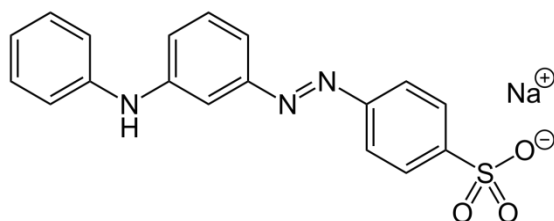


## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Kuning Metanil

Kuning metanil memiliki nama kimia Natrium 3-[(4-N-Phenylamino)phenylazo] benzene sulfonat dan merupakan garam natrium dari metanilyazodiphenilamine. Berikut adalah struktur dari kuning metanil.



Gambar 2.1

Senyawa ini memiliki berat molekul 375,378 g/mol dan memiliki pH antara 1,2 – 2,3. Pemerianya adalah berbentuk serbuk berwarna kuning kecoklatan, larut dalam air dan alkohol, sedikit larut dalam benzene dan agak larut dalam aseton (Pubchem,2019). Meskipun umumnya digunakan untuk pewarna tekstil, pewarna ini juga digunakan untuk memberi warna kuning pada makanan oleh pedagang tidak bertanggung jawab. Ciri umum makanan yang mengandung pewarna sintetik ini adalah warna kuning yang mencolok, kemudian makanan atau minuman tersebut memiliki titik-titik warna yang disebabkan oleh tidak homogenya senyawa dengan bahan makanan atau minuman. Berikut adalah data molekul dari kuning metanil

| No | Keterangan    | Penjelasan  |
|----|---------------|---|
| 1  | Berat molekul | 375,378 g/mol   |
| 2  | Rumus molekul | C <sub>18</sub> H <sub>14</sub> N <sub>3</sub> NaO <sub>3</sub> S                 |
| 3  | pH            | 1,2 – 2,3   |
| 4  | Titik leleh   | >250°C  |
| 5  | Golongan      | Pewarna Azo   |
| 6  | Kelarutan     | Larut dalam air, alkohol, sedikit larut dalam benzene dan agak larut dalam aseton |

Tabel 2.1

Pewarna kuning metanil memiliki gugus kromofor yaitu gugus azo (-N=N-) yang menjadikannya zat warna komersial serbaguna sehingga diaplikasikan sekitar 70% dalam industri di seluruh dunia (Benkhaya dkk, 2017). Adsorpsi larutan kuning metanil dipengaruhi oleh pH karena pewarna kuning metanil memiliki gugus sulfonat dan menunjukkan sifat anionik dalam suasana asam (Zein, 2019). Lalu, kuning metanil dalam kondisi asam akan terdeprotonasi atau melepaskan proton berupa ion  $H^+$ , kemudian saat ditambahkan adsorben ke dalam larutan, permukaan adsorben akan mengalami protonasi sehingga dapat bereaksi elektrostatis dengan kuning metanil (Maghfiroh, 2016). Sehingga dalam proses adsorpsi diperlukan suasana asam untuk memperlancar proses adsorpsi.

Banyak metode konvensional yang telah dikembangkan untuk mengolah limbah pewarna azo, seperti koagulasi, elektrokimia dan filtrasi nano, namun metode tersebut memiliki kekurangan seperti kurang efisien dan memakan banyak dana (Sulyman dkk, 2017). Salah satu metode yang aman, tidak membahayakan kesehatan, peralatan yang mudah, murah dan sederhana adalah adsorpsi (Sivakumar dan Palanisamy, 2009). Dalam hal ini, adsorpsi memanfaatkan limbah cangkang telur ayam untuk mengurangi limbah padat organik.

