

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses penggumpalan substansi terlarut dalam larutan oleh permukaan zat penyerap yang membuat masuknya bahan dan mengumpul dalam suatu zat penyerap. Keduanya sering muncul bersamaan dengan suatu proses maka ada yang menyebutnya sorpsi. Pada Adsorpsi ada yang disebut Adsorben dan Adsorbat. Adsorben adalah zat penyerap, sedangkan adsorbat adalah zat yang diserap (Miranda, 2008).

Adsorpsi adalah proses dimana molekul-molekul fluida menyentuh dan melekat pada permukaan padatan. Adsorpsi adalah fenomena fisik yang terjadi saat molekul-molekul gas atau cair dikontakkan dengan suatu permukaan padatan dan sebagian dari molekul-molekul tadi mengembun pada permukaan padatan tersebut. Proses adsorpsi dapat berlangsung jika suatu permukaan padatan dan molekul-molekul gas atau cair dikontakkan. Dalam adsorpsi digunakan istilah adsorbat dan adsorben, dimana adsorbat adalah substansi yang terserap atau substansi yang akan dipisahkan dari pelarutnya, sedangkan adsorben adalah merupakan suatu media penyerap (Suartika & Cangtika, 2012).

2.1.1 Jenis-Jenis Adsorpsi

Berdasarkan kekuatan dalam berinteraksi, adsorpsi dapat dibedakan menjadi 2, yaitu adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia.

1. Adsorpsi Fisika

Adsorpsi fisika terjadi bila gaya intermolekular lebih besar dari gaya tarik antar molekul atau gaya tarik menarik yang relatif lemah antara adsorbat dengan permukaan adsorben. Gaya ini disebut gaya Van der Waals sehingga adsorbat dapat bergerak dari satu bagian permukaan ke bagian permukaan lain dari adsorben. Gaya antar molekul adalah gaya tarik antara molekul-molekul fluida dengan permukaan padat, sedangkan gaya intermolekular adalah gaya tarik antar molekul-molekul fluida itu sendiri (Miranda, 2008).

2. Adsorpsi Kimia

Adsorpsi kimia terjadi karena adanya gaya – gaya kimia dan diikuti oleh reaksi kimia. Pada adsorpsi kimia, hanya satu lapisan gaya yang terjadi. Besarnya energi adsorpsi kimia ± 100 kJ/mol. Adsorpsi jenis ini menyebabkan terbentuknya ikatan secara kimia sehingga diikuti dengan reaksi kimia, maka adsorpsi jenis ini akan menghasilkan produksi reaksi berupa senyawa yang baru. Ikatan kimia yang terjadi pada kemisorpsi sangat kuat mengikat molekul gas atau cairan dengan permukaan padatan sehingga sangat sulit untuk dilepaskan kembali (irreversibel). Dengan demikian dapat diartikan bahwa pelepasan kembali molekul yang terikat di adsorben pada kemisorpsi sangat kecil (Wahidmurni, 2017).

2.1.2 Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Adsorpsi

Faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah luas permukaan, pH larutan, temperatur, dan ukuran molekul adsorbat.

1. Luas Permukaan Adsorben

Proses adsorpsi merupakan fenomena yang terjadi di permukaan adsorben. Kapasitas adsorpsi suatu material sebanding dengan luas permukaan spesifik dengan anggapan bahwa total dari luas permukaan dapat melakukan proses adsorpsi. Maka dari itu, semakin besar luas permukaan dan semakin banyak pori yang dimiliki suatu adsorben, maka semakin banyak adsorbat yang terserap dan laju adsorpsi semakin meningkat. Luas permukaan yang sangat berpengaruh terhadap proses adsorpsi adalah yang terletak di dimensi molekul dari pori-pori (Ii & Pustaka, 2008).

2. Ukuran Molekul Adsorbat

Ukuran molekul adsorbat Ukuran molekul adsorbat yang sesuai merupakan hal penting agar proses adsorpsi dapat terjadi, karena molekul-molekul yang dapat diadsorpsi adalah molekul-molekul yang diameternya lebih kecil atau sama dengan diameter pori adsorben (Ii & Pustaka, 2008).

