



**KOVALEN: Jurnal Riset Kimia**

<https://bestjournal.untad.ac.id/index.php/kovalen>



## Penggunaan Sabut Kelapa Teraktivasi NaOH sebagai Adsorben Metilen Biru

### [Utilization of Coconut Fiber NaOH-Activated as Blue Methylene Adsorbent]

Anselmus Boy Baunsele<sup>1✉</sup>, Eryl Grizca Boelan<sup>1</sup>, Aloisius Masan Kopon<sup>1</sup>, Maximus M. Taek<sup>2</sup>, Gerardus D. Tukan<sup>2</sup>, Hildegardis Missa<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Katolik Widya Mandira, Kupang-NTT

<sup>2</sup>Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Katolik Widya Mandira, Kupang-NTT

<sup>3</sup>Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Katolik Widya Mandira, Kupang-NTT

**Abstract.** Methylene blue is a textile dye with carcinogenic and mutagenic properties which can cause various problems for the environment and organisms, therefore it is necessary to treat the waste. This study describes the adsorption of methylene blue using base-activated coconut coir. Coconut coir as waste was prepared into 80 mesh-sized powder and then activated using NaOH solution. The base-activated coconut fiber was then used for methylene blue adsorption under several optimization conditions such as pH, contact time, concentration, and adsorption isotherm. The determination of methylene blue was adsorbed by the adsorbent measured using UV-VIS. The pH and contact time results were 7 and 75 minutes, respectively, with the adsorption capacity ( $q_e$ ) of 1.98  $\text{mg g}^{-1}$  and 99.91%. The isotherm adsorption of blue methylene followed the Langmuir isotherm model with the maximum adsorption capacity ( $Q_{\text{max}}$ ) of 0.2  $\text{mg g}^{-1}$ . The result showed that the coconut fiber base activated could be used as a dye adsorbent.

**Keywords:** Biosorbent, coconut fiber, activation, isotherm.

**Abstrak.** Metilen biru merupakan zat warna tekstil yang bersifat karsinogenik dan mutagenik yang dapat menyebabkan berbagai permasalahan baik bagi lingkungan maupun makhluk hidup, sehingga perlu dilakukan penanganan terhadap limbah tersebut. Penelitian ini menggambarkan adsorpsi metilen biru menggunakan sabut kelapa teraktivasi basa NaOH. Sabut kelapa yang merupakan limbah industri kuliner dipreparasi menjadi serbuk berukuran 80 mesh dan diaktivasi menggunakan aktivator NaOH. Sabut Kelapa teraktivasi basa kemudian digunakan untuk adsorpsi metilen biru melalui beberapa kondisi optimasi yaitu pH, waktu kontak, konsentrasi, dan isothermal adsorpsi. Penentuan konsentrasi metilen biru yang diserap oleh adsorben diukur menggunakan Uv-Vis. Hasil penelitian menunjukkan pH dan waktu kontak berturut-turut adalah pH 7, dan 75 menit. dengan kapasitas adsorpsi ( $q_e$ ) 1,98  $\text{mg g}^{-1}$  dan 99,91%. Model isothermal adsorpsi metilen biru mengikuti model isothermal Langmuir dengan kapasitas adsorpsi maksimum ( $q_{\text{max}}$ ) sebesar 0,2  $\text{mg g}^{-1}$ . Hasil penelitian menunjukkan bahwa biosorben sabut kelapa teraktivasi basa dapat digunakan sebagai adsorben zat warna.

**Kata kunci:** Biosorben, sabut kelapa, aktivasi, isothermal

Diterima: 1 Februari 2023, Disetujui: 5 Maret 2023

Sitasi: Baunsele, A.B., Boelan, E.G., Kopon, A.M., Taek, M.M., Tukan, G.D., dan Missa, H. (2023). Penggunaan Sabut Kelapa Teraktivasi NaOH Sebagai Adsorben Metilen Biru. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 9(1): 43-54.

### LATAR BELAKANG

Belakangan pencemaran air oleh limbah cukup banyak akibat perkembangan industri.

✉ Coressponding author  
E-mail: [bovbaunsele@gmail.com](mailto:bovbaunsele@gmail.com)

<https://doi.org/10.22487/kovalen.2023.v9.i1.16274>



2477-5398/©2023 Baunsele et al.  
This is an open-access article under the CC BY-SA license.

Perkembangan industri menjadi indikator perkembangan peradaban namun dampak buruknya adalah dihasilkannya limbah yang sangat berbahaya bagi lingkungan. Limbah yang dihasilkan misalnya logam berat

sangatlah berbahaya karena apabila teradsorpsi dalam tubuh manusia akan mempengaruhi aliran darah dan membran sel sehingga berakibat radang tenggorokan, nyeri kepala, dermatitis, alergi, anemia, gagal ginjal, dan pneumonia (Pratiwi, 2020). Limbah industri selain logam berat dapat juga berupa zat warna yang berasal dari industri tekstil. Zat warna sangat berbahaya dan beracun serta dapat menyebabkan kerusakan pada lingkungan (Lellis *et al.*, 2019) karena memiliki sifat sulit terdegradasi sehingga konsisten di lingkungan perairan dan akan menurunkan kualitas air (Teixeira *et al.*, 2022).

Metilen biru (MB) merupakan salah satu zat warna yang ditemukan dalam limbah industri. Sebenarnya metilen biru dapat terurai dengan bantuan cahaya matahari, namun kecepatan penguraiannya sangat tidak sebanding dengan kecepatan pembentukan akumulasi di dalam air sehingga konsentrasinya akan tetap tinggi. Selain itu, zat warna memiliki struktur aromatik yang menyebabkan ukuran molekulnya akan menjadi lebih besar sehingga sulit mengalami biodegradasi (Anwar & Mulyadi, 2015). Zat warna MB dapat menyebabkan berbagai jenis gangguan pada manusia misalnya sianosis, kematian dini sel pada jaringan, mual dan muntah, sakit kuning, pembekuan sel darah merah dan peningkatan detak jantung (Oladoye *et al.*, 2022). Selain memberi dampak negatif pada kesehatan, penceraman zat warna di air dapat menyebabkan penghambatan terhadap penetrasi sinar matahari ke badan air sehingga fotosintesis tumbuhan air akan terganggu (Adegoke & Bello, 2015).

