

## **BAB II** **KAJIAN PUSTAKA**

### **A. Kajian Teoritis**

#### 1. *Bagasse Fly Ash*

Industri gula adalah industri pengolahan dari bahan utama tebu di olah menjadi gula kristal yang menimbulkan sisa produksi organik berupa *Fly Ash*. *Fly Ash* dapat dihasilkan dari pembakaran ampas tebu pada boiler yang jika tidak diolah lebih lanjut akan menimbulkan pencemaran udara. Pada struktur *Fly Ash* masih mengandung silika oksida, Besi (III) oksida, kalium oksida dan magnesium oksida yang berperan sebagai gugus aktif untuk menyerap logam Cu (Astari, M. A., & Utami, 2018). *Bagasse Fly Ash (BFA)* ialah limbah padat yang berbentuk partikel halus yang diperoleh dari aktivitas pembakaran *bagasse* (ampas tebu) pada suhu tinggi, terutama pada sistem pembangkit energi termal seperti boiler di industri gula. *Bagasse* ini sendiri merupakan residu lignoselulosa yang diperoleh setelah proses ekstraksi sari tebu, dan biasanya dipergunakan sebagai bahan bakar biomassa dikarenakan nilai kalorinya yang cukup tinggi. Disaat *bagasse* dibakar, sisa-sisa abu yang terbawa bersamaan dengan gas buang (*flue gas*) dan ditangkap oleh sistem pengendali emisi seperti cyclone separator atau electrostatic precipitator, yang disebut *fly ash*.

*Fly ash* dari *bagasse* berbeda dari *fly ash* batubara karena berasal dari bahan biomassa, sehingga sering dikategorikan sebagai limbah biomassa agroindustri yang lebih ramah lingkungan. Abu ini umumnya mengandung

silika ( $\text{SiO}_2$ ) dalam jumlah tinggi, serta alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ), magnesium oksida ( $\text{MgO}$ ), dan karbon tidak terbakar (*Unburned Carbon*) (Astari, M. a., & Utami, 2018).

Komposisi kimia dan fisika dari *BFA* sangat tergantung pada beberapa faktor, termasuk jenis tanah tempat tebu itu tumbuh, kondisi pembakaran, dan efisiensi sistem boiler. Tapi secara umum, *BFA* memiliki tekstur halus, warna abu-abu kehitaman, berat jenis rendah, dan permukaan berpori, menjadikannya kandidat potensial untuk aplikasi adsorben, bahan tambahan semen (pozzolan), dan stabilisasi tanah (Ramasamy, P., & Meenambal, T. 2017).

## 2. Spektrofotometer *Ultraviolet Visible*

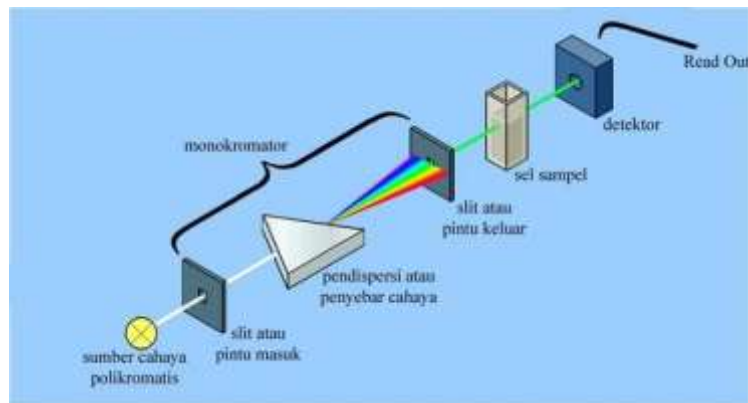
Spektrofotometri UV-Visible merupakan suatu instrumen kimia analitik dengan prinsip kerja pengukuran intensitas cahaya pada panjang gelombang tertentu (nm). Pengukuran dimulai saat cahaya yang masuk ( $I_0$ ) dibandingkan dengan cahaya setelah melewati sampel ( $I$ ), perbandingan ini biasa disebut dengan transmitansi ( $T$ ) atau (% $T$ ). Pada aplikasi instrumentasi biasanya pengukuran dilambangkan dengan absorbansi (keserapan) atau  $A$  (Sutrisno, 2017). Hubungan transmitansi dengan absorbansi dapat dilihat dari persamaan :

