

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Zat warna merupakan zat berbahaya yang penting yang ditemukan di industri tekstil, industri makanan, industri farmasi, industri kertas, dan industri plastik. Kehadiran zat-zat ini di permukaan air mengurangi penetrasi cahaya dan akibatnya menghambat fotosintesis flora air. Hal ini juga membuat air tidak layak untuk diminum. Pewarna menyebabkan alergi, dermatitis, iritasi kulit, yang dalam kasus ekstrem, memicu kanker dan mutasi pada manusia (Tamez et al., 2020). Selain itu, warna dan sifat tidak dapat terurai dari pewarna yang digunakan menimbulkan masalah lingkungan yang serius. Konsumsi jumlah besar metilen biru juga dapat menyebabkan efek toksik pada sistem saraf, gangguan pernapasan, dan iritasi kulit pada manusia. Berbagai metode pengolahan untuk menghilangkan pewarna dari limbah cair telah diteliti, dan metode-metode ini dapat diklasifikasikan sebagai koagulasi/flokulasi kimia, ozonasi, proses oksidasi, presipitasi kimia, pertukaran ion, osmosis terbalik, dan ultrafiltrasi (Ali et al., 2021). Namun, sebagian besar metode ini untuk menghilangkan pewarna dari limbah cair yang mengandung pewarna memiliki keterbatasan serius, seperti biaya tinggi, pembentukan produk samping berbahaya, atau kebutuhan energi yang besar (Wang et al., 2017). Oleh karena itu, pengembangan teknologi yang efektif dan ramah lingkungan untuk mengurangi kandungan pewarna dalam limbah cair sangat diperlukan.

Salah satu metode yang umum digunakan adalah adsorpsi karena prosesnya yang efektif, sederhana dan mudah diterapkan (Yagub et al., 2014). Adsorpsi adalah penyerapan suatu zat ke permukaan zat lain. Adsorpsi terjadi pada permukaan suatu zat akibat gaya tarik-menarik antara atom atau molekul zat padat. Adsorben adalah zat yang memiliki kemampuan menyerap, sedangkan adsorbat adalah zat yang diserap. Adsorben yang baik mampu mempertahankan senyawa yang terperangkap selama proses adsorpsi (Kusumaningrum et al., 2022). Ada dua jenis adsorpsi berdasarkan interaksi molekuler antara permukaan adsorben dan adsorbat, yaitu adsorpsi fisik dan adsorpsi kimia (Foo dan Hameed, 2019). Adsorpsi fisik dihasilkan oleh gaya antar molekul (ikatan van der Waals), yang menghasilkan gaya tarik-menarik lemah antara permukaan adsorben dan molekul adsorbat, sehingga menghasilkan energi adsorpsi yang rendah.

Adsorpsi kimia terjadi karena permukaan adsorben dan adsorbat kimia berupa ikatan ionik dan kovalen antara adsorben dan adsorbat (Sudrajat et al., 2007).

Material yang paling sering digunakan sebagai adsorben adalah karbon aktif yang memiliki luas permukaan besar dan banyak pori-pori yang dapat menyerap berbagai zat secara efektif. Penerapan karbon aktif yang luas

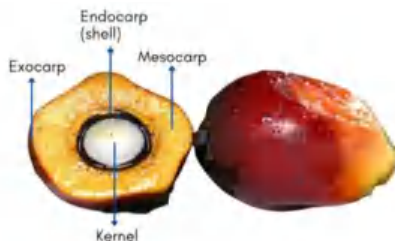


dalam pengolahan dan penyaringan air disebabkan oleh kinerja adsorpsi yang relatif tinggi dan kegunaannya, yang mendorong penggunaannya sebagai alternatif potensial bagi teknologi pengolahan air konvensional dan canggih (Liu et al., 2020). Karbon aktif merupakan salah satu bahan organik yang cakupan pemakaiannya cukup luas, baik di industri besar maupun kecil. Karbon aktif biasanya digunakan sebagai penghilang warna dan bau pada industri minuman, penyulingan minyak, pembersih warna dan bau pada pengolahan air, penghilangan zat warna pada industri gula, pengambilan kembali pelarut, penghilangan sulfur, gas beracun dan bau busuk gas pada pemurnian gas serta sebagai katalisator (Hartanto dan Ratnawati. 2010).