3. Sifat Adsorben

Karbon aktif adalah pengemban dalam bentuk padatan berpori yang melekat pada elemen. Karbon bebas adalah sebagian besar penyusunnya dan masing-masing berikatan secara kovalen. Oleh

karena itu, permukaan karbon aktif bersifat non-polar. selain komposisi dan dukungan polaritas, struktur pori merupakan faktor penting untuk dipertimbangkan. Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan, semakin kecil pori – pori pada karbon aktif, maka luas permukaannya semakin besar. Oleh karena itu kecepatan adsorpsi akan bertambah besar. Laju adsorpsi dapat ditingkatkan dengan menggunakan karbon aktif (Huda, 2018).

4. pH

pH memiliki pengaruh yang besar terhadap tingkat proses adsorpsi, disebabkan ion hidrogen dapat menjerap dengan kuat, selain itu pH juga dapat mempengaruhi ionisasi. Senyawa organik asam lebih mudah diadsorpsi pada suasana pH rendah, sedangkan senyawa organik basa lebih mudah diadsorpsi pada suasana pH tinggi. Nilai optimum pH bisa ditentukan dengan melakukan pengujian di laboratorium (Miranda, 2008).

5. Suhu/Temperatur

Pada saat molekul-molekul adsorbat menempel pada permukaan adsorben terjadi pembebasan sejumlah energi sehingga adsorpsi digolongkan bersifat eksoterm. Bila suhu rendah maka kemampuan adsorpsi meningkat sehingga adsorbat bertambah (Huda, 2018).

6. Konsentrasi Zat Adsorbat

Semakin tinggi konsentrasi adsorbat, semakin besar zat terlarut (Ayu, 2016).

7. Waktu Kontak

Waktu kontak yang lebih lama akan menyebabkan jumlah adsorbat yang teradsorpsi semakin banyak karena semakin banyak partikel adsorben yang berinteraksi dengan adsorbat (Putra *et al.*, 2019).

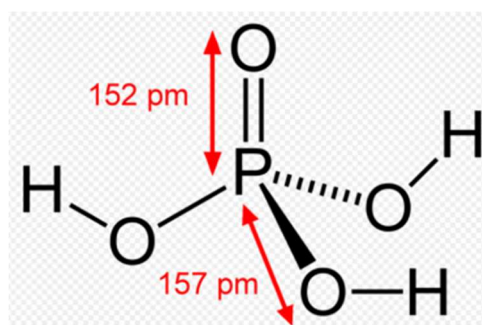
2.1.3 Aktivator H_3PO_4

Aktivator merupakan zat atau senyawa kimia yang digunakan untuk mengaktivasi arang sebelum menjadi arang aktif (Meilianti, 2020).

Aktivasi secara kimia merupakan aktivasi yang dilakukan memakai zat kimia. Aktivator yang digunakan biasanya asam klorida (HCl), natrium hidroksida (NaOH) magnesium klorida ($MgCl_2$), seng klorida ($ZnCl_2$), kalsium klorida ($CaCl_2$), natrium klorida (NaCl), dan natrium karbonat (Na_2CO_3). Pada jurnal Esterlita & Herlina (2015), mengemukakan bahwa dalam pembuatan karbon aktif dengan aktivasi kimia, aktivator yang lebih baik digunakan untuk material lignoselulosa, seperti pelepah aren, ialah aktivator yang bersifat asam, seperti $ZnCl_2$ dan H_3PO_4 , dibandingkan dengan aktivator yang bersifat basa, seperti KOH. Aktivator yang digunakan mampu menyebabkan membengkaknya adsorben. Pada proses aktivasi, bahan kimia bertindak sebagai penstabil, mencegah adsorben mengempis. Beberapa keuntungan menggunakan aktivasi secara kimia antara lain menghasilkan yield yang lebih tinggi, mikropori dapat dikontrol dan hanya membutuhkan temperatur rendah. Metode aktivasi kimia juga dapat dilakukan dengan perendaman (Ismah, 2022).

Aktivasi dilakukan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Ma'rifah *et al.*, 2018).

Asam fosfat atau asam ortofosfat merupakan asam mineral anorganik berbentuk cairan dengan rumus kimia H_3PO_4 . Senyawa ini memiliki komposisi utama fosfor dari batuan fosfat yang dapat ditemukan di alam sebagai batuan endapan atau sedimen, batuan beku, batuan metamorfik, dan g 8 Al, Fe serta logam berat Cd, Pb, As, Ni, dan Co.



