

SPEKTROSKOPI



Oleh

Drs. I Wayan Suarsa, M.Si

**JURUSAN KIMIA
FALKUTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS UDAYANA
2015**

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya penulis diberi kesehatan dan kekuatan lahir batin dalam menulis Karya Tulis Ilmiah untuk melengkapi dan menambah wawasan pada mata kuliah Kimia Kuantum dan menyelesaikan karya tulis ini yang berjudul “Spektroskopi “ dengan tepat waktu.

Adapun tujuan dari pembuatan paper yang berjudul spektroskopi adalah untuk mengetahui teknik dari masing-masing spektroskopi berdasarkan sinyal radiasinya, untuk mengetahui prinsip kerja dari masing-masing spektroskopi berdasarkan sinyal radiasinya, untuk mengetahui penerapan spektroskopi di berbagai bidang.

Penulis juga menyadari bahwa Karya Tulis Ilmiah ini masih jauh dari sempurna, untuk itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak untuk meningkatkan kualitas penulisan yang lebih baik.

Denpasar, 20 Desember 2015

Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Spektroskopi	3
2.2 Spektroskopi Atomik	3
2.2.1 Spektrofotometri Serapan Atom	4
2.2.2 Spektrofotometri Emisi Atom	5
2.2.3 Atomic Fluorescence Spectroscopy	8
2.3 Spektroskopi Molekul	10
2.3.1 Spektrofotometri UV-Vis	10
2.3.2 Spektroskopi Infra Merah	13
2.4 Bagian-bagian AAS	15
2.5 Bagian-bagian AES	19
2.6 Bagian-bagian dan Alat Spektrofotometer UV-Vis.....	21
2.7 Spektrofotometer Infra Merah	23
BAB III PEMBAHASAN	
3.1 Teknik Masing-masing Mikroskopi Berdasarkan Sinyal Radiasinya	24
3.1.1 Spektroskopi Atomik	24
3.1.2 Spektroskopi Molekul	27
BAB IV PENUTUP	
4.1 Kesimpulan	39
4.2 Saran	39
DAFTAR PUSTAKA	40

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Spektroskopi adalah ilmu yang mempelajari tentang metode-metode untuk menghasilkan dan menganalisis spektrum. Interpretasi spektrum yang dihasilkan dapat digunakan untuk analisis unsur kimia, meneliti arus energi atom dan molekul, meneliti struktur molekul, dan untuk menentukan komposisi dan gerak benda-benda langit (Danusantoso, 1995: 409).

Dikenal dua kelompok utama spektroskopi, yaitu spektroskopi atom (emisi) dan spektroskopi molekul (absorpsi). Dasar dari spektroskopi atom adalah tingkat energi elektron terluar suatu atom atau unsur yang melibatkan energi elektronik, vibrasi, dan rotasi. Sedangkan dasar dari spektroskopi molekul adalah tingkat energi molekul radiasi yang terabsorpsi.

Berdasarkan sinyal radiasi elektromagnetik, spektroskopi dibagi menjadi empat golongan yaitu spektroskopi absorpsi, spektroskopi emisi, spektroskopi *scattering*, dan spektroskopi fluoresensi. Pada spektroskopi absorpsi, terdapat beberapa tipe metode spektroskopi berdasarkan sifat radiasinya, yaitu spektroskopi absorpsi atom (nyala), absorpsi atom (tanpa nyala) dan absorpsi sinar-x. Pada spektroskopi emisi, terdapat beberapa tipe metode spektroskopi yaitu arc spark, plasma argon, emisi atom atau emisi nyala dan emisi sinar-x.

Spektrometer merupakan alat yang digunakan dalam pengukuran spektroskopi yaitu untuk mengukur absorbansi sinar monokromatis oleh suatu larutan dengan cara melewatkan cahaya pada panjang gelombang spesifik dengan menggunakan monokromator prisma atau kisi difraksi dengan detektor *fototube* oleh suatu obyek kaca atau kuarsa yang disebut kuvet dengan sebagian dari cahaya tersebut akan diserap dan sisanya akan dilewatkan. Nilai absorbansi dari cahaya yang dilewatkan akan sebanding dengan konsentrasi larutan di dalam kuvet.

Jenis spektrometer antara lain adalah spectrometer sinar tampak, spektrometer ultra-ungu, spektrometer infra-merah, spektrometer resonansi magnet inti, spektrometer serapan, spektrometer massa, dan spektrometer fluoresensi. Perbedaan dari jenis spektrometer tersebut terletak pada sumber cahaya atau sampel yang disesuaikan dengan apa yang akan diteliti.

Pada spektrometer sinar tampak, contohnya pada serapan cahaya dari radiasi panas

plasma, sumber cahaya plasma difokuskan oleh lensa pemfokus dan diterima monokromator, kemudian dipilih panjang gelombang yang sesuai dengan mengatur selektor panjang gelombang, dan pada saat yang tepat ada cahaya keluaran yang ditangkap fotodiode kemudian sinyal dari fotodiode diteruskan ke osiloskop. Fotodiode yang digunakan sekiranya yang cocok dengan panjang gelombang cahaya dari sumber cahaya plasma tersebut (Widdi Usada, 2009: 1).

Komponen-komponen pokok spektrometer terdiri dari empat bagian penting yaitu sumber radiasi/cahaya, monokromator, tempat cuplikan (kuvet), dan detektor. Sumber radiasi adalah suatu sumber energi yang memancarkan pancaran radiasi elektromagnetik, sedangkan monokromator adalah alat yang paling umum dipakai untuk menghasilkan berkas radiasi dengan satu panjang gelombang. Monokromator untuk radiasi ultra violet, sinar tampak dan infra merah adalah serupa, yaitu mempunyai celah (*slit*), lensa, cermin, dan prisma atau *grating*. Terdapat dua macam monokromator yaitu monokromator prisma bunsen dan monokromator *grating* Czerny-Turney.

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana teknik dari masing-masing spektroskopi berdasarkan sinyal radiasinya?
2. Bagaimana prinsip kerja dari masing-masing spektroskopi berdasarkan sinyal radiasinya?
3. Dalam bidang apa saja spektroskopi diterapkan ?

1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui teknik dari masing-masing spektroskopi berdasarkan sinyal radiasinya.
2. Untuk mengetahui prinsip kerja dari masing-masing spektroskopi berdasarkan sinyal radiasinya.
3. Untuk mengetahui penerapan spektroskopi di berbagai bidang.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Spektroskopi

Spektroskopi adalah ilmu yang mempelajari materi dan atributnya berdasarkan cahaya, suara atau partikel yang dipancarkan, diserap atau dipantulkan oleh materi tersebut. Spektroskopi juga dapat didefinisikan sebagai ilmu yang mempelajari interaksi antara cahaya dan materi. Dalam catatan sejarah, spektroskopi mengacu kepada cabang ilmu dimana "cahaya tampak" digunakan dalam teori-teori struktur materi serta analisa kualitatif dan kuantitatif. Dalam masa modern, definisi spektroskopi berkembang seiring teknik-teknik baru yang dikembangkan untuk memanfaatkan tidak hanya cahaya tampak, tetapi juga bentuk lain dari radiasi elektromagnetik dan non-elektromagnetik seperti gelombang mikro, gelombang radio, elektron, fonon, gelombang suara, sinar x dan lain sebagainya.

2.2 Spektroskopi Atomik

Spektroskopi atom adalah penentuan komposisi unsur dengan spektrum elektromagnetik atau massa. Studi tentang spektrum elektromagnetik disebut Spektroskopi Atom optik. Elektron ada di tingkat energi dalam atom. Tingkat ini telah didefinisikan dengan baik energi dan elektron yang bergerak antara mereka harus menyerap atau memancarkan energi sama dengan perbedaan antara mereka.

Spektroskopi atom digunakan untuk penentuan kuantitatif dan kualitatif mungkin 70 unsur. Sensitivitas atom metode biasanya terletak di bagian-bagian per-juta-per-milyar jangkauan. Tambahan kebajikan metode ini adalah kecepatan, kenyamanan, selektivitas tinggi luar biasa, dan moderat biaya. Spektroskopi penentuan jenis atom hanya dapat dilakukan pada suatu media gas di mana atom individu dengan baik dipisahkan dari satu sama lain. Oleh karena itu, langkah pertama dalam semua prosedur spektroskopi atom atomisasi, sebuah proses di mana sampel adalah volatilized dan terurai sedemikian cara menghasilkan gas atom. Efisiensi dan reproduksibilitas dari langkah atomisasi dalam ukuran besar metode yang menentukan sensitivitas, presisi, dan akurasi, sehingga atomisasi sejauh ini merupakan langkah yang paling kritis dalam spektroskopi atom.

Ilmu spektroskopi atom telah menghasilkan tiga teknik untuk menggunakan analisis:

1. Atomic Absorption
2. Atomic Emission
3. Atomic Fluorescence

2.2.1. Spektrofotometri Serapan Atom

Prinsip dasar Spektrofotometri serapan atom adalah interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan sampel. Spektrofotometri serapan atom merupakan metode yang sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah (Khopkar, 1990). Teknik ini adalah teknik yang paling umum dipakai untuk analisis unsur. Teknik-teknik ini didasarkan pada emisi dan absorpsi dari uap atom. Komponen kunci pada metode spektrofotometri Serapan Atom adalah sistem (alat) yang dipakai untuk menghasilkan uap atom dalam sampel. (Anonim, 2003)

Cara kerja Spektroskopi Serapan Atom ini adalah berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya (Darmono, 1995).

Jika radiasi elektromagnetik dikenakan kepada suatu atom, maka akan terjadi eksitasi elektron dari tingkat dasar ke tingkat tereksitasi. Maka setiap panjang gelombang memiliki energi yang spesifik untuk dapat tereksitasi ke tingkat yang lebih tinggi.

Aspek kuantitatif dari metode spektrofotometri diterangkan oleh hukum Lambert-Beer, yaitu:

$$A = \epsilon \cdot b \cdot c \text{ atau } A = a \cdot b \cdot c$$

Dimana :

A = Absorbansi

ϵ = Absorptivitas molar (mol/L)

a = Absorptivitas (gr/L)

b = Tebal nyala (nm)

c = Konsentrasi (ppm)

2.2.2. Spektrofotometri Emisi Atom (AES)

Spektroskopi emisi atom (AES) adalah metode analisis kimia yang menggunakan intensitas cahaya yang dipancarkan dari api, plasma, atau percikan pada panjang gelombang tertentu untuk menentukan jumlah suatu unsur dalam sampel. Panjang gelombang dari garis spektral atom memberikan identitas elemen sedangkan intensitas cahaya yang dipancarkan sebanding dengan jumlah atomunsur.

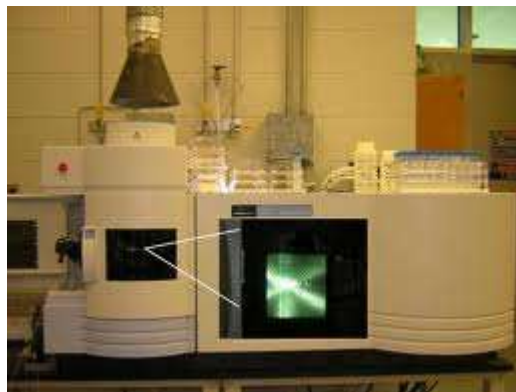
AES menyerap cahaya menggunakan atom bebas. AES adalah instrumen yang menggunakan prinsip ini, bertujuan untuk menganalisis konsentrasi logam dalam larutan. Zat dalam suatu larutan mengalami penguapan, dan dipecah menjadi atom terfragmentasi menjadi nyala atau plasma.