Karbon aktif dapat didefinisikan sebagai bahan karbon dengan struktur amorf dan luas permukaan internal yang besar dengan tingkat porositas yang tinggi. Karbon aktif memiliki bentuk karbon mikrokristalin dan non-grafit. Bentuk non-grafit berarti terdiri dari sejumlah kecil hidrogen atau sejumlah besar oksigen dalam strukturnya. Karbon aktif memiliki kinerja tinggi dalam konduktivitas listrik, stabilitas termal yang baik, serta reaktivitas permukaan yang menjadi alasan utama karbon aktif digunakan dalam beberapa tahun terakhir. Karbon aktif mengandung mikropori, mesopori, dan makropori dalam strukturnya. Struktur ini memiliki peran penting dalam menentukan kinerja karbon aktif sebagai adsorben (Lubis et al., 2020).

Salah satu limbah potensial adalah cangkang kelapa sawit, yang merupakan limbah padat dari pengolahan minyak kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) (Daud dan Ali, 2020). Indonesia merupakan salah satu produsen minyak kelapa sawit terbesar di dunia, yang menghasilkan jumlah besar limbah cangkang biji kelapa sawit. Limbah ini memiliki kandungan karbon yang tinggi dan dapat diolah menjadi karbon aktif dengan karakteristik adsorpsi yang baik. Cangkang ini memiliki kandungan lignoselulosa yang tinggi, menjadikannya kandidat ideal untuk produksi karbon aktif (Yahya et al., 2015). Kelapa Sawit merupakan salah satu tanaman budidaya penghasil minyak nabati berupa Crude Palm Oil (CPO), sangat banyak ditanam dalam perkebunan di Indonesia terutama di pulau Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan Papua. Proses pengolahan minyak kelapa sawit menghasilkan limbah padat, cair dan gas. Berdasarkan laporan dari dan Kementerian Pertanian (Kementan): pada tahun 2022 Indonesia memiliki luas perkebunan kelapa sawit sebesar 16,83 juta hektar dan produksi sekitar 46,82 juta ton. Cangkang merupakan limbah yang dihasilkan dari pemrosesan kernel inti sawit dengan bentuk seperti tempurung kelapa. Cangkang sawit atau sawit merupakan bagian paling keras pada komponen yang apa sawit yang pemanfaatannya pada industri pengolahan maksimal (Lubis et al., 2020).





Gambar 1. Morfologi Buah Kelapa Sawit

Oleh karena itu, untuk meningkatkan efisiensi adsorpsi karbon aktif, diperlukan proses aktivasi. Salah satu aktivator kimia yang digunakan adalah seng klorida (ZnCl_2) (Pambayun dkk., 2013). Seng klorida (ZnCl_2) adalah garam logam hasil reaksi antara logam seng (Zn) dan asam klorida (HCl), yang bersifat higroskopis dan korosif biasanya disiapkan sebagai larutan berair untuk keperluan kimia atau impregnasi. ZnCl_2 bertindak sebagai agen dehidrasi yang dapat membuka pori-pori bahan karbon dan meningkatkan luas permukaan, sehingga meningkatkan kapasitas adsorpsi (Sulistyah dan Astuti, 2021). Aktivasi dengan ZnCl_2 telah terbukti menghasilkan karbon aktif dengan mikrostruktur yang lebih baik dan kinerja penyerapan pewarna yang tinggi (Rahman et al., 2020). ZnCl_2 telah menarik minat yang semakin meningkat sebagai agen aktivasi kimia berkinerja tinggi untuk membuat bahan karbon berpori dari berbagai biomassa, karena ZnCl_2 bertindak sebagai asam Lewis dan dapat digunakan sebagai agen dehidrasi untuk secara selektif menghilangkan H dan O dari biomassa untuk menahan pembentukan tar dan berkontribusi pada pembentukan luas permukaan tinggi dan struktur berpori. ZnCl_2 merupakan agen pengaktif potensial untuk meningkatkan luas permukaan spesifik dan porositas material karbon (Zimmerman et al., 2020).

