

Penentuan Konsentrasi Senyawa Berwarna KMnO_4 Dengan Metoda Spektroskopi UV Visible

Lusia Eka Putri

Prodi Farmasi, Universitas Dharma
Andalas Padang

Abstrak: Telah dilakukan percobaan penentuan konsentrasi larutan kalium permanganate (KMnO_4) yang belum diketahui nilainya menggunakan analisis spektroskopi UV-Vis. Data yang diperoleh yaitu berupa panjang gelombang (λ) dan absorbansi (A) untuk tiap larutan KMnO_4 yang sudah diketahui konsentrasinya yaitu 1×10^{-5} M, 0.5×10^{-5} M, 0.25×10^{-5} M, 0.1×10^{-5} M, dan 0.05×10^{-5} M. Larutan KMnO_4 berbagai konsentrasidiperoleh dari pengenceran menggunakan pelarut aquades. Dari data yang diperoleh kemudian dibuat grafik linear sehingga diperoleh persamaan garis linear. Selanjutnya dapat ditentukan nilai absorbtivitas (a) larutan KMnO_4 yaitu sebesar $6.0 \cdot 10^7$, yang selanjutnya dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi KMnO_4 yang belum diketahui nilainya menggunakan hukum Lambert-beer. Konsentrasi dari larutan KMnO_4 yang belum diketahui nilainya yaitu sebesar $7.93 \cdot 10^{-5}$ M.

Keywords: Larutan berwarna KMnO_4 , Spektroskopi, Absorbsivitas

PENDAHULUAN

Spektroskopi UV-Vis salah satu bentuk spektroskopi absorpsi. Pada cara ini cahaya atau gelombang elektromagnetik, dalam hal ini sinar UV-Vis, berinteraksi dengan zat kemudian diamati oleh absorpsi sinar. Sesuai dengan ukuran aatu besarnya energi yang dimiliki oleh sinar UV-Vis interaksi hanya terjadi dengan kulit luar zat dan dari ini berasal nama “ Spektroskopi Elektronik” kedalam cara ini termasuk antara alin Kalometri, Fotometri, Spektrofotometri.

Spektrofotometri UV-Vis adalah anggota teknik analisis spektroskopik yang memakai sumber REM (radiasi elektromagnetik) ultraviolet dekat (190-380 nm) dan sinar tampak (380-780 nm) dengan memakai instrumen spektrofotometer. Spektrofotometri UV-Vis melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometri UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisa kuantitatif dibandingkan untuk analisa kualitatif.

Spektrofotometri sesuai dengan namanya adalah alat yang terdiri dari spectrometer dan fotometer.

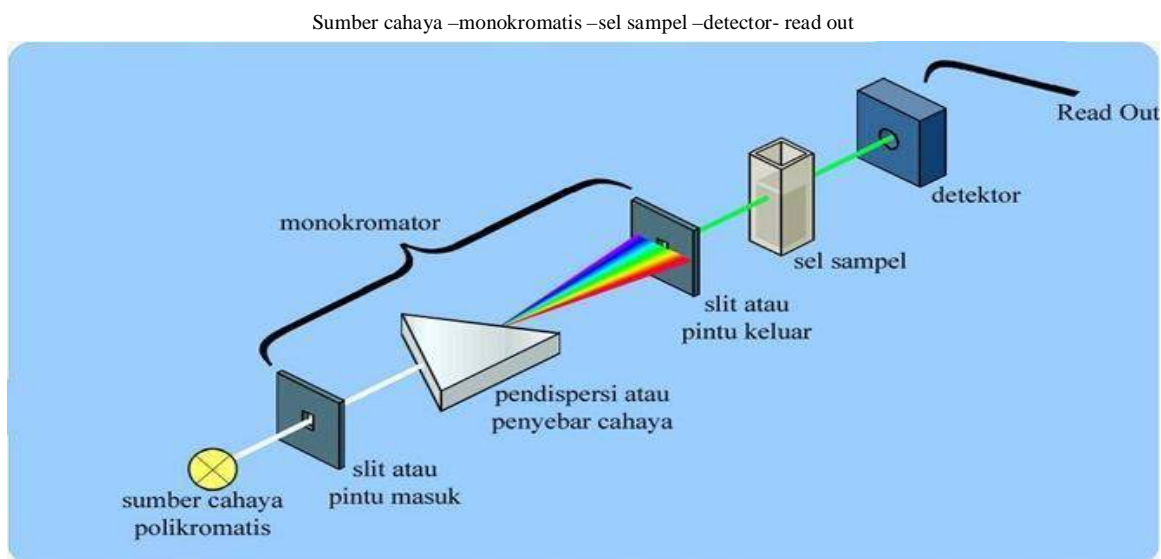
Spektrofotometer menghasilkan sinar dari spectrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau diabsorpsi. Jadi spektrofotometer digunakan untuk mengukur energy relatif jika energy tersebut ditransmisikan, direfleksikan atau diemisikan sebagai fungsi panjang gelombang. Kelebihan spektrofotometer dengan fotometer adalah panjang gelombang dari sinar putih dapat lebih di deteksi dan cara ini diperoleh dengan alat pengurai seperti prisma, grating atau celah optis. Pada fotometer filter dari berbagai warna yang mempunyai spesifikasi melewati trayek pada panjang gelombang tertentu (Gandjar,2007)