Gambar 2.1 Zat Kimia H_3PO_4 (Ma'rifah *et al.*, 2018)

Nama IUPAC	: Phosphoric acid / Asam Fosfat
Nama Lain	: Asam Orthofosfat
Rumus Kimia	: H_3PO_4
Massa Molar	: 97,99 g/mol
Titik Lebur	: 2.932 °C
Titik Didih	: 158-213°C (Terdekomposisi)
Kelarutan	: Larut dalam air , larut dalam ethanol
Warna/bentuk	: Cair, tak berbau, tak berwarna

2.1.4 Mekanisme Adsorpsi

Proses adsorpsi dapat berlangsung jika padatan atau molekul gas atau cair dikontakkan dengan molekul-molekul adsorbat, sehingga didalamnya terjadi gaya kohesif atau gaya hidrostatis dan gaya ikatan hidrogen yang bekerja diantara molekul seluruh material. Gaya-gaya yang tidak seimbang menyebabkan perubahan-perubahan konsentrasi molekul pada interface solid/fluida. Molekul fluida yang diserap tetapi tidak terakumulasi/melekat ke permukaan adsorben disebut adsorptif sedangkan yang terakumulasi/melekat disebut adsorbat. Proses adsorpsi menunjukkan dimana molekul akan meninggalkan larutan dan menempel pada permukaan zat adsorben akibat reaksi kimia dan fisika. Proses adsorpsi tergantung pada sifat zat padat yang mengadsorpsi, sifat antar molekul yang diserap, konsentrasi, temperatur dan lain-lain (Miranda, 2008)

Proses adsorpsi biasanya dilakukan untuk mengurangi senyawa organik yang terdapat dalam limbah cair, sehingga limbah cair dapat dimurnikan. Proses adsorpsi terjadi karena adanya luas permukaan, makin luas permukaan adsorben yang disediakan maka makin banyak molekul yang diserap (Wijayanti & Kurniawati, 2019). Proses adsorpsi terbagi menjadi 4 yaitu:

1. Transfer molekul-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 (proses adsorpsi sebenarnya) (Mangundap, 2013)

2.1.5 Isoterm Adsorpsi

Isoterm adsorpsi merupakan hubungan kesetimbangan antara konsentrasi pada fase cair dan konsentrasi pada partikel adsorben pada suhu tertentu. Isoterm adsorpsi adalah proses adsorpsi yang berlangsung pada temperatur tetap. Model isoterm adsorpsi yang paling umum dan banyak digunakan dalam adsorpsi adalah model isoterm Langmuir dan model isoterm Freundlich (Anggriani *et al.*, 2021).

1. Isoterm *Langmuir*

Pada tahun 1918, Langmuir menurunkan teori isoterm menggunakan model sederhana dari gas padat yang menyerap permukaannya. Model ini mendefinisikan bahwa kapasitas adsorpsi maksimum terjadi karena adanya lapisan adsorbat tunggal pada permukaan adsorben.

- 1) Energi adsorpsi konstan dan tidak bergantung pada muatan permukaan.

2) Adsorpsi terjadi pada tingkat situs aktif yang terlokalisasi dan tidak ada interaksi antara adsorbat. Adsorpsi maksimum yang mungkin terjadi pada lapisan tunggal yang sempurna (Sriwijaya, 2019)

2.1.6 Kinetika Adsorpsi

Kinetika adsorpsi menyatakan adanya proses penyerapan suatu zat oleh adsorben dalam fungsi waktu. Karakteristik kemampuan penyerapan adsorben terhadap adsorbat dapat dilihat dari laju adsorpsinya. Laju adsorpsi dapat diketahui dari konstanta laju adsorpsi (k) dan orde reaksi yang dihasilkan dari suatu model kinetika adsorpsi (Anggriani *et al.*, 2021).

Orde reaksi adalah bagian dari persamaan reaksi. Suatu aspek yang digunakan untuk menentukan waktu berlangsungnya. Laju penyerapan dari adsorbat oleh adsorben dengan bertambahnya waktu kontak merupakan salah satu parameter yang menggambarkan efisiensi dari adsorben. Model kinetika adsorpsi yang paling umum digunakan adalah persamaan orde nol, orde pertama semu dan orde dua semu. Persamaan orde nol didasarkan pada fakta bahwa laju reaksi tidak dipengaruhi oleh perubahan konsentrasi reaktan (Ariana, 2016).