Dalam emisi atom, sampel terkena energi tinggi, lingkungan termal untuk menghasilkan atom keadaan tereksitasi, yang mampu memancarkan cahaya. Sumber energi bisa menjadi busur listrik, api, atau lebih baru-baru ini, sebuah plasma. Spektrum emisi dari elemen terkena seperti sumber energi terdiri dari kumpulan panjang gelombang emisi yang diijinkan, biasanya disebut garis emisi, karena sifat diskrit dari panjang gelombang dipancarkan. Spektrum emisi ini dapat digunakan sebagai karakteristik yang unik untuk identifikasi kualitatif elemen. Atom emisi dengan menggunakan busur listrik telah banyak digunakan dalam teknik analisis. Emission kualitatif juga dapat digunakan untuk menentukan berapa banyak elemen hadir dalam sampel. Untuk analisis “kuantitatif”, intensitas cahaya yang dipancarkan pada panjang gelombang elemen yang akan ditentukan diukur. Intensitas emisi pada panjang gelombang ini akan lebih besar sebagai nomor atom dari unsur analit meningkat. Teknik fotometri nyala api adalah sebuah aplikasi dari emisi atom untuk analisis kuantitatif.

Elektroda yang biasa digunakan untuk berbagai bentuk AES adalah grafit. Grafit merupakan pilihan yang baik untuk bahan elektroda karena

konduktif. Logam yang digunakan sebagai elektroda akan dipakai selama pemakaian dan logam yang dipakai tentunya tidak boleh mengganggu proses.

Analisis kualitatif dilakukan dengan membandingkan panjang gelombang garis intens dari sampel elemen telah diketahui. Pada umumnya setidaknya ada tiga baris intens sampel yang harus cocok dengan elemen sudah diketahui untuk menyimpulkan bahwa sampel mengandung elemen-elemen tersebut.



Gambar 2.1. Alat ICP-AES

a. Analisis Kualitatif dan Kuantitatif
dengan Spektroskopi Emisi

Unsur yang terdapat dalam suatu sampel dapat ditentukan dengan membandingkan spectrum sampel dalam suatu sampel dapat ditentukan dengan membandingkan spectrum sampel dengan spectrum zat murni atau dengan mengukur panjang gelombang garis dan memperhatikan unsur elemen yang bersesuaian dalam tabel. Jika tiga atau lebih garis-garis suatu unsure yang bersesuaian dalam tabel. Jika tiga atau lebih garis-garis suatu unsure teridentifikasi, maka ini sudah cukup untuk suatu identifikasi. Garis-garis RU (*rare earth ultimates*) dan RU *powder* adalah garis dari masing-masing unsur yang hilang terakhir kali apabila konsentrasi unsur-unsur berkurang secara bertahap. Ini adalah garis-garis yang persisten. Garis-garis ini berguna untuk mendeteksi konsentrasi yang rendah. Bubuk dari 50 unsur-unsur menunjukkan RU (*rare earth ultimates*) sehingga disebut juga

RU *powder*. Garis ini dapat digunakan sebagai penolong tambahan untuk mengidentifikasi unsur-unsur.

Dalam analisis kuantitatif, umumnya metode standar dalam digunakan. Dengan metode ini kondisi seperti waktu penyinaran tidaklah perlu terlalu dikendalikan. Pada cara standar dalam, intensitas sampel diukur dan dibandingkan dengan garis standar dalam. Ini dapat berupa salah satu garis yang sama, yang berasal dari berbagai zat yang sengaja ditambahkan dengan perbandingan konsentrasi tertentu ke dalam sampel. Perbandingan intensitas garis tersebut terhadap intensitas garis dari standar dalam tidak dipengaruhi oleh perubahan kondisi analisis. Intensitas kedua garis akan berubah dengan perbandingan yang sama bila terjadi kondisi. Namun kadangkala perubahannya tidak sebanding, pada keadaan ini, maka garis-garis tersebut dikenal sebagai pasangan fiksasi sedangkan bila perubahannya sebanding disebut pasangan homolog. Cara yang sangat berguna untuk membandingkan intensitas garis sampel dari standar dalam adalah dengan mengukur kerapatan kedua garis pada film atau lempeng dengan menggunakan densitometer. Untuk perhitungan, dibuat suatu kurva antara perbandingan kerapatan-kerapatannya dan log konsentrasi.

Terdapat dua metode penyinaran sampel, yakni metode sector log dan sector step. Kedua sector ini diletakkan sebelum *slit* (celah) selama penyinaran. Garis yang dihasilkan melalui sector yang berbeda menghasilkan panjang yang berbeda pula. Yang lebih kuat akan lebih panjang, sedangkan yang lemah akan lebih pendek karena pencahayaan yang lebih sedikit. Jika C konsentrasi; D kerapatan; P intensitas garis tersebut; kemudian h tinggi garis bayangan maka karena tinggi garis sebanding dengan intensitas yang diketahui, kita akan mendapatkan $\log C$ sebanding $\log P$ dan $\log h$ sebanding $\log P$, berarti $\log h$ sebanding $\log C$. Biasanya kita mengalurkan grafik antara perbedaan tinggi standar dalam sampel yang ada terhadap log konsentrasi di mana akan menghasilkan garis lurus.

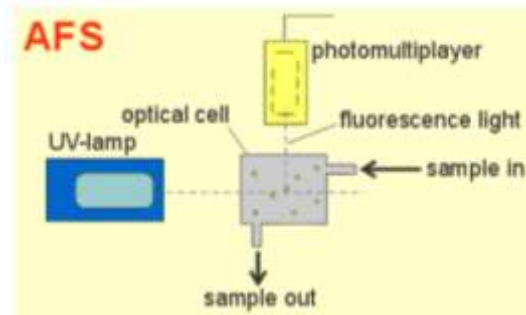
2.2.3. Atomic Fluorescence Spectroscopy

Atomic Fluorescence Spectroscopy (AFS) adalah salah satu jenis spektroskopi elektromagnetik yang menganalisis fluorescence dari atom sampel. Didalamnya meliputi penggunaan sorotan sinar, biasanya sinar ultraviolet, yang mengeksitasi elektron dalam atom dan menyebabkannya memancarkan sinar. Alat untuk mengukur fluorescence disebut fluorometers atau fluorimeter.

Fluoresensi spektroskopi alias atau metode spektrofluorometri, merupakan jenis spektroskopi elektromagnetik yang menganalisis fluoresensi dari sampel seperti definisi diatas. Ini melibatkan menggunakan berkas cahaya, biasanya sinar ultraviolet, bahwa eksitasi elektron pada molekul senyawa tertentu dan menyebabkan mereka memancarkan cahaya dari energi yang lebih rendah biasanya, tetapi tidak harus, cahaya tampak. Molekul memiliki berbagai bentuk disebut sebagai tingkat energi. Fluoresensi spektroskopi terutama yang bersangkutan dengan elektronik dan bentuk getaran. Secara umum, spesies yang diperiksa akan memiliki bentuk energi rendah.

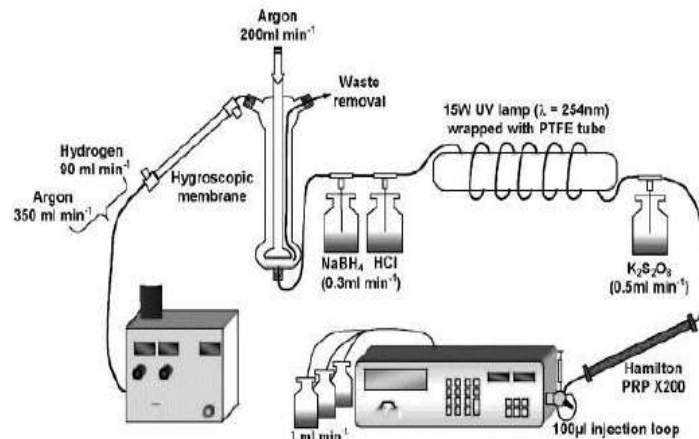
Energi yang tersimpan di dalam atom dapat dilepaskan dengan berbagai cara. Ketika energi dilepaskan sebagai cahaya, maka dikenal sebagai fluorescent (cahaya yang berpendar). Atomic fluorescent spectroscopy ini mengukur cahaya yang teremisi ini.

Fluorescent umumnya diukur pada sudut dari sumber eksitasi untuk meminimalisasi berkumpulnya cahaya yang tersebar dari sumber eksitasi dan biasanya menggunakan rotasi pada prisma Pellin-Broca pada meja kemudi yang juga dapat memisahkan cahaya menjadi spektrum-spektrumnya untuk analisis yang lebih jelas. Panjang gelombang akan memberitahu kita tentang komposisi atomnya. Untuk penyerapan yang sedikit (konsentrasi yang sedikit pula), intensitas dari cahaya yang terserap sebanding dengan konsentrasi atom. Umumnya atomic fluorescent lebih sensitif (dapat mendeteksi konsentrasi yang rendah) daripada atomic absorption.



Prinsip-prinsip umum dapat diilustrasikan dengan diagram Jablonski (Veberg, 2006). Menurut diagram Jablonski, energi emisi lebih rendah dibandingkan dengan eksitasi. Ini berarti bahwa emisi fluoresensi yang lebih tinggi terjadi pada panjang gelombang dari penyerapan (eksitasi). Perbedaan antara eksitasi dan panjang gelombang emisi dikenal sebagai pergeseran Stoke.

Analisa dari larutan atau solid membutuhkan atom sampel yang menguap atau teratomisasi pada temperature yang relatif rendah dalam pipa panas, flame atau graphite furnace. Sebuah lampu HCL atau Laser menghasilkan eksitasi untuk membawa atom ke energy yang lebih tinggi. Atomic fluorescent akan terdispersi dan dideteksi oleh monokromator dan photomultiplier tube yang mirip dengan alat AAS.



Cahaya dari sumber eksitasi melewati filter atau monokromator, dan pemogokan sampel. Sebagian cahaya insiden diserap oleh sampel, dan beberapa molekul dalam sampel berpendar. Lampu neon yang dipancarkan ke segala arah. Beberapa lampu neon ini melewati filter kedua atau monokromator dan mencapai detektor, yang biasanya diletakkan pada suhu 90° . Untuk insiden sinar untuk meminimalkan risiko memantulkan cahaya yang ditransmisikan atau kejadian mencapai detektor.

2.3 Spektroskopi Molekul

Spektroskopi molekular adalah teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi senyawa organik dan anorganik dalam spesi molekular. Spektroskopi molekular banyak digunakan untuk identifikasi dari banyak spesies organik, anorganik, maupun biokimia. Spektroskopi molekular dapat dibedakan berdasarkan atas radiasi yaitu ultraviolet, sinar tampak, dan infrared.