Spektrum elektromagnetik dibagi dalam beberapa daerah cahaya. Suatu daerah akan diabsorpsi oleh atom atau molekul dan panjang gelombang cahaya yang diabsorpsi dapat menunjukkan 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 (Marzuki Asnah 2012)

Spektrum absorpsi 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 electron, baik yang dipakai bersama atau tidak, yang dapat dieksitasi ke tingkat yang lebih tinggi. Panjang gelombang pada waktu absorpsi terjadi tergantung pada bagaimana erat elektron terikat di dalam molekul. Elektron dalam satu ikatan kovalen tunggal erat ikatannya dan radiasi dengan energy tinggi, atau

panjang gelombang pendek, diperlukan eksitasinya (Wunas,2011)

Keuntungan utama metode spektrofotometri adalah bahwa metode ini memberikan cara sederhana untuk menetapkan kuantitas zat yang sangat kecil. Selain itu, hasil yang diperoleh cukup akurat, dimana angka yang terbaca langsung dicatat oleh detector dan tercetak dalam bentuk angka digital ataupun grafik yang sudah diregresikan (Yahya S,2013). Secara sederhana instrument spektrofotometri yang disebut spektrofotometer terdiri dari :

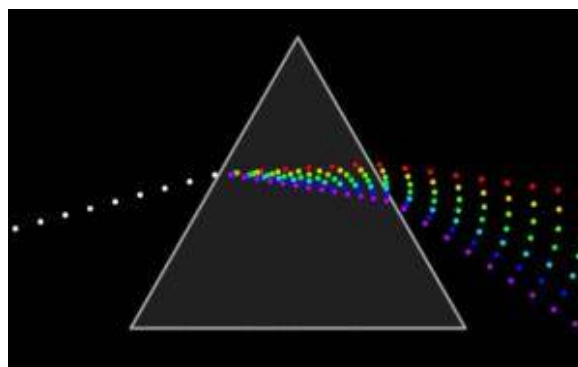


Gambar 1. Pembacaan spektrofotometer

Fungsi masing-masing bagian :

1. Sumber sinar polikromatis berfungsi sebagai sumber sinar polikromatis dengan berbagai macam rentang panjang gelombang.
2. Monokromator berfungsi sebagai penyeleksi panjang gelombang yaitu mengubah cahaya yang berasal dari sumber sinar polikromatis menjadi cahaya monokromatis. Pada gambar di atas disebut sebagai pendispersi atau penyebar cahaya. dengan adanya pendispersi hanya satu jenis cahaya atau cahaya dengan panjang gelombang tunggal yang mengenai sel sampel. Pada gambar di atas hanya cahaya hijau yang melewati pintu keluar. Proses dispersi atau penyebaran

cahaya seperti tertera pada gambar :



Gambar 2. Proses Dispersi atau Penyebaran cahaya

3. Sel sampel berfungsi sebagai tempat meletakkan sampel UV, VIS dan UV-

VIS menggunakan kuvet sebagai tempat sampel. Kuvet biasanya terbuat dari kuarsa atau gelas.