Berbagai metode telah dikembangkan untuk dapat menghilangkan MB dan berbagai zat warna di dalam air misalnya menggunakan metode elektroflotasi, dimana polutan akan

terpisah dan terapung pada permukaan larutan oleh gaya angkat gelembung gas oksigen dan hidrogen yang didalamnya terjadi reaksi redoks (Haryono *et al.*, 2018). Selain metode elektroflotasi, katalis  $\text{TiO}_2$  yang dimanfaatkan pada metode fotokatalitik menggunakan matriks zeolit menghasilkan kinerja katalis lebih efektif dalam mendegradasi MB (Naimah *et al.*, 2014). Pemanfaatan resin penukar ion juga telah dikembangkan untuk mengurangi polutan MB di air (Zhang *et al.*, 2015). Beberapa metode yang telah diuraikan membutuhkan biaya yang tergolong mahal pada proses pengerjaannya jika dibandingkan dengan metode adsorpsi. Adsorpsi merupakan metode yang bersifat ramah lingkungan, biaya kerja murah, mudah dilakukan namun sangat efektif (Khuluk *et al.*, 2019). Salah satu contoh penelitian yang menggunakan metode adsorpsi memanfaatkan biosorben dari bahan alam adalah pemanfaatan abu alang-alang yang diaktivasi secara kimia menggunakan asam sulfat (Riwayati *et al.*, 2019).

Penggunaan adsorben untuk menghilangkan MB di air dapat berupa adsorben dari bahan alam maupun adsorben sintesis. Adsorben yang baik memiliki kapasitas penyerapan yang baik pula. Berbagai jenis adsorben yang sudah dilaporkan digunakan untuk adsorpsi MB diantaranya kulit singkong (Irawati *et al.*, 2018), cangkang telur (Badriyah & Putri, 2018), zeolit alam (Ngapa & Ika, 2020), alga coklat, merah dan hijau (Daneshvar *et al.*, 2017), kulit kacang persik (Markovi *et al.*, 2015), kacang hijau (Jirekar *et al.*, 2014), kulit pisang (Fitriani *et al.*, 2015), tempurung kelapa (Astuti *et al.*, 2018), dan sabut kelapa (Baunsele & Missa, 2020). Telah dilaporkan juga bahwa sabut kelapa dapat diekstraksi untuk menjadi salah satu bahan pewarna kain alami yang ramah lingkungan (Sumarni *et al.*, 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk adsorpsi MB menggunakan sabut kelapa teraktivasi basa. Manfaat aktivasi kimia terhadap suatu adsorben adalah untuk dapat meningkatkan kinerja adsorpsi suatu adsorben karena melalui suatu proses aktivasi akan terjadi pembersihan terhadap pengotor-pengotor yang terikat pada permukaan adsorben serta mampu meningkatkan luas pori-pori dari adsorben sehingga dapat menghasilkan proses adsorpsi yang lebih efektif. Salah satu aktivator basa yaitu NaOH digunakan untuk aktivasi biosorben tempurung kelapa untuk adsorpsi logam Fe(III), dilaporkan bahwa terjadi kenaikan kapasitas adsorpsi setelah dilakukan aktivasi. Peningkatan tersebut disebabkan karena aktivasi terhadap biosorben mampu menghilangkan pengotor pada biosorben serta membuka pori-pori biosorben sehingga mempermudah proses adsorpsi (Mastiani *et al.*, 2018). Penelitian ini merupakan penelitian lanjutan dari pengujian kinetika adsorpsi sabut kelapa teraktivasi basa (Mulyati & Panjaitan, 2021). Setelah diperoleh kajian kinetika kemudian dilanjutkan dengan

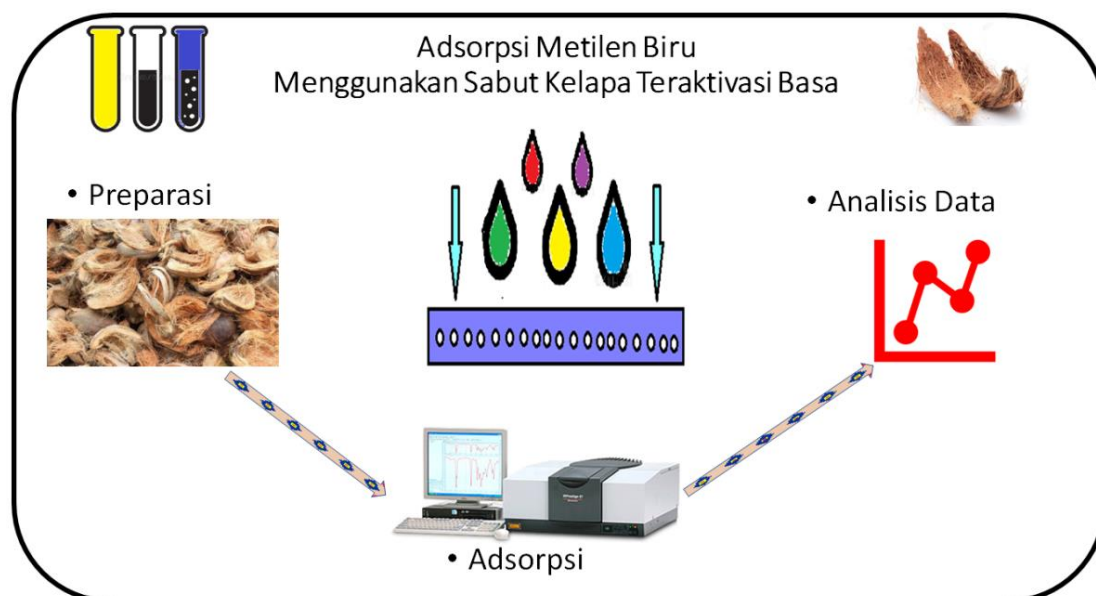
pengujian isothermal adsorpsi, yang menjadi kebaruan dari penelitian ini. Isothermal adsorpsi yang akan digunakan, untuk menentukan model isothermal yang sesuai pada adsorpsi metilen biru oleh biosorben sabut kelapa teraktivasi basa, dilakukan pengujian dengan beberapa model adsorpsi yaitu isothermal Freundlich, Langmuir Redlich-Peterson dan Temkin (Naat, 2022).

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Peralatan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu aquades, sabut kelapa, metilen biru (Merck), HNO<sub>3</sub> (Merck, 65%), NaOH (Merck, 99%), dan HCl (Merck, 37%).

