



## PEMBUATAN SPEKTROFOTOMETRI VISIBEL 470 nm MENGGUNAKAN ARDUINO UNO R3

### Manufacturing Spektrofotometri Visibel 470 Nm Using Arduino Uno R3

Yohan

Jurusan Teknik Mesin, Universitas Pamulang, 45363 Pamulang, Tangerang Selatan, Indonesia

E-mail : yohan\_nk07@yahoo.co.id

#### ABSTRAK

Spektrofotometri sederhana ini terdapat photodiode untuk referensi dan sampel. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah pewarna makanan komersial berwarna merah berbahan dasar karmoisin (Azorubin) dan tembaga sulfat ( $\text{CuSO}_4$ ). Pada kotak hitam sumber cahaya ini diberikan daya 24 watt dengan arus 2 A yang disesuaikan terhadap power supply dan temperatur operasional sekitar 27 oC. Spektrofotometer memberikan hasil pengukuran yang cukup baik, pada uji karmosin pada konsentrasi 100-1200 ppm menghasilkan persamaan  $y = 0,114x$  dengan koefisien korelasi 0,984 dan memiliki RSD 0,0176. Pada spektrofotometer sederhana ini memiliki akurasi dan presisi sebesar 95,35 % dan 99,35 %.

Kata kunci: Spektrofotometri, Arduino, Karmosin.

#### ABSTRACT

*Simple spectrophotometry consist of reference photodiode and sample. Sample was used in this investigation such as red dyes for food based on carmosine (Azorubin) and cuprum sulphate ( $\text{CuSO}_4$ ). Radiasi source in black was working on 24 watt with current 2 A which setting on power supply properly, then operational temperature was approximatelly 27 oC. Spectrophotometry presented the best result at range 100 to 1200 ppm of carmosine with linierity  $y = 0,114x$ , regression coefisien 0,984 and RSD 0,0176. Simple spektrofotometer produced accuration and precision about 95,35 % and 99,35 %.*

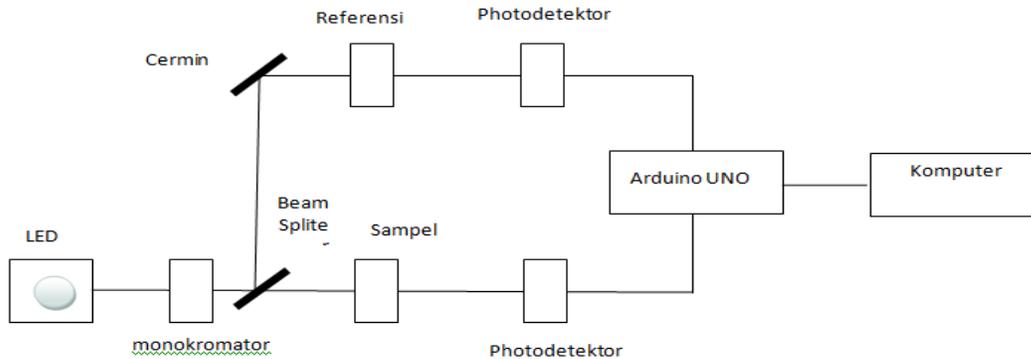
Keywords: Spectrophotometer, Arduino, Carmosine.

#### PENDAHULUAN

Peralatan laboratorium merupakan unit fungsional terkecil di laboratorium untuk pengembangan suatu bidang ilmu. Suatu lembaga pendidikan yang berbasis sains tidak dapat maju jika mengabaikan keberadaan alat laboratorium. Keberadaan alat laboratorium kimia sangat penting di dalam suatu lembaga pendidikan, terutama di pendidikan tinggi untuk dapat mewujudkan pengembangan dan pemanfaatan ilmu kimia secara sinambung. Namun, sampai saat ini kebutuhan pemenuhan alat laboratorium masih terbatas. Spektrofotometer merupakan instrumen penting dalam analisis kimia yang digunakan

untuk menguji sampel tertentu yang berorientasi pada pengukuran kepekatan warnanya. Instrumen ini penting digunakan pada sektor pendidikan, penelitian, maupun industri.