2.2 Adsorben

Adsorben merupakan zat padat yang dapat menyerap komponen tertentu dari suatu fase fluida. Kebanyakan adsorben adalah bahan-bahan yang sangat berpori dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding-dinding pori atau pada letak-letak tertentu didalam partikel itu. Oleh karena pori-pori biasanya sangat kecil maka luas permukaan dalam menjadi beberapa orde besaran lebih besar daripada permukaan luar dan bisa mencapai 2000 m/g. Adsorpsi adalah suatu proses pemisahan dimana komponen dari suatu fluida berpindah kepermukaan zat padat yang menyerap (adsorben). Adsorben yang digunakan secara komersial dikelompokkan menjadi dua yaitu kelompok polar dan non polar.

1. Adsorben polar disebut juga *hydrophilic*.
2. Adsorben non polar disebut juga *hydrophobic* (Hutasuhut & Siswarni, 2013).

Syarat-syarat adsorben yang baik untuk proses adsorpsi, adalah sebagai berikut:

1. Mempunyai daya serap yang tinggi
2. Berupa zat padat yang mempunyai luas permukaan yang besar Tidak boleh larut dalam zat yang akan diadsorpsi
3. Tidak boleh terjadi reaksi kimia dengan campuran yang akan dimurnikan dan dapat diregenerasi kembali dengan mudah
4. Tidak beracun
5. Tidak meninggalkan residu berupa gas yang berbau

6. Mudah didapat dan harganya murah (Ayu, 2016).

2.2.1 Karakteristik Adsorben

1. Kemurnian Adsorben

Sebagai zat yang digunakan untuk mengadsorpsi, adsorben yang lebih murni memiliki kemampuan adsorpsi yang lebih baik.

2. Ukuran Partikel

Luas permukaan dan volume pori laju adsorpsi meningkat dengan menurunnya ukuran partikel. Jumlah molekul dari adsorbat meningkat dengan bertambahnya luas permukaan dan volume pori dari adsorben.

3. Kelarutan Adsorbat

Agar adsorpsi terjadi, larutan harus terpisah. Senyawa terlarut memiliki gaya tarik-menarik yang kuat terhadap pelarut, sehingga lebih sulit untuk menyerap senyawa yang tidak larut.

4. Temperatur Absolut

Temperatur absolut merupakan temperatur adsorbat. Ketika molekul gas atau adsorbat melekat di permukaan adsorben, maka terjadi pembebasan sejumlah energi. Selanjutnya peristiwa adsorpsi itu dinamakan peristiwa eksotermis. Pada adsorpsi fisika, berkurangnya temperatur akan menambah jumlah adsorbat yang teradsorpsi dan demikian pula untuk peristiwa selanjutnya (Ramadhanty *et al.*, 2021)

2.2.2 Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan senyawa karbon yang telah ditingkatkan adsorpsinya dengan melakukan proses karbonisasi dan aktivasi. Karbon aktif digunakan sebagai adsorben emisi gas CO, NO, dan NO_x karena tersedia dalam jumlah besar dan memiliki harga yang murah. Adsorben kimia (berupa karbon aktif/arang aktif) secara teoritis dapat digunakan untuk mereduksi pencemaran udara (Gunawan *et al.*, 2020).

Karbon aktif adalah suatu bahan yang mengandung unsur karbon 85-95% dan merupakan padatan berpori. Karbon aktif ini merupakan hasil pemanasan bahan yang mengandung karbon pada suhu tinggi tetapi tidak teroksidasi (Dewi *et al.*, 2021).

Karbon aktif adalah karbon yang telah dibuka pori-porinya sehingga memiliki daya serap yang tinggi. Karbon aktif adalah karbon bebas dan memiliki permukaan dalam, sehingga memiliki daya serap yang baik. Aktivitas penyerapan karbon aktif bergantung pada jumlah senyawa karbon yang bervariasi dari 85% sampai 95% karbon bebas. Karbon aktif berwarna hitam, tidak berbau, tidak berasa dan memiliki daya serap yang jauh lebih besar daripada karbon aktif yang tidak mengalami proses aktivasi, dan memiliki permukaan yang terletak antara 300 dan 2000 m²/gram. Karbon aktif ini terdiri dari dua bentuk tergantung pada ukuran butirannya, yaitu karbon aktif dan karbon aktif granular. Karbon aktif dalam bentuk bubuk dengan ukuran partikel kurang dari 325 mesh.