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan gelas (duran dan pirex), tisu dan kertas saring (whatman 150 mm), magnetic stirer, mortar, cawan porselin, neraca analitik, ayakan 80 mesh, spektrofotometer UV-Vis (Thermos Scientific), Oven (Memmert Universal UNB 400), pH Meter (Hanna instrument) dan instrumen Fourier Transform-Infra Red (Shimadzu).



**Gambar 1.** Alur kerja adsorpsi metilen biru menggunakan sabut kelapa teraktivasi basa

## Prosedur Penelitian

### Preparasi biosorben

Sampel sabut kelapa diambil dan dibersihkan. Bagian serat sabut kelapa dipisahkan dari kulitnya kemudian seratnya dihaluskan dengan metode penumbukan menggunakan lumpang atau mortar. Serat halus yang dihasilkan selanjutnya ayak menggunakan ayakan berukuran 80 Mesh. Serbuk halus yang telah di ayak selanjutnya dicuci dengan aquades hingga bersih dan dikeringkan pada suhu kamar. Sampel kering diaktivasi dengan dimasukkan ke dalam wadah dan ditambahkan 50 mL NaOH 1M sebagai pereaksi aktif, kemudian direndam selama 24 jam. Setelah direndam, sampel dicuci dengan aquades sampai pH netral dan dikeringkan. Sampel sabut kelapa dinamakan Biosorben Teraktivasi Basa (BTB) dapat digunakan untuk proses adsorpsi MB.

### Pembuatan larutan

Pembuatan larutan stok MB diawali dengan menimbang 100 mg serbuk MB kemudian secara perlahan dilarutkan dalam gelas kimia dan dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL sambil ditambahkan sedikit demi sedikit aquades hingga mencapai tanda batas dan dikocok hingga keadaan larutan menjadi homogen. Larutan yang dihasilkan merupakan baku MB 100 ppm yang dapat untuk keperluan adsorpsi. Larutan baku MB 100 ppm yang ada selanjutnya diencerkan menjadi MB 5 ppm untuk digunakan sebagai larutan uji dalam penentuan panjang gelombang adsorpsi maksimum menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada variasi panjang gelombang 500-700 nm. Kurva kalibrasi diperoleh dengan cara mengencerkan larutan stok MB menjadi larutan berkonsentrasi 1, 2, 3, 4, dan 5 ppm dan diukur serapannya menggunakan panjang gelombang maksimum yang telah diperoleh. Nilai data absorbansi yang

diperoleh kemudian digunakan untuk menentukan persamaan garis lurus.

### Penentuan pH adsorpsi maksimum

Sebanyak 7 wadah disiapkan dan dimasukkan masing-masing 20 mL MB 10 ppm. Setiap wadah diatur pHnya secara berurutan 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10. Kemudian ke dalam tiap wadah itu dimasukkan masing-masing 0,1 g biosorben dan dikocok selama 75 menit, merujuk pada penelitian sebelumnya (Baunsele & Missa, 2020). Setelah 75 menit dilakukan filtrasi untuk mengambil filtratnya dan dianalisis menggunakan UV-VIS, untuk mengetahui jumlah MB teradsorpsi. Berdasarkan data hasil analisis maka akan diperoleh kondisi pH larutan MB dengan kapasitas adsorpsi yang terbesar.

### Penentuan waktu kontak optimum

Sebanyak 20 mL larutan MB berkonsentrasi 10 ppm dimasukkan masing-masing ke dalam 8 wadah berbeda. Wadah-wadah yang telah diisi MB kemudian diatur pH larutannya sesuai pH optimum yang diperoleh pada langkah kerja sebelumnya. Selanjutnya dimasukkan sebanyak masing-masing 0,1 mg BTB dan dikocok. Setiap wadah yang sudah diisi adsorben dan larutan uji MB, diukur kapasitas adsorpsinya dengan variasi waktu kontak berturut-turut 5, 10, 20, 40, 50, 75, 90, 120 menit. Penggunaan volume, konsentrasi dan variasi waktu mengacu pada penelitian terdahulu (Baunsele & Missa, 2021). Setelah memperoleh data adsorpsi pada variasi waktu kontak yang ditentukan, maka selanjutnya diukur banyaknya MB yang terserap pada BTB, dengan menggunakan Persamaan 1 untuk mengukur persentase MB terserap dan Persamaan 2 untuk mengukur kapasitas adsorpsi (Martini, 2019).

$$\% = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \times 100\% \quad \dots(1)$$

$$q = \frac{(C_0 - C_e)v}{m} \quad \dots(2)$$

Dimana  $C_0$  adalah konsentrasi awal sebelum adsorpsi dan  $C_e$  adalah konsentrasi setelah adsorpsi, sedangkan  $v$  dan  $m$  adalah volume MB dan  $m$  adalah masa BTB. Selain itu,  $q$  adalah kapasitas adsorpsi adsorbat oleh adsorben ( $\text{mg.g}^{-1}$ ).

### Penentuan konsentrasi adsorpsi maksimum

Sebanyak 7 wadah uji disiapkan kemudian diisi dengan larutan MB masing-masing

sebanyak 20 mL. Variasi konsentrasi untuk tiap wadah secara berturut-turut yaitu 5, 10, 20, 30, 45, 60 dan 75 ppm. Setiap wadah kemudian diatur kondisi larutannya menggunakan pH optimum. Sebanyak 0,1 g BTB masing-masing dimasukkan ke dalam tiap wadah yang telah diisi MB dan dilakukan pengocokan. Waktu kontak proses adsorpsi sesuai waktu kontak optimum yang telah diperoleh.

