

## Pembuatan Spektrofotometer Edukasi Untuk Analisis Senyawa Pewarna Makanan

Yohan\*, Fifit Astuti, Adimas Wicaksana

Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pamulang, Pamulang Barat, Tangerang Selatan, Banten, 15417, Indonesia

\*Penulis korespondensi: dosen01358@unpam.ac.id

DOI: <https://doi.org/10.24198/cna.v6.n3.19099>

**Abstrak:** Peralatan laboratorium merupakan unit fungsional terkecil di laboratorium untuk pengembangan suatu bidang ilmu. Berdasarkan piramida pembelajaran Edgar Dale dengan pendidikan yang berbasis eksperimen atau melakukan hal yang nyata dapat meningkatkan pemahaman dan daya ingat sekitar 90%. Spektrofotometer UV-Vis merupakan salah satu instrumen yang dapat mendukung proses pembelajaran berbasis eksperimen, yang penting dalam analisis kimia. Instrumen ini digunakan untuk menguji sampel tertentu yang berorientasi pada analisis kualitatif dan kuantitatif pengukuran warnanya (colorimetry). Spektrofotometri edukasi dirancang berdimensi  $(10 \times 10 \times 8)$  cm<sup>3</sup> yang terbuat dari bahan fiberglass dengan menggunakan sumber cahaya dari LED berwarna violet, biru, hijau, dan merah dengan panjang gelombang 466, 471, 527, dan 621 nm. Uji linearitas pada spektrofotometri edukasi ini didapatkan nilai terbaik pada pengukuran menggunakan brilliant blue menghasilkan persamaan  $y = 0,0094x + 0,007$  dengan koefisien korelasi 0,9949 pada rentang konsentrasi 1 sampai 75 ppm dan batas konsentrasi terendah yang terdeteksi 1 ppm, sedangkan untuk konsentrasi optimal berkisar 75 ppm. LOD dan LOQ yang didapat dari pengukuran nilai blanko yaitu 0,1494 dan 0,4980 ppm. Pada spektrofotometer edukasi ini memiliki akurasi dan presisi sebesar 87,75 % dan 99,35 %. Data-data pengukuran tersebut menunjukkan bahwa spektrofotometer edukasi ini dapat digunakan sebagai alat pengukuran bahan pewarna.

**Kata kunci:** spektrofotometer, Arduino, dye

**Abstract:** Laboratory instruments are the smallest functional units in the laboratory for the development of science. According to learning pyramid suggested by Edgar Dale, experiment based education can increase understanding and memory of students by 90%. UV-Vis spectrophotometer is one of instrument that can support experimental based learning, especially in analytical chemistry. This instrument can be used for qualitative and quantitative determination of chemical species based on their color (colorimetry). In the present study, educational spectrophotometry was designed with  $(10 \times 10 \times 8)$  cm<sup>3</sup> dimension, made with fiberglass and using LED as light source with violet, blue, green and red colors with wavelength of 466, 471, 527 and 621 nm, respectively. Linearity of the educational spectrophotometry for brilliant blue was found in the range of 1 to 75 ppm with linear regression of  $y = 0.0094x + 0.007$  with correlation coefficient of 0.9949. LOD and LOQ of the instrument for brilliant blue was 0.1494 and 0.4980 ppm, respectively. The spectrophotometer has accuracy and precision of 87.75 and 99.35%, respectively. The data suggest that the educational spectrophotometer can be used for determination of food colorant.

**Keywords:** spectrophotometer, Arudino, dye

### PENDAHULUAN

Spektrofotometer merupakan instrumen penting dalam analisis kimia. Instrumen ini digunakan untuk menguji sampel tertentu yang berorientasi pada pengukuran kualitatif dan kuantitatif. Oleh karena itu instrumen ini penting digunakan pada sektor pendidikan, penelitian, maupun industri (Sölvason & Foley 2015). Pada sektor pendidikan alat ini sebagai media pendidikan untuk meningkatkan pemahaman siswa pada pengenalan alat dan praktikum (Pastore 2016). Pada sektor penelitian berperan dalam

menguji analisis senyawa secara kuantitatif dan kualitatif pada sampel. Pada sektor industri alat ini berperan untuk menentukan kadar bahan yang digunakan pada industripewarna makanan dan analisis kadar senyawa pada limbah yang dihasilkan (Turak *et al.* 2014). Namun untuk pemenuhan alat ini, negara Indonesia masih mengimport dari negara lain. Oleh karena itu, kami berproyeksi mengembangkan spektrofotometer dengan biaya murah menggunakan LED dan arduino. Yohan & Astuti (2016) telah berhasil membuat rancangan