$$A = - \log (\%T) \dots \dots \dots (1)$$

$$\%T = ( I/I_0 ) \times 100 \dots \dots \dots (2)$$

Spektrofotometer UV-Visible mempunyai beberapa komponen diantaranya sumber energi, sel atau kuvet sebagai tempat sampel, alat

pendispersi cahaya atau monokromator dan alat detektor. Cahaya yang melewati sampel selanjutnya didispersikan oleh suatu alat pendispersi. Cahaya yang telah didispersikan disinkronkan dengan sumbu x yang menunjukkan panjang gelombang tertentu. Selanjutnya ditangkap dan dideteksi oleh detektor melalui sebuah slit. Sinyal detektor ditransmisikan ke sumbu Y perekam, dan dengan demikian menunjukkan bagaimana radiasi diabsorpsi oleh sampel pada berbagai panjang gelombang (Sutrisno, 2017).



**Gambar 2.1** Penampang Spektrofotometri UV-VIS

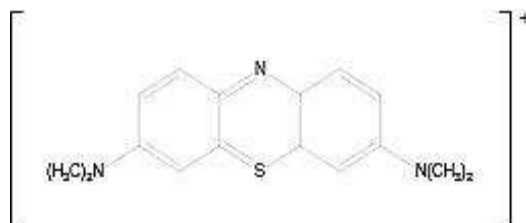
### 3. Metilen Biru

Metilen biru adalah suatu zat aromatik beracun dengan daya adsorpsi yang kuat dan mempunyai rumus molekul ( $C_{16}H_{18}N_3SCl$ ). Pewarna metilen biru memiliki pemanfaatan yang cukup luas dalam sektor tekstil. Senyawa metilen biru hanya dapat berguna 5% dan sisanya 95% terikut menjadi limbah (Riapanitra, 2018).

Sifat Kimia dan Fisik Metilen Biru turunan *fenotiazin*. Struktur kimianya memberikan kemampuan untuk bereaksi sebagai agen redoks,

yaitu dapat berada dalam dua bentuk: teroksidasi (berwarna biru) dan tereduksi (tidak berwarna atau putih, yang dikenal sebagai leuko-Metilen Biru). Intensitas warna ini berbanding lurus dengan konsentrasinya, menghasilkan larutan berwarna biru. Toksisitas meskipun digunakan dalam berbagai aplikasi, MB dapat memiliki efek toksik jika terpapar dalam dosis tinggi, berupa gangguan saluran pada saluran cerna jika tertelan, masuk dalam saluran pernapasan makhluk hidup, serta gangguan pada kulit. Oleh sebab itu, penanganan dengan cara tepat harus diperlukan (Riapanitra, A. 2018).

Didalam industri tekstil zat warna golongan *thiazine* ini adalah zat pewarna tergolong murah. Zat pewarna ini biasanya digunakan untuk pewarna pada kulit, mori dan kain katun. Berikut ini merupakan struktur dari metilen biru :



**Gambar 2.2** Struktur Metilen Biru

#### 4. Adsorpsi

Adsorpsi adalah peristiwa terserapnya atau menempelnya suatu molekul pelarut kedalam permukaan pori-pori padatan dan terjadi pada bidang batas. Padatan tempat untuk melekatnya molekul biasanya disebut adsorben, sedangkan pada molekul yang menempel pada pori-pori padatan biasanya dinamakan adsorbat. Adsorpsi diibaratkan seperti suatu molekul

yang meninggalkan fasa cairnya dan menempel ke fasa lainnya baik secara kimia maupun fisika. Proses adsorpsi fisika terjadi diakibatkan adanya gaya tarik antarmolekul yang lemah (gaya Van der Waals) antara adsorben dengan adsorbat. Proses ini bersifat reversibel, seringkali melibatkan pembentukan lapisan multi-molekul (multilayer), dan energi adsorpsinya relatif kecil. Adsorpsi kimia yang disebabkan oleh terbentuknya ikatan kimia (ikatan ion atau kovalen) antara adsorben dan adsorbat, dapat melibatkan terjadinya pertukaran atau pemakaian bersama elektron. Pada proses ini bersifat ireversibel atau sulit dibalik, pada umumnya membentuk lapisan tunggal (monolayer), dan energi adsorpsinya menjadi lebih besar.