**Tabel 1.** Model matematika dari setiap isotermal yang digunakan

Model Isotermal	Bentuk linear	Plot Grafik	Sumber
Langmuir	$\frac{1}{q_e} = \frac{1}{Q_0} + \frac{1}{Q_0 K_l C_e}$	$\frac{1}{q_e}$ vs $\frac{1}{C_e}$	(Nipa et al., 2023)
Freundlich	$\log q_e = \log K_f + \frac{1}{n} \log C_e$	$\log q_e$ vs $\log C_e$	(Nipa et al., 2023)
Temkin	$q_e = \left(\frac{RT}{b_T} \ln A_T\right) + \left(\frac{RT}{b_T} \ln C_e\right)$	$q_e$ vs $\ln C_e$	(Kusuma et al., 2023)
Redlich-Peterson	$\ln \frac{C_e}{q_e} = \beta \ln C_e - \ln A$	$\ln \frac{C_e}{q_e}$ vs $\ln C_e$	(Çetintaş, 2021)

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Biosorben Sabut Kelapa Teraktivasi Basa

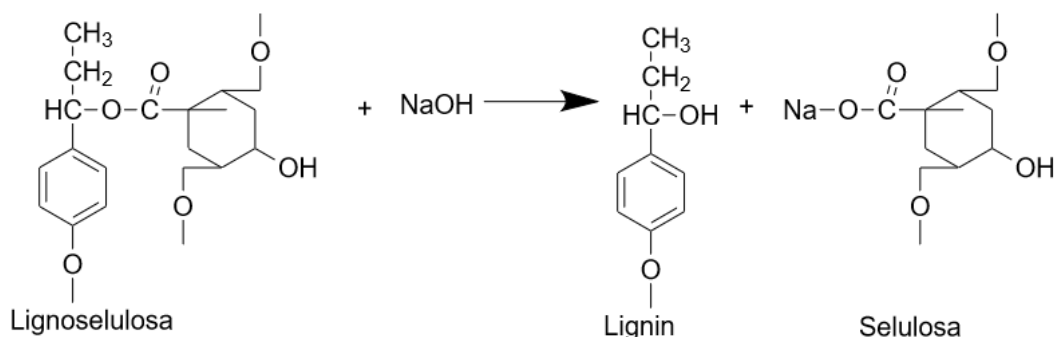
Sabut kelapa yang telah dipreparasi melalui proses pembersihan dan penghancuran menjadi partikel yang berukuran 80 mesh diaktivasi menggunakan larutan NaOH. Sabut kelapa secara alami memiliki struktur berpori yang memudahkan terjadinya adsorpsi pada suatu adsorbat, selain itu sabut kelapa mengandung komponen kimia seperti hemiselulosa, lignin dan selulosa. Gugus fungsi yang juga terdapat dalam senyawa-senyawa tersebut berupa keton, aldehyd, fenol dan eter mampu untuk mengalami interaksi elektrostatis dengan suatu molekul kationik sehingga dapat mengalami adsorpsi kimiawi (Iffa et al., 2020). Sabut kelapa yang direndam menggunakan NaOH akan menyebabkan putus ikatan di dalam senyawa lignoselulosa. Natrium fenolat merupakan garam yang terbentuk poses

aktivasi basa tersebut, sehingga apabila rendemen dicuci maka akan menghilangkan hemiselulosa dan lignin sehingga tertinggal selulosa yang dapat dijadikan sebagai adsorben MB seperti yang tersaji pada Gambar 2. Tujuan melakukan aktivasi adalah untuk menghilangkan pengotor yang ada pada suatu biosorben dalam hal ini sabut kelapa. Biosorben yang diaktivasi menggunakan NaOH dapat mengalami peningkatan kapasitas adsorpsi dikarenakan terjadi peningkatan jumlah pori-pori dan bertambahnya jumlah situs aktif yang menyebabkan luas permukaan reaksi membuka peluang interaksi adsorpsi semakin besar (Kusuma et al., 2023).

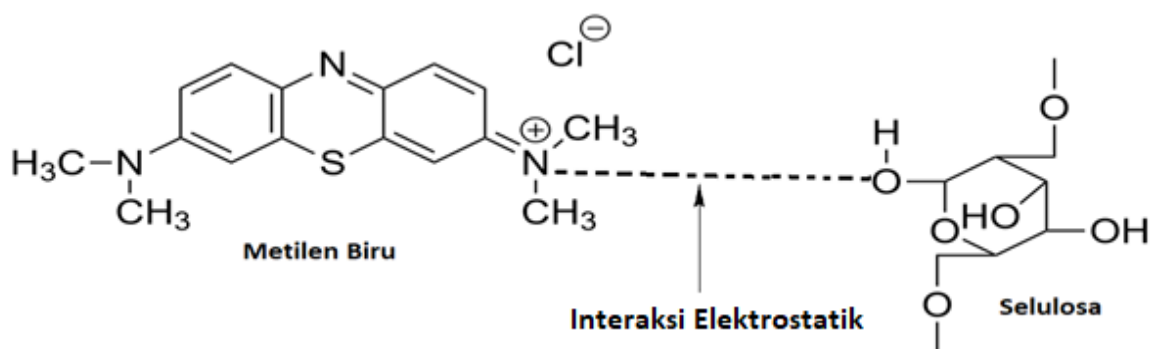
Data pada Gambar 3 menunjukkan dugaan interaksi antara situs aktif pada selulosa yang merupakan parsial negatif dengan parsial positif yang terdapat pada molekul MB. Diduga jika proses aktivasi basa

menghilangkan pengotor pada selulosa, maka akan banyak situs aktif pada BTB yang berpeluang untuk berinteraksi secara

elektrostatik dengan parsial positif pada MB. Hal ini menyebabkan BTB dapat menyerap MB yang diuji pada penelitian ini.



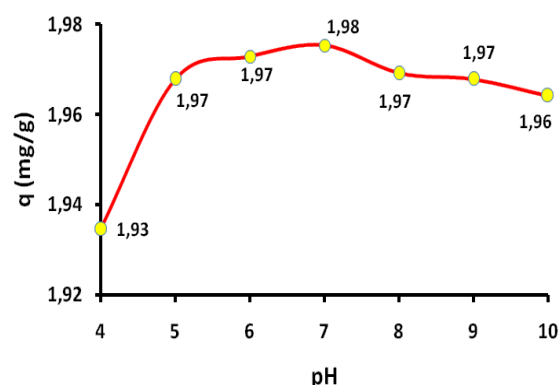
**Gambar 2.** Reaksi pembentukan selulosa pada proses aktivasi basa (Barman *et al.*, 2020)



**Gambar 3.** Interaksi elektrostatik antara metilen biru dan selulosa

### Studi Adsorpsi Metilen Biru

Adsorpsi MB diawali dengan penentuan panjang gelombang maksimum. Telah dilaporkan pada penelitian sebelumnya bahwa adsorpsi MB menggunakan sabut kelapa dilakukan pada panjang gelombang 665 nm (Mulyati & Panjaitan, 2021). Persamaan garis linear untuk pengujian parameter dalam penelitian ini adalah  $y = 0,1629x + 0,0022$  dengan nilai  $R^2 = 0,999$ . Berdasarkan data persamaan garis lurus pada kurva standar maka selanjutnya dilakukan uji pengaruh pH larutan MB terhadap kapasitas adsorpsi.