## 2.2 Adsorpsi

### 2.2.1 Pengertian

Adsorpsi adalah fenomena fisik yang terjadi ketika molekul cair dikontakkan dengan suatu permukaan padatan dan sebagian dari molekul tersebut mengembun pada permukaan padatan tersebut. (Suryawan, Bambang 2004). Padatan disebut dengan adsorben atau zat penyerap yang menyerap adsorbat (zat yang diserap) (Giyatmi, 2008). Biasanya adsorben menggunakan bahan yang berpori sehingga proses adsorpsi terjadi pada tempat-tempat tertentu dalam adsorben tersebut. Umumnya, pori adsorben sangat kecil sehingga luas permukaan menjadi lebih besar daripada permukaan luar. Perbedaan molekul atau polaritas menyebabkan sebagian molekul melekat pada permukaan adsorben (Saragih, 2008). Proses adsorpsi terbagi menjadi beberapa tahap, yaitu diantaranya :

1. Transfer molekul zat terlarut yang teradsorpsi menuju lapisan film yang mengelilingi adsorben
2. Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui lapisan film (*film diffusion process*)
3. Difusi zat terlarut yang teradsorpsi melalui kapiler/pori dalam adsorben (*pore diffusion process*)
4. Adsorpsi zat terlarut yang teradsorpsi pada dinding pori atau permukaan adsorben yang merupakan proses adsorpsi yang sebenarnya (Suartika dan Cangtika, 2012)

Proses adsorpsi dipengaruhi oleh beberapa hal, yaitu diantaranya :

1. Agitasi  
Adalah keadaan bergolak atau turbulen. Laju proses adsorpsi dipengaruhi oleh difusi lapisan dan difusi pori, tergantung pada keadaan larutan, apakah larutan tersebut diaduk sehingga menghasilkan turbulensi atau tenang
2. Karakteristik adsorben  
Ukuran dan luas permukaan partikel adsorben sangat mempengaruhi laju proses adsorpsi. Apabila luas permukaan adsorben besar maka jumlah partikel adsorbat yang diserap akan semakin banyak
3. Kelarutan adsorbat  
Adsorpsi terjadi ketika partikel adsorbat terpisah dari larutan dan menempel pada permukaan adsorben. Partikel adsorbat yang terlarut memiliki afinitas yang kuat, dengan catatan ada beberapa senyawa yang sedikit larut sulit diserap dan ada beberapa pula senyawa yang sangat larut namun mudah untuk diserap (Hassler, 1974)
4. Ukuran Pori Adsorben  
Proses adsorpsi akan terjadi lebih cepat jika pori adsorben lebih besar sehingga partikel adsorbat dapat terperangkap ke dalam adsorben. Oleh karena itu, proses aktivasi untuk memperbesar ukuran pori sangat diperlukan dalam proses adsorpsi
5. pH

pH dapat mempengaruhi ionisasi dan laju proses adsorpsi. Senyawa organik asam lebih mudah diadsorpsi pada suasana pH rendah sedangkan senyawa organik basa lebih mudah diadsorpsi pada suasana pH tinggi.

#### 6. Temperatur

Umumnya laju adsorpsi dipengaruhi oleh temperatur, semakin meningkat temperatur maka laju adsorpsi semakin meningkat. Proses adsorpsi merupakan proses eksotermik

#### 7. Waktu kontak

Waktu kontak adsorben dan adsorbat mempengaruhi banyak partikel adsorbat yang terperangkap dalam adsorben. Diperlukan waktu yang tepat agar tidak terjadi kejenuhan pada adsorben atau adsorbat yang menyebabkan pelepasan setelah penyerapan yang terjadi setelah kondisi optimum tercapai. (Syafrianda, dkk. 2017)

Metode adsorpsi dibagi menjadi dua, yaitu statis (*batch*) dan dinamis (kolom).