Pada sektor pendidikan alat ini sebagai media pendidikan untuk meningkatkan pemahaman mahasiswa pada pengenalan alat dan praktikum. Pada sektor penelitian berperan dalam menguji analisis senyawa



Gambar 2.1. Desain Sistem Spektrofotometer sederhana [2].

secara kuantitatif dan kualitatif pada sampel. Pada sektor industri alat ini berperan untuk menentukan kadar bahan yang digunakan pada industri pigmen dan analisis kadar senyawa pada limbah yang dihasilkan. Namun untuk pemenuhan alat ini, negara Indonesia masih mengimport dari negara lain. Adapun Daniel dan rekannya telah mengembangkan spektrofotometer dengan biaya murah menggunakan empat LED [1]. Yeh dan Tseng membuat spektrofotometer seharga 20 dollar menggunakan LED variasi warna dan mendisain low-cost spektrofotometer double beam [2]. Oleh karena itu, Penulis berproyeksi mengembangkan spektrofotometer dengan biaya murah menggunakan LED dan arduino. Harapannya dengan pengembangan produk ini, dalam jangka pendek produk ini akan memudahkan analisis uji sampel penelitian dan terjangkau baik lembaga pendidikan dan penelitian yang terkait. Dalam jangka panjang akan terjadi pengembangan instrument lain yang terkait.

## BAHAN DAN METODE

Alat yang digunakan untuk transmitter sinyal ke display adalah Arduino UNO R3 dan

laptop untuk display sensor. Bahan yang digunakan adalah pewarna makanan, akuabides,  $\text{CuSO}_4$ , kuvet, LED, photodetektor TSLG257, PCB, Kabel, resin fiberglass, silikon rubber RTV.

### Desain Perancangan spektrofotometer sederhana

Desain Perancangan Spektrofotometer Sederhana sebagai berikut:

#### Uji Linearitas, Penentuan Sensitivitas dan Batas Deteksi.

Uji linearitas, penentuan sensitivitas, batas deteksi, dan batas kuantifikasi dilakukan sesuai prosedur, di mana dilakukan tiga kali pengulangan terhadap masing-masing prosedur pada variasi konsentrasi tembaga sulfat 0, 0,1, 0,3, 0,5, dan 0,9 M dan karmosin 100- 1200 ppm.

#### Penentuan Kecermatan dan Ketepatan

Kecermatan dan ketepatan ditentukan dengan melakukan pengukuran sebanyak tiga kali pengulangan terhadap larutan standar seperti yang telah dijelaskan pada prosedur. Dari hasil pengukuran diperoleh rata-rata puncak arus dan simpang baku pengukuran. Kecermatan dinyatakan dalam simpang baku relatif (*relative standard deviation / RSD*), sedangkan ketepatan dinyatakan dalam persen galat relatif (*% relative error / %E*).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pembuatan spektrofotometer sederhana

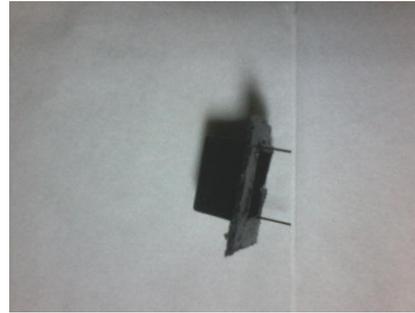
Pembuatan spektrofotometer sesuai dengan sistem *doubel beam*. Spektrofotometri sederhana ini terdapat photodiode untuk referensi dan sampel. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah pewarna makanan komersial berwarna merah berbahan dasar karmoisin (Azorubin) [3] dan tembaga sulfat ( $\text{CuSO}_4$ ). Warna merah memberikan nilai absorpsi panjang gelombang maksimum sekitar 460 nm. Panjang gelombang cahaya ( $\lambda$ ) lampu biru adalah 465-470 nm yang memungkinkan untuk perhitungan absorbansi dihubungkan dengan besarnya voltase terhadap transmitansi cahaya yang dilalui sampel.