ZnCl_2 merupakan agen aktivasi potensial untuk meningkatkan luas permukaan spesifik dan porositas bahan karbon. Menurut penelitian Zhao et al., (2022) tentang pengaruh ZnCl_2 dalam karbonisasi kulit jeruk bali sangat penting. Khususnya, kinerja adsorpsi adsorben yang diaktifkan oleh ZnCl_2 . Selain itu, optimasi struktur pori karbon dari kulit jeruk bali, peningkatan kinerjanya masih menjadi tantangan signifikan, dan sedikit laporan tentang aktivasi ZnCl_2 yang telah diterbitkan hingga saat ini. Adsorben karbon aktif yang diperoleh dengan luas permukaan spesifik tinggi dan struktur poros diterapkan untuk penghilangan metilen biru dalam larutan air, dan adsorpsi kinetik serta isoterma diinvestigasi untuk karbonisasi dan konsentrasi ZnCl_2 berperan penting dalam struktur pori dan meningkatkan kinerja adsorpsi karbon aktif. Menurut penelitian lainnya, karbon aktif dari bambu yang diaktifkan dengan ZnCl_2 memiliki luas permukaan spesifik tinggi dan porositas besar, sehingga mampu menyerap zat warna Remazol Yellow dengan kapasitas adsorpsi yang signifikan. Aktivasi ZnCl_2 terbukti dapat



membuka struktur pori mikropori dan mesopori melalui proses dehidrasi dan degradasi termal bahan organik, menghasilkan tekstur karbon berpori yang seragam (Manurung et al., 2024).

Tujuan penelitian ini adalah untuk memproduksi karbon aktif dari cangkang kelapa sawit yang diaktivasi dengan ZnCl_2 untuk digunakan sebagai adsorben pewarna metilen biru dalam limbah cair. Karakterisasi meliputi analisis kandungan air, analisis kandungan abu, analisis senyawa volatil, analisis karbon tetap, analisis kelompok fungsional dengan metode titrasi dan FTIR, serta penentuan luas permukaan dengan metilen biru dan spektrofotometer UV-Vis serta Surface Area Analyzer (SAA).

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu:

1. bagaimana pengaruh aktivasi karbon aktif cangkang kelapa sawit dengan menggunakan ZnCl_2 terhadap kemampuan adsorpsi metilen biru?
2. bagaimana pengaruh pH dan waktu optimum dari karbon aktif ZnCl_2 terhadap kemampuan adsorpsi metilen biru?
3. bagaimana kapasitas dan model isoterm adsorpsi yang paling sesuai pada adsorpsi metilen biru karbon aktif ZnCl_2 ?

1.3 Maksud dan Tujuan

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud dari penelitian ini adalah untuk mengadsorpsi karbon aktif dari cangkang kelapa sawit yang diaktivasi menggunakan seng klorida (ZnCl_2) untuk menentukan kemampuan dalam mengadsorpsi zat warna metilen biru.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. menentukan pengaruh aktivasi karbon aktif cangkang kelapa sawit dengan menggunakan ZnCl_2 terhadap kemampuan adsorpsi metilen biru.
2. menentukan pengaruh pH dan waktu optimum dari karbon aktif ZnCl_2 terhadap kemampuan adsorpsi metilen biru.
3. menentukan kapasitas dan model isoterm adsorpsi yang paling sesuai pada adsorpsi metilen biru karbon aktif ZnCl_2 .

1.4 Manfaat Penelitian



Manfaat penelitian ini adalah dapat memberikan informasi tentang cangkang kelapa sawit (*Elaeis guineensis*) yang diaktivasi dengan ZnCl_2 sebagai adsorben karbon aktif dengan mengetahui kemampuan dalam mengadsorpsi zat warna metilen biru dan luas permukaan karbon aktif.