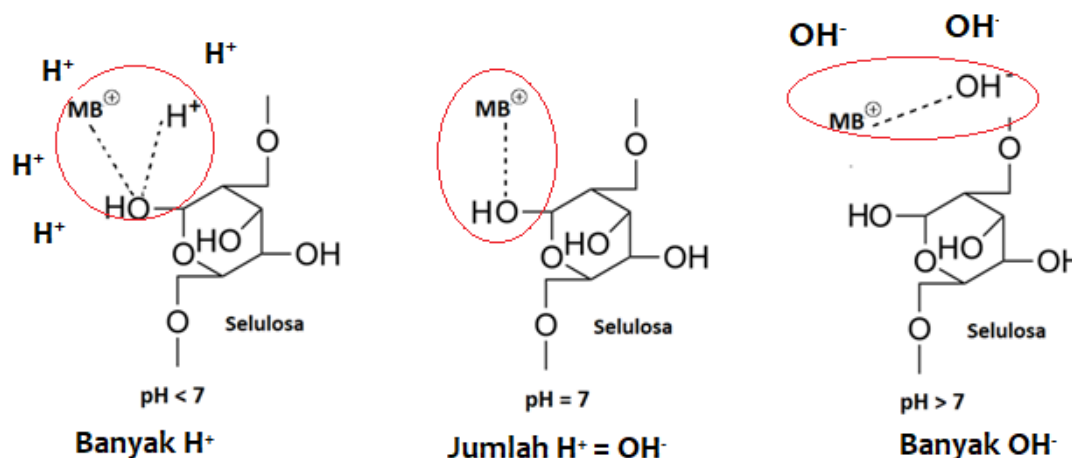


**Gambar 4.** Kurva pengaruh variasi pH larutan MB terhadap kapasitas adsorpsi

Hasil pengukuran adsorpsi MB pada variasi pH yang tersaji pada Gambar 4 menunjukkan bahwa adsorpsi maksimum terjadi pada pH 7 dengan nilai  $q$  adalah  $1,98 \text{ mg.g}^{-1}$ . Pada kondisi  $\text{pH} < 7$  ion  $\text{H}^+$  yang banyak

jumlahnya akan berupaya untuk berinteraksi dengan parsial negatif pada selulosa, akibatnya akan ada kompetisi interaksi antara kation MB dan ion H<sup>+</sup> sehingga berakibat pada rendahnya kapasitas adsorpsi adsorbat oleh adsorben. Saat pH larutan MB diatas pH 7 akan terjadi penurunan kapasitas adsorpsi karena parsial positif pada MB akan diserang oleh ion OH<sup>-</sup> sehingga MB tidak bisa berinteraksi dengan parsial negatif pada biosorben. Pada kondisi pH basa MB akan membentuk zwiter ion sehingga aman membentuk dimer dengan ukuran molekul yang lebih besar (Riwayati et

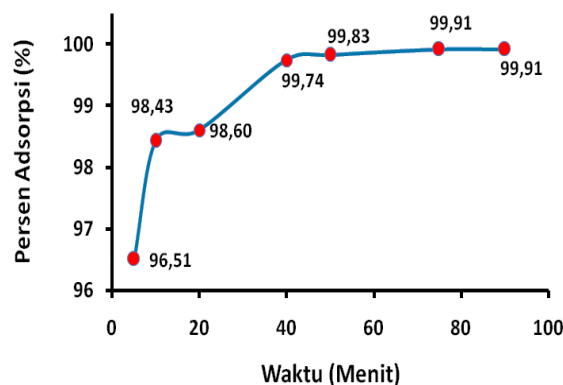
al., 2019). Keadaan ini membuat MB akan sulit berinteraksi dengan biosorben. Penjelasan tentang perbedaan kapasitas adsorpsi pada berbagai kondisi pH dapat dilihat pada Gambar 5. Pada pH 7, proses adsorpsi mencapai kapasitas adsorpsi tertinggi karena jumlah ion H<sup>+</sup> sama dengan jumlah ion OH<sup>-</sup> sehingga tidak ada kompetitor yang menghambat interaksi antara MB dan dengan situs aktif pada BTB. Hal ini menyebabkan interaksi bebas antara MB dan BTB sehingga dihasilkan kapasitas adsorpsi yang tinggi.



**Gambar 5.** Interaksi metilen biru dan BTB pada beberapa kondisi pH

Parameter pengujian selanjutnya adalah penentuan waktu kontak optimum. Persentase adsorpsi terbesar terjadi pada waktu 75 menit dengan persentase serapan sebesar 99,92% disajikan pada Gambar 6. Diketahui pula bahwa persentase yang sama juga terjadi pada waktu 90 menit, ini menunjukkan bahwa proses adsorpsi pada waktu lebih dari 75 menit tidak akan terjadi lagi, karena ada dugaan terpenuhinya semua situs aktif parsial negatif yang ada pada biosorben. Jika semua situs aktif pada BTB sudah mengikat adsorbat, maka akan terbentuk lapisan tunggal adsorbat pada permukaan adsorben. Data waktu kontak optimum ini juga dilaporkan sama dengan

penelitian adsorpsi metilen biru menggunakan sabut kelapa tanpa perlakuan, yang mana waktu kontaknya optimum terjadi pada 75 menit (Baunsele & Missa, 2021).