Pada Gambar 2.1. menunjukkan sistem spektrofotometer visibel. Pada spektrofotometer visibel ini menggunakan sistem double beam dimana intensitas cahaya referensi ( $I_0$ ) dapat dibandingkan dengan intensitas cahaya setelah melewati sampel ( $I_t$ ). sumber cahaya menggunakan jenis SMD LED berwarna biru mempunyai panjang gelombang 465-470 nm [4]. LED didesain didalam kotak hitam yang terbuat dari material fiberglass yang diberikan split cahaya diameter sekitar 5 mm untuk referensi dan sampel. Arduino Uno R3 diinstalasi pada pin 2, potensial 5 VDC, dan grounding pada masing-masing PCB photodiode. Dimensi spektrofotometer visibel sederhana berdimensi 6,5 cm x 9,5 cm x 10 cm yang terbuat dari bahan fiberglass berwarna hitam dengan cetakan yang telah didisain sesuai dengan ukuran mini. Program software arduino uno R3 diinstal pada mode arduino 1.6.12.

### Pembuatan Kotak Hitam Sumber Cahaya

Pembuatan Kotak hitam sumber cahaya dibuat untuk mempermudah

mengganti panjang gelombang sesuai yang diinginkan dalam menganalisa suatu senyawa pada absorbansi tertentu pada spektrum visibel. Pada kotak hitam dilapisi dengan aluminium untuk menghindari cahaya tembus pada kotak yang dapat memberikan interferensi pada proses pengukuran.



**Gambar 3.1.** Hasil Pembuatan Kotak hitam Sumber Cahaya

Kotak hitam LED dibuat dengan dimensi 1 cm x 1,5 cm x 2 cm dengan ketebalan 20 mm yang terbuat dari bahan fiberglass dan berwarna hitam agar mengurangi interferensi cahaya dari luar. Pada kotak hitam sumber cahaya ini diberikan daya 24 watt dengan arus 2 A yang disesuaikan terhadap power supply dan temperatur operasional sekitar 27 °C.

### Pembuatan rangka spektrofotometer sederhana

Pada spektrofotometer sederhana ini dilengkapi dengan temperatur lingkungan,



**Gambar 3.2.** Hasil Pencetakan rangka spektrofotometer sederhana.

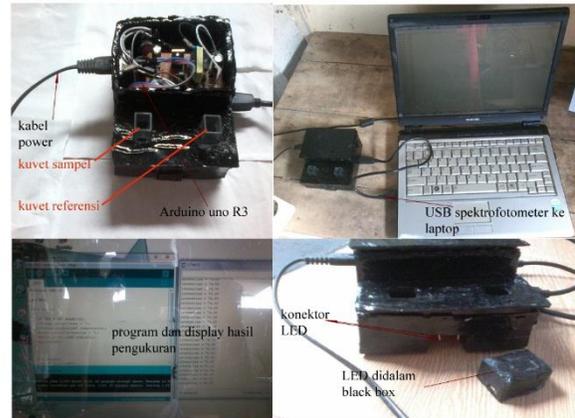
sehingga dapat diamati jika terdapat pengaruh temperatur terhadap absorpsi molekul yang diamati. Dimensi spektrofotometer visibel sederhana berdimensi 6,5 cm x 9,5 cm x 10 cm dengan tebal 20 mm. pada disain rangka spektrofotometer sederhana ini dilengkapi dengan slot soket untuk power supply dan arduino sehingga plug bisa dilepas pasang tidak terikat secara permanen.

### Perakitan spektrofotometer sederhana

Pada spektrofotometer sederhana ini terdiri dari jalur power supply untuk sumber arus dan jalur arduino menuju komputer. Pada alas bawah rangka diletakkan arduino UNO R3 hal ini bertujuan agar arduino tidak mengalami gangguan pada saat operasi dan mempermudah operasi apabila terjadi gangguan. Arduino Uno adalah board berbasis mikrokontroler pada ATmega 328. Board ini memiliki 14 digital input / output pin (dimana 6 pin dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, jack listrik dan tombol reset. Pin – pin ini berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler, hanya terhubung ke komputer dengan kabel USB atau sumber tekanan bisa didapat dari adaptor AC – DC atau baterai untuk menggunakannya [5-6]. Power supply digunakan pada spektrofotometer sederhana ini digunakan memiliki potensial 12 V dan arus 2 A yang sesuai terhadap sumber cahaya untuk operasional.