BAB II

METODE PENELITIAN

2.1 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah cangkang kelapa sawit (*Elaeis Guineensis*), akuabides (*Onemed*), HCl, akuades, etanol 96%, metilen biru, ZnCl_2 (*Merck*), *Red Methyl* (*Merck*), *Phenolphthalein*, n-heksana (*Bratachem*), NaHCO_3 (*Merck*), NaOH, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$, $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$, Na_2CO_3 (*Merck*), Whatman No.42 (*Cytiva*) dan kertas pH universal (*Onemed*), dan aluminium foil.

2.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan pada berupa alat-alat gelas laboratorium, cawan porselin, ayakan ukuran 100 mesh (*ASTM E11*), labu semprot plastic, oven (*SPN 150 SFD*), desikator, pH meter (*Mediatech*), furnace (*Nabrthem furnace 30-3000 °C*), sonikator (*Elmasonic S 40 H*) pengaduk magnetic (*Model 0480202*), hotplate (*Taffware DLD-101B*) lumpang dan alu, pompa vakum, neraca analitik (*Ohaus Analytical Plus*), termometer, spektrofotometer UV-Vis (*PG Instruments T60*), *Fourier Transform InfraRed* (*Shimadzu IR Prestige 21*) dan Surface Area Analyzer (*Altamira Micro-200*).

2.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Pengambilan sampel dilaksanakan di PT Tanjung Bina Lestari, Kabupaten Pasangkayu, Provinsi Sulawesi Barat. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni 2025 hingga September 2025 di Laboratorium Kimia Fisika, Laboratorium Kimia Terpadu, FMIPA, Universitas Hasanuddin, Makassar.

2.4 Prosedur Penelitian

2.4.1 Preparasi Sampel

Cangkang kelapa sawit dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan partikel-partikel kotor atau serabut yang melekat pada permukaan Tempurung kelapa sawit kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari kemudian dipecah menjadi bagian-bagian kecil lalu dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan ukuran 100 mesh (Diharyo dkk., 2020). Ditimbang sebanyak 10 g, ditambahkan n-heksana sebanyak 100 mL, disonikasi selama 30 menit, disaring menggunakan corong ditambahkan alcohol 96 sebanyak 100 mL, disonikasi selama menggunakan corong Buchner, ditambahkan akuabides disonikasi selama 30 menit pada suhu 50-60 °C, disaring ng Buchner, lalu di keringkan dalam oven suhu 105 °C.



2.4.2 Karbonisasi (Larasati dkk., 2021)

Cangkang kelapa sawit yang berukuran 100 mesh ditimbang sebanyak 7 gram dan dimasukkan ke dalam reaktor hidrotermal (autoklaf) ditambahkan akuabides sebanyak 70 mL sehingga diperoleh campuran dengan rasio massa tempurung kelapa sawit:volume akuabides 1:10. Proses hidrotermal dilakukan pada temperatur 180°C. Reaktor kemudian dipanaskan hingga temperatur yang telah ditetapkan. Setelah tercapai, temperatur reaktor dijaga konstan selama 8 jam. Karbon yang diperoleh kemudian disaring untuk dipisahkan cairannya. Setelah itu karbon dikeringkan pada temperatur 105°C selama 24 jam untuk mendapatkan produk akhir berupa karbon (*hydrochar*).

2.4.3 Pembuatan Larutan ZnCl₂ 30%

ZnCl₂ ditimbang 30 g ke dalam gelas kimia, kemudian dilarutkan dengan sedikit akuabides, dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL, dihipitkan dengan akuabides sampai tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.4 Aktivasi (Sahara dkk., 2017).

Sebanyak 5 gram karbon cangkang kelapa sawit direndam dalam 16.7 mL larutan ZnCl₂ 30% diaduk selama 2 jam dan didiamkan selama 24 jam. Kemudian campuran tersebut disaring dengan corong Buchner hingga pH mendekati netral diukur dengan pH meter. Selanjutnya, diambil residunya dan dikeringkan dalam oven pada suhu ± 110 °C selama 3 jam. Setelah itu, disimpan dalam desikator hingga berat karbon stabil.