spektrofotometri berdasarkan arduino uno dengan menggunakan sumber cahaya LED dengan panjang gelombang 467 nm. Pada penelitian ini telah dilakukan penggunaan panjang gelombang 395, 467, 520, dan 631 nm untuk mengembangkan alat spektrofotometer edukasi ini. Harapannya dengan pengembangan produk ini, dalam jangka pendek produk ini akan memudahkan analisis uji sampel penelitian dan terjangkau baik lembaga pendidikan, penelitian, dan sekolah tingkat atas yang terkait. Dalam jangka panjang akan terjadi pengembangan instrumen lain yang terkait.

## BAHAN DAN METODE

### Peralatan

Spektrofotometer UV-Vis Ultra-3660 produk PT. Rigol Technologies dari China, labu ukur 25 mL, botol pot plastik 50 mL, Gerinder RYU RSG1000-1 produk PT. Tekiro Technologies dari Jepang, Mesin Bor 500W produk PT Mollar Jerman, molding sheet, Mesin CNC laser 1325 produk Jihan Blue Elephant CNC Machinery Co., LTD dari China.

### Bahan

Pewarna makanan (Brilliant Blue CI 42090 dan Tartrazine CI 19140), akuabides, kuvet 8 mL, LED, LDR, Catu Daya 24 watt, kabel, resin fiberglass, silikon rubber RTV, Seven segmen TM 74HC595, Arduino.

### Perancangan Spektrofotometer Edukasi

Perancangan digambar dengan menggunakan program Sketchup Drawing. Spektrofotometri edukasi dirancang dengan sistem radiasi ganda yang

sebelumnya telah dibuat oleh Gong *et al.* (2009) seperti ditunjukkan pada Gambar 1.

### Pembuatan Spektrofotometer Edukasi

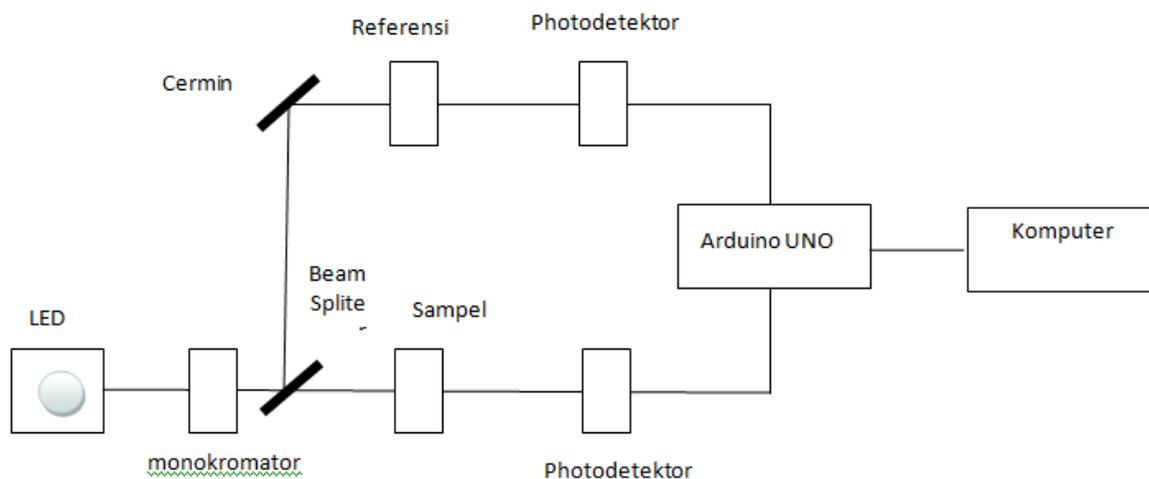
Rangka spektrofotometer dibuat menggunakan bahan fiberglass. Fiberglass dicetak didalam casting yang telah disediakan. Rangka spektrofotometer memiliki dimensi  $(10 \times 10 \times 6,5) \text{ cm}^3$ . Sama halnya rangka spektrofotometer edukasi kotak sumber cahaya juga dibuat dengan bahan fiberglass dengan cetakan yang telah disediakan. Instalasi pada pembuatan spektrofotometer edukasi terdiri dari dua jalur. Jalur pertama merupakan jalur power dengan daya 24 watt yang berfungsi menghidupkan sumber cahaya. Jalur kedua terdiri dari rangkaian arduino, LDR, dan PC. Sistem operasi spektrofotometer edukasi menggunakan bahasa program arduino 1.8.5.

