisi adsorpsi terbaik terjadi pada massa adsorben 11 gram, waktu kontak 60 menit dan pH 1 dengan efisiensi adsorpsi sebesar 41,46% dan kapasitas adsorpsi sebesar 59,55 mg/g.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Lestari *et al.* (2021) tentang pemanfaatan cangkang telur

dan arang sekam padi sebagai bioadsorben metilen biru pada limbah tekstil didapatkan kondisi optimal adsorpsi 20 ppm metilen biru yaitu dengan 0.2:0.8 gram rasio adsorben, waktu kontak 80 menit dan pH 3 dengan kapasitas adsorpsi sebesar 98,817% dan menurunkan konsentrasi metilen biru hingga 0.237 ppm.

Sementara Sukarta & Lusiani, (2016) juga telah melakukan penelitian tentang adsorpsi zat warna azo jenis remazol brilliant blue r dengan menggunakan adsorben limbah daun ketapang dengan variasi waktu kontak dan konsentrasi warna didapatkan waktu kontak optimum 60 menit dengan efisiensi 63,478% dan pada konsentrasi warna 20 mg/l dengan efisiensi 67,287%. Penelitian yang dilakukan Erprihana dan Hartanto (2014) mengenai pembuatan karbon aktif dari kulit jeruk keprok (*Citrus reticulata*) untuk adsorpsi pewarna remazol brilliant blue, diperoleh kondisi optimum pada adsorpsi 125 ppm remazol brilliant blue yaitu massa karbon aktif 1 gram dan waktu kontak 30 menit.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Wahyu (2021) tentang penurunan kadar zat warna *Remazol Brilliant Blue R* dengan metode adsorpsi menggunakan kitosan dengan memvariasikan massa adsorben dan kecepatan pengadukan didapatkan hasil optimum pada massa adsorben 2 gram dan kecepatan pengadukan 200 rpm yaitu sebesar 94,450%.

Berdasarkan penelitian Nurlaili *et al.*, (2017) dan Lestari *et al.*, (2021) dapat disimpulkan bahwa  $\text{CaCO}_3$  dari cangkang telur dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Namun, pada penelitian Nurlaili *et al.* (2017) hasil efisiensi adsorpsi yang diperoleh masih belum mencapai maksimal. Sedangkan, Lestari *et al.* (2021) mendapatkan efisiensi adsorpsi 98,817% dan rasio massa optimum 0,2:0,8 dengan mengombinasikan  $\text{CaCO}_3$  dari cangkang telur dengan biosorben sekam padi. Penelitian yang dilakukan oleh Sukarta dan Lusiani, (2016) dengan variasi waktu kontak 10, 20, 30, 40, 50 dan 60 menit masih memiliki kelemahan dimana belum didapatkannya kejenuhan adsorben dalam mengadsorpsi zat warna Remazol Brilliant Blue R dikarenakan waktu kontak yang singkat.

Maka pada penelitian yang akan dilakukan dapat dikembangkan dengan menggunakan serbuk  $\text{CaCO}_3$  dari cangkang telur dikombinasikan

dengan karbon aktif sebagai adsorben dengan memvariasikan waktu kontak. Menurut (Dwijayanti *et al.*, 2020) semakin lama waktu kontak antara adsorben dan adsorbat memungkinkan terjadinya peningkatan penyerap zat warna, namun jika terlalu lama dapat menurunkan tingkat penyerapan. Semakin lama waktu kontak juga dapat menyebabkan desorpsi yaitu terlepasnya zat warna yang sudah terikat oleh adsorben.

## METODOLOGI

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya Remazol Brilliant Blue R, karbon aktif komersial, cangkang telur ayam diperoleh dari warung kaki lima di daerah Samarinda Seberang, akuades, aluminium foil, kertas saring. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya furnace, oven, desikator, *screening* 100 mesh, shaker, pompa vakum, neraca analitik, spektrofotometer UV-Vis.

### Pembuatan adsorben ( $\text{CaCO}_3$ ) dari cangkang telur

Cangkang telur dibersihkan dengan air dan dipanaskan dengan oven pada suhu 105°C selama 24 jam. Cangkang telur kemudian dihancurkan dengan menggunakan blender hingga menjadi bubuk dan disaring dengan *screening* 100 mesh.