2.3.1. Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri UV-Vis adalah pengukuran panjang gelombang dan intensitas sinar ultraviolet dan cahaya tampak yang diabsorpsi oleh sampel. Sinar ultraviolet dan cahaya tampak memiliki energi yang cukup untuk mempromosikan elektron pada kulit terluar ke tingkat energi yang lebih tinggi. Spektroskopi UV-Vis biasanya digunakan untuk molekul dan ion anorganik atau kompleks di dalam larutan. Spektrum UV-Vis mempunyai bentuk yang lebar dan hanya sedikit informasi tentang struktur yang bisa didapatkan dari spektrum ini sangat berguna untuk pengukuran secara kuantitatif. Sinar ultraviolet berada pada panjang gelombang 200-400 nm, sedangkan sinar tampak berada pada panjang gelombang 400-800 nm.

Panjang gelombang (λ) adalah jarak antara satu lembah dan satu puncak, sedangkan frekuensi adalah kecepatan cahaya dibagi dengan panjang gelombang (λ). Bilangan gelombang adalah (ν) adalah satu satuan per panjang gelombang. (Dachriyanus,2004)

Kebanyakan penerapan spektrofotometri UV-Vis pada senyawa organik didasarkan $n-\pi^*$ ataupun $\pi-\pi^*$ karena spektrofotometri UV-Vis memerlukan hadirnya gugus kromofor dalam molekul itu. Transisi ini terjadi dalam daerah spektrum (sekitar 200 ke 700 nm) yang nyaman untuk digunakan dalam eksperimen. Spektrofotometer UV-Vis yang komersial biasanya beroperasi dari

sekitar 175 atau 200 ke 1000 nm. Identifikasi kualitatif senyawa organik dalam daerah ini jauh lebih terbatas daripada dalam daerah inframerah. Ini karena pita serapan terlalu lebar dan kurang terinci. Tetapi, gugus-gugus fungsional tertentu seperti karbonil, nitro dan sistem tergabung, benar-benar menunjukkan puncak yang karakteristik, dan sering dapat diperoleh informasi yang berguna mengenai ada tidaknya gugus semacam itu dalam molekul tersebut. (Day & Underwood, 1986)

Hukum Lambert-Beer (Beer's law) adalah hubungan linearitas antara absorban dengan konsentrasi larutan sampel. Konsentrasi dari sampel di dalam larutan bisa ditentukan dengan mengukur absorban pada panjang gelombang tertentu dengan menggunakan hukum Lambert-Beer. Biasanya hukum Lambert-Beer ditulis dengan:

$$A = \epsilon \cdot b \cdot C$$

A = Absorban (serapan)

ϵ = koefisien ekstingsi molar ($M^{-1} \text{ cm}^{-1}$)

b = tebal kuvet (cm)

C = konsentrasi (M)

Pada beberapa buku ditulis juga:

$$A = E \cdot b \cdot C$$

E = Koefisien ekstingsi spesifik ($\text{ml g}^{-1} \text{ cm}^{-1}$)

b = tebal kuvet (cm)

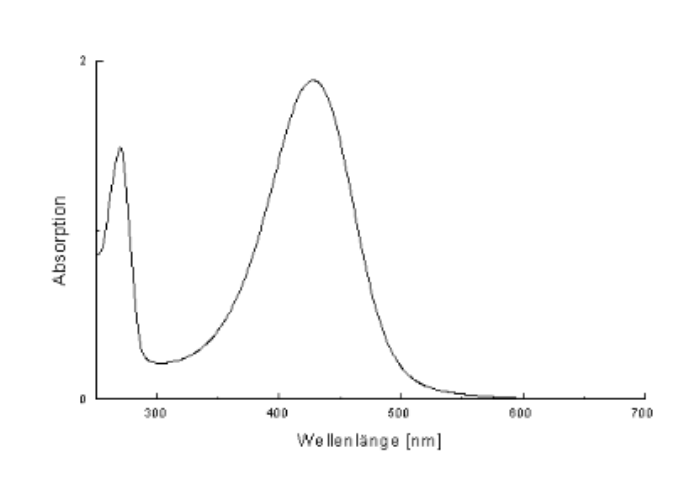
C = Konsentrasi (gram/100 ml).

Spektrofotometer UV-Vis pada umumnya digunakan untuk:

- Menentukan jenis kromofor, ikatan rangkap yang terkonyugasi dan ausokrom dari suatu senyawa organik.
- Menjelaskan informasi dari struktur berdasarkan panjang gelombang maksimum suatu senyawa.
- Mampu menganalisis senyawa organik secara kuantitatif dengan menggunakan hukum Lambert-Beer

Absorpsi cahaya UV-Vis mengakibatkan transisi elektronik, yaitu promosi electron-electron dari orbital keadaan dasar yang berenergi rendah ke orbital keadaan tereksitasi berenergi lebih tinggi. Energi yang terserap kemudian terbuang sebagai cahaya atau tersalurkan dalam reaksi kimia. Absorpsi cahaya tampak dan radiasi ultraviolet meningkatkan energi elektronik sebuah molekul, artinya energi yang disumbangkan oleh foton-foton memungkinkan electron-electron itu mengatasi kekangan inti dan pindah ke luar ke orbital baru yang lebih tinggi energinya. Semua molekul dapat menyerap radiasi dalam daerah UV-tampak karena mereka mengandung electron, baik sekutu maupun menyendiri, yang dapat dieksitasi ke tingkat energi yang lebih tinggi.

Absorpsi untuk transisi electron seharusnya tampak pada panjang gelombang diskrit sebagai suatu spectrum garis atau peak tajam namun ternyata berbeda. Spektrum UV maupun tampak terdiri dari pita absorpsi, lebar pada daerah panjang gelombang yang lebar. Ini disebabkan terbaginya keadaan dasar dan keadaan eksitasi sebuah molekul dalam subtingkat-subtingkat rotasi dan vibrasi. Transisi elektronik dapat terjadi dari subtingkat apa saja dari keadaan dasar ke subtingkat apa saja dari keadaan eksitasi. Karena berbagai transisi ini berbeda energi sedikit sekali, maka panjang gelombang absorpsinya juga berbeda sedikit dan menimbulkan pita lebar yang tampak dalam spektrum itu.

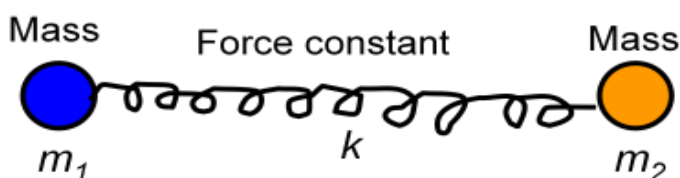


Gambar 2.2 Spektrum UV-VIS menyerupai

2.3.2. Spektroskopi Infra Merah

Spektrofotometri infra merah merupakan suatu metode mengamati interaksi molekul dengan radiasi elektromagnetik yang berada pada daerah panjang gelombang 0,75 – 1000 μm . radiasi elektromagnetik dikemukakan pertama kali oleh James Clark Maxwell, yang menyatakan bahwa cahaya secara fisis merupakan gelombang elektromagnetik, artinya mempunyai vektor listrik dan vektor magnetik yang keduanya saling tegak lurus dengan arah rambatan.

Dalam hal ini, interaksi antara sinar infra merah dengan molekul hanya menyebabkan vibrasi, yaitu bergerak pada tempatnya. Dasar spektrofotometri infra merah digambarkan oleh Hook, dimana didasarkan atas senyawa yang terdiri dari 2 atom atau diatom yang mana digambarkan dengan dua buah bola yang saling terikat oleh pegas seperti berikut:



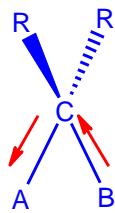
Gambar 2.3. Dua atom yang berikatan sebagai bola dan pegas yang saling terikat oleh pegas

Berdasarkan gambar di atas, jika pegas direntangkan atau ditekan pada jarak keseimbangan tersebut maka energi potensial dari sistem tersebut akan naik.

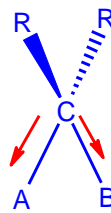
Bila ikatan bergetar, maka energi vibrasi terus menerus dan secara periodik berubah dari energi kinetik ke energi potensial dan sebaliknya. Jumlah energi total adalah sebanding dengan frekuensi vibrasi dan tetapan gaya (k) dari pegas dan massa (m_1 dan m_2) dari dua atom yang terikat. Energi yang dimiliki oleh sinar infra merah hanya cukup kuat untuk mengadakan perubahan vibrasi. Keadaan vibrasi dari ikatan terjadi pada keadaan tetap, atau terkuantisasi, tingkat-tingkat energi. Panjang gelombang eksak absorpsi oleh suatu tipe ikatan tertentu, bergantung pada macam getaran dari ikatan tersebut. Oleh karena itu, tipe ikatan yang berlainan (C-H, C-C, O-H, dan sebagainya) menyerap radiasi infra merah pada panjang gelombang karakteristik yang berbeda. Namun hanya vibrasi yang menghasilkan perubahan momen dwikutub saja yang teramati di dalam infra merah.

Terdapat dua jenis vibrasi molekul yaitu vibrasi ulur (*stretching*) dan tekuk (*bending*)

1. Vibrasi regangan (*Stretching*), adalah peristiwa bergerakanya atom terus sepanjang ikatan yang menghubungkannya sehingga akan terjadi perubahan jarak antara keduanya, walaupun sudut ikatan tidak berubah. Vibrasi regangan ada dua, yaitu regangan simetri (unit struktur bergerak bersamaan dan searah dalam satu bidang datar) dan regangan asimetri (unit struktur bergerak bersamaan dan tidak searah tetapi masih dalam satu bidang datar).



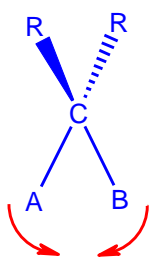
Regangan asimetri



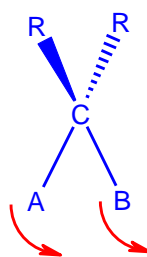
Regangan simetri

2. Vibrasi Bengkokan (*Bending*)

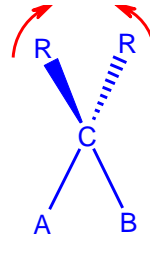
Jika sistem tiga atom merupakan bagian dari sebuah molekul yang lebih besar, maka dapat menimbulkan vibrasi bengkokan atau vibrasi deformasi yang mempengaruhi osilasi atom molekul secara keseluruhan. Vibrasi bengkokan ini terbagi menjadi empat jenis, yaitu: Vibrasi goyangan (*rocking*), vibrasi guntingan (*Scissoring*), vibrasi kibasan (*Wagging*), vibrasi pelintiran (*Twisting*).



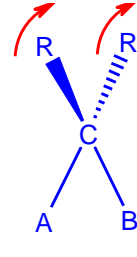
Scissoring



Rocking



Twisting

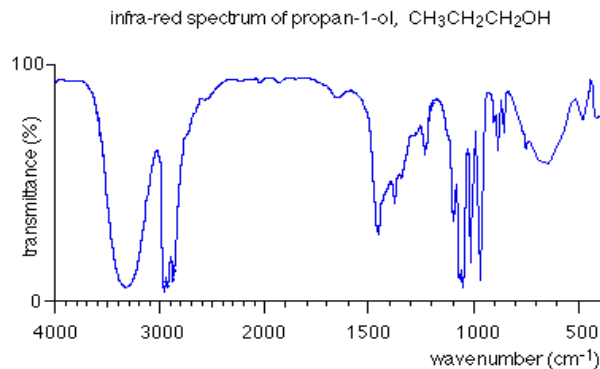


Wagging

Spektrofotometer infra merah terdiri atas lima bagian utama, yaitu sumber radiasi, wadah sampel, monokromator, detektor dan rekorder. Terdapat dua macam

spektrofotometer infra merah, yaitu dengan berkas tunggal (*single beam*) dan berkas ganda (*double beam*).