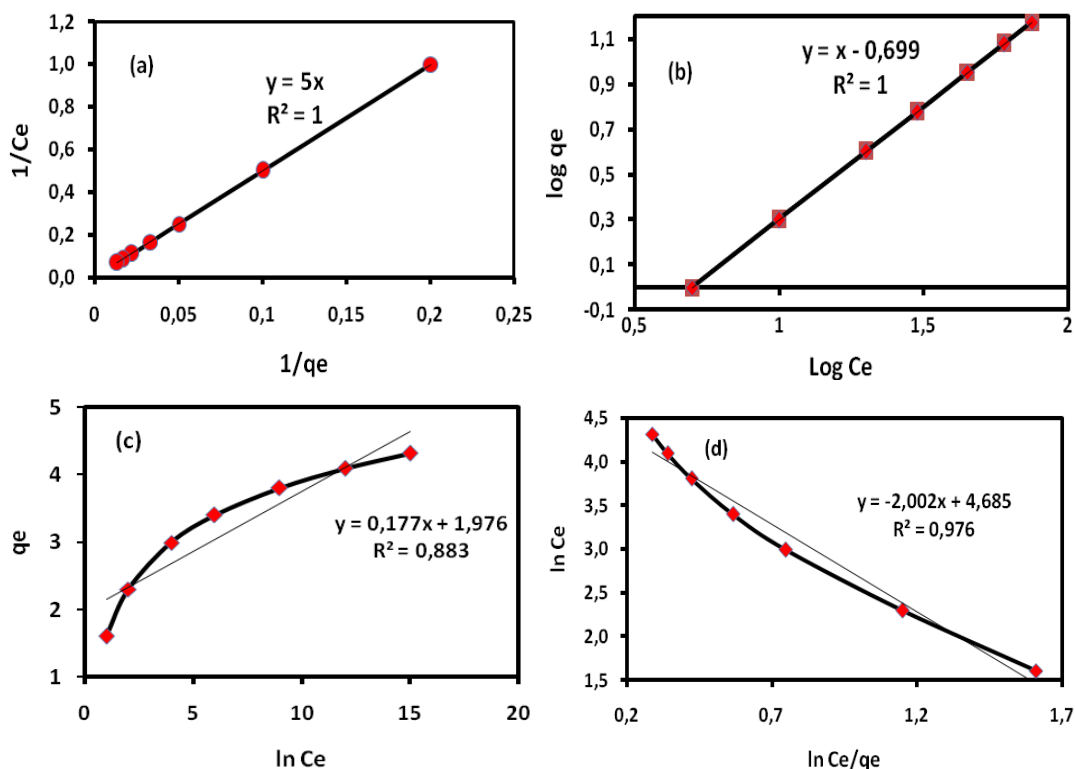


**Gambar 6.** Kurva pengaruh variasi waktu kontak adsorpsi terhadap persen adsorpsi

**Studi Isotermal Adsorpsi**

Hasil penentuan kondisi optimum diperoleh data adsorpsi MB oleh BTB dengan kapasitas adsorpsi terbesar terjadi pada pH 7 dan waktu 75 menit. Data kondisi optimum

tersebut digunakan untuk menentukan grafik model isotermal Langmuir, Freundlich, Redlich-Peterson dan Temkin yang ditunjukkan pada Gambar 7 dan nilai setiap parameter isotermal disajikan pada Tabel 2.



**Gambar 7.** Grafik Model Isotermal (a) Langmuir; (b) Freundlich; (c) Temkin dan (d) Redlich-Peterson

**Tabel 2.** Nilai parameter isotermal adsorpsi MB oleh BTB

No	Model Isotermal	Parameter	Nilai
1	Langmuir	$Q_{max}$ (mg g <sup>-1</sup> )	0,2
		$K$ (L mol <sup>-1</sup> )	1599100
		$E$ (kJ mol <sup>-1</sup> )	35,39
		$R^2$	1
2	Freundlich	$K_f$ (mg g <sup>-1</sup> )	2,71828
		$N$	1
		$R^2$	1
3	Redlich-Peterson	$R^2$	0,976
		$K_r$	108,31
		$\beta$	2,002
4	Temkin	$R^2$	0,883
		$B$	0,177
		$A$	70533,41 L g <sup>-1</sup>

Empat model isotermal pada Gambar 7 yang digunakan untuk menentukan kesesuaian

pada adsorpsi MB dengan BTB, model isotermal yang paling sesuai yaitu isotermal



Langmuir dengan persamaan garis lurus  $y = 5x$ . Jika dilihat nilai  $R^2$  maka diketahui bahwa parameter Langmuir dan Freundlich sama-sama memiliki nilai 1. Langmuir yang menjadi model adsorpsi MB oleh BTB karena berdasarkan perhitungan nilai energi adsorpsi yang ditunjukkan pada Tabel 2, untuk parameter Langmuir diketahui sebesar 35,39 kJ. Hal ini berarti bahwa adsorpsi MB oleh BTB terjadi secara kemisorpsi karena rentang nilai energi untuk kemisorpsi adalah 20,9-418,4 kJ (Irawati *et al.*, 2018). Selain itu mekanisme penyerapan yang terjadi mengindikasikan adsorbat terserap dipermukaan adsorben secara merata yaitu akan membentuk lapisan *monolayer*. Terbentuknya lapisan *monolayer* diperkuat oleh data Gambar 6 yaitu grafik

variasi waktu kontak, dimana setelah mencapai kesetimbangan pada saat 75 menit, tidak terjadi penurunan persen adsorpsi pada waktu diatas 75 menit artinya tidak terjadi desorpsi sehingga adsorbat terikat secara baik pada permukaan adsorben. Data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai  $Q_{max}$  adalah 0,2 mg  $g^{-1}$  yang berarti bahwa jika MB diadsorpsi menggunakan BTB maka setiap gram adsorben akan mampu menyerap sebesar 0,2 mg adsorbat pada kondisi adsorpsi optimum. Walaupun data hasil penelitian ini sangat sedikit kapasitas adsorpsinya jika dibandingkan dengan beberapa data isotermal adsorpsi pada Tabel 3, namun BTB dapat dijadikan sebagai adsorben MB.

