

# Identifikasi dan Pengukuran Konsentrasi Pewarna Merah dalam Sampel Minuman menggunakan Detektor Spektrometer Emisi dan Kolorimeter

C. Jerry Anggoro<sup>1</sup>, Ign Edi Santosa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>SMP Katolik Mater Dei, Jl. Puspiptek Raya, Pamula Permai 1, Tangerang Selatan

<sup>2</sup>Pendidikan Fisika, Universitas Sanata Dharma, Paingan, Maguwoharjo, Depok, Sleman

\* E-mail: edi@usd.ac.id

**Abstrak** – Telah dilakukan penelitian tentang identifikasi dan pengukuran konsentrasi pewarna merah dalam sampel minuman. Identifikasi sampel dilakukan berdasarkan pola serapannya yang diperoleh dengan menggunakan Spektrometer emisi. Absorbans diukur menggunakan detektor kolorimeter. Konsentrasi pewarna merah sampel diperoleh dengan menggunakan hasil kalibrasi hubungan absorbans pewarna merah standar terhadap konsentrasi. Dari 6 sampel yang diteliti, 1 sampel mengandung pewarna merah Eritrozine CI 16035 dengan konsentrasi  $(9,9 \pm 1,2)$  ml/l. Sampel lainnya mengandung Carmoizine CI 14720 dengan konsentrasi secara berturut-turut adalah  $(12,4 \pm 0,7)$  ml/l,  $(12,7 \pm 0,8)$  ml/l,  $(15,9 \pm 2,1)$  ml/l,  $(11,9 \pm 0,7)$  ml/l dan  $(15,3 \pm 0,9)$  ml/l.

**Kata kunci:** pola serapan, pewarna merah, spektrometer emisi, kolorimeter, LoggerPro

**Abstract** – The experiment to identify and determine the concentration of red dye in liquid samples has been performed successfully. The liquid absorption spectra were measured using an emission spectrometer in order to identify the samples, while a colorimeter was used to measure the liquid absorbance. The concentration of sample were determined using calibration data which was base on a standard red dye absorbance to its concentration. The result showed that this technique can identify the examined liquid samples as follows: one sample contain  $(9.9 \pm 1.2)$  ml/l eritrozine CI 16035, and carmoizine CI 14720 were detected on the other samples with concentrations  $(12.4 \pm 0.7)$  ml/l,  $(12.7 \pm 0.8)$  ml/l,  $(15.9 \pm 2.1)$  ml/l,  $(11.9 \pm 0.7)$  ml/l, and  $(15.3 \pm 0.9)$  ml/l, respectively.

**Keywords:** absorption spectra, red dye, emission spectrometer, colorimeter, LoggerPro

## I. PENDAHULUAN

Minuman berwarna merah yang beredar luas di masyarakat umumnya diperoleh menggunakan pewarna. Masyarakat tidak dapat mengetahui molekul apa saja yang terkandung dalam perwarna yang beredar di pasaran. Pewarna tertentu dapat membahayakan kesehatan, misalnya alergi, asma, kerusakan sistem urin, bahkan memicu kanker. Pemerintah menetapkan pewarna minuman merah yang diperbolehkan adalah yang terbuat dari Eritrozine CI 16035, Eritrozine CI 16035-Carmoizine CI 14720, Carmoizine CI 14720, dan Ponceau 4R CI 16255 [1,2].

Untuk mengetahui kandungan molekul dalam minuman diperlukan alat yang mampu membedakan molekul satu dari molekul lainnya. Selain itu, alat harus memiliki kepekaan yang tinggi dan tidak mengubah kondisi sampel yang diukur. Oleh karena itu, dibutuhkan instrumen yang selektif dan sensitif agar dapat mengurangi gangguan saat pengukuran [3]. Polarimeter dapat digunakan untuk menentukan kandungan gula dalam larutan. Pengukuran ini berdasar pada pemutaran bidang getar cahaya oleh molekul. Melalui pengukuran rotasi optik spesifikasi larutan, telah dapat ditentukan konsentrasi larutan glukosa, fruktosa, dan laktosa dengan menggunakan polarimeter [4]. Penentuan kandungan seperti ini hanya dapat dilakukan pada molekul yang bersifat optis aktif.

Pengukuran konsentrasi zat warna dalam minuman dapat dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. Pewarna merah *carmoizine* dapat diketahui berdasarkan pola *absorbannya* terhadap panjang gelombang, sedangkan konsentrasinya ditentukan berdasar data kalibrasi *absorban* terhadap konsentrasi *carmoizine* standar [5]. Pada penelitian ini perangkat pengukurannya relatif mahal. Pada saat ini tersedia berbagai perangkat pengukuran berbasis komputer yang relatif murah dan mudah penggunaannya. Perangkat ini meliputi *interface*, sensor yang sesuai dan *software* aplikasi. Salah satu perangkat adalah buatan Vernier dan *software* yang tersedia adalah LoggerPro [6]. *Software* ini dilengkapi fasilitas pengambilan data dan analisis data.

Vernier juga memproduksi detektor Spektrometer emisi yaitu