Spektrum infra merah merupakan plot antara transmitansi dengan frekuensi atau bilangan gelombang. Spektrum ini juga menunjukkan banyaknya puncak absorpsi (pita) pada frekuensi atau bilangan gelombang yang karakteristik. Daerah bilangan gelombang yang sering digunakan pada spektrum infra merah berkisar antara $4000\text{-}670\text{ cm}^{-1}$ ($2,5\text{-}15\text{ }\mu\text{m}$). Di bawah ini spektrum infra merah 1-propanol



Gambar 2.4. Spektrum IR 1-propanol

2.4 Bagian-Bagian pada AAS

- Lampu Katoda

Lampu katoda merupakan sumber cahaya pada AAS. Lampu katoda memiliki masa pakai atau umur pemakaian selama 1000 jam. Lampu katoda pada setiap unsur yang akan diuji berbeda-beda tergantung unsur yang akan diuji, seperti lampu katoda Cu, hanya bisa digunakan untuk pengukuran unsur Cu. Lampu katoda terbagi menjadi dua macam, yaitu:

- Lampu Katoda Monologam : Digunakan untuk mengukur 1 unsur
- Lampu Katoda Multilogam : Digunakan untuk pengukuran beberapa logam sekaligus, hanya saja harganya lebih mahal.

Soket pada bagian lampu katoda yang hitam, yang lebih menonjol digunakan untuk memudahkan pemasangan lampu katoda pada saat lampu dimasukkan ke dalam soket pada AAS. Bagian yang hitam ini merupakan bagian yang paling menonjol dari ke-empat besi lainnya.

Lampu katoda berfungsi sebagai sumber cahaya untuk memberikan energi sehingga unsur logam yang akan diuji, akan mudah tereksitasi. Selotip ditambahkan, agar tidak ada ruang kosong untuk keluar masuknya gas dari luar dan keluarnya gas dari dalam, karena

bila ada gas yang keluar dari dalam dapat menyebabkan keracunan pada lingkungan sekitar.

Cara pemeliharaan lampu katoda ialah bila setelah selesai digunakan, maka lampu dilepas dari soket pada main unit AAS, dan lampu diletakkan pada tempat busanya di dalam kotaknya lagi, dan dus penyimpanan ditutup kembali. Sebaiknya setelah selesai penggunaan, lamanya waktu pemakaian dicatat.

- Tabung Gas

Tabung gas pada AAS yang digunakan merupakan tabung gas yang berisi gas asetilen. Gas asetilen pada AAS memiliki kisaran suhu $\pm 20.000K$, dan ada juga tabung gas yang berisi gas N_2O yang lebih panas dari gas asetilen, dengan kisaran suhu $\pm 30.000K$. Regulator pada tabung gas asetilen berfungsi untuk pengaturan banyaknya gas yang akan dikeluarkan, dan gas yang berada di dalam tabung. Spedometer pada bagian kanan regulator merupakan pengatur tekanan yang berada di dalam tabung.

Pengujian untuk pendeteksian bocor atau tidaknya tabung gas tersebut, yaitu dengan mendekatkan telinga ke dekat regulator gas dan diberi sedikit air, untuk pengecekan. Bila terdengar suara atau udara, maka menandakan bahwa tabung gas bocor, dan ada gas yang keluar. Hal lainnya yang bisa dilakukan yaitu dengan memberikan sedikit air sabun pada bagian atas regulator dan dilihat apakah ada gelembung udara yang terbentuk. Bila ada, maka tabung gas tersebut positif bocor. Sebaiknya pengecekan kebocoran, jangan menggunakan minyak, karena minyak akan dapat menyebabkan saluran gas tersumbat. Gas didalam tabung dapat keluar karena disebabkan di dalam tabung pada bagian dasar tabung berisi aseton yang dapat membuat gas akan mudah keluar, selain gas juga memiliki tekanan.

- Ducting

Ducting merupakan bagian cerobong asap untuk menyedot asap atau sisa pembakaran pada AAS, yang langsung dihubungkan pada cerobong asap bagian luar pada atap bangunan, agar asap yang dihasilkan oleh AAS, tidak berbahaya bagi lingkungan sekitar. Asap yang dihasilkan dari pembakaran pada AAS, diolah sedemikian rupa di dalam ducting, agar polusi yang dihasilkan tidak berbahaya.

Cara pemeliharaan ducting, yaitu dengan menutup bagian ducting secara horizontal, agar bagian atas dapat tertutup rapat, sehingga tidak akan ada serangga

atau binatang lainnya yang dapat masuk ke dalam ducting. Karena bila ada serangga atau binatang lainnya yang masuk ke dalam ducting, maka dapat menyebabkan ducting tersumbat.

Penggunaan ducting yaitu, menekan bagian kecil pada ducting ke arah miring, karena bila lurus secara horizontal, menandakan ducting tertutup. Ducting berfungsi untuk menghisap hasil pembakaran yang terjadi pada AAS, dan mengeluarkannya melalui cerobong asap yang terhubung dengan ducting

- **Kompresor**

Kompresor merupakan alat yang terpisah dengan main unit, karena alat ini berfungsi untuk mensuplai kebutuhan udara yang akan digunakan oleh AAS, pada waktu pembakaran atom. Kompresor memiliki 3 tombol pengatur tekanan, dimana pada bagian yang kotak hitam merupakan tombol ON-OFF, spedo pada bagian tengah merupakan besar kecilnya udara yang akan dikeluarkan, atau berfungsi sebagai pengatur tekanan, sedangkan tombol yang kanan merupakan tombol pengaturan untuk mengatur banyak/sedikitnya udara yang akan disemprotkan ke burner. Bagian pada belakang kompresor digunakan sebagai tempat penyimpanan udara setelah usai penggunaan AAS.

Alat ini berfungsi untuk menyaring udara dari luar, agar bersih. posisi ke kanan, merupakan posisi terbuka, dan posisi ke kiri merupakan posisi tertutup. Uap air yang dikeluarkan, akan memercik kencang dan dapat mengakibatkan lantai sekitar menjadi basah, oleh karena itu sebaiknya pada saat menekan ke kanan bagian ini, sebaiknya ditampung dengan lap, agar lantai tidak menjadi basah dan uap air akan terserap ke lap.

- **Burner**

Burner merupakan bagian paling terpenting di dalam main unit, karena burner berfungsi sebagai tempat pencampuran gas asetilen, dan aquabides, agar tercampur merata, dan dapat terbakar pada pemantik api secara baik dan merata. Lobang yang berada pada burner, merupakan lobang pemantik api, dimana pada lobang inilah awal dari proses pengatomisasian nyala api.

Perawatan burner yaitu setelah selesai pengukuran dilakukan, selang aspirator dimasukkan ke dalam botol yang berisi aquabides selama ± 15 menit, hal ini merupakan proses pencucian pada aspirator dan burner setelah selesai pemakaian. Selang aspirator digunakan untuk menghisap atau menyedot larutan sampel dan

standar yang akan diuji. Selang aspirator berada pada bagian selang yang berwarna oranye di bagian kanan burner. Sedangkan selang yang kiri, merupakan selang untuk mengalirkan gas asetilen. Logam yang akan diuji merupakan logam yang berupa larutan dan harus dilarutkan terlebih dahulu dengan menggunakan larutan asam nitrat pekat. Logam yang berada di dalam larutan, akan mengalami eksitasi dari energi rendah ke energi tinggi.

Nilai eksitasi dari setiap logam memiliki nilai yang berbeda-beda. Warna api yang dihasilkan berbeda-beda bergantung pada tingkat konsentrasi logam yang diukur. Bila warna api merah, maka menandakan bahwa terlalu banyaknya gas. Dan warna api paling biru, merupakan warna api yang paling baik, dan paling panas.

- Buangan pada AAS

Buangan pada AAS disimpan di dalam drigen dan diletakkan terpisah pada AAS. Buangan dihubungkan dengan selang buangan yang dibuat melingkar sedemikian rupa, agar sisa buangan sebelumnya tidak naik lagi ke atas, karena bila hal ini terjadi dapat mematikan proses pengatomisasian nyala api pada saat pengukuran sampel, sehingga kurva yang dihasilkan akan terlihat buruk. Tempat wadah buangan (drigen) ditempatkan pada papan yang juga dilengkapi dengan lampu indicator. Bila lampu indicator menyala, menandakan bahwa alat AAS atau api pada proses pengatomisasian menyala, dan sedang berlangsungnya proses pengatomisasian nyala api. Selain itu, papan tersebut juga berfungsi agar tempat atau wadah buangan tidak tersenggol kaki. Bila buangan sudah penuh, isi di dalam wadah jangan dibuat kosong, tetapi disisakan sedikit, agar tidak kering.

- Monokromator

Berfungsi mengisolasi salah satu garis resonansi atau radiasi dari sekian banyak spectrum yang dihasilkan oleh lampu piar hollow cathode atau untuk merubah sinar polikromatis menjadi sinar monokromatis sesuai yang dibutuhkan oleh pengukuran.

Macam-macam monokromator yaitu prisma, kaca untuk daerah sinar tampak, kuarsa untuk daerah UV, rock salt (kristal garam) untuk daerah IR dan kisi difraksi.

- Detector

Dikenal dua macam detector, yaitu detector foton dan detector panas. Detector panas biasa dipakai untuk mengukur radiasi inframerah termasuk thermocouple dan bolometer. Detector berfungsi untuk mengukur intensitas radiasi yang diteruskan dan telah diubah menjadi energy listrik oleh fotomultiplier. Hasil pengukuran detector

dilakukan penguatan dan dicatat oleh alat pencatat yang berupa printer dan pengamat angka. Ada dua macam detektor sebagai berikut:

- **Detector Cahaya atau Detector Foton**
Detector foton bekerja berdasarkan efek fotolistrik, dalam hal ini setiap foton akan membebaskan elektron (satu foton satu elektron) dari bahan yang sensitif terhadap cahaya. Bahan foton dapat berupa Si/Ga, Ga/As, Cs/Na.
- **Detector Infra Merah dan Detector Panas**
Detector infra merah yang lazim adalah termokopel. Efek termolistrik akan timbul jika dua logam yang memiliki temperatur berbeda disambung jadi satu.