Pada proses adsorpsi didasarkan pada kemampuan termodinamika atau kinetik yang terjadi diakibatkan interaksi antara permukaan adsorben dan adsorbat. Disaat adsorbat kontak dengan permukaan adsorben, pada molekul-molekul adsorbat ditarik dan terikat melalui gaya pada permukaan adsorben. Proses adsorpsi ini umumnya berfungsi untuk memisahkan suatu senyawa dari senyawa yang lain melibatkan proses fisika dan biologi yang berhubungan dengan penumpukan pada antarmuka fase lainnya (fasa padat). Adapun faktor-faktor yang memengaruhi proses adsorpsi yaitu luas permukaan, jumlah pori-pori padatan, komposisi kimia dan ukuran pori, sedangkan faktor sifat fisika dan kimia seperti ukuran molekul dan takaran kimia (Riapanitra, 2018). Berikut ini adalah faktor-faktor yang mempercepat dan memperlambat adsorpsi :

- a. **Luas Permukaan**, dimana jika luas permukaan semakin besar maka konsentrasi adsorbat pada permukaan padatan semakin besar. Dalam hal ini luas permukaan besar adalah benda berwujud serbuk, karena jika berwujud serbuk kontak permukaan adsorben terhadap bahan cairnya semakin banyak.
- b. **Ukuran Pori**, Ukuran pori ini sangat berpengaruh terhadap banyak sedikitnya cairan yang terserap molekulnya. Jika semakin besar ukuran pori dan semakin banyak pula bagian pori-pori tersebut, cairan akan cepat berkurangnya konsentrasi.
- c. **Waktu kontak**, jika semakin lama waktu kontak adsorben beserta larutan maka persen pengurangan pada konsentrasi larutan semakin besar.

#### 5. Aktivasi Adsorben

Aktivasi adsorben merupakan proses yang bertujuan untuk memodifikasi dan memperbaiki karakteristik adsorben, terutama untuk membentuk dan membuka pori-pori pada permukaannya sehingga adsorben menjadi lebih efektif dalam menyerap zat. Aktivasi adsorben juga meliputi secara fisika dan kimia yaitu melibatkan pencampuran dengan larutan kimia seperti asam (misalnya, asam klorida (HCL), asam nitrat (HNO<sub>3</sub>), H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) atau basa (misalnya, NaOH). Aktivasi kimia juga dapat mengaktifkan gugus fungsi pada adsorben. Sedangkan untuk aktivasi secara fisika melibatkan perlakuan panas, seperti pengovenan pada suhu tertentu (misalnya, 100°C selama 3 jam atau 300°C selama 3 jam untuk

zeolit (Riapanitra, 2018).

#### 6. Isoterm Adsorpsi Freundlich

Penentuan pada jenis isoterm yang paling banyak digunakan untuk menyatakan adsorpsi padat cair yaitu isoterm Freundlich. Menurut isoterm Freundlich  $y$  merupakan bagian dari berat zat terlarut per gram pelarut dan  $c$  adalah konsentrasi larutan. Selanjutnya  $k$  dan  $n$  adalah konstanta adsorpsi yang bergantung pada jenis adsorben serta suhu adsorpsi,  $X_m$  merupakan berat zat teradsorb, dan  $m$  adalah berat adsorben. Isoterm adsorpsi Freundlich dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$X_m/m = kC^{1/n} \dots\dots\dots (3)$$

$$\text{Log}(X_m/m) = \text{log } k + 1/n \cdot \text{Log } C \dots\dots\dots (4)$$

Menurut (Harahap, 2018) bahwa isoterm adsorpsi mengasumsi bahwa semua permukaan partikel adsorben dapat menyerap larutan saat terjadi kontak, namun tidak dapat menjelaskan jika beberapa area adsorben yang menolak melakukan kontak dengan cairan.