4. Detektor berfungsi menangkap cahaya yang diteruskan dari sampel dan mengubahnya menjadi arus listrik.
5. Read out merupakan suatu sistem baca yang menangkap besarnya isyarat listrik yang berasal dari detektor

Adapun hal-hal yang harus diperhatikan dalam spektrofotometri adalah :

1. Pada saat pengenceran alat alat pengenceran harus betul-betul bersih tanpa adanya zat pengotor
2. Dalam penggunaan alat-alat harus betul-betul steril
3. Jumlah zat yang dipakai harus sesuai dengan yang telah ditentukan
4. Dalam penggunaan spektrofotometri uv, sampel harus jernih dan tidak keruh
5. Dalam penggunaan spektrofotometri uv-vis, sampel harus berwarna.

Serapan dapat terjadi jika foton/radiasi yang mengenai cuplikan memiliki energi yang sama dengan energi yang dibutuhkan untuk menyebabkan terjadinyaperubahan tenaga. Jika sinar monokromatik dilewatkan melalui suatu lapisan larutan dengan ketebalan (db), maka penurunan intensitas sinar (dl) karena melewati lapisan larutan tersebut berbanding langsung dengan intensitas radiasi (I), konsentrasi spesies yang menyerap (c), dan dengan ketebalan lapisan larutan (db). Secara matematis, pernyataan ini dapat dituliskan :

$$-dI = kIc db$$

bila diintergralkan maka diperoleh persamaan ini :

$$I = I_0 e^{-kbc}$$

dan bila persamaan di atas diubah menjadi logaritma basis 10, maka akan diperoleh persamaan :

$$I = I_0 10^{-kbc} \text{ dimana : } k/2,303 = a ,$$

maka persamaan di atas dapat diubah menjadi persamaan :

$\log I_0/I = abc$ atau $A = abc$ (Hukum Lambert-Beer)

Dimana :

A = Absorban

a = absorptivitas

b = tebal kuvet (cm)

c = konsentrasi

Bila Absorbansi (A) dihubungkan dengan Transmittan (T) = I/I_0 maka dapat diperoleh $A = -\log I/I_0$. Absorptivitas (a) merupakan suatu konstanta yang tidak tergantung pada konsentrasi, tebal kuvet, dan intensitas radiasi yang mengenai larutan sampel. Tetapi tergantung pada suhu, pelarut, struktur molekul, dan panjang gelombang radiasi (Hariadi Arsyad, 2013)

Hukum Lambert-Beer

Cahaya yang diserap diukur sebagai absorbansi (A) sedangkan cahaya yang hamburkan diukur sebagai transmitansi (T), dinyatakan dengan hukum lambert-beer atau Hukum Beer, berbunyi:

“Jumlah radiasi cahaya tampak (ultraviolet, inframerah dan sebagainya) yang diserap atau ditransmisikan oleh suatu larutan merupakan suatu fungsi eksponen dari konsentrasi zat dan tebal larutan”.

Berdasarkan hukum Lambert-Beer, rumus yang digunakan untuk menghitung banyaknya cahaya yang hamburkan: $T = I/I_0$ atau $\%T = x \cdot 100 \%$ dan absorbansi dinyatakan dengan rumus:

$$A = -\log T = -\log I/I_0$$

dimana I_0 merupakan intensitas cahaya datang dan I_t atau I_1 adalah intensitas cahaya setelah melewati sampel.

Rumus yang diturunkan dari Hukum Beer dapat ditulis sebagai:

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

dimana:

A = absorbansi

b / l = tebal larutan (tebal kuvet diperhitungkan juga umumnya 1 cm)

c = konsentrasi larutan yang diukur

II. = tetapan absorptivitas molar (jika konsentrasi larutan yang diukur dalam molar)

a = tetapan absorptivitas (jika konsentrasi larutan yang diukur dalam ppm).