2.5 Bagian-Bagian pada AES

- **Spark Stand**
Spark stand, adalah bagian dimana Sampel dan elektroda yang biasanya terbuat dari logam wolfram dialiri arus yang dibangkitkan oleh suatu unit pembangkit tegangan tinggi (High Voltage Discharge) sehingga akan timbul spark atau Arc. Proses spark ini akan menyebabkan molekul-molekul dalam sample akan teratomisasi dan kemudian tereksitasi.
Banyak sumber energi yang dapat digunakan untuk membangkitkan spark atau Ark. Seperti plasma yang ditimbulkan oleh RF Generator, dalam hal ini yang terpenting adalah Sumber dari pembangkit tersebut mampu mengeksitasi atom-atom yang ada dalam sampel.
- **Concave Diffraction Grating**
Concave Diffraction Grating adalah sebuah alat untuk mendispersikan spectrum polikromatis menjadi spectrum monokromatis. Alat ini adalah sebuah lempengan cekung yang pada permukaannya diberikan alur-alur (grooves) yang sejajar dan biasanya sekitar 1200 – 3000 groove per mm.
- **Exit Slit (Celah keluar)**
Setelah sinar polikromatis didispersikan menjadi sinar monokromatis oleh oleh grating, kemudian keluar melalui satu celah yang disebut Entrance slit atau secondary optic.
- **Detektor**
Ada tiga macam detector yang berbeda dalam rentang panjang gelombangnya, kecepatan respon, sensitivitas dll. Detektor dimaksudkan untuk merubah energi yang

dipancarkan menjadi sebuah sinyal listrik yang kemudian diproses oleh sebuah amplifier sehingga dapat diinterpretasikan lebih lanjut. Ketiga detector tersebut adalah :

a. Photocell;

Fungsinya adalah mengubah energi sinar menjadi arus listrik yang sebanding dengan intensitasnya. Daerah kerja detector ini pada daerah sinar tampak (380 – 780 nm) . Bentuknya adalah sebuah keeping logam yang dilapisi dengan bahan Selenium yang sensitive terhadap sinar. Sinar yang mengenai lapisan ini menyebabkan elektron terlepas dan akan terjadi perbedaan muatan yang dapat diukur besarnya dengan microammeter, detektor ini kurang sensitive dan responnya rendah.

b. Phototube;

Konstruksi detektor ini adalah sebuah tabung vakum yang terbuat dari kuarsa, bagian dalamnya berisi katoda (Photocathode) logam berbentuk $\frac{1}{2}$ silinder dengan permukaannya dilapisi oksida logam yang mudah melepaskan electron bila dikenai sinar, kemudian sebagai anoda adalah sebuah kawat berlubang (wire mesh). Antara Katoda dan Anoda dipasang selisih tegangan dan apabila sebuah sinar datang masuk melalui jendela kuarsa dan jatuh ke permukaan Katoda, energi sinar ini akan diserap oleh lapisan oksida logam dan elektron yang ada dilapisan ini akan terlempar dan berkumpul pada Anoda, sehingga dalam tabung foton akan timbul arus. Detector ini mampu membaca sinar tampak dan sinar ultra violet dengan panjang gelombang dari 190 – 650 nm dan dari 600 – 1000 nm. Jadi untuk menguji daerah dengan panjang gelombang dari 190 sampai 1000 nm diperlukan lebih dari satu detector.

c. Photomultipliers;

PMT atau Tabung Penggandaan Foton terdiri dari tabung kaca hampa udara yang sebagian dindingnya terbuat dari kuarsa, bagian dalam terdiri dari Katoda yang permukaannya dilapisi suatu bahan yang akan mengeluarkan electron bila dikenai sinar. Selanjutnya sejumlah elektroda yaitu Dynode yang diberi tegangan listrik dan yang dapat mengeluarkan elektron bila permukaannya dikenai berkas elektron yang dipercepat, rangkaian listrik yang meliputi katoda, sumber arus 900 Volt dan pembagi tegangan untuk 9 dynode (masing-masing 90 Volt), tahanan, penguat arus (amplifier) dan pencatat (recorder). Apabila berkas sinar dengan intensitas P

(dari sumber cahaya spark) jatuh pada permukaan katoda maka lapisan yang melapisi katoda akan melepaskan electron. Berkas electron ini akan bergerak dengan percepatan ke permukaan dinoda 1 yang mempunyai tegangan 90 Volt lebih positif dari katoda. Tiap electron yang jatuh pada permukaan dynode 1 akan menyebabkan dikeluarkannya lebih dari satu electron dari permukaan dynode 1 itu. Elektron dari dynode 1 akan bergerak dengan percepatan ke permukaan dynode 2 yang juga 90 Volt lebih positif dari dynode 1, tiap electron yang jatuh ke permukaan dynode 2 akan melepaskan lebih dari satu electron. Elektron dari permukaan dynode 2 akan menuju ke permukaan dynode 3 yang juga 90 Volt lebih positif, dan seterusnya. Setelah proses tersebut berlangsung 9 kali (pada 9 dynode) maka untuk setiap foton, sinar yang jatuh pada permukaan katoda akan dibebaskan $10^6 - 10^7$ elektron yang akan terkumpul pada Anoda. Arus listrik yang telah mengalami penguatan (didalam tabung, karena adanya dynode) disalurkan melalui rangkaian untuk diperkuat lebih lanjut.

2.6 Bagian-bagian dari alat Spektrofotometer UV-Vis :

- Sumber cahaya :
 1. Lampu Tungsten (Wolfram) : Lampu ini digunakan untuk mengukur sampel pada daerah tampak. Bentuk lampu ini mirip dengan bola lampu pijar biasa. Memiliki panjang gelombang antara 350-2200 nm. Spektrum radiasinya berupa garis lengkung. Umumnya memiliki waktu 1000 jam pemakaian.
 2. Lampu Deuterium : Lampu ini dipakai pada panjang gelombang 190-380 nm. Spektrum energi radiasinya lurus, dan digunakan untuk mengukur sampel yang terletak pada daerah uv. Memiliki waktu 500 jam pemakaian.\
- Monokromator

Monokromator berfungsi sebagai penyeleksi panjang gelombang yaitu mengubah cahaya yang berasal dari sumber sinar polikromatis menjadi cahaya monokromatis. Jenis monokromator yang saat ini banyak digunakan adalah grating atau lensa prisma dan filter optik.

Jika digunakan grating maka cahaya akan dirubah menjadi spektrum cahaya. Sedangkan filter optik berupa lensa berwarna sehingga cahaya yang diteruskan sesuai dengan warna lensa yang dikenai cahaya. Ada banyak lensa warna dalam satu alat yang digunakan sesuai dengan jenis pemeriksaan.

Monokromator, terdiri atas :

1. Prisma, berfungsi mendispersikan radiasi elektromagnetik sebesar mungkin supaya di dapatkan resolusi yang baik dari radiasi polikromatis.
2. Kisi difraksi, berfungsi menghasilkan penyebaran dispersi sinar secara merata, dengan pendispersi yang sama, hasil dispersi akan lebih baik. Selain itu kisi difraksi dapat digunakan dalam seluruh jangkauan spektrum.
3. Celah optis, berfungsi untuk mengarahkan sinar monokromatis yang diharapkan dari sumber radiasi. Apabila celah berada pada posisi yang tepat, maka radiasi akan dirotasikan melalui prisma, sehingga diperoleh panjang gelombang yang diharapkan.
4. Filter, berfungsi untuk menyerap warna komplementer sehingga cahaya yang diteruskan merupakan cahaya berwarna yang sesuai dengan panjang gelombang yang dipilih.

- Tempat sampel

Spektrofotometer UV-VIS menggunakan kuvet sebagai wadah sampel yang akan dianalisis. Kuvet biasanya terbuat dari kuarsa atau gelas, namun kuvet dari kuarsa yang terbuat dari silika memiliki kualitas yang lebih baik. Hal ini disebabkan yang terbuat dari kaca dan plastik dapat menyerap UV sehingga penggunaannya hanya pada spektrofotometer sinar tampak (VIS). Cuvet biasanya berbentuk persegi panjang dengan lebar 1 cm.

Kuvet yang baik harus memenuhi beberapa syarat sebagai berikut :

- a. Permukaannya harus sejajar secara optis
 - b. Tidak berwarna sehingga semua cahaya dapat di transmisikan
 - c. Tidak ikut bereaksi terhadap bahan-bahan kimia
 - d. Tidak rapuh
 - e. Bentuknya sederhana
- Detektor

Detektor berfungsi menangkap cahaya yang diteruskan dari sampel dan mengubahnya menjadi arus listrik.

Macam-macam detektor yang biasa digunakan:

1. Phototube dengan jangkauan panjang gelombang (λ) 150 – 1000 nm
2. Photomultiplier dengan jangkauan panjang gelombang (λ) 150 – 1000 nm

Syarat-syarat sebuah detektor :

- Kepekaan yang tinggi
- Perbandingan isyarat atau signal dengan bising tinggi
- Respon konstan pada berbagai panjang gelombang.
- Waktu respon cepat dan signal minimum tanpa radiasi.
- Signal listrik yang dihasilkan harus sebanding dengan tenaga radiasi.
- Read out merupakan suatu sistem baca yang menangkap besarnya isyarat listrik yang berasal dari detektor.

2.7 Spektrofotometer Infra Merah

Komponen spektrofotometer infra merah (IR) terdiri dari empat bagian pokok yaitu (1) sumber radiasi , (2) monokhorometer (3) detector (4) recorder.

- Sumber Radiasi

Pancaran infra merah dihasilkan oleh sebuah sumber yang dipanaskan dengan listrik sampai 1000-1800 oC. Sumber itu sering berupa filamen Nernst, Globar, maupun kawat nikhrom. Filamen Nernst dibuat dari sebuah pengikat dan oksida-oksida zirkonium, torium, dan serium. Globar ialah sebuah batang kecil silikon karbida. Kawat nikhrom merupakan campuran nikel (Ni) dan khrom (Cr). Kawat Ni-Khrom ini berbentuk spiral dan mempunyai intensitas radiasi lebih rendah dari Nerst Glower dan Globar tapi umurnya lebih panjang.

Pancaran maksimum sebuah Globar terjadi di daerah 5500 - 5000 cm⁻¹ (1,8 - 2,0 μm) dan anjlok dengan faktor kira-kira 600 ketika mendekati daerah 600 cm⁻¹ (16,7 μm). Filamen Nernst memberikan pancaran maksimum pada kira-kira 7100 cm⁻¹ (1,4 μm) dan anjlok dengan faktor kira-kira 1000 ketika mendekati daerah frekuensi yang lebih rendah.

BAB III

PEMBAHASAN

3.1 Teknik Masing Masing Mikroskopi Berdasarkan Sinyal Radiasinya

3.1.1 Spektroskopi Atomik

Spektroskopi atom adalah penentuan komposisi unsur dengan spektrum elektromagnetik atau massa. Studi tentang spektrum elektromagnetik disebut Spektroskopi Atom optik. Elektron ada di tingkat energi dalam atom. Ilmu spektroskopi atom telah menghasilkan tiga teknik untuk menggunakan analisis:

- Atomic Absorption

Cara kerja Spektroskopi Serapan Atom ini adalah berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*Hollow Cathode Lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya (Darmono,1995).

Jika radiasi elektromagnetik dikenakan kepada suatu atom, maka akan terjadi eksitasi elektron dari tingkat dasar ke tingkat tereksitasi. Maka setiap panjang gelombang memiliki energi yang spesifik untuk dapat tereksitasi ke tingkat yang lebih tinggi.