### Adsorpsi zat warna Remazol Brilliant Blue R

Sampel Zat Warna Remazol Brilliant Blue R (RBBR) disiapkan sebanyak 50 mL ke dalam erlenmeyer 100 mL. Adsorben  $\text{CaCO}_3$ : Karbon aktif (1:1) dengan massa 5 g dimasukkan ke dalam 50 mL larutan RBBR 100 ppm. Dilakukan proses adsorpsi selama 5 menit pada suhu kamar disertai pengadukan dengan kecepatan shaker 200 rpm. Pengadukan dihentikan setelah selesai proses adsorpsi dan menyaring untuk memisahkan adsorben dari larutan zat warna RBBR dengan menggunakan kertas saring. Kemudian larutan zat warna RBBR hasil penyaringan dimasukkan ke dalam botol kaca. Prosedur diulang dengan variasi waktu kontak 10, 15, 20, 25, 30, 60, 90, 120 dan 150 menit kemudian di analisa konsentrasi RBBR dengan alat spektrofotometer UV-Vis.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses adsorpsi zat warna Remazol Brilliant Blue R oleh adsorben  $\text{CaCO}_3$  dari cangkang telur

dan karbon aktif dilakukan dengan cara mengontakkan atau mencampurkan zat warna Remazol Brilliant Blue R dengan adsorben dan kemudian diaduk menggunakan shaker dengan kecepatan tertentu sehingga molekul zat warna dapat menempel pada permukaan adsorben.

Sebelum digunakan sebagai adsorben, cangkang telur ayam terlebih dahulu dibersihkan, dijemur, dihaluskan dan kemudian diayak dengan ayakan berukuran -100+120 mesh. Penghalusan dan pengayakan ini bertujuan untuk memperkecil ukuran adsorben dan memperbesar luas permukaannya sehingga adsorbat yang terjerap semakin banyak. Kemudian serbuk cangkang telur tersebut dioven pada suhu 105°C untuk menghilangkan sisa kadar airnya. Sedangkan untuk karbon aktif yang digunakan adalah karbon aktif komersial yang telah siap digunakan. Adsorpsi dilakukan dengan memvariasikan waktu kontak menggunakan blending antara CaCO<sub>3</sub> dan karbon aktif dengan rasio 2:8, yang diperoleh dari penelitian Lestari *et al.*, (2021).

#### Pengaruh Waktu Kontak Terhadap Penurunan Konsentrasi RBBR

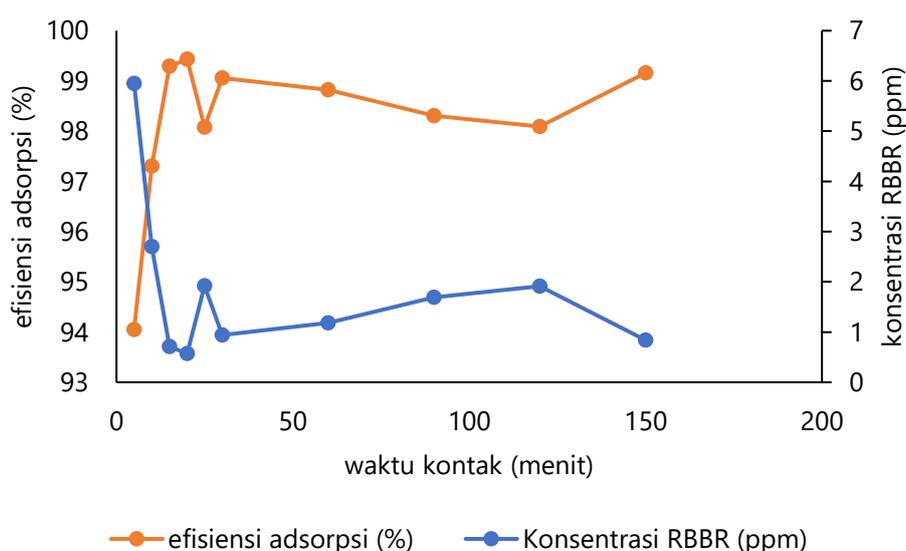
Proses adsorpsi zat warna Remazol Brilliant Blue R dilakukan dengan memvariasikan waktu kontak. Hal ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu kontak terhadap penurunan konsentrasi zat warna Remazol Brilliant Blue R dengan konsentrasi awal sebesar 100 ppm.

Berikut adalah Gambar 1 hubungan waktu kontak terhadap konsentrasi Remazol Brilliant Blue R dan efisiensi adsorpsi yang didapatkan.

Proses adsorpsi yang terjadi adalah adsorpsi secara fisika. Adsorpsi secara fisika ini terjadi akibat interaksi antar fase muka padatan adsorben CaCO<sub>3</sub> dan karbon aktif dengan molekul zat warna Remazol Brilliant Blue R yang ada dalam larutan. Pada adsorpsi ini tidak terjadi pertukaran ion, karena ukuran molekul zat warna Remazol Brilliant Blue R sangat besar sehingga kemungkinan molekul zat warna Remazol Brilliant Blue R hanya terperangkap dalam pori-pori yang terdapat pada permukaan adsorben. Hal inilah yang menyebabkan zat warna Remazol Brilliant Blue R dapat teradsorpsi.