Sedangkan karbon aktif granular memiliki granular lebih besar dari 325 mesh (Cita, 2016).

Karbon aktif banyak digunakan oleh industri. Hampir 60% produksi bahan aktif global digunakan oleh industri gula, minyak dan lemak, bahan kimia dan farmasi. Penggunaan karbon aktif secara umum dapat dilihat pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Penggunaan dan kegunaan karbon aktif (Hartini *et al.*, 2014)

No	Penggunaan	Kegunaan
1	Industri gula	Penghilangan zat-zat warna, menyerap proses penyaringan menjadi lebih sempurna.
2	Industri obat dan makanan	Menyaring, penghilangan bau dan rasa.
3	Pengolahan pupuk	Pemurnian, penghilangan bau.
4	Minuman keras dan ringan	Penghilangan warna, bau pada minuman.
5	Katalisator	Reaksi kasalisator pengangkut vinil klorida, vinil asetat.
6	Kimia Perminyakan	Penyulingan bahan mentah
7	Pemurnian gas	Menghilangkan sulfur, gas beracun, dan bau busuk asap
8	Pembersihan air	Penghilangan warna, bau, penghilangan resin
9	Pelarut yang digunakan kembali	Penarikan kembali berbagai pelarut
10	Budi daya udang	Pemurnian, penghilangan ammonia, nitrit, fenol, dan logam berat

Pembuatan karbon aktif dilakukan dengan proses dehidrasi, karbonisasi dan dilanjutkan dengan proses aktivasi bahan karbon yang umumnya berasal dari tumbuh-tumbuhan. Proses karbonisasi dilakukan dengan membakar bahan yang mengandung karbon dan dilakukan tanpa kontak langsung dengan udara. Proses karbonisasi disebut juga pirolisis yang didefinisikan sebagai suatu tahap dimana

bahan organik awal diubah menjadi bahan yang seluruhnya berupa karbon. Proses karbonisasi dilanjutkan dengan proses aktivasi dimana proses ini akan mengubah produk atau material karbon menjadi adsorben (Hartini *et al.*, 2014).

Menurut SNI 06-3730-1995, kadar air yaitu harus maksimal 15%. Untuk kadar abu menurut SNI yaitu maksimal 10%. Kadar karbon menurut SNI yaitu maksimal 25% dan kadar iod menurut SNI yang telah ditetapkan yaitu harus minimal 750 mg/g (Meilianti, 2018).

Tabel 2.2 Standar Karbon Aktif (SNI) 06-3730-1995

Jenis Persyaratan	Parameter
Kadar Air	Mak 15%
Kadar Abu	Mak 10%
Kadar Zat Menguap	Mak 25%
Daya Serap Terhadap Iodium	Min 750 mg/g
Daya Serap Terhadap Metilene Blue	Min 25 mg/g

2.3 Ampas Tahu



Gambar 2.2 Ampas Tahu (Budaarsa *et al.*, 2014)

2.3.1 Definisi

Ampas tahu merupakan hasil samping dari proses pembuatan tahu. Ampas tahu memiliki daya tahan yang singkat. Jika tanpa proses pengolahan ampas tahu akan bertahan selama 3 hari (Nastiti *et al.*, 2014)

Ampas tahu adalah residu yang tersisa dari proses penyaringan kedelai dalam pembuatan tahu. Serbuk ampas tahu menyebabkan protein dalam serbuk ampas tahu terurai menghasilkan gas amonia. Ampas tahu merupakan residu dari penyaringan susu kedelai pada saat proses membuat tahu. Dalam proses pembuatan tahu, ampas tahu yang didapatkan cukup melimpah. Melimpahnya ampas tahu dapat mencemari lingkungan. Jika tidak digunakan secara optimal bahan organik yang terkandung dalam ampas tahu dapat terurai setelah 12 jam pada saat proses pembuatan tahu (Hartini, 2014).

2.3.2 Kandungan Ampas Tahu

Kedelai mengandung protein, apabila diolah menjadi sebagian protein akan menjadi produk tahu dan sisanya akan dimasukkan dalam limbah melalui proses pembuatan tahu yaitu limbah padat dan limbah cair (Hartini, 2014). Komposisi nutrisi/kimia pada ampas tahu dapat dilihat pada tabel 2.2.