Faktor-faktor yang sering menyebabkan kesalahan dalam menggunakan spektrofotometer dalam mengukur konsentrasi suatu analit:

1. Adanya serapan oleh pelarut. Hal ini dapat diatasi dengan penggunaan blangko, yaitu larutan yang berisi selain komponen yang akan dianalisis termasuk zat pembentuk warna.
2. Serapan oleh kuvet. Kuvet yang ada biasanya dari bahan gelas atau kuarsa, namun kuvet dari kuarsa memiliki kualitas yang lebih baik.
3. Kesalahan fotometrik normal pada pengukuran dengan absorbansi sangat rendah atau sangat tinggi, hal ini dapat diatur dengan pengaturan konsentrasi, sesuai dengan kisaran sensitivitas dari alat yang digunakan (melalui pengenceran atau pemekatan). (Sri Suyono, 2013)

Absorpsi Cahaya

Secara kualitatif absorpsi cahaya dapat diperoleh dengan pertimbangan absorpsi cahaya pada daerah tampak. Kita "melihat" obyek dengan pertolongan cahaya yang diteruskan atau dipantulkan. Apabila cahaya polikromatis (cahaya putih) yang berisi seluruh spektrum panjang gelombang melewati medium tertentu, akan menyerap panjang gelombang lain, sehingga medium itu akan tampak berwarna. Oleh karena hanya panjang gelombang yang diteruskan yang sampai ke mata maka panjang gelombang inilah yang menentukan warna medium. Warna ini disebut warna komplementer terhadap warna yang diabsorpsi. Spektrum tampak dan warna-warna komplementer ditunjukkan dalam Tabel 1 berikut ini :

Tabel 1. Spektrum tampak dan warna-warna komplementer

| Panjang gelombang (nm) | Warna yang diabsorpsi | Warna yang dipantulkan (komplementer) |
|------------------------|-----------------------|---------------------------------------|
| 340 – 450 | Lembayung | Kuning – hijau |
| 450 – 495 | Biru | Kuning |
| 495 – 570 | Hijau | Violet |
| 570 – 590 | Kuning | Biru |
| 590 – 620 | Jingga | Hijau – biru |
| 620 – 750 | Merah | Biru – hijau |

METODOLOGI PENELITIAN

Pembuatan Larutan Baku: Dibuat konsentrasi larutan KMnO_4 1×10^{-5} M, 0.5×10^{-5} M, 0.25×10^{-5} M, 0.1×10^{-5} M, 0.05×10^{-5} M

Pembuatan Kurva Baku

- a. Mengeset spektro pada mode quantity dan tetapkan panjang gelombang sesuai hasil sebelumnya
- b. Melakukan pengukuran serapan (absorbansi) untuk masing-masing larutan baku, mencatat setiap harga serapan untuk tiap larutan
- c. Membuat kurva standar antar konsentrasi (M) vs absorbansi (A), menentukan persamaan garis dengan metode regresi linear