Warna berasal dari absorpsi cahaya visibel, ketika molekul mengabsorpsi foton atau kuantum cahaya terjadi perbedaan antara molekul awal dan molekul yang tereksitasi

[7]. Pada umumnya tingkat energi ini termasuk dalam keadaan rotasi, vibrasi, dan



**Gambar 3.3.** Pembuatan Spektrofotometer sederhana dan program Arduino

energi elektron di dalam molekul. Foton pada cahaya visibel diabsorpsi dan mengeksitasi molekul dari konfigurasi dasar (energi terendah) ke konfigurasi elektron energi tertinggi. Transisi antara konfigurasi elektron, atau keadaan elektronik, sangat berpengaruh terhadap warna yang terlihat [8]

Pada spektrofotometer sederhana ini memberikan respon yang baik terhadap sumber cahaya terhadap photodiode. Pada desain spektrofotometer visibel sederhana ini mempunyai dua penutup yaitu penutup PCB rangkaian dan penutup bagian kuvet yang terbuat dari fiberglass berwarna hitam dan warna hitam bertujuan untuk mengurangi intensitas cahaya luar yang masuk ke dalam sistem yang dapat menimbulkan interferensi pada pengukuran. Pengoperasian spektrofotometer visibel sederhana untuk sumber cahaya diberikan daya  $\pm 24$  Watt kemudian pembacaan absorbansi pada transduser ditampilkan pada display PC yang telah diinstal arduino 1.6.12.

### Uji linieritas dan batas deteksi pada karmosin menggunakan spektrofotometri sederhana

Spektrofotometer visibel sederhana yang telah didesain selanjutnya dilakukan uji linearitas untuk mengetahui kinerja alat pengukuran spektrometer ini. Uji linieritas dilakukan dengan cara membuat larutan pewarna makanan komersial karmosin merah yang mempunyai konsentrasi 100 – 1200 ppm .

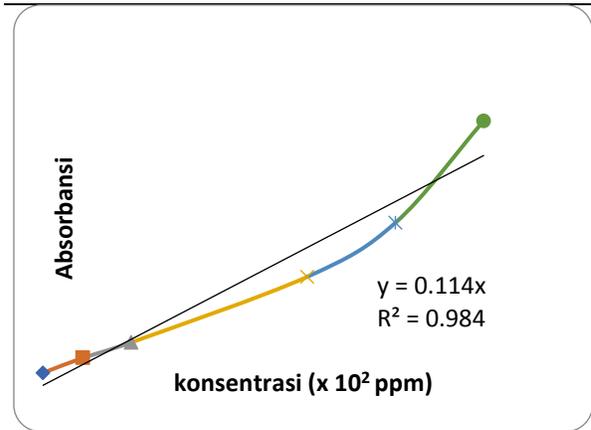
Spektrofotometer visibel sederhana yang telah didesain selanjutnya dilakukan uji linearitas untuk mengetahui kinerja alat pengukuran spektrometer ini. Uji linieritas dilakukan dengan cara membuat larutan pewarna makanan komersial karmosin merah yang mempunyai konsentrasi 100 – 1200 ppm .

Pada pengukuran sistem *doube beam* yang memiliki pengukuran terhadap sampel dan referensi. Bahan referensi yang digunakan adalah aquades sebagai blanko. Dimana pada sistem aquades akan memberikan nilai 0 yang berarti tidak adanya kadar karmosin didalam referensi sehingga dapat digunakan sebagai pembanding dalam satu kali pengukuran yang diulang sebanyak tiga kali. Berdasarkan hasil pengukuran dari konsentrasi 100 – 1200 ppm, spektrofotometer memberikan hasil

Tabel 3.1. Hasil pengukuran konsentrasi karmosin merah terhadap absorbansi menggunakan spektrofotometri sederhana.

No	Konsentrasi (ppm)	Absorbansi	Temperatur (°C)
1	0	0	27
2	115	0.010219	27
3	254	0.020685	27
4	762	0.065285	27

5	1016	0.10199	27
6	1270	0.17107	27



**Gambar 3.4.** Grafik hubungan konsentrasi karmosin 100-1200 ppm terhadap absorbansi pada pengukuran menggunakan spektrofotometer sederhana.

pengukuran yang cukup baik hal ini ditunjukkan pada Tabel 3.1. yang menunjukkan kenaikan konsentrasi sebanding dengan kenaikan absorbansi.