Tabel 2.3 Komposisi Nutrisi/Kimia Pada Ampas Tahu (Suprapti, 2005).

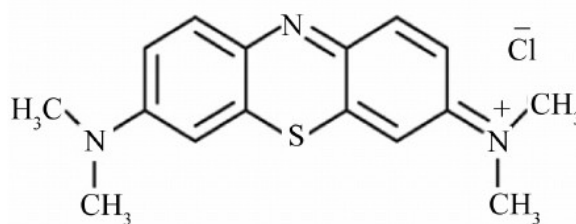
Nutrisi	Ampas Tahu	
	Basah (%)	Kering (%)
Bahan Kering	14,69	88,35
Protein Kasar	2,91	23,39
Serat Kasar	3,76	19,44
Lemak Kasar	1,39	9,96
Abu	0,58	4,58
BETN	6,05	30,48

Ampas tahu merupakan limbah dari pembuatan tahu yang dapat mencemari lingkungan, namun ampas tahu dapat dimanfaatkan sebagai adsorben. Ampas tahu merupakan adsorben yang cepat dan efektif terhadap methyl orange hingga kemampuan adsorpsi 85%. Ampas tahu cukup efektif dalam mengadsorpsi limbah, namun waktu kontak yang diperlukan cukup tinggi. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengatasi hal tersebut yaitu dengan menjadikan ampas tahu sebagai karbon aktif teraktivasi (Yuyun & Widodo, 2018).

Penggunaan limbah ampas tahu ini sebagai penyerap atau pengadsorpsi dikarenakan tahu memiliki kandungan protein yang mempunyai daya

serapan dari asam-asam amino yang membentuk zwitter ion atau bermuatan dua. Protein yang mempunyai sisi atau gugus aktif bisa mengikat ion-ion logam atau senyawa lainnya. Logam-logam berat dan berbahaya seperti timbal, kadmium, krom, merkuri, dan arsen yang bersifat racun bisa diikat dengan protein sebagai bentuk metalotionein (Indah *et al.*, 2021)

2.4 Zat Warna *Methylene Blue*



Gambar 2.3 Struktur Kimia Senyawa *Methylene Blue* (Baunsele & Missa, 2020)

Nama IUPAC	:3,7-bis(dimetalamino)-phenazathionium chloridetetramethylhionine 16 chloride.
Nama Lain	: C. 1. 52015
Rumus Kimia	: C ₁₆ H ₁₈ N ₃ SCl
Massa Molar	: 319,85 g/mol
Titik Lebur	: 100-110 °C (dengan dekomposisi)
Titik Didih	: Terdekomposisi
Kelarutan	: Larut dalam air
Warna/bentuk	: padatan, tak berbau, berbentuk bubuk warna hijau tua yang akan menghasilkan larutan warna biru tua bila dilarutkan dalam air. Daya larut dalam air sebesar 35,5 g/L

Methylene Blue merupakan salah satu senyawa pewarna yang larut di dalam air, bersifat kationik dan sering dipergunakan dalam bidang kimia, biologi, ilmu pengobatan dan industri pewarnaan. Pewarna ini tidak terlalu beracun bagi manusia, tetapi dapat menyebabkan iritasi mata, iritasi kulit, efek sistematis termasuk perubahan darah,. Selain itu paparan senyawa ini pada tingkat tertentu dapat menyebabkan muntah, mual, diare, pusing, keringat berlebih dan radang pencernaan.(Rahayu *et al.*, 2022).

Methylene blue merupakan salah satu contoh zat warna sintesis yang sering dijumpai dalam limbah cair, umumnya berasal dari industri tekstil. Dampak lingkungan yang disebabkan oleh pewarna sintetik tersebut seperti tingginya BOD dan COD, mutagenik, karsinogenik, dan toksisitas degradasi pewarna, terutama pewarna reaktif sulit, karena strukturnya yang kompleks, kelarutan dalam air, dan sifat sintesisnya. Oleh karena itu perlu dicari alternatif efektif untuk menguraikan limbah tersebut (Andro *et al.*, 2024).