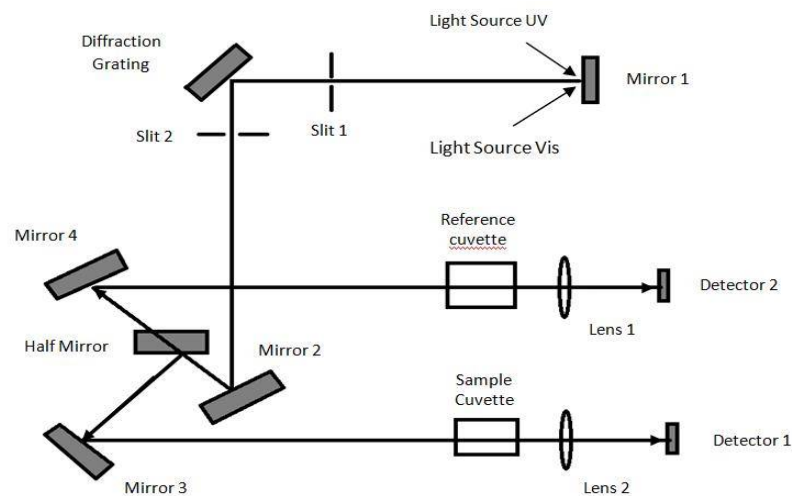
Penetapan Kadar Sampel

- a. Memasukan larutan yang berupa larutan KMnO_4 ke dalam kuvet (bila sampel padatan, larutkan dahulu dengan aquades)
- b. Mengukur serapan pada panjang gelombang maksimal, kisaran absorban yang terbaca pada spektrofotometer hendaklah antara 0.2 - 0.8 atau 15% sampai 70% jika dibaca sebagai transmitans. Bila hasil di luar rentang tersebut, lakukan pengenceran (bilateralubesarhargaserapan) atau pekatkan sampel (bila harga serapan terlalu kecil). Mencatat hasil yang diperoleh
- c. Menghitung kadar sampel dengan memasukkan harga serapan pada persamaan garis kurva standar baku

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2. Data hasil percobaan

| λ (nm) | Absorbtivitas Larutan KMnO_4 | | | | | |
|----------------|---------------------------------------|------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------|---------|
| | 0.05×10^{-5} M | 0.1×10^{-5} M | 0.25×10^{-5} M | 0.5×10^{-5} M | 1×10^{-5} M | xxx M |
| 800 | 0.00542 | 0.00567 | 0.01247 | 0.01238 | 0.02652 | 0.01857 |
| 798 | 0.00565 | 0.00582 | 0.01286 | 0.0128 | 0.02734 | 0.01865 |
| 796 | 0.00572 | 0.00599 | 0.01303 | 0.01329 | 0.02803 | 0.01902 |
| 794 | 0.00599 | 0.00644 | 0.01363 | 0.01387 | 0.02927 | 0.01918 |
| 792 | 0.00591 | 0.00647 | 0.01394 | 0.01426 | 0.03025 | 0.01954 |
| 790 | 0.00599 | 0.00673 | 0.01434 | 0.01492 | 0.03124 | 0.01986 |
| 788 | 0.00616 | 0.00689 | 0.01469 | 0.0155 | 0.03272 | 0.02017 |
| 786 | 0.00639 | 0.00722 | 0.01519 | 0.01605 | 0.03376 | 0.0206 |
| ... | | | | | | |
| ... | | | | | | |
| 404 | 0.16107 | 0.63621 | 0.76581 | 0.63046 | 1.04955 | 0.66038 |
| 402 | 0.16811 | 0.65818 | 0.81859 | 0.72517 | 1.23856 | 0.72018 |
| 400 | 0.17627 | 0.68275 | 0.87943 | 0.836759 | 1.46202 | 0.78952 |
| | | | | | | |



Gambar 5. Skema kerja UV-Vis

Percobaan analisis spektroskopi UV-Vis “Penentuan Konsentrasi Permanganat(KMnO_4)” ini dilakukan menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis serta larutan KMnO_4 berbagai konsentrasi. Pembuatan larutan KMnO_4 dengan bermacam-macam konsentrasi dapat dilakukan dengan pengenceran menggunakan aquades dengan persamaan:

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

Dari larutan KMnO_4 dengan konsentrasi 2.10^{-5} M akan dibuat menjadi larutan KMnO_4 dengan konsentrasi 1.10^{-5} M, $0.5.10^{-5}$ M, $0.25.10^{-5}$ M, $0.1.10^{-5}$ M, $0.05.10^{-5}$ M. Jika larutan KMnO_4 2.10^{-5} M sebanyak 100 ml akan dibuat menjadi konsentrasi 1.10^{-5} M maka,