Aspek kuantitatif dari metode spektrofotometri diterangkan oleh hukum Lambert-Beer, yaitu:

$$A = \epsilon \cdot b \cdot c \text{ atau } A = a \cdot b \cdot c$$

Dimana :

A = Absorbansi

ϵ = Absorptivitas molar (mol/L)

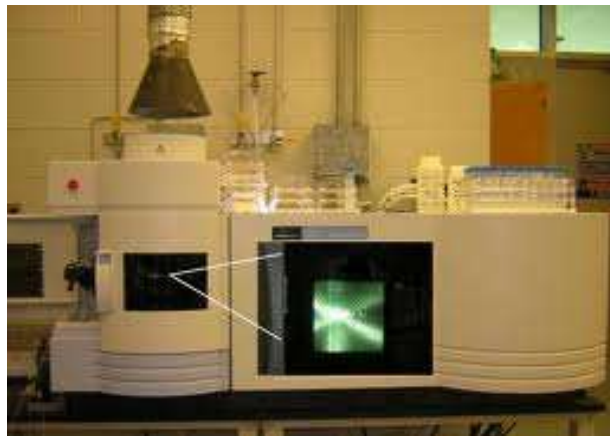
a = Absorptivitas (gr/L)

b = Tebal nyala (nm)

c = Konsentrasi (ppm)

- Atomic Emission

AES menyerap cahaya menggunakan atom bebas. AES adalah instrumen yang menggunakan prinsip ini, bertujuan untuk menganalisis konsentrasi logam dalam larutan. Zat dalam suatu larutan mengalami penguapan, dan dipecah menjadi atom terfragmentasi menjadi nyala atau plasma.



Dalam emisi atom, sampel terkena energi tinggi, lingkungan termal untuk menghasilkan atom keadaan tereksitasi, yang mampu memancarkan cahaya. Sumber energi bisa menjadi busur listrik, api, atau lebih baru-baru ini, sebuah plasma. Spektrum emisi dari elemen terkena seperti sumber energi terdiri dari kumpulan panjang gelombang emisi yang diijinkan, biasanya disebut garis emisi, karena sifat diskrit dari panjang gelombang dipancarkan. Spektrum emisi ini dapat digunakan sebagai karakteristik yang unik untuk identifikasi kualitatif elemen. Atom emisi dengan menggunakan busur listrik telah banyak digunakan dalam teknik analisis. Emission kualitatif juga dapat digunakan untuk menentukan berapa banyak elemen hadir dalam sampel. Untuk analisis “kuantitatif”, intensitas cahaya yang dipancarkan pada panjang gelombang elemen yang akan ditentukan diukur. Intensitas emisi pada panjang gelombang ini akan lebih besar sebagai nomor atom dari unsur analit meningkat. Teknik fotometri nyala api adalah sebuah aplikasi dari emisi atom untuk analisis kuantitatif.

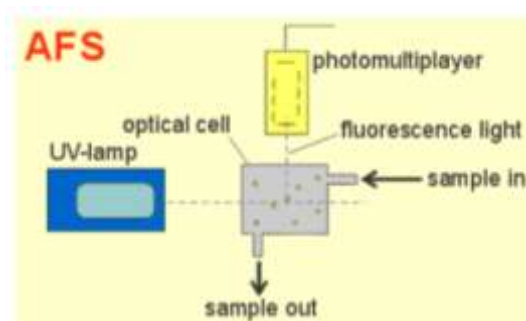
Elektroda yang biasa digunakan untuk berbagai bentuk AES adalah grafit. Grafit merupakan pilihan yang baik untuk bahan elektroda karena

konduktif. Logam yang digunakan sebagai elektroda akan dipakai selama pemakaian dan logam yang dipakai tentunya tidak boleh mengganggu proses.

Analisis kualitatif dilakukan dengan membandingkan panjang gelombang garis intens dari sampel elemen telah diketahui. Pada umumnya setidaknya ada tiga baris intens sampel yang harus cocok dengan elemen sudah diketahui untuk menyimpulkan bahwa sampel mengandung elemen-elemen tersebut.

- Atomic Fluorescence

Fluoresensi spektroskopi alias atau metode spektrofluorometri, merupakan jenis spektroskopi elektromagnetik yang menganalisis fluoresensi dari sampel seperti definisi diatas. Ini melibatkan menggunakan berkas cahaya, biasanya sinar ultraviolet, bahwa eksitasi elektron pada molekul senyawa tertentu dan menyebabkan mereka memancarkan cahaya dari energi yang lebih rendah biasanya, tetapi tidak harus, cahaya tampak.



Energi yang tersimpan di dalam atom dapat dilepaskan dengan berbagai cara. Ketika energi dilepaskan sebagai cahaya, maka dikenal sebagai fluorescent (cahaya yang berpendar). Atomic fluorescent spectroscopy ini mengukur cahaya yang teremisi ini.

Fluorescent umumnya diukur pada sudut dari sumber eksitasi untuk meminimalisasi berkumpulnya cahaya yang tersebar dari sumber eksitasi dan biasanya menggunakan rotasi pada prisma Pellin-Broca pada meja kemudi yang juga dapat memisahkan cahaya menjadi spektrum-spektrumnya untuk analisis yang lebih jelas. Panjang gelombang akan memberitahu kita tentang komposisi atomnya. Untuk penyerapan yang sedikit (konsentrasi yang sedikit pula), intensitas dari cahaya yang terserap sebanding dengan konsentrasi atom. Umumnya atomic fluorescent lebih

sensitif (dapat mendeteksi konsentrasi yang rendah) daripada atomic absorption.

3.1.2 Spektroskopi Molekul

Spektroskopi molekular adalah teknik yang digunakan untuk mengidentifikasi senyawa organik dan anorganik dalam spesi molekular. Spektroskopi molekular banyak digunakan untuk identifikasi dari banyak spesies organik, anorganik, maupun biokimia. Spektroskopi molekular dapat dibedakan berdasarkan atas radiasi yaitu ultraviolet, sinar tampak, dan infrared.

1. Spektrofotometri UV-Vis

Panjang gelombang tertentu kemudian akan dilewatkan pada sampel yang mengandung suatu zat dalam konsentrasi tertentu. Oleh karena itu, terdapat cahaya yang diserap (diabsorpsi) dan ada pula yang dilewatkan. Cahaya yang dilewatkan ini kemudian di terima oleh detector. Detector kemudian akan menghitung cahaya yang diterima dan mengetahui cahaya yang diserap oleh sampel. Cahaya yang diserap sebanding dengan konsentrasi zat yang terkandung dalam sampel sehingga akan diketahui konsentrasi zat dalam sampel secara kuantitatif.

Pengukuran spektrofotometri menggunakan alat spektrofotometer yang melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometer UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif dibandingkan kualitatif. Spektrum UV-Vis sangat berguna untuk pengukuran secara kuantitatif. Konsentrasi dari analit di dalam larutan bisa ditentukan dengan mengukur absorban pada panjang gelombang tertentu dengan menggunakan hukum Lambert-Beer. Hukum Lambert-Beer menyatakan hubungan linieritas antara absorban dengan konsentrasi larutan analit dan berbanding terbalik dengan transmitan. Dalam hukum Lambert-Beer tersebut ada beberapa pembatasan, yaitu:

- Sinar yang digunakan dianggap monokromatis
- Penyerapan terjadi dalam suatu volume yang mempunyai penampang yang sama
- Senyawa yang menyerap dalam larutan tersebut tidak tergantung terhadap yang lain dalam larutan tersebut

- Tidak terjadi fluoresensi atau fosforisensi
- Indeks bias tidak tergantung pada konsentrasi larutan

Hukum Lambert-Beer dinyatakan dalam rumus sebagai berikut :

$$A = e \cdot b \cdot c$$

dimana :

A = absorban

e = absorptivitas molar

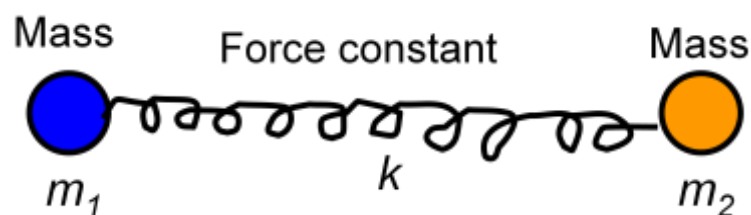
b = tebal kuvet (cm)

c = konsentrasi

2. Spektroskopi Infra Merah

Spektrofotometri infra merah merupakan suatu metode mengamati interaksi molekul dengan radiasi elektromagnetik yang berada pada daerah panjang gelombang 0,75 – 1000 μm . Radiasi elektromagnetik dikemukakan pertama kali oleh James Clark Maxwell, yang menyatakan bahwa cahaya secara fisis merupakan gelombang elektromagnetik, artinya mempunyai vektor listrik dan vektor magnetik yang keduanya saling tegak lurus dengan arah rambatan.

Dalam hal ini, interaksi antara sinar infra merah dengan molekul hanya menyebabkan vibrasi, yaitu bergerak pada tempatnya. Dasar spektrofotometri infra merah digambarkan oleh Hook, dimana didasarkan atas senyawa yang terdiri dari 2 atom atau diatom yang mana digambarkan dengan dua buah bola yang saling terikat oleh pegas seperti berikut:



Gambar 2.3. Dua atom yang berikatan sebagai bola dan pegas yang saling terikat oleh pegas

Berdasarkan gambar di atas, jika pegas direntangkan atau ditekan pada jarak keseimbangan tersebut maka energi potensial dari sistem tersebut akan naik.

Bila ikatan bergetar, maka energi vibrasi terus menerus dan secara periodik berubah dari energi kinetik ke energi potensial dan sebaliknya. Jumlah energi total adalah sebanding dengan frekuensi vibrasi dan tetapan gaya (k) dari pegas dan massa (m_1 dan m_2) dari dua atom yang terikat. Energi yang dimiliki oleh sinar infra merah hanya cukup kuat untuk mengadakan perubahan vibrasi. Keadaan vibrasi dari ikatan terjadi pada keadaan tetap, atau terkuantisasi, tingkat-tingkat energi. Panjang gelombang ekstrak absorpsi oleh suatu tipe ikatan tertentu, bergantung pada macam getaran dari ikatan tersebut. Oleh karena itu, tipe ikatan yang berlainan (C-H, C-C, O-H, dan sebagainya) menyerap radiasi infra merah pada panjang gelombang karakteristik yang berbeda. Namun hanya vibrasi yang menghasilkan perubahan momen dwikutub saja yang teramati di dalam infra merah. Terdapat dua jenis vibrasi molekul yaitu vibrasi ulur (*stretching*) dan tekuk (*bending*).

a. Macam Bidang Penerapan Spektroskopi

- **Aplikasi pada spektroskopi Infra Merah**

Aplikasi Spektrometri Inframerah Spektrofotometer infra merah dapat digunakan untuk beberapa hal berikut ini :

- a. Identifikasi gugus fungsional
- b. Dengan mempertimbangkan adanya informasi lain seperti titik lebur, titik didih, berat molekul dan refractive index maka dapat menentukan stuktur dan dapat mengidentifikasi senyawa
- c. Dengan menggunakan komputer, dapat mengidentifikasi senyawa bahkan campuran senyawa.

Komponen dasar spektrofotometer IR sama dengan UV tampak , tetapi sumber, detektor dan komponen optiknya sedikit berbeda. Mula-mula sinar infra merah di lewatkan melalui sampel dan laritan pambanding kemudian di lewatkan pada monokromator untuk menghilangkan sinar yang tidak diinginkan. Berkas ini kemudian didispersikan melalui prisma atau gratting. Dengan melewatkannya melalui slit, sinar akan di fokuskan pada detektor. Alat IR biasanya dapat merekam sendiri absorbansinya sendiri. Temperatur dan kelembpan juga harus di atur yaitu

maksimum 50% dan apabila melebihi batas tersebut maka membuat permukaan prisma dan sel alkali halida menjadi suram.