#### 7. Isoterm Adsorpsi Langmuir

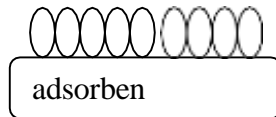
Pada isoterm adsorpsi Langmuir ini dapat didefinisikan bahwa

kapasitas maksimum terjadi karena terbentuknya lapisan monolayer pada permukaan adsorben. Isoterm jenis ini berasaskan pada asumsi berikut (Handayani, 2019) :

- a. Gas yang digunakan sebagai bahan yang diadsorb diasumsikan ideal.
- b. Afinitas kedudukan ikatan untuk molekul gas adalah sama, artinya permukaan adsorbat adalah homogen.
- c. Interaksi antar molekul adsorbat dianggap nol.
- d. Adsorpsi diasumsikan hanya terjadi pada 1 lapisan saja.
- e. Persamaan isoterm jenis ini digambarkan melalui.

**Persamaan :**

$$X_m/m = (a.C) / (1+bc) \quad X_m/m = kC_1/n \dots \dots \dots (5)$$



**Gambar 2.3** Model Isoterm Adsorpsi Langmuir (Riapanitra, 2018)

8. Limbah Pabrik (*Bagasse Fly Ash*)

*Bagasse Fly Ash* adalah salah satu dari hasil samping pabrik gula yang keberadaannya kurang dimanfaatkan. *Bagasse Fly Ash* ini diperoleh dari sisa pembakaran ampas tebu dan jika tidak diolah dengan baik dapat menimbulkan pencemaran udara. Limbah ampas tebu masih mengandung silika oksida, alumunium oksida, Besi(III) oksida, serta kalsium oksida yang berperan sebagai adsorben logam berat (Astari & Utami, 2018). Pada struktur *bagasse fly ash* zat yang paling berperan sebagai adsorben adalah silika karena mempunyai sifat inert, sifat adsorpsi serta sifat pertukaran ion yang baik.

## B. Kajian Empiris

Menurut literatur pada penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini, dapat dilihat hasil penelitian sebelumnya sebagai berikut :

Berdasarkan penelitian (Lestari, N. C., 2021) dengan judul “Pemanfaatan Cangkang Telur Dan Sekam Padi Sebagai Bioadsorben Limbah Tekstil” memanfaatkan campuran sekam padi dan cangkang telur untuk mengadsorpsi metilen biru dimana dapat menurunkan konsentrasi metilen biru yang semula 20 ppm menjadi 23 ppm.

Menurut penelitian (Sudarni et al, 2021) dengan judul ”*Malachite Green Removal by Activated Potassium Hydroxide Clove Leaf Agrowaste Biosorbent: Characterization, Kinetic, Isotherm, and Thermodynamic Studies*” dinyatakan bahwa semakin lama waktu kontak maka semakin besar pula kapasitas penyerapan adsorbat ke permukaan adsorben, sedangkan semakin banyak dosis adsorben maka persentase malachite hijau semakin sedikit pada larutan.

Menurut Penelitian (Nurhasni, 2018) dengan judul “Pemanfaatan Kulit Kacang Tanah Pada Zat Warna Metilen Biru” menjelaskan bahwa suatu adsorben kulit kacang tanah apabila diadsorpsi dengan menggunakan basa dominan mengadsorpsi zat metilen biru. Pada jurnal ini dijelaskan bahwa dengan waktu kontak 60 menit konsentrasi adsorben maksimum 1%, pH optimum 9 dengan kapasitas adsorpsi 14 mg/g.