2.4.5 Penentuan Kadar Air (SNI 06-3730-1995).

Cawan porselin yang telah bersih dikeringkan dalam oven pada suhu 115 °C selama 2 jam. Cawan didinginkan dalam desikator selama 30 menit, kemudian cawan ditimbang bobot kosongnya. Karbon aktif sebanyak 1 g dikeringkan dalam oven pada suhu 105 °C selama 3 jam. Kemudian dimasukkan ke dalam desikator, kemudian ditimbang bobot akhirnya. Ulangi sampai bobotnya tetap dan ditentukan kadar airnya dalam persen (%). Kadar karbon tetap dalam sampel dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan 1.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{\text{berat uap air}}{\text{berat awal sampel}} \times 100\% \quad (1)$$

2.4.6 Penentuan Kadar Abu (SNI 06-3730-1995).



ng telah bersih dikeringkan dalam oven pada suhu 115 °C
an didinginkan dalam desikator selama 30 menit, kemudian
bobot kosongnya. Tempurung kemiri dimasukkan kedalam
ditimbang sebanyak 2 g. Sampel dipanaskan dalam tanur
°C selama 2 jam. Selanjutnya sampel didinginkan dalam
ditimbang bobot akhirnya. Ulangi sampai bobotnya tetap

dan ditentukan kadar abunya dalam persen (%). Kadar karbon tetap dalam sampel dihitung dengan menggunakan rumus pada persamaan (2).

$$\text{Kadar abu (\%)} = \frac{\text{berat abu}}{\text{berat awal sampel}} \times 100\% \quad (2)$$

2.4.7 Penentuan Kadar Senyawa Volatil (SNI 06-3730-1995).

Cawan porselin yang telah bersih dikeringkan dalam oven pada suhu 115 °C selama 2 jam. Cawan didinginkan dalam desikator selama 30 menit, kemudian cawan ditimbang bobot kosongnya. Tempurung kemiri dimasukkan kedalam cawan tersebut dan ditimbang sebanyak 1 g dan dipanaskan dalam tanur pada suhu 900 °C selama 7 menit. Kemudian sampel didinginkan dalam desikator, dan timbang bobot akhirnya. Ulangi sampai bobotnya tetap dan ditentukan kadar senyawa volatilnya dalam persen (%). Kadar karbon tetap dalam sampel dihitung dengan menggunakan rumus pada Persamaan (3).

$$\text{Kadar volatil (\%)} = \frac{\text{berat senyawa volatil}}{\text{berat awal sampel}} \times 100\% \quad (3)$$

2.4.8 Penentuan Kadar Karbon Tetap (SNI 06-3730-1995)

Karbon tetap dihitung dari 100% dikurangi dengan nilai kadar air, kadar abu dan kadar zat menguap dalam sampel. Kadar karbon tetap dalam sampel dihitung dengan menggunakan rumus pada Persamaan (4).

$$\text{Karbon tetap (\%)} = 100 \% - (\text{kadar abu} + \text{zat menguap}) \% \quad (4)$$

2.4.9 Pembuatan Larutan Na_2CO_3 0,05 N

Na_2CO_3 ditimbang sebanyak 0,6625 g, kemudian dilarutkan dengan sedikit akuades, dipindahkan ke dalam labu ukur 250 mL, dihimpitkan dengan akuades hingga tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.10 Pembuatan Larutan NaHCO_3 0,05 N

NaHCO_3 ditimbang sebanyak 1,05 g, dilarutkan dengan sedikit akuabides, dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL, dihimpitkan dengan akuades hingga tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.11 Pembuatan Larutan NaOH 0,05 N

NaOH ditimbang sebanyak 2,0795 g, dilarutkan dengan akuades sedikit, dipindahkan ke dalam labu ukur 1000 mL, dihimpitkan dengan akuades hingga homogenkan.