Sumber radiasi yang sering di gunakan adalah Nernst atau lampu Glower yang dibuat dari oksida-oksida zirkonium dan natrium, berupa batang berongga dengan diameter 2 mm dan panjang 30 mm. Batang ini di panaskan sampai suhu 1500-2000°C dan akan memberikan radiasi di atas 7000 cm^{-1} . Sumber Glower juga digunakan dalam instrumen dengan absorbansi sekitar 5200 cm^{-1} .

Monokromator yang di gunakan dalam infra merah terbuat dari berbagai macam bahan antara lain gelas, lelehan silika, LiF, CaF₂, BaF₂, NaCl, AgCl, KBr, CsI. Tetapi pada umumnya prisma NaCl di gunakan untuk daerah $4000\text{-}6000\text{ cm}^{-1}$ dan prisma untuk 400 cm^{-1} .

Untuk detektor dalam infra merah digunakan detektor termal. Di antara detektor termal, termokopella yang banyak digunakan. Bolometer memberikan sinyal listrik sebagai hasil perubahan dalam tahanan konduktor metal dengan temperatur.

Untuk instrumen yang di gunakan umumnya ada 2 macam instrumen yaitu untuk analisis kuantitatif dan untuk analisis kualitatif. Karena kompleksnya spektrum IR maka di gunakan recorder. Umumnya alat IR digunakan berkas ganda yang di rancang lebih sederhana daripada berkas tunggal. Dalam semua instrumen selalu ada chopper frekuensi rendah untuk menyesuaikan output sumber. Rancangan optisnya mirip dengan spektrofotometer UV-tampak kecuali tempat sampel dan pembandingan di tempatkan di antara sumber dan monokromator untuk menghamburkan sinar yang berasal dari sampel dan untuk mencegah terjadinya penguraian secara fotokimia. Sumber sinar di bagi menjadi dua berkas, satu di ewatkan pada sampel dan yang satu melewati pembandingan, kemudian secara berturut-turut melewati attenuator dan chopper. Setelah melalui prisma, berkas jatuh pada detektor dan di ubah menjadi sinyal listrik yang di rekam oleh recorder. Kadang – kadang di perlukan amplifier bila sinyal lemah. Pada pengukuran kuantitatif model berkas ganda kurang begitu memuaskan karena banyak gangguan dari sirkuit elektronik dan pengaturan titik nol besar sehingga menyebabkan kesalahan.

Sinar dari sumber dibagi dalam 2 berkas yang sama, satu berkas melalui cuplikan dan satu berkas lainnya sebagai baku. Fungsi model berkas ganda adalah mengukur perbedaan intensitas antara 2 berkas pada setiap panjang gelombang. Kedua berkas itu dipantulkan pada "chopper" yang berupa cermin berputar. Hal ini menyebabkan berkas cuplikan dan berkas baku dipantulkan secara bergantian ke kisi difraksi. Kisi difraksi berputar lambat, setiap frekuensi dikirim ke detektor yang mengubah energi panas menjadi energi listrik.

Jika pada suatu frekuensi cuplikan menyerap sinar maka detektor akan menerima intensitas berkas baku yang besar dan berkas cuplikan yang lemah secara bergantian. Hal ini menimbulkan arus listrik bolak-balik dalam detektor dan akan diperkuat oleh amplifier. Jika cuplikan tidak menyerap sinar, berarti intensitas berkas cuplikan sama dengan intensitas berkas baku dan hal ini tidak menimbulkan arus bolak-balik, tetapi arus searah. Amplifier dibuat hanya untuk arus bolak-balik.

Arus bolak-balik yang terjadi ini digunakan untuk menjalankan suatu motor yang dihubungkan dengan suatu alat penghalang berkas sinar yang disebut baji optik. Baji optik ini oleh motor dapat digerakkan turun naik ke dalam berkas baku sehingga akan mengurangi intensitasnya yang akan diteruskan ke detektor. Baji optik ini digerakkan sedemikian jauh ke dalam berkas baku sehingga intensitasnya dikurangi dengan jumlah yang sama banyaknya dengan jumlah pengurangan intensitas berkas cuplikan, jika cuplikan melakukan penyerapan. Gerakan baji ini dihubungkan secara mekanik dengan pena alat rekorder sehingga gerakan baji ini merupakan pita serapan pada spektrum tersebut.

Secara singkat sistem kerjanya seperti ini sebuah cuplikan yang ditempatkan di dalam spektrofotometer infra merah dan dikenai radiasi infra merah yang berubah panjang gelombangnya secara berkesinambungan menyerap cahaya jika radiasi yang masuk bersesuaian dengan energi getaran molekul tertentu. Spektrofotometer infra merah memayari daerah rentangan dan lenturan molekul. Penyerapan radiasi dicatat dan menghasilkan sebuah spektrum infra merah. Hadirnya sebuah puncak serapan dalam daerah gugus fungsi sebuah spektrum infra merah hampir selalu merupakan petunjuk pasti bahwa beberapa gugus fungsi tertentu terdapat dalam senyawa cuplikan. Demikian pula, tidak adanya puncak dalam bagian tertentu dari

daerah gugus fungsi sebuah spektrum infra merah biasanya berarti bahwa gugus tersebut yang menyerap pada daerah itu tidak ada.

b. Spektroskopi Ultra-Violet dan Sinar Tampak Serta Aplikasinya dalam Oseanologi

Analisis kimia bertujuan untuk mengeta-hui komposisi suatu zat atau campuran zat yang merupakan informasi kualitatif mengenai ada atau tidak adanya suatu unsur atau komponen dalam contoh. Selain itu juga untuk mengukur jumlah atau banyaknya unsur yang diteliti atau dengan perkataan lain adalah untuk mengetahui data kuantitatif, juga dapat dipakai untuk menentukan struktur suatu zat. Dalam analisis kimia dikenal berbagai macam cara untuk mengetahui data kualitatif dan kuantitatif baik yang menggunakan suatu peralatan optik (instrumen) ataupun dengan cara basah. Alat instrumen biasanya dipergunakan untuk menentukan suatu zat berkadar rendah, biasanya dalam satuan ppm (part per million) atau ppb (part per billion). Salah satu metode sederhana.

Untuk menentukan zat organik dan anorganik secara kualitatif dan kuantitatif dalam contoh air laut, yaitu dengan metode Spektrofotometri Ultra-violet dan Sinar Tampak. Prinsip kerjanya berdasarkan penyerapan cahaya atau energi radiasi oleh suatu larutan. Jumlah cahaya atau energi radiasi yang diserap memungkinkan pengukuran jumlah zat penyerap dalam larutan secara kuantitatif (PECSOK *et al.* 1976; SKOOG & WEST 1971).

Cahaya adalah suatu bentuk energi radiasi yang mempunyai sifat sebagai gelombang dan partikel. Sifatnya sebagai gelombang dapat dilihat dengan terjadinya pembiasan dan pemantulan cahaya oleh suatu medium, sedangkan sifatnya sebagai partikel dapat dilihat dengan terjadinya efek foto listrik.

Energi radiasi terdiri dari sejumlah besar gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang yang berbeda-beda. Bagian-bagian suatu radiasi dapat dipisah-pisahkan menjadi spectrum elektro-magnetik seperti tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Daerah spektrum gelombang elektromagnetik (PECSOK *et al* 1976; SKOOG & WEST 1971).

Macam sinar	Panjang gelombang			
SinarX	10	-	100	pkm
Ultra-violet jauh	10	-	200	nm
Ultra-violet dekat	200	-	400	nm
Sinar Tampak	400	-	750	nm
Infra-merah dekat	0,75	-	2	μ m
Infra-merah tengah	2,5	-	50	μ m
Infra-merah jauh	50	-	1000	μ m
Gelombang mikro	0,1	-	100	cm
Gelombang radio	1	-	1000	m

Cahaya Tampak hanyalah merupakan bagian kecil dari seluruh radiasi elektromagnetik. Spektrum cahaya Tampak terdiri dari komponen-komponen merah, jingga, kuning, hijau, biru dan ungu, dimana masing-masing warna mempunyai panjang gelombang yang berbeda. Satuan yang banyak dipergunakan untuk menyatakan panjang gelombang adalah Angstrom, $1 \text{ \AA} = 10^{-10}$ meter. Perkiraan panjang gelombang warna-warna dalam daerah Cahaya Tampak dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Perkiraan panjang gelombang warna-warna dalam daerah Cahaya Tampak (SKOOG & WEST 1971).

Warna	Warna pelengkap	Panjang gelombang (mm)
ungu	hijau kuning	400 - 435
biru	kuning	435 - 480
biru hijau	oranye	480 - 490
hijau biru	merah	490 - 500
hijau	merah lembayung	500 - 560
hijau kuning	ungu	560 - 580
kuning	biru	580 - 595
oranye	biru hijau	595 - 610
merah	hijau biru	610 - 750

Metode Spektrofotometri Ultra-violet dan Sinar Tampak telah banyak diterapkan untuk penetapan senyawa-senyawa organik yang umumnya dipergunakan untuk penentuan senyawa dalam jumlah yang sangat kecil (SKOOG & WEST 1971). Dalam suatu larutan gugus molekul yang dapat mengabsorpsi cahaya dinamakan gugus kromofor, contohnya

antara lain: C = C, C = O, N = N, N = O, dan sebagainya. Molekul-molekul yang hanya mengandung satu gugus kromofor dapat mengalami perubahan pada panjang gelombang seperti tertera pada Tabel 3.

Tabel 3. Pita absorpsi elektronik untuk gugus kromofor tunggal (SKOOG & WEST 1971).

Kromofor	Sistim	λ maksimum (nm)
nitril	- C \equiv N	160
asetilida	- C \equiv C -	175 - 180
ester	- C $\begin{matrix} \equiv & O \\ \searrow & OR \end{matrix}$	205
karboksil	- COOH	200 - 210
aldehida	- C $\begin{matrix} \equiv & O \\ \searrow & H \end{matrix}$	210
azo	- N = N	285 - 400
nitroso	- N = O	302

Molekul yang mengandung dua gugus kromofor atau lebih akan mengabsorpsi cahaya pada panjang gelombang yang hampir sama dengan molekul yang hanya mempunyai satu gugus kromofor tertentu, tetapi intensitas absorpsinya adalah sebanding dengan jumlah kromofor yang ada. Interaksi antara dua kromofor tidak akan terjadi, kecuali kalau memang antara dua kromofor itu ada kaitannya. Walaupun demikian, suatu kombinasi tertentu dari gugus fungsi akan menghasilkan suatu sistim kromoforik yang dapat menimbulkan pita-pita absorpsi yang karakteristik (SKOOG & WEST 1971).