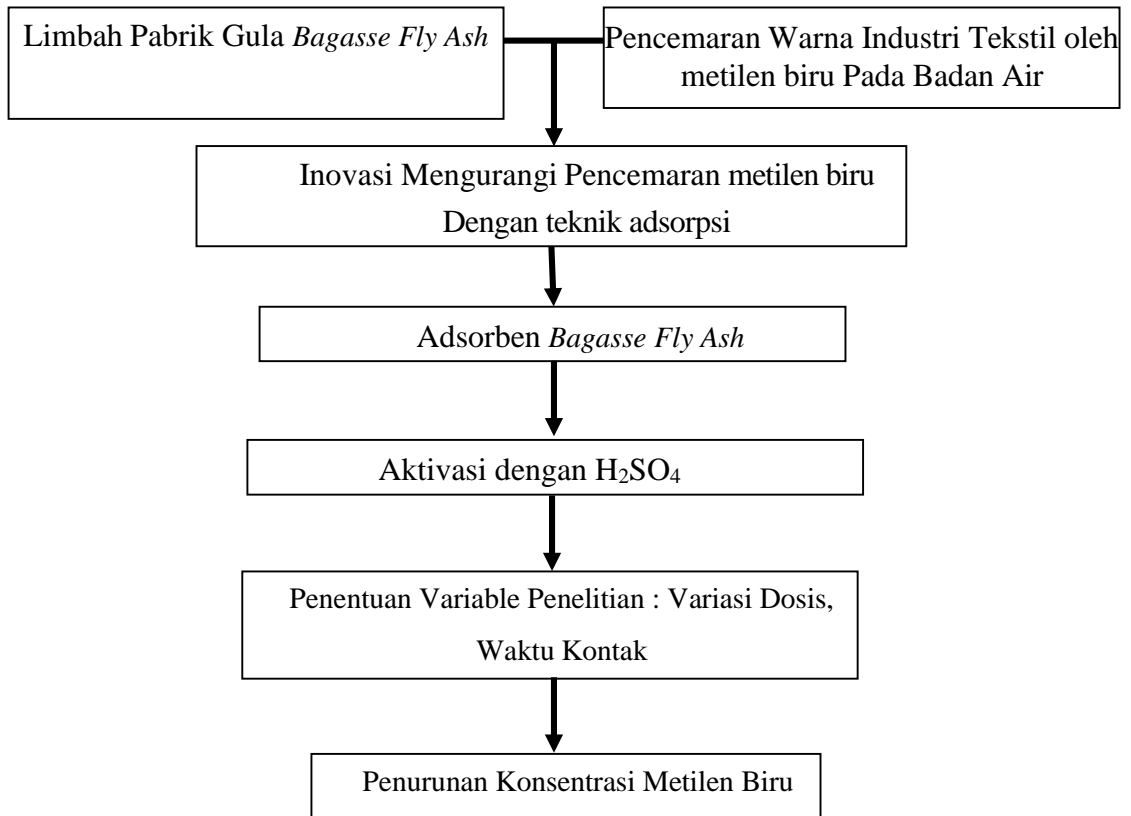
Berdasarkan dipenelitian sebelumnya dan dibandingkan dengan penelitian ini dengan judul “ Pengaruh Waktu Kontak Dan Dosis Adsorben

*Bagasse Fly Ash* Pabrik Gula Terhadap Kemampuan Adsorpsi Metilen Biru” dapat ditarik kesimpulan bahwa ada perbedaan penelitian ini dengan lainnya terletak pada jenis adsorben, perlakuan adsorben serta cairan yang akan diadsorb.

### C. Kerangka Berpikir Penelitian

Kebutuhan pada masyarakat akan minyak atsiri yang tinggi menyebabkan banyak perusahaan yang bergerak dibidang tersebut berbondong-bondong untuk meningkatkan kapasitas produksinya. Industri tekstil merupakan industri pengolahan kapas menjadi pakaian jadi dengan melibatkan berbagai proses. Proses-proses pada industri tekstil menciptakan limbah yang mengandung warna. Limbah tekstil berwarna ini dapat menyebabkan pencemaran lingkungan dengan mengganggu rantai makanan. Pewarna yang masuk ke badan air akan menghalangi sinar matahari yang masuk ke dalam air sehingga mengganggu proses fotosintesis alga air. Jika hal ini terus terjadi maka akan merusak ekosistem pada air.

Berdasarkan dua masalah diatas, dalam rangka mengurangi limbah tersebut perlu adanya pengolahan terlebih dahulu. Pengolahan tersebut yang dimaksud ialah memanfaatkan limbah *Bagasse Fly Ash* pabrik gula menjadi adsorben untuk mengadsorb metilen biru yang merupakan pewarna tekstil. Pada penelitian ini, mempunyai beberapa variable meliputi variasi massa adsorben, variasi waktu kontak, kadar air, densitas, dan pengaruh aktivasi terhadap kemampuan adsorpsi. Berdasarkan pemikiran yang dijabarkan diatas maka dapat dibuat skema berpikir seperti pada gambar 2.4 berikut :



**Gambar 2.4** Kerangka Berfikir