**Tabel 3.** Perbandingan model isotermal MB untuk beberapa adsorben

No	Adsorben	Isotermal yang sesuai	Parameter Kapasitas adsorpsi ( $Q_{max}=mg.g^{-1}$ )	Sumber
1	Sabut Kelapa tanpa perlakuan	Langmuir	4,467	(Baunsele & Missa, 2021)
2	Kacang dieng	Langmuir	140	(Bayomie <i>et al.</i> , 2020)
3	Karbon aktif kayu jati	Langmuir	567,52	(Yusop <i>et al.</i> , 2022)
4	Kitosan dari kulit Kepiting	Langmuir	4,20 mg.g <sup>-1</sup>	(Kulit <i>et al.</i> , 2014)
5	Cangkang telur	Langmuir	0,3589	(Badriyah & Putri, 2018)
6	Cangkang kerang-empulur pisang	Langmuir	85,47	(Hasan <i>et al.</i> , 2020)
7	Karbon aktif biji pinang hias	Langmuir	3,53	(Cundari <i>et al.</i> , 2020)
8	Gel tanin tumbuhan bakau	Langmuir	49,26	(Azis <i>et al.</i> , 2020)

## KESIMPULAN

Kondisi optimum adsorpsi metilen biru menggunakan biosorben sabut kelapa teraktivasi basa NaOH terjadi pada pH 7 dengan waktu kontak optimum 75 menit serta kapasitas adsorpsi maksimum adalah 1,98 mg.g<sup>-1</sup>. Studi isotermal untuk penelitian ini menunjukkan bahwa adsorpsi MB oleh BTB

terjadi menurut persamaan Langmuir dengan kapasitas maksimum ( $Q_{max}$ ) 0,2 mg adsorbat per g adsorben BTA. Adsorpsi terjadi melalui mekanisme pembentukan lapisan *monolayer* adsorbat di permukaan adsorben. Interaksi elektrostatik yang terjadi antara MB dan BTA terjadi secara kimia atau sering disebut kemisorpsi.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan limpah terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat (LPPM) Universitas Katolik Widya Mandira Kupang yang telah memberikan dana Hibah Penelitian tahun 2021.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adegoke, K. A., & Bello, O. S. (2015). Dye sequestration using agricultural wastes as adsorbents. *Water Resources and Industry*, 12, 8-24. <https://doi.org/10.1016/j.wri.2015.09.002>
- Anwar, D. I., & Mulyadi, D. (2015). Synthesis of Fe-TiO<sub>2</sub> Composite as a Photocatalyst for Degradation of Methylene Blue. *Procedia Chemistry*, 17, 49–54. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2015.12.131>
- Astuti, W., Dwi Handayani, A., & Wulandari, D. A. (2018). Adsorpsi Methyl Violet oleh Karbon Aktif dari Limbah Tempurung Kelapa dengan Aktivator ZnCl<sub>2</sub> Menggunakan Pemanasan Gelombang Mikro. *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, 13(2), 189–199. <https://doi.org/10.23955/rkl.v13i2.11945>
- Azis, T., Ahmad, L. O., Awaliyah, K., & Kadir, L. A. (2020). Study of Kinetics and Adsorption Isotherm of Methylene Blue Dye using Tannin Gel from Ceriops tagal. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 23(10), 370–376. <https://doi.org/10.14710/jksa.23.10.370-376>
- Badriyah, L., & Putri, M. P. (2018). Kinetika Adsorpsi Cangkang Telur pada Zat Warna Metilen Blue. *Alchemy*, 5(3), 85. <https://doi.org/10.18860/al.v5i3.3858>
- Barman, D. N., Haque, M. A., Hossain, M. M., Paul, S. K., & Yun, H. D. (2020). Deconstruction of Pine Wood (*Pinus sylvestris*) Recalcitrant Structure Using Alkali Treatment for Enhancing Enzymatic Saccharification Evaluated by Congo Red. *Waste and Biomass Valorization*, 11(5), 1755–1764. <https://doi.org/10.1007/s12649-018-00547-z>
- Baunsele, A. B., & Missa, H. (2020). Kajian Kinetika Adsorpsi Metilen Biru Menggunakan Adsorben Sabut Kelapa. *Akta Kimia Indonesia*, 5(2), 76. <https://doi.org/10.12962/j25493736.v5i2.7791>
- Baunsele, A. B., & Missa, H. (2021). *Langmuir and Freundlich Equation Test on Methylene Blue Adsorption by Using Coconut Fiber Biosorbent*. 4(2), 131–138.
- Bayomie, O. S., Kandeel, H., Shoeib, T., Yang, H., Youssef, N., & El-Sayed, M. M. H. (2020). Novel approach for effective removal of methylene blue dye from water using fava bean peel waste. *Scientific Reports*, 10(1), 1–10. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64727-5>
- Çetintaş, S. (2021). An alternative application for reuse of leaching residues: Determination of adsorption behaviour for methylene blue and process optimization. *Sustainable Chemistry and Pharmacy*, 23(February), 100504. <https://doi.org/10.1016/j.scp.2021.100504>
- Cundari, L., Saputra, E., Suranto, A., Yandriani, Y., & Rosalina, R. (2020). the Effect of Adsorbent Type and Ratio on Removal and Isotherm Adsorption of Methylene Blue. *Jurnal Sains Materi Indonesia*, 21(3), 115. <https://doi.org/10.17146/jsmi.2020.21.3.5900>
- Daneshvar, E., Vazirzadeh, A., Niazi, A., Sillanpaa, M., & Bhatnagar, A. (2017). A comparative study of methylene blue biosorption using different modified brown, red and green macroalgae ??? Effect of pretreatment. *Chemical Engineering Journal*, 307, 435–446. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2016.08.093>
- Fitriani, D., Oktiarni, D., & Lusiana. (2015). Pemanfaatan Kulit Pisang Sebagai Adsorben Zat Warna Methylene Blue. *Jurnal Gradien*, 11(2), 1091–1095.
- Haryono, H., Faizal D, M., Liamita N, C., & Rostika, A. (2018). Pengolahan Limbah Zat Warna Tekstil Terdispersi dengan Metode Elektrofotasi. *EduChemia (Jurnal Kimia Dan Pendidikan)*, 3(1), 94. <https://doi.org/10.30870/educhemia.v3i1.2625>
- Hasan, R., Ying, W. J., Cheng, C. C., Jaafar, N. F., Jusoh, R., Jalil, A. A., & Setiabudi, H.