$$100. 2.10^{-5} \text{ M} = V_2. 1.10^{-5} \text{ M}$$

$$V_2 = 200 \text{ ml}$$

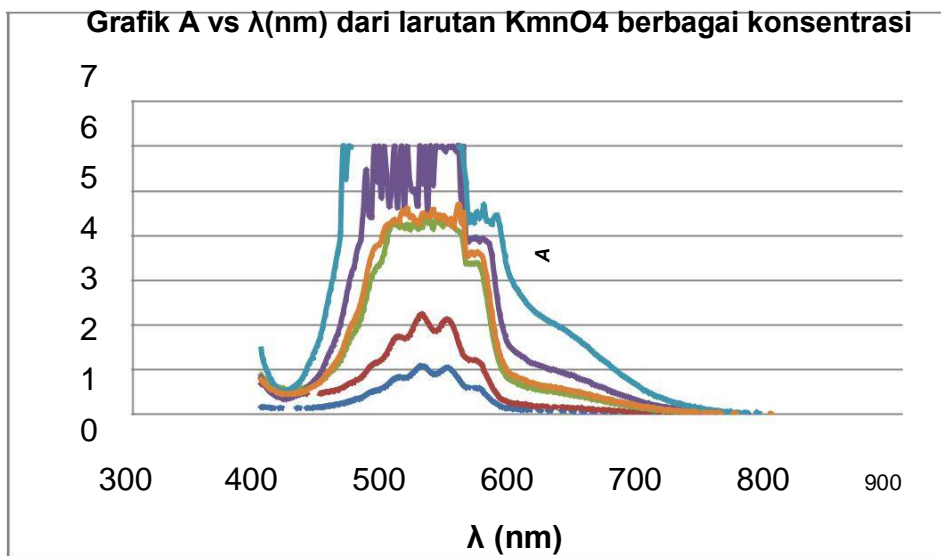
Berarti harus ditambahkan aquades sebanyak 100 ml untuk mengencerkan larutan KMnO₄ menjadi 1.10⁻⁵ M, dan begitu pula untuk yang lainnya.

Selanjutnya yaitu menganalisis spektroskopi dari larutan KMnO₄ menggunakan spektrofotometer. Pertama yaitu membuat kurva baku dengan memasukkan larutan pelarut (aquades) ke dalam spektrofotometer dengan kedua kuvet, serta mengatur panjang gelombang yang digunakan yaitu 400-800 nm. Selanjutnya yaitu menentukan kadar sampel. Dengan cara yang sama memasukkan kuvet berisi larutan KMnO₄ berbagai konsentrasi mulai dari konsentrasi rendah sampai tertinggi dengan range panjang gelombang yang sama antara 400-800 nm. Untuk setiap sample didapatkan grafik hubungan antara absorban (A) dan panjang gelombang (λ) dari komputer.

Prinsip dari analisis spektroskopi sendiri yaitu cahaya dari spektrometer yang terdifraksi menggunakan difraktometer (cermin / prisma), sehingga cahaya terbagi menjadi dua dengan intensitas yang sama. Sebagian cahaya melalui pelarut dengan intensitas sebesar I₀, dan sebagian lagi melalui sampel dengan intensitas I. Kemudian hubungan antara I₀ dengan I. Atau dapat dikatakan bagian cahaya yang diteruskan disebut transmisi (T) dan bagian yang diserap oleh sampel disebut (A). Hubungan antara A dan T dapat dirumuskan:

$$A = - \log T$$

Dari percobaan data berupa absorban (A) vs panjang gelombang (λ) dapat dilihat pada grafik di bawah ini