1. Statis (*batch*) adalah proses adsorpsi dengan memasukan fluida adsorbat ke dalam wadah berisi adsorben dan diaduk dalam waktu tertentu. Setelah itu dipisahkan antara adsorbat dan adsorben dengan cara dekantasi. Apabila adsorben akan digunakan lagi, maka adsorben dilarutkan kembali dalam pelarut tertentu yang sesuai dan volumenya lebih kecil dari volume larutan mula-mula
2. Dinamis menggunakan kolom. Adalah proses adsorpsi dengan memasukkan komponen yang diinginkan dalam wadah berisi adsorben, dan setelah komponen telah terserap pada waktu tertentu dilepaskan kembali dengan mengalirkan pelarut sesuai yang volumenya lebih kecil (Apriliani, 2010)

### 2.2.2 Aktivasi Adsorben

Aktivasi adsorben dibagi menjadi dua, yaitu aktivasi fisika dan kimia.

- a. Aktivasi fisika merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan panas, uap, dan CO<sub>2</sub> (Sembiring, dkk 2003). Metode ini menggunakan antara lain uap air, gas karbondioksida, oksigen dan nitrogen. Gas tersebut mengembangkan struktur rongga yang ada pada arang sehingga memperluas permukaan adsorben dan menghilangkan konstituen

yang mudah menguap dan membuang produksi kontaminan hidrokarbon pada adsorben. Pada cangkang telur yang diaktivasi secara fisika, pemanasan dilakukan dua kali, yaitu pada suhu 100°C dan 600°C untuk memperbesar pori dengan memecahkan ikatan kimia atau mengoksidasi molekul permukaan sehingga luas permukaan bertambah besar (Napitapulu, 2009). Cangkang telur yang telah dipanaskan suhu 600°C mengandung 94% CaCO<sub>3</sub> dan sebagian kecil CaO, sehingga dapat dimanfaatkan sebagai adsorben (Fitriyana dan Safitri, 2015).

- b. Aktivasi kimia adalah proses pemutusan rantai karbon senyawa organik dengan pemakaian bahan kimia, biasanya menggunakan aktivator kalsium klorida, magnesium klorida, seng klorida, asam klorida, dan natrium karbonat. Bahan-bahan tersebut berfungsi untuk mendegradasi dan menghidrasi molekul organik selama proses karbonisasi, membatasi pembentukan tar, membantu dekomposisi senyawa organik pada aktivasi berikutnya, dan menghilangkan kontaminan hidrokarbon yang dihasilkan saat proses karbonisasi dan melindungi permukaan karbon sehingga kemungkinan oksidasi dapat dikurangi. Semakin tinggi nilai kapasitas adsorpsi dengan menggunakan suatu agen aktivasi, menandakan semakin baik agen aktivasi tersebut. Dalam aktivasi cangkang telur, aktivator yang digunakan adalah H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> atau asam sulfat. Aktivator atau asam sulfat yang ditambahkan akan meresap ke dalam ruang adsorben sehingga luas permukaan yang aktif bertambah dengan melarutkan zat anorganik pada cangkang telur (Silalahi, 2018).

### **2.3 Cangkang Telur Ayam**

Cangkang telur ayam memberikan kontribusi limbah yang besar di Indonesia karena konsumsi telur di Indonesia semakin meningkat tiap tahun. Menurut data Kementerian Pertanian pada tahun 2017, produksi telur dari seluruh provinsi mencapai 1.527.135 ton. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemanfaatan limbah telur ayam agar menjadi lebih bermanfaat. Cangkang telur ayam dapat dijadikan adsorben limbah produksi pewarna tekstil, contohnya kuning metanil.