### Pengujian Kualitatif Spektrofotometer Edukasi

Uji kualitatif dilakukan dengan mengukur masing-masing analit yaitu brilliant blue (pewarna biru), Tartrazine CI 19140 (pewarna kuning), dan campuran yang mempunyai konsentrasi masing-masing 100 ppm dan diukur dengan spektrofotometer edukasi dengan panjang gelombang masing-masing 395, 467, 520, dan 631 nm.

### Pengujian Kuantitatif

Uji kuantitatif dilakukan dengan membuat larutan standar masing-masing konsentrasi 1, 5, 10, 25, 50, 75, 100 ppm brilliant blue. Setelah itu ditentukan linieritas, batas deteksi, batas kuantisasi, akurasi, dan presisi (Caulcutt & Boddy 1983).



**Gambar 1.** Desain sistem bagian spektrofotometer edukasi

## HASIL DAN PEMBAHASAN

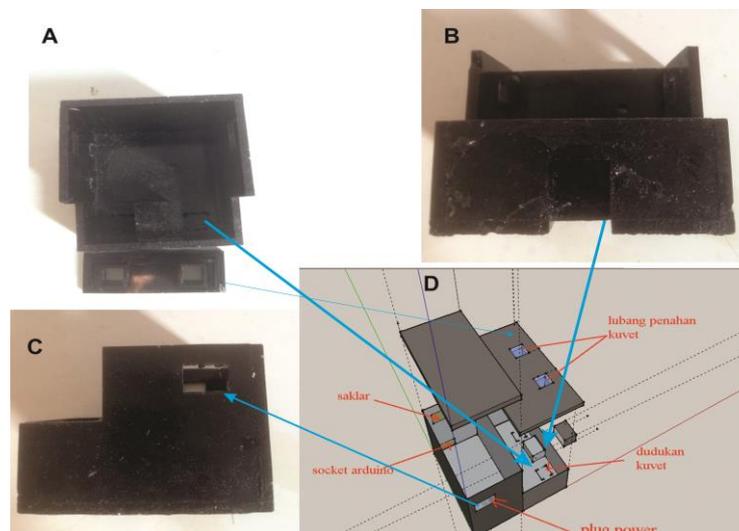
### Perancangan dan Pembuatan Spektrofotometer

Perancangan spektrofotometer digambar dengan menggunakan aplikasi *sketch up drawing*. Spektrofotometer edukasi terdiri dari kotak sumber cahaya, dudukan kuvet referensi dan sampel, plug daya, saklar dan pengatur daya sumber cahaya seperti ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3. Pengukuran spektrofotometer edukasi terdiri dari pengukuran referensi dan sampel.

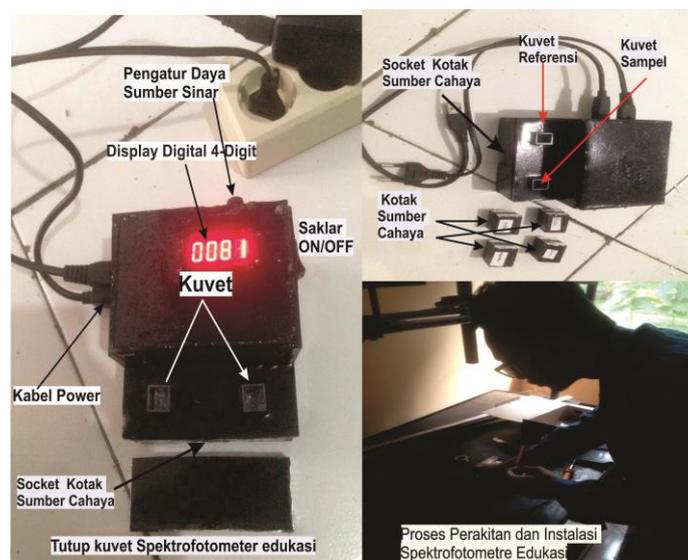
Pembuatan spektrofotometer sesuai dengan sistem double beam. Spektrofotometri sederhana ini terdapat *Light Dependent Resistor (LDR)* (Albert *et al.* 2012) yang diinstalasi pada referensi dan sampel. Spektrofotometer edukasi memiliki dimensi  $(10 \times 10 \times 8) \text{ cm}^3$  dan dilengkapi dengan display digital 4 digit. Spektrofotometer edukasi beroperasi pada tegangan 12 Volt dengan arus 1,5 A. Kotak hitam

sumber cahaya pada spektrofotometer edukasi 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.