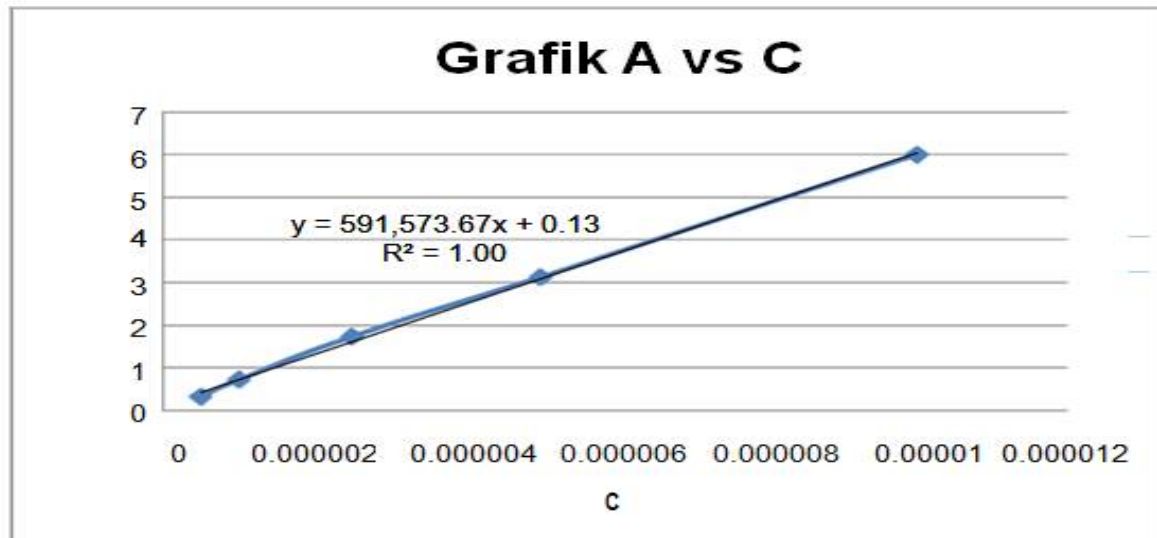


Grafik 1. Grafik larutan KMnO₄ dengan 5 macam konsentrasi

Dari grafik diatas dapat dilihat panjang gelombang maksimum yaitu sebesar 600 nm. Selanjutnya dapat ditentukan nilai absorban (A) untuk tiap konsentrasi dari panjang gelombang maksimum (600 nm).

| Konsentrasi (c) | A |
|-----------------|---------|
| 0.0000005 | 0.31248 |
| 0.000001 | 0.71144 |
| 0.0000025 | 1.7264 |
| 0.000005 | 3.11619 |
| 0.00001 | 6 |

Dari data tersebut dibuat grafik hubungan antara absorban (A) vs konsentrasi (c), sehingga diperoleh persamaan garis lurus $y = mx + c$, dengan $y = A$ (absorbansi), $m = a.b$ (absorbtivitas dikali tebal kuvet 10 mm) dan $x = c$ (konsentrasi).



Grafik 2. Grafik hubungan antara absorbansi (A) vs konsentrasi (c)

Persamaan garis lurus yang diperoleh yaitu $y = 591.573x + 0.125$, maka diperoleh nilai $m=591.573$ dan $a=59157300$

Selain menggunakan grafik, penentuan nilai absorbtivitas sampel juga dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan manual dengan hukum Lambert-beer:

$$A = a \cdot b \cdot c, \text{ maka } a = \frac{A}{b \cdot c}$$

Tabel. Hubungan antara Absorbansi (A) vs Konsentrasi (c)

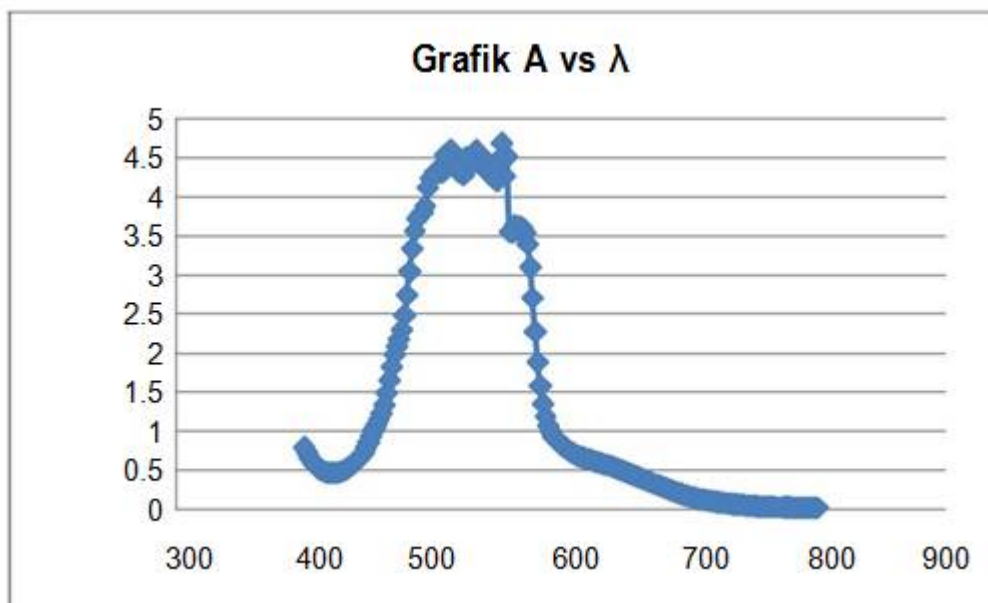
| Konsentrasi (c) | A | a |
|-----------------|---------|----------|
| 0.0000005 | 0.31248 | 62496000 |
| 0.000001 | 0.71144 | 71144000 |
| 0.0000025 | 1.7264 | 69056000 |
| 0.000005 | 3.11619 | 62323800 |
| 0.00001 | 6 | 60000000 |
| a rata-rata | | 65003960 |