2.5 Spektrofotometri UV-VIS

Spektrofotometri, seperti namanya, adalah alat spektrometer dan fotometer. Spektrofotometer menghasilkan cahaya dari panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah ukuran intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi. Jadi, spektrofotometer digunakan untuk

mengukur energi relatif energi ditransmisikan, dipantulkan atau dipancarkan tergantung pada panjang gelombang.

Kelebihan spektrofotometer dengan fotometer adalah gelombang cahaya putih lebih dapat dideteksi dengan cara ini diperoleh dengan cara seperti prisma, kisi-kisi atau slot. Dalam filter fotometer dengan warna berbeda yang spesifikasinya melewati rute ke panjang gelombang tertentu (Irawan, 2019).



Gambar 2.4 Alat Spektrofotometri UV-VIS (Irawan, 2019).

Spektrofotometer UV-Vis dan peralatan didalamnya merupakan instrument pengukuran serapan cahaya yang bekerja pada daerah sinar ultraviolet (200 – 350 nm) dan daerah sinar tampak monokromatis (350 – 800 nm). Spektrofotometer ini menggunakan dua buah sumber cahaya yang berbeda yaitu sumber cahaya ultra violet dan sumber cahaya tampak. Untuk sampel yang akan dianalisis diukur serapan sinar ultra violet atau serapan sinar tampak (Jami, 2021).

2.5.1 Prinsip Spektrofotometri UV-VIS

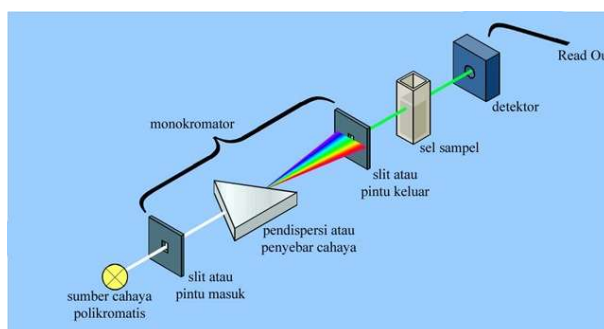
Spektrum elektromagnetik dibagi dalam beberapa daerah cahaya. Suatu area akan diserap oleh atom atau molekul dan Panjang gelombang dari cahaya yang diserap dapat membentuk struktur senyawa yang diteliti. Spektrum elektromagnetik meliputi suatu daerah panjang gelombang yang luas dari sinar gamma gelombang pendek berenergi tinggi sampai pada panjang gelombang mikro. Spektrum adsorpsi dalam daerah-daerah ultra ungu dan sinar tampak umumnya terdiri dari satu atau beberapa pita absorpsi yang lebar, semua molekul dapat menyerap radiasi dalam daerah UV tampak. Oleh karena itu mereka mengandung elektron, dibagi atau tidak, yang dapat tereksitasi ke tingkat yang lebih tinggi. Panjang gelombang di mana penyerapan terjadi terjadi tergantung ada tingkat pengikatan electron dalam molekul. Elektron dalam ikatan kovalen tunggal terikat erat radiasi energi tinggi atau panjang pendek diperlukan untuk membangkitkannya.

Keuntungan utama metode spektrofotometri adalah cara sederhana untuk menentukan jumlah zat yang sangat kecil. Selain itu, hasil yang diperoleh cukup akurat, dimana angka yang terbaca langsung terekam oleh detektor dan berupa angka numerik atau grafik yang telah diregresi (Yahya, 2013).

2.5.2 Skematik Alur Kerja Spektrofotometri UV-VIS

Cahaya dari lampu diarahkan ke lensa dan kemudian ke monokromator untuk menghasilkan cahaya tunggal dari cahaya polikromatis. Cahaya tunggal yang terbentuk dilewatkan melalui sampel dengan konsentrasi zat tertentu. Beberapa cahaya diserap dan beberapa cahaya dilewatkan. Cahaya yang dilewatkan kemudian diukur oleh detektor untuk mengetahui jumlah cahaya yang diserap oleh sampel. Konsentrasi zat dalam sampel dapat dihitung berdasarkan jumlah cahaya yang diserap. Skema proses ini dapat dilihat di bawah: (Mubarok, 2021).

Sumber cahaya – monokromatis – sel sampel – detector- read out



Gambar 2.5 Pembacaan Spektrofotometri UV-VIS (Yahya, 2013)