2.4.12 Pembuatan Larutan HCl 0,05 N

HCl 37% dipipet sebanyak 4,144 mL ke dalam labu ukur 1000 mL, kemudian dihomogenkan dengan akuades hingga tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.13 Pembuatan Larutan $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 0,05 N

$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ditimbang sebanyak 2,0795 g, kemudian dilarutkan dengan akuabides, dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL, dihomogenkan dengan akuabides hingga tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.14 Pembuatan Larutan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,05 N

$\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ditimbang sebanyak 0,3150 g, kemudian dilarutkan dengan akuabides, dipindahkan ke dalam labu ukur 100 mL, dihomogenkan dengan akuabides hingga tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.15 Standarisasi Larutan HCl dengan larutan $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ 0,05 N

Larutan $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7$ dipipet sebanyak 10 mL dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer 250 mL, kemudian ditambahkan indikator *Red Methyl* sebanyak 2-3 tetes lalu dititrasi dengan HCl hingga berubah warna. Dicatat volume HCl yang digunakan, dilakukan titrasi secara triplo dan dihitung konsentrasi larutan HCl.

2.4.16 Standarisasi Larutan NaOH dengan larutan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,05 N

Larutan $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$ 0,05 N dipipet sebanyak 10 mL ke dalam erlenmeyer, ditambahkan 2-3 tetes indikator Phenolphthalein, dititrasi dengan larutan NaOH hingga terjadi perubahan warna dari bening menjadi merah muda, dicatat volume NaOH yang digunakan, dilakukan aatitrasi secara triplo dan dihitung konsentrasi larutan NaOH.

2.4.17 Karakterisasi Permukaan Karbon Aktif Secara Kimia melalui Metode Titrasi Boehm (Goertzen dkk., 2010)

Karbon aktif termodifikasi ditimbang sebanyak 0,1 gram dimasukkan ke dalam 4 buah gelas kimia yang berisi larutan Na_2CO_3 0,05 N, NaHCO_3 0,05 N, NaOH 0,05 N dan HCl 0,05 N masing-masing sebanyak 25 mL (Vp), kemudian campuran 24 jam. Kemudian larutan disaring. Filtrat yang telah masing dipipet sebanyak 5 mL (Vs) dari larutan Na_2CO_3 , HCl, kemudian ditambahkan HCl 0,05 N sebanyak 10 mL, lalu menggunakan larutan NaOH 0,05 N. Sedangkan filtrat HCl 10 mL dan ditambahkan NaOH 0,05 N sebanyak 10 mL,



kemudian dititrasi balik dengan menggunakan HCl 0,05 N. Analisis kadar gugus fungsional asam dan basa total dapat menggunakan rumus pada Persamaan (5).

$$\begin{aligned}
 n_{\text{carboxylic}} &= \frac{[V_{\text{NaHCO}_3} N_{\text{NaHCO}_3} - (N_{\text{HCl}} V_{\text{HCl}} - N_{\text{NaOH}} V_{\text{NaOH}})] \frac{V_p}{V_s}}{w} \\
 n_{\text{lactonic}} &= \frac{[V_{\text{Na}_2\text{CO}_3} N_{\text{Na}_2\text{CO}_3} - (N_{\text{HCl}} V_{\text{HCl}} - N_{\text{NaOH}} V_{\text{NaOH}})] \frac{V_p}{V_s}}{w} - n_{\text{carboxylic}} \\
 n_{\text{phenolic}} &= \frac{[V_{\text{NaOH}} N_{\text{NaOH}} - (N_{\text{HCl}} V_{\text{HCl}} - N_{\text{NaOH}} V_{\text{NaOH}})] \frac{V_p}{V_s}}{w} - n_{\text{carboxylic}} - n_{\text{lactonic}} \\
 n_{\text{total base}} &= \frac{[V_{\text{HCl}} N_{\text{HCl}} - (N_{\text{NaOH}} V_{\text{NaOH}} - N_{\text{HCl}} V_{\text{HCl}})] \frac{V_p}{V_s}}{w} \quad (5)
 \end{aligned}$$

Ket:

n = jumlah gugus karboksil, lakton, fenol

V = volume larutan (mL)

N = normalitas larutan

V_p = volume awal Na_2CO_3 , NaHCO_3 , NaOH dan HCl (mL)

V_s = volume Na_2CO_3 , NaHCO_3 , NaOH dan HCl yang dipipet setelah penyaringan (mL)

w = berat karbon (g)