Dari Gambar 1 tersebut menunjukkan bahwa adanya penambahan waktu kontak mempengaruhi konsentrasi zat warna yang terjerap. Seiring dengan bertambahnya waktu kontak terjadi penurunan konsentrasi akhir zat warna Remazol Brilliant Blue R dan efisiensi adsorpsinya semakin besar. Proses adsorpsi ini juga dibantu dengan proses pengadukan yang bertujuan untuk mempercepat reaksi dengan adanya tumbukan yang terjadi sehingga lebih cepat mencapai kondisi setimbang.

Kurva pada waktu kontak 5 menit mengalami penurunan konsentrasi yang cukup besar begitu juga dengan kurva efisiensi adsorpsinya yang meningkat. Hal ini dikarenakan



**Gambar 1.** Hubungan waktu kontak terhadap konsentrasi *Remazol Brilliant Blue R* dan efisiensi adsorpsi

semakin lama waktu kontak yang terjadi antara adsorben dengan zat warna Remazol Brilliant Blue R, maka semakin cepat adsorben dapat menyerap zat warna Remazol Brilliant Blue R yang ada dalam larutan. Pada waktu kontak 5 menit efisiensi adsorpsi yang diperoleh adalah 93,65% dengan konsentrasi akhir Remazol Brilliant Blue R 6,35 ppm kemudian penyerapan zat warna Remazol Brilliant Blue R mengalami peningkatan pada waktu kontak 10 menit dengan efisiensi adsorpsi sebesar 97,09% dan konsentrasi akhir Remazol Brilliant Blue R 2,91 ppm.

Pada waktu kontak 10 menit hingga 20 menit penyerapan zat warna Remazol Brilliant Blue R semakin meningkat hal ini ditunjukkan oleh kurva konsentrasi akhir Remazol Brilliant Blue R yang menurun dan efisiensi adsorpsi yang mengalami kenaikan. Konsentrasi akhir Remazol Brilliant Blue R pada waktu kontak 10 menit adalah 2,91 ppm konsentrasi ini menurun pada waktu kontak 15 menit dengan konsentrasi akhir Remazol Brilliant Blue R 0,79 ppm dan kurva terus turun hingga waktu kontak 20 menit dengan konsentrasi akhir 0,65 ppm.

Pada penelitian ini, adsorben telah mengalami kejenuhan pada waktu kontak 20 menit. Hal ini ditunjukkan dengan kurva efisiensi adsorpsi yang awalnya naik hingga menit 20 kemudian kembali turun pada menit 25 dan cenderung tidak stabil. Hal ini terjadi karena adanya gaya Van Der Waals pada adsorpsi fisika, dimana adsorbat tidak terikat kuat pada permukaan adsorben sehingga setelah mencapai adsorpsi maksimum, bertambahnya waktu kontak dan adanya faktor pengadukan dapat menyebabkan zat warna yang telah dijerap akan terlepas kembali dari permukaan adsorben.

Setelah waktu kontak 20 menit kurva konsentrasi Remazol Brilliant Blue R terlihat cenderung tidak stabil. Hal ini ditunjukkan dengan kurva yang meningkat pada menit ke-25 dimana konsentrasi akhir Remazol Brilliant Blue R 2,56 ppm kemudian turun kembali pada menit 30 dengan konsentrasi 1,04 ppm, kurva kembali naik hingga waktu kontak 120 menit dan turun kembali pada waktu kontak 150 menit dengan konsentrasi akhir yang diperoleh yaitu 0,94 ppm. Hal ini terjadi karena setelah mencapai waktu adsorpsi optimum, semakin lama waktu kontak akan mengakibatkan daya adsorpsi menurun. Salah