**Gambar 2.2 Cangkang Telur Ayam**

Cangkang telur memiliki sifat yang mendukung untuk menjadi adsorben yang baik, seperti struktur pori,  $\text{CaCO}_3$  dan protein asam mukopolisakarida memiliki gugus aktif karboksil, amina dan sulfat (Surasen, 2002). Serat-serat protein dan kalsit berbentuk kalsium karbonat pada cangkang telur saling berikatan dan membentuk lapisan spons dan *mammillary*, yang pada akhirnya membentuk pori bagi cangkang telur (Carvalho dkk, 2011 dalam Maslahat dkk, 2015). Terdapat 7000 – 17.000 pori pada permukaan cangkang telur sehingga adsorbat dapat terperap di dalam pori tersebut (Stadelman, 1995 dalam Salman, 2012). Selain itu, cangkang telur mengandung  $\text{CaCO}_3$  dalam jumlah yang banyak, yaitu 98,43%; dengan mineral lain yang terdapat dalam cangkang telur yaitu  $\text{MgCO}_3$  (0,84%) dan  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  (Jamila, 2014).  $\text{CaCO}_3$  merupakan komponen polar sehingga cangkang telur dapat menjadi adsorben polar dan  $\text{CaO}$  memiliki struktur yang heksagonal dan memiliki kisi-kisi di dalamnya yang dapat diisi oleh ion  $\text{H}^+$ ,  $\text{Na}^+$ , dan lain-lain (Khopkar, 2000) .

#### **2.4 Spektrofotometri UV Vis**

Spektrofotometri merupakan teknik analisis spektroskopik dengan radiasi elektromagnetik ultraviolet dekat (panjang gelombang 190 – 380 nm) dan sinar tampak (panjang gelombang 380 – 780 nm) menggunakan instrumen spektrofotometer. Spektrofotometer adalah alat yang digunakan untuk menganalisa suatu senyawa baik kuantitatif maupun kualitatif dengan cara mengukur transmittansi atau absorbansi suatu cuplikan sebagai fungsi dari konsentrasi. Spektrofotometer UV Vis merupakan spektrofotometer yang digunakan untuk pengukuran didaerah ultraviolet dan daerah tampak, didasarkan pada serapan sinar oleh senyawa yang dianalisis.

Spektrofotometer merupakan implementasi dari hukum Lambert-Beer yang menyatakan bahwa ketika berkas cahaya dilewatkan melalui sel transparan yang

mengandung larutan penyerap substansi, pengurangan intensitas cahaya dapat terjadi. Maka dapat disimpulkan bahwa absorbansi sebanding dengan konsentrasi dan berbanding terbalik dengan dengan intensitas, dengan rumus :

$$A = -\log T = -\log I_t / I_0 = \epsilon \cdot b \cdot C$$

Dengan keterangan,

A = Absorbansi dari sampel yang akan diukur

T = Transmittansi

I<sub>0</sub> = Intensitas sinar masuk

I<sub>t</sub> = Intensitas sinar yang diteruskan

ε = Serapan molar

b = Tebal kuvet yang digunakan

C = Konsentrasi dari sampel (Gandjar, 2007 dalam Alviola, 2019)

Yang akan dianalisis dalam spektrofotometer UV Vis adalah serapan dan konsentrasi kuning metanil sebelum diadsorpsi oleh cangkang telur teraktivasi dan sesudahnya. Larutan baku kerja dengan konsentrasi tertinggi (150 ppm) diukur absorbansinya untuk menentukan panjang gelombang maksimum. Kemudian panjang gelombang maksimum tersebut digunakan untuk menganalisis konsentrasi larutan kuning metanil pada larutan baku kurva standar dan larutan sampel kuning metanil sebelum dan setelah proses adsorpsi. Untuk mencari konsentrasi kuning metanil digunakan persamaan regresi yaitu persamaan yang digunakan untuk menghitung konsentrasi sebagai berikut :

$$y = ax + b$$

Dimana : y = nilai absorbansi

x = konsentrasi kuning metanil

a,b = konstanta

Setelah mengukur konsentrasi kuning metanil sebelum dan setelah adsorpsi menggunakan spektrofotometer UV Vis, langkah selanjutnya adalah menghitung kapasitas adsorpsinya menggunakan persamaan dibawah

$$\text{Kapasitas Adsorpsi } \left( \frac{mg}{g} \right) = \frac{C \text{ awal} - C \text{ akhir (ppm)}}{\text{massa adsorben (g)}} \times V \text{ Adsorbat (l)}$$