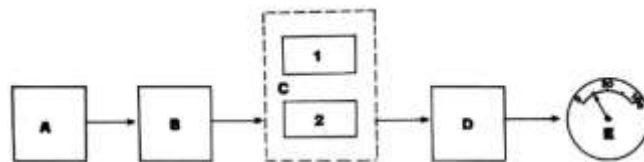
Banyak zat organik juga menunjukkan absorpsi khusus, misalnya permanganat, ion nitrat, ion kromat, dan ruthenium, molekul iodium dan ozon. Banyak pereaksi akan bereaksi dengan zat yang tidak mengabsorpsi memberikan hasil yang akan mengabsorpsi sinar Ultra-violet atau Sinar Tampak dengan kuat. Pereaksi organik yang membentuk kompleks berwarna yang stabil adalah o-phenanthrolin untuk besi, dimetil glioksim untuk nikel, dietil thio karbamat untuk tembaga, dan sebagainya (SKOOG & WEST 1971).

Seperti terlihat pada bagan alat susunan Spektrofometer Ultra-violet dan Sinar Tampak, suatu sumber cahaya; dipancarkan melalui monokromator (B). Monokromator menguraikan sinar yang masuk dari sumber cahaya tersebut menjadi pita-pita panjang

gelombang yang diinginkan untuk pengukuran suatu zat tertentu seperti yang tertera pada Tabel 3, yang menunjukkan bahwa setiap gugus kromofor mempunyai panjang gelombang maksimum yang berbeda. Dari monokromator tadi cahaya/energi radiasi diteruskan dan diserap oleh suatu larutan yang akan diperiksa di dalam kuvet. Kemudian jumlah cahaya yang diserap oleh larutan akan menghasilkan signal elektrik pada detektor, yang mana signal elektrik ini sebanding dengan cahaya yang diserap oleh larutan tersebut. Besarnya signal elektrik yang dialirkan ke pencatat dapat dilihat sebagai angka.

Metode Spektrofotometri Ultra-violet dan Sinar Tampak berdasarkan pada hukum Lambert-Beer. Hukum tersebut menyatakan bahwa jumlah radiasi cahaya Tampak, Ultra-violet dan cahaya-cahaya lain yang diserap atau ditransmisikan oleh suatu larutan merupakan suatu fungsi eksponen dari konsentrasi zat dan tebal larutan. Hukum ini secara sederhana dapat dinyatakan dalam rumus berikut:

$$\begin{aligned} \log \frac{I_t}{I_0} &= -k_1 \cdot b \\ I_t &= I_0 \cdot 10^{-k_1 \cdot b} \dots\dots\dots (1) \\ \log \frac{I_t}{I_0} &= -k_2 \cdot c \\ I_t &= I_0 \cdot 10^{-k_2 \cdot c} \dots\dots\dots (2) \end{aligned}$$



Gambar 1. Bagan susunan alat Spektrofotometer Ultra-violet dan Sinar Tampak.

- | | |
|------------------------------------|--------------------------|
| Keterangan | C1 = contoh. |
| A = sumber cahaya. | C2 = pelarut. |
| B = monokromator. | D = detektor. |
| C = sel absorpsi (tempat larutan). | E = meter atau rekorder. |

K = konstanta yang bergantung pada kondisi percobaan.

Jika persamaan (1) dan (2) dikombinasikan, maka diperoleh:

$$\begin{aligned} \log \frac{I_t}{I_0} &= -a \cdot b \cdot c \\ I_t &= I_0 \cdot 10^{-a \cdot b \cdot c} \end{aligned}$$

Jika c dinyatakan dalam mole/liter, maka yang bersangkutan dinamakan absorptivitas molar dan diberikan lambang E.

Perbandingan—dinamakan transmisi (T).

$$T = \frac{I_t}{I_o}$$

Cara lain untuk menyatakan perbandingan ini adalah:

Satuan

$$A = -\log T = \log \frac{I_o}{I_t}$$

$$A = a \cdot b \cdot c$$

Satuan-satuan dan lambang untuk persamaan-persamaan di atas disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Satuan dan lambang pada hukum LAMBERT-BEER (SKOOG & WEST 1971).

Lambang yang diterima	Definisi	Nama yang diterima.	Pengganti	
			Lambang	Nama
T	$\frac{I_t}{I_o}$	transmisi	T	transmisi
A	$\log \frac{I_o}{I_t}$	absorbansi	D,E	kerapatan optik ekstingsi
a	$\frac{A}{b.c.}$	absorptivitas	k	koefisien ekstingsi indeks absorbansi
ε	$\frac{A_m}{b.c.}$	absorptivitas molar		koefisien ekstingsi molar indeks absorbansi molar
b		panjang jalan yang ditempuh	l, d	

Dalam analisis Spektrofotometri Ultraviolet dan Sinar Tampak harus diperhatikan hal-hal sebagai berikut, karena berhubungan dengan warna (GLASSTON 1960; PECSOK *et al.* 1976; SKOOG & WEST 1971).

1. Kestabilan warna.

Sedapat mungkin warna yang dihasilkan stabil untuk beberapa lama.

2. Reaksi warna yang spesifik.

Sebaiknya dipakai reaksi warna yang spesifik untuk unsur tertentu, sehingga adanya unsur-unsur lain tidak mengganggu dan pemisahan tidak perlu dilakukan.

3. Sifat zat warna.

Kalau zat warna yang terbentuk berada dalam keadaan tertutup dan segera diperiksa karena penguapan akan menyebabkan pemekatan larutan.

4. Sensitif.

Sensitif yaitu dengan perubahan konsentrasi yang kecil, akan menyebabkan pemekatan larutan.

5. Larutan homogen.

Larutan yang homogen akan mengabsorpsi cahaya di setiap bagian sama.

Kegunaan Spektrofotometer Ultra-violet dan Sinar Tampak dalam analisis kimia adalah untuk analisis kualitatif dan kuantitatif.

Kelemahan Spektrofotometer Ultra-violet dan Sinar Tampak dalam analisis kualitatif adalah kurang teliti. Hal tersebut disebabkan karena pita-pita absorpsi yang diperoleh melebar, dengan demikian kurang khusus atau terbatas pemakaiannya. Walaupun demikian, berdasarkan spektrum serapan Ultra-violet dan Sinar Tampak, dapat dipakai untuk mengetahui ada atau tidak adanya gugus fungsional tertentu dalam senyawa organik. Alat ini dapat juga dipergunakan untuk menentukan jumlah kecil senyawa berkadar rendah yang dapat mengabsorpsi dalam media non absorben (PECSOK *et al.* 1976; SKOOG & WEST 1971).

Pemakaian Spektrofotometer Ultra-violet dan Sinar Tampak dalam analisis kuantitatif mempunyai beberapa keuntungan:

- Dapat dipergunakan untuk banyak zat organik dan anorganik. Adakalanya beberapa zat harus diubah dulu menjadi senyawa berwarna sebelum dianalisa.
- Selektif.

Pada pemilihan kondisi yang tepat dapat dicari panjang gelombang untuk zat yang dicari.

- Mempunyai ketelitian yang tinggi, dengan kesalahan relatif sebesar 1% — 3%, tetapi kesalahan ini dapat diperkecil lagi.
- Dapat dilakukan dengan cepat dan tepat.

Spektrofotometri Ultra-violet dan Sinar Tampak merupakan salah satu cara yang sederhana dan praktis untuk menentukan beberapa parameter ekologi di laut.

Tingkat kesuburan suatu perairan ditunjukkan oleh besarnya produksi zat organik yang dihasilkan oleh perairan tersebut yang biasa disebut produktivitas primer. Produksi zat

organik yang dihasilkan tersebut bisa melalui proses fotosintesa yang terjadi pada tumbuhan yang mengandung pigmen fotosintetik. Salah satu cara yang sudah umum dan luas dipakai untuk mengetahui banyaknya biomassa fitoplankton di laut adalah menentukan kadar klorofil fitoplankton dengan metode Spektrofotometri.

Zat terlarut ataupun tidak terlarut dalam air laut, seperti unsur-unsur hara dan beberapa logam sangat dibutuhkan oleh biota laut untuk pertumbuhannya, seperti nitrat (NO_3^-), fosfat (PO_4^{3-}), sulfat (SO_4^{2-}), besi (Fe), seng (Zn) dan sebagainya. Kadar zat-zat terlarut ataupun tidak terlarut dalam air seperti logam dan senyawanya mempunyai batas tertentu untuk amannya biota laut. Dosis tertentu menyebabkan pengaruh yang serius pada kehidupan biologis seperti zoo-plankton, fitoplankton, ikan bahkan pada manusia baik secara langsung maupun tidak langsung yang akhirnya bisa menimbulkan kematian. Salah satu cara yang praktis dan sudah umum dipakai untuk menentukan un-46.

BAB IV

PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan pada paper spektroskopi ini yaitu :

1. Cara kerja Spektroskopi Serapan Atom ini adalah berdasarkan atas penguapan larutan sampel, kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas.
2. Dalam emisi atom, sampel terkena energi tinggi, lingkungan termal untuk menghasilkan atom keadaan tereksitasi, yang mampu memancarkan cahaya.
3. Fluorescent umumnya diukur pada sudut dari sumber eksitasi untuk meminimalisasi berkumpulnya cahaya yang tersebar dari sumber eksitasi
4. Spektroskopi molekular banyak digunakan untuk identifikasi dari banyak spesies organik, anorganik, maupun biokimia.
5. Sumber radiasi yang sering di gunakan adalah Nernest atau lampu Glower yang di buat dari oksida-oksida zirkonium dan natrium, berupa batang berongga dengan diameter 2mm dan panjang 30mm.
6. Monokromator yang di gunakan dalam infra merah terbuat dari berbagai macam bahan antara lain gelas, lelehan silika, LiF, CaF₂, BaF₂, NaCl, AgCl, KBr, CsI.
7. Jika cuplikan tidak menyerap sinar, berarti intensitas berkas cuplikan sama dengan intensitas berkas baku dan hal ini tidak menimbulkan arus bolak-balik, tetapi arus searah. Amplifier dibuat hanya untuk arus bolak-balik.

4.2 Saran

Ada beberapa jenis pada spektroskopi yang sudah dijelaskan, namun sangat disarankan untuk memilih spektroskopi yang akan digunakan sesuai kebutuhan. Dengan syarat pemilihan yaitu cara kerja alat yang mudah dengan biaya yang murah, serta menghubungkannya dengan objek yang akan kita analisis. Karena dengan pemilihan spektroskopi yang sesuai akan mempermudah dalam proses analisa.

DAFTAR PUSTAKA

- Fatimah, I. 2003 .*Analisis Fenol Dalam Sampel Air Menggunakan Spektrofotometri Derivatif. Logika, Vol. 9(10)*. Jakarta.
- Fatimah, syamsul dkk, 2009. “*Pengaruh Uranium Terhadap Analisis Thorium Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis*”. Seminar Nasional V Sdm Teknologi Nuklir . Yogyakarta
- Hendayana, S. Kadarohman, A. Sumarna, A. dan Supriatna, A. 1994 . *Kimia Analitik Instrumen, edisi ke-1*. IKIP Press. Semarang.
- Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik. Alih bahasa: Saptorahardjo*. Universitas Indonesia Press. Jakarta
- Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G.S., dan Vyvyan, J. R. 2009.*Introduction to Spectroscopi*. Souders College: Philladelphia.
- Santoni, A. 2009. ‘*Elusidasi Struktur Senyawa Metabolit Sekunder Kulit Batang Surian (Toona sinensis) Meliaceae dan Uji Aktivitas Insektisida.*’ *Disertasi*. Program Pascasarjana Universitas Andalas: Padang.