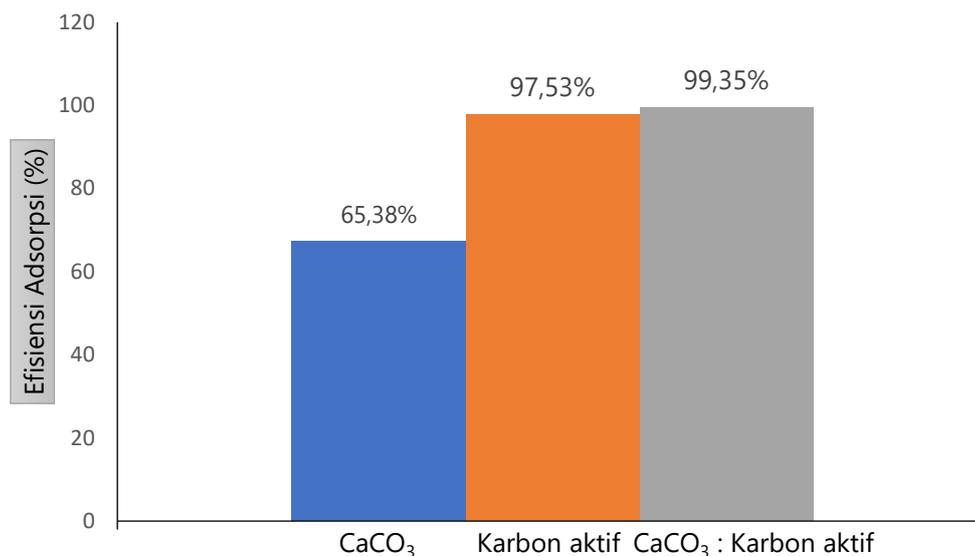
satu faktornya yaitu adanya pengadukan yang dilakukan dapat melepaskan partikel zat warna Remazol Brilliant Blue R yang sudah tidak mampu bertahan pada permukaan adsorben (Wijayanti *et al.*, 2019).

Hasil menunjukkan waktu kontak terbaik untuk adsorpsi zat warna Remazol Brilliant Blue R 100 ppm yaitu 20 menit dengan konsentrasi akhir zat warna 0,65 ppm dan efisiensi adsorpsi sebesar 99,35%. Hasil ini diperkuat dengan hasil penelitian yang dilakukan Nurlaili *et al.*, (2017) yang menggunakan cangkang telur untuk menyerap zat methyl orange, dimana seiring bertambahnya waktu, zat yang terjerap akan meningkat, kemudian menurun akibat adsorben telah jenuh dan adanya pengadukan.

### **Perbandingan antara $\text{CaCO}_3$ dari Cangkang Telur dengan Karbon Aktif tanpa Blending dan Blending Terhadap Efisiensi Adsorpsi**

Pada proses adsorpsi pengaruh dari luas permukaan dan pori-pori adsorben sangat mempengaruhi daya serap adsorben. Pada penelitian ini telah diketahui waktu kontak optimum yaitu 20 menit. Untuk mengetahui perbandingan efisiensi  $\text{CaCO}_3$  dan karbon aktif dalam menyerap zat warna *Remazol Brilliant Blue R*, maka dilakukan adsorpsi dengan menggunakan adsorben  $\text{CaCO}_3$  dan karbon aktif *diblending* dan tanpa *blending* (Gambar 2).

Dari Gambar 2 tersebut menunjukkan perbandingan efisiensi adsorpsi zat warna *Remazol Brilliant Blue R* yang didapatkan pada waktu kontak yang sama yaitu 20 menit dengan menggunakan  $\text{CaCO}_3$ , karbon aktif dan *blending* antara  $\text{CaCO}_3$  dan karbon aktif. Dimana dengan menggunakan  $\text{CaCO}_3$  didapatkan efisiensi adsorpsi sebesar 65,38%; menggunakan karbon aktif didapatkan efisiensi adsorpsi 97,53% dan pada *blending* antara  $\text{CaCO}_3$  dengan karbon aktif didapatkan efisiensi adsorpsi paling tinggi, yaitu sebesar 99,35%. Dari percobaan yang telah dilakukan diketahui bahwa efisiensi adsorpsi menggunakan  $\text{CaCO}_3$  mendapatkan hasil lebih rendah dibandingkan dengan adsorpsi menggunakan karbon aktif. Hal ini dapat disebabkan karena luas permukaan dari karbon aktif lebih besar jika dibandingkan dengan  $\text{CaCO}_3$  dari cangkang telur, sehingga karbon aktif memiliki daya serap yang lebih besar.



**Gambar 2.** Perbandingan CaCO<sub>3</sub> dari cangkang telur dan karbon teraktivasi tanpa blending dan blending

Hasil efisiensi adsorpsi zat warna *Remazol Brilliant Blue R* terbaik didapatkan dengan menggunakan *blending* antara CaCO<sub>3</sub> dan karbon aktif yaitu sebesar 99,35%. Hal ini menunjukkan bahwa dilakukannya *blending* dapat memaksimalkan kerja adsorben dalam proses adsorpsi dan meningkatkan efisiensi adsorpsi yang diperoleh.