Nilai absorbtivitas sampel (a) hasil perhitungan sedikit berbeda dengan nilai a hasil perhitungan menggunakan grafik yaitu:

$$\text{Menggunakan grafik} : a = 6.0 \cdot 10^7$$

$$\text{Menggunakan perhitungan} : a = 6.5 \cdot 10^7$$

Selanjutnya yaitu menentukan konsentrasi larutan yang belum diketahui nilainya dari perhitungan sebelumnya. Larutan KMnO_4 yang akan dihitung nilai konsentrasinya juga dimasukkan ke dalam alat spektroskopi, sehingga juga diperoleh data yang sama seperti sebelumnya yaitu berupa nilai absorbansi dan panjang gelombang. Dari data yang diperoleh kemudian dibuat grafik.



Grafik 3. Grafik hubungan antara Absorbansi (A) vs panjang gelombang (λ) dari larutan yang belum diketahui konsentrasinya

Dari grafik dapat diketahui nilai absorbansi maksimum (A) yaitu $A_{\max} = 4.68999$, sehingga nilai konsentrasinya (c) dapat dihitung dengan persamaan $A = \epsilon \cdot m \cdot c$, dimana m merupakan gradien dari persamaan sebelumnya yaitu $m=591.573$. Nilai konsentrasi larutan yaitu $c = 7.93 \cdot 10^{-5}$ M.

KESIMPULAN

1. Panjang gelombang maksimum hasil spektroskopi menggunakan larutan KMnO_4 yaitu sebesar 600 nm.
2. Kurva standar kalibrasi dapat dibuat menggunakan nilai absorbansi (A) dari larutan KMnO_4 bermacam-macam konsentrasi vs panjang gelombang, dan diperoleh persamaan garis $y = 591.573x + 0.125$.
3. Kurva standar kalibrasi dapat digunakan untuk menentukan konsentrasi dari larutan sampel sejenis yang belum diketahui nilainya, yaitu sebesar $7.93 \cdot 10^{-5}$ M.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2011. *Pengertian-Dasar-Spektrofotometer-Vis-UV*.
- Day, Underwood. 1999, *Kimia Analisis Kuantitatif*. Jakarta : Erlangga
- Harvey, David. 2000. *Modern Analytical Chemistry*. Toronto : John Wiley & Sons
- Haryadi, W. 1990. *Ilmu Kimia Analitik Dasar*. Jakarta : Gramedia
- Khopkar, 2008. *Konsep Dasar Kimia Analitik*. Jakarta : Universitas Indonesia
- Tim Penyusun. 2007. *Spektroskopi*. Universitas Sanata Dharma Yogyakarta. Yogyakarta. Tim Ekfis
- II. 2012. *Eksperimen Fisika II*. Universitas Sebelas Maret Surakarta. Surakarta.
- <http://wanibesak.wordpress.com/2011/07/04/pengertian-dasarspektrofotometer-vis-uv-uv-vis/>(diakses juni 2012)