Perhitungan absorbansi dilakukan dengan menggunakan persamaan 1 dan 2 berdasarkan hukum lambert-beer [8,9]. Pada uji ini dihasilkan persamaan  $y = 0,114x$  dengan koefisien korelasi 0,984. Batas kepercayaan intersep dengan  $db = 4$ , rentang kepercayaan 95% ,  $t = 2,78$  yaitu 0,0470 sampai 0,1863 dan rentang kepercayaan intersept yaitu -0,0397 sampai 0,0229 dan memiliki RSD 0,0176. Batas konsentasi terendah yang terdeteksi dilakukan secara manual dengan mencoba memberikan konsentrasi dibawah 80 ppm karmosin memberikan nilai absorbansi sama dengan nilai absorbansi 100 ppm. Kemudian untuk 50 ppm karmosin memberikan nilai absorbansi nol (sama dengan blanko). Pada penentuan nilai presisi dan akurasi dilakukan enam kali perulangan pengukuran dan menggunakan persamaan [10]. Hasil terbaik didapatkan nilai presisi 99,35 % dan untuk

nilai akurasi dilakukan menggunakan larutan standar dengan menggunakan konsentrasi 1000 ppm dengan enam kali perulangan sehingga didapatkan nilai akurasi 95,82 %.

## KESIMPULAN

Spektrofotometri sederhana dirancang berdimensi 6,5 cm x 9,5 cm x 10 cm yang terbuat dari bahan fiberglass dengan menggunakan sumber cahaya dari LED berwarna biru dengan panjang gelombang 465-470 nm dan dilengkapi dengan sensor temperatur. Pada pengukuran menggunakan spektrofotometri sederhana memberikan hasil pengukuran yang baik, nilai absorbansi sebanding dengan nilai konsentrasi analit. Uji linearitas pada spektrofotometri sederhana ini didapatkan nilai terbaik pada pengukuran menggunakan analit karmosin menghasilkan persamaan  $y = 0,114x$  dengan koefisien korelasi 0,984 dan batas konsentrasi terendah yang terdeteksi 80 ppm, sedangkan untuk 50 ppm karmosin memberikan nilai absorbansi nol (sama dengan blanko). Pada spektrofotometer sederhana ini memiliki akurasi dan presisi sebesar 95,35 % dan 99,35 % sehingga dapat diasumsikan spektrofotometer berbasis arduino ini memiliki kelayakan sebagai alat pengukuran alternatif pada spektrofotometer Vis.

## UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada LPPM UNPAM untuk bantuan dana pada penelitian ini .

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Daniel, R. A., Michael, A.T., Davis, H.F.( 2012 ). A Low-Cost Quantitative Absorption Spectrophotometer. J.Chem. Educ.89. pp.1432-1435.
- [2] Gong,W., Mowlem, M., Kraft, M., Morgan, H. (2009) *A simple low-cost double beam spectrophotometer for colorimetric detection of nitrite in sea water* . ISSE sensor journal:7 (862-869).
- [3] Montaser, M. & Alkafafy, M. (2013). Effect of synthetic food color (carosine) on expression of some fuel metabolism genes in liver of male albino rats. Life sains journal.(10) : 2191-21981097.
- [4] An. (2016) Flexible LED strips light specification. [www.ledlightsworld.com](http://www.ledlightsworld.com). Diakses tanggal 20 Desember 2016.
- [5] Massimo, B.(2011) Getting Started with Arduino second edition. O'Reilly. ISBN : 978-1-449-309879.
- [6] Savasgard, E.(2014). Arduino 101 beginners guide. Independent publishing platform. ISBN : 1516964624
- [7] Jim, C.(2013). The Colors of Complex Metal Ions. Chem guide Publishing. <http://www.chemguide.co.uk/inorganic/complexions/colour.html>, diakses 25-09-2016.
- [8] Solvason, G. (2015) Master of Science Thesis, Mechanical Engineering, Reykjavic University, Iceland.
- [9] Ahmed, A. F., Ayman, H.Z., Mohamed, H.K. (2016) Control of Selectivity in Heterogeneous Photocatalysis by Tuning TiO<sub>2</sub> Morphology for Water Treatment Applications. ResearchGate. DOI: 10.5772/62296.2016.
- [10] Caulcutt, R. & Boddy, R.(1983) *Statistics for Analitical Chemsist*. Chapman and Hall. London. ISBN: 041223730 X.