## KESIMPULAN

Pada proses adsorpsi zat warna *Remazol Brilliant Blue R* menggunakan *blending* antara CaCO<sub>3</sub> dan karbon aktif dengan memvariasikan waktu kontak diperoleh penurunan konsentrasi tertinggi pada waktu kontak 20 menit dengan konsentrasi akhir zat warna *Remazol Brilliant Blue R* 0,65 ppm dan efisiensi adsorpsi sebesar 99,35%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Buthelezi, S. P., Olaniran, A. O. & Pillay, B. 2012. Textile dye removal from wastewater effluents using biofloculants produced by indigenous bacterial isolates. *Molecules*, 17(12): 14260-14274. DOI: 10.3390/molecules171214260
- Dwijayanti, U., Gunawan, G., Widodo, D.S., Haris, A., Suyati, L. & Lusiana, R.A. 2020. Adsorpsi Methylene Blue (Mb) Menggunakan Abu Layang Batubara Teraktivasi Larutan NaOH. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 5(1):1-14. DOI: 10.23960/aec.v5.i1.2020.p01-14
- Erprihana, A.A. & Hartanto, D. 2014. Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Jeruk Keprak (*Citrus reticulata*) Untuk Adsorpsi Pewarna *Remazol Brilliant Blue*. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 3(2):60-65. DOI: 10.15294/jbat.v3i2.3699
- Hidayati, P., Ulfan, I. & Juwono, H. 2016. Adsorpsi zat warna *remazol brilliant blue R* menggunakan nata de coco: optimasi dosis adsorben dan waktu kontak. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 5(2):c134-c136 DOI: 10.12962/j23373520.v5i2.18153
- Khuluk, R.H. 2016. Pembuatan dan karakterisasi karbon aktif dari tempurung kelapa (*Cocous nucifera* L.) sebagai adsorben zat warna metilen biru. Skripsi Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
- Lestari, N.C., Budiawan, I. & Fuadi, A.M. 2021. Pemanfaatan Cangkang Telur dan Sekam Padi Sebagai Bioadsorben Metilen Biru pada Limbah Tekstil. *Jurnal Riset Kimia*, 12(1):36-43. DOI: 10.25077/jrk.v12i1.396
- Naimah, S., Jati, B.N., Aidha, N.N. & Cahyaningtyas, A.A. 2014. Degradasi Zat Warna pada Limbah Cair Industri Tekstil dengan Metode Fotokatalitik Menggunakan Nanokomposit

- TiO<sub>2</sub>-Zeolit. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 36(2):225-236. DOI: 10.24817/jkk.v36i2.1889
- Nugroho, R. & Mahmud, I. 2018. Pengolahan air limbah berwarna industri tekstil dengan proses AOPs. *Jurnal Air Indonesia*, 1(2):163-172. DOI: 10.29122/jai.v1i2.2344
- Nurlaili, T., Kurniasari, L. & Ratnani, R.D. 2017. Pemanfaatan limbah cangkang telur ayam sebagai adsorben zat warna methyl orange dalam larutan. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 2(2):11-14. DOI: 10.31942/inteka.v2i2.1938
- Sa'adah, N. 2013. Pengaruh Asam Formiat Pada Bulu Ayam Sebagai Adsorben Terhadap Penurunan Kadar Larutan Zat Warna Tekstil Remazol Golden Yellow RNL. *Chem Info Journal*, 1(1):202-209.
- Sukarta, I.N. & Lusiani, N.K.S. 2016. Adsorpsi Zat Warna Azo Jenis Remazol Brilliant Blue Oleh Limbah Daun Ketapang (*Terminalia Catappa*. L.). Paper presented at the Prosiding Seminar Nasional MIPA.
- Susanto, T.N., Atmono, A. & Natalina, N. 2017. Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam Sebagai Media Adsorben Dalam Penurunan Kadar Logam Kromium Heksavalen (Cr<sup>6+</sup>) Pada Limbah Cair Industri Elektroplating. *Ecolab*, 11(1):27-31. DOI: 10.20886/JKLH.2017.11.1.27-31
- Wahyu, D.S. 2021. Penurunan Kadar Zat Warna Remazol Brilliant Blue R Dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Kitosan. *Teknik Kimia, Politeknik Negeri Samarinda*.
- Wijayanti, I.E., Kurniawati, E.A. & Solfarina, S. 2019. Studi Kinetika Adsorpsi Isoterm Persamaan Langmuir dan Freundlich pada Abu Gosok sebagai Adsorben. *EduChemia (Jurnal Kimia dan Pendidikan)*, 4(2):175-184. DOI: 10.30870/educhemia.v4i2.6119