Kotak Sumber Cahaya dibuat dengan dimensi  $1,9 \text{ cm} \times 2,5 \text{ cm} \times 2,5 \text{ cm}$  dengan ketebalan 5 mm yang terbuat dari bahan fiberglass dan pewarna hitam agar mengurangi interferensi cahaya dari luar. Kotak Sumber cahaya memiliki diameter lubang cahaya sebesar 2 mm Pada kotak hitam sumber cahaya ini diberikan daya 0,056 watt dengan arus 1,5 A yang disesuaikan terhadap power supply dan suhu operasional sekitar  $27^\circ\text{C}$ .



**Gambar 2.** Spektrofotometer edukasi (A) Pandangan rangka atas, (B) Pandangan rangka depan, (C) Pandangan rangka samping, (D) Desain Spektrofotometer edukasi



**Gambar 3.** Spektrofotometer edukasi dan proses pembuatan

### Uji Kualitatif Menggunakan Spektrofotometer Edukasi

Uji kualitatif dilakukan untuk mengetahui respon Spektrofotometer Edukasi terhadap perbedaan analit. Uji kualitatif dilakukan dengan mengoperasikan spektrofotometer edukasi dengan beberapa jenis sumber cahaya LED yaitu violet (395 nm), biru (467 nm), hijau (520 nm), dan merah (631 nm) untuk mengukur masing-masing bahan pewarna yaitu Brilliant Blue CI 42090, Tartrazine CI 19140 dan campuran. Hasil pengukuran ditunjukkan pada Tabel 1. Memberikan hasil pemisahan dengan perbedaan absorbansi menggunakan spektrofotometer edukasi sebagai berikut.

**Tabel 1.** Uji kualitatif zat pewarna berupa Tartrazine CI 19140, Brilliant blue CI 42090, dan campuran dengan konsentrasi 100 ppm dengan menggunakan spektrofotometer edukasi

Panjang Gelombang (nm)	Absorbansi		
	Tartrazine CI 19140 dan Brilliant blue CI 42090 (50:50)	Tartrazine CI 19140	Brilliant blue CI 42090
395	0.62	0.56	0
467	1.08	0.9	0
520	0	0	0.22
631	0.77	0	0.95

Tabel 1 memberikan informasi pemisahan senyawa pewarna brilliant blue dan tartrazine melalui penggunaan sumber cahaya panjang gelombang 395, 467, 520, dan 631 nm pada spektrofotometer edukasi. Pada campuran (50:50) brilliant blue dan tartrazine memiliki absorbansi 1.08 pada 467 nm dan 0.77 pada 631 nm sehingga menunjukkan terdapatnya brilliant blue dan tartrazine. Sedangkan pada pengukuran tartrazine tidak memberikan nilai absorbansi pada panjang gelombang 520 dan 631 nm. Menurut Sorouraddin *et al.* (2015) brilliant blue mempunyai puncak spektra visible 630 nm dengan rentang pita 580-670 nm pada pH 6, carmoisine mempunyai puncak spectrum 500 nm dengan rentang pita 400-550 nm, dan tartrazine mempunyai puncak pita di 440 nm dengan rentang 380-480 nm (Maslowska & Janiak 1996).

### Uji Kuantitatif Menggunakan Spektrofotometer Edukasi

Pada penentuan konsentrasi optimal untuk penggunaan spektrofotometer edukasi digunakan pewarna brilliant blue dengan spektrum gelombang 631 nm. Pembuatan kurva standar menggunakan 631 nm menunjukkan pengukuran analit brilliant blue. Pewarna biru ditimbang kering sebanyak 0,2 gram dan dilarutkan dengan masing-masing konsentrasi 1 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 25 ppm, 50 ppm, dan 75 ppm.

Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran konsentrasi brilliant blue menggunakan spektrofotometer edukasi dengan panjang gelombang 631 nm.