2.4.18 Pembuatan Larutan Induk Metilen biru 1000 ppm (Latupeirissa dkk., 2018).

Zat warna metilen biru ditimbang sebanyak 0,1 g kemudian dilarutkan dengan akuabides dalam labu ukur ukuran 100 mL dan dihomogenkan



Larutan Zat Warna Metilen biru 500 ppm (Latupeirissa

2018). 10 mg/L dipipet sebanyak 10 mL kemudian tambahkan tanda batas dalam labu ukur ukuran 100 mL dan

2.4.20 Pembuatan Larutan Zat Warna Metilen biru 50 ppm (Latupeirissa dkk., 2018).

Larutan induk dipipet sebanyak 5 mL kemudian tambahkan akuabides hingga tanda batas dalam labu ukur ukuran 100 mL dan dihomogenkan.

2.4.21 Pembuatan Larutan Standar Zat Warna Metilen Biru (0; 2; 4; 8) ppm (Latupeirissa dkk., 2018).

Diambil 0 mL, 4 mL, 8 mL, dan 16 mL larutan zat warna metilen biru dari larutan zat warna metilen biru 50 ppm ke dalam masing-masing 5 buah labu ukur ukuran 100 mL lalu diencerkan sampai tanda batas dan dihomogenkan.

2.4.22 Penentuan pH Optimum

Sebanyak 0,1 g karbon aktif cangkang kelapa sawit dan 25 mL larutan metilen biru 50 mg/L pada pH 5 dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 100 mL. Pengaturan pH dilakukan dengan penambahan larutan HCl 0,1 M atau NaOH 0,1 M, kemudian diaduk menggunakan pengaduk magnetik 200 rpm selama 30 menit dan disaring. Absorbansi filtratnya diukur dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 665 nm. Langkah yang sama untuk pH 6, 7, 8, dan 9. Optimum pH dihitung dengan menggunakan rumus pada Persamaan (6).

$$q_e = \frac{(C_o - C_e) \times \text{Volume Larutan}}{\text{massa karbon aktif}} \quad (6)$$

2.4.23 Penentuan Waktu Kontak Optimum

Sebanyak 0,1 g karbon aktif cangkang kelapa sawit dan 25 mL larutan metilen biru 50 mg/L pada pH optimum dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 100 mL. Diaduk menggunakan pengaduk magnetik 200 rpm selama 15 menit dan saring. Absorbansi filtratnya diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 665 nm. Langkah yang sama untuk waktu kontak 30, 45, 60, dan 75 menit. Optimum waktu kontak dihitung dengan menggunakan rumus pada Persamaan (7).

$$q_e = \frac{(C_o - C_e) \times \text{Volume Larutan}}{\text{massa karbon aktif}} \quad (7)$$



Model Isoterm Adsorpsi

Metilen biru 25 mg/L pada pH optimum dan 0,1 g karbon aktif sawit dimasukkan ke dalam labu erlenmeyer 100 mL. Diaduk magnetik 200 rpm selama waktu kontak optimum, lalu

disaring. Absorbansi filtratnya diukur dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 665 nm. Langkah tersebut diulangi dengan menggunakan larutan metilen biru 50, 75, 100, dan 125 mg/L. Model isoterm adsorpsi dapat dihitung dengan menggunakan rumus Langmuir dan Freundlich pada Persamaan (8 dan 9).

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{Q_m K_L} + \frac{C_e}{q_m} \quad (8)$$

Ket:

C_e = konsentrasi kesetimbangan adsorbat dalam larutan (mg/L)

q_e = jumlah adsorbat yang teradsorpsi per gram adsorben (mg/g)

Q_m = kapasitas adsorpsi maksimum (mg/g)

K_L = konstanta langmuir berkaitan dengan energi adsorpsi(L/mg)

$$\log q_e = \log K_f + \frac{1}{n} \log C_e \quad (9)$$

Ket:

K_f = konstanta Freundlich yang berkaitan dengan kapasitas adsorpsi (mg/L)

$\frac{1}{n}$ = intensitas adsorpsi