- D. (2020). Methylene blue adsorption onto cockle shells-treated banana pith: Optimization, isotherm, kinetic, and thermodynamic studies. *Indonesian Journal of Chemistry*, 20(2), 368–378. <https://doi.org/10.22146/ijc.42822>
- Ifa, L., Pakala, F. R., Burhan, R. W., Jaya, F., & Majid, R. A. (2020). Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Bioadsorben Logam Berat Pb ( II ) Pada. *Journal of Chemical Process Engineering*, 5(2655), 1–7.
- Irawati, H., Aprilita, N. H., & Sugiharto, E. (2018). Adsorpsi Zat Warna Kristal Violet Menggunakan Limbah Kulit Singkong (Manihot esculenta). *BIMIPA*, 25(1), 17–31.
- Jirekar, D. B., Pathan, A. A. L. I., & Farooqui, M. (2014). Adsorption Studies of Methylene Blue Dye from Aqueous Solution onto Phaseolus aureus Biomaterials. *Oriental Journal of Chemistry*, 30(3), 1263-1269.
- Khuluk, R. H., Rahmat, A., Buhani, & Suharso. (2019). Removal of Methylene blue by adsorption onto activated carbon from coconut shell (*Cocous nucifera* L.). *Indonesian Journal of Science and Technology*, 4(2), 229–240. <https://doi.org/10.17509/ijost.v4i2.18179>
- Kusuma, H. S., Aigbe, U. O., Ukhurebor, K. E., Onyancha, R. B., Okundaye, B., Simbi, I., ... Balogun, V. A. (2023). Biosorption of Methylene blue using clove leaves waste modified with sodium hydroxide. *Results in Chemistry*, 5(January), 100778. <https://doi.org/10.1016/j.rechem.2023.100778>
- Lellis, B., Fávoro-Polonio, C. Z., Pamphile, J. A., & Polonio, J. C. (2019). Effects of textile dyes on health and the environment and bioremediation potential of living organisms. *Biotechnology Research and Innovation*, 3(2), 275–290. <https://doi.org/10.1016/j.biori.2019.09.001>
- Markovi, S., Stankovi, A., Lazarevi, S., Stojanovi, M., & Uskokovi, D. (2015). Application of raw peach shell particles for removal of methylene blue. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 3(2), 716–724. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2015.04.002>
- Martini, S. & Yuliyaty, E. (2019). Adsorben Organik Dari Kulit Buah Melon Dalam Menyerap Ion Logam Cr (III) Dari Limbah Cair Industri. *Distilasi*. 4(2), 33–40.
- Mastiani, N., Amalia, V., & Rosahdi, T. D. (2018). Potensi Penggunaan Tempurung Kelapa sebagai Adsorben Ion Logam Fe(III). *Al-Kimiya*, 5(1), 42–47. <https://doi.org/10.15575/ak.v5i1.3731>
- Mulyati, B., & Panjaitan, R. S. (2021). Study of Molecular Docking of Alkaloid Derivative Compounds from Stem Karamunting (*Rhodomyrtus tomentosa*) Against  $\alpha$ -glucosidase Enzymes. *Indonesian Journal of Chemical Research*, 9(2), 129–136. <https://doi.org/10.30598/ijcr>
- Naat, J. N. (2022). Adsorpsi Ion Pb (II) Menggunakan Silika Berbasis Pasir Alam [Ion Pb (II) Adsorption Using Silica from Natural Sand of Takari-NTT]. *Kovalen: Jurnal Riset Kimia*, 8(3), 266–279.
- Naimah, S., Ardhanie, S. A., Jati, B. N., Aidha, N. N., & Arianita, A. C. (2014). Degradasi Zat Warna Pada Limbah Cair Industri Tekstil Dengan Metode Fotokatalitik Menggunakan Nanokomposit TiO<sub>2</sub>-Zeolit. *Jurnal Kimia Kemasan*, 36, 225–236.
- Ngapa, Y. D., & Ika, Y. E. (2020). Optimasi Adsorpsi Kompetitif Pewarna Biru Metilena dan Metil Oranye Menggunakan Adsorben Zeolit Alam Ende-Nusa Tenggara Timur (NTT). *Indo. J. Chem. Res.*, 8(2), 151–159. <https://doi.org/10.30598/ijcr.2020.8-ydn>
- Nipa, S. T., Shefa, N. R., Parvin, S., Khatun, M. A., Alam, M. J., Chowdhury, S., ... Rahman, M. W. (2023). Adsorption of methylene blue on papaya bark fiber: Equilibrium, isotherm and kinetic perspectives. *Results in Engineering*, 17(October), 100857. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100857>
- Oladoye, P. O., Ajiboye, T. O., Omotola, E. O., & Oyewola, O. J. (2022). Methylene blue dye: Toxicity and potential elimination technology from wastewater. *Results in Engineering*, 16(August), 100678. <https://doi.org/10.1016/j.rineng.2022.100678>
- Pratiwi, D.Y. (2020). Dampak Pencemaran Logam Berat (Timbal, Tembaga, Merkuri, Kadmium, Krom) Terhadap Organisme Perairan Dan Kesehatan Manusia. *Jurnal Akuatek*, 1(1), 59–65.

- Riwayati, I., Fikriyyah, N., & Suwardiyono, S. (2019). Adsorpsi Zat Warna Methylene Blue Menggunakan Abu Alang-Alang (*Imperata cylindrica*) Teraktivasi Asam Sulfat. *Jurnal Inovasi Teknik Kimia*, 4(2), 6–11.  
<https://doi.org/10.31942/inteka.v4i2.3016>
- Sumarni, N. K., Soleh, U. F., Nurhaeni, & Prismawiryanti. (2021). Limbah Sabut Kelapa Muda (*Cocos nucifera* L.) sebagai Sumber Pewarna Kain. *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*, 7(3), 186–193.  
<https://doi.org/10.22487/kovalen.2021.v7.i3.15642>
- Tanasale, M. F. J. D. P., & Killay, A. (2014). Kitosan dari Limbah Kulit Kepiting Rajungan (*Portunus sanguinolentus* L.) sebagai Adsorben Zat Warna Biru Metilena. *Jurnal Natu Indonesia*, 14(2), 165-171
- Teixeira, Y. N., de Paula Filho, F. J., Bacurau, V. P., Menezes, J. M. C., Zhong Fan, A., & Melo, R. P. F. (2022). Removal of Methylene Blue from a synthetic effluent by ionic flocculation. *Heliyon*, 8(10).  
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e10868>
- Yusop, M.F.M., Aziz, A., & Azmier Ahmad, M. (2022). Conversion of teak wood waste into microwave-irradiated activated carbon for cationic methylene blue dye removal: Optimization and batch studies. *Arabian Journal of Chemistry*, 15(9), 104081.  
<https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2022.104081>
- Zhang, J., Amini, A., O'Neal, J. A., Boyer, T. H., & Zhang, Q. (2015). Development and validation of a novel modeling framework integrating ion exchange and resin regeneration for water treatment. *Water Research*, 84, 255–265.  
<https://doi.org/10.1016/j.watres.2015.07.027>