**Tabel 2.** Hubungan konsentrasi brilliant blue terhadap absorbansi 631 nm menggunakan spektrofotometer edukasi

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0
1	0.0152
5	0.049
10	0.0952
25	0.2511
50	0.5143
75	0.6866

Perhitungan absorbansi pada Tabel 2 dilakukan berdasarkan hukum Lambert-Beer yang dimasukkan ke bahasa program arduino pada spektrofotometer edukasi. Pada uji ini dihasilkan persamaan  $y = 0,0094x + 0,007$  dengan koefisien korelasi 0,9949 untuk brilliant blue. Batas kepercayaan intersep dengan  $db = 5$ , rentang kepercayaan 95%,  $t = 2,57$  yaitu -0,0199 sampai 0,0358 dan rentang kepercayaan slope yaitu 0,0085 sampai 0,0101 dan memiliki nilai RSD 0,0208. Batas konsentrasi terendah yang terdeteksi dilakukan secara pengukuran menggunakan spektrofotometer edukasi sebesar 1 ppm mengingat nilai LOD dan LOQ yang didapat dari pengukuran nilai blanko yaitu 0,1494 dan 0,4980 ppm. Pada penentuan nilai presisi dilakukan enam kali pengulangan pengukuran sehingga didapatkan nilai presisi 99,35 % dan untuk nilai akurasi digunakan larutan standar dengan menggunakan konsentrasi 10 ppm dengan enam kali pengulangan baik dengan spektrofotometer edukasi dan spektrofotometer UV-Vis Ultra 3660. Pada konsentrasi 10 ppm brilliant blue menggunakan spektrofotometer UV-Vis Ultra 3660 pada panjang gelombang 631 nm menghasilkan nilai absorbansi 0,1085 sedangkan pada spektrofotometer edukasi menghasilkan nilai absorbansi 0,0952 sehingga didapatkan nilai akurasi 87,75 %.

### KESIMPULAN

Spektrofotometri edukasi dirancang berdimensi 10 cm × 10 cm × 8 cm yang terbuat dari bahan fiberglass dengan menggunakan sumber cahaya dari LED berwarna biru, merah, ungu, dan hijau dengan panjang gelombang 395-631 nm yang memiliki sistem double beam yaitu memiliki pengukuran referensi dan sampel. Pada pengukuran menggunakan spektrofotometri Edukasi memberikan hasil pengukuran yang baik, nilai absorbansi sebanding dengan nilai konsentrasi analit. Uji linearitas pada

spektrofotometri edukasi ini didapatkan nilai terbaik pada pengukuran menggunakan analit brilliant blue menghasilkan persamaan  $y = 0,0094x + 0,007$  dengan koefisien korelasi 0,9949 dan batas konsentrasi terendah yang terdeteksi 1 ppm, sedangkan untuk konsentrasi optimal berkisar 75 ppm. Pada spektrofotometer sederhana ini memiliki akurasi dan presisi sebesar 95,35 % dan 87,75 % .

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset, teknologi, dan Pendidikan Tinggi atas bantuan pendanaan program hibah PDP Nomor: 122/A5/SPKP/LPPM/III/2018.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Albert, D.R., Todt, M.A. & Davis, H.F. (2012). A low-cost quantitative absorption spectrophotometer. *Journal of Chemical Education*. 89(11): 1432-1435.
- Caulcutt, R. & Boddy, R. (1983). *Statistics for Analytical Chemists*. Chapman and Hall. London.
- Gong, W., Mowlem, M., Kraft, M. and Morgan, H., 2009. A simple, low-cost double beam spectrophotometer for colorimetric detection of nitrite in seawater. *IEEE Sensors Journal*. 9(7): 862-869.
- Masłowska, J. & Janiak, J. (1996). Voltammetric and spectrophotometric studies on tartrazine: a food colorant. *Chemia Analityczna*. 41(5): 855-864.
- Pastore, R.S. 2016. Dale'S Cone of Experience [www.teacherworld.com/potdale.html](http://www.teacherworld.com/potdale.html) diakses tanggal 25 Oktober 2016.
- Sölvason, G.Ó. & Foley, J.T. (2015). Low-cost spectrometer for Icelandic chemistry education. *Procedia CIRP*. 34: 156-161.
- Sorouraddin, M.H., Saadati, M. & Mirabi, F. (2015). Simultaneous determination of some common food dyes in commercial products by digital image analysis. *Journal of Food and Drug Analysis*. 23(3): 447-452.
- Turak, F., Dinç, M., Dülger, Ö. & Özgür, M.U. (2014). Four derivative spectrophotometric methods for the simultaneous determination of carmoisine and ponceau 4R in drinks and comparison with high performance liquid chromatography. *International Journal of Analytical Chemistry*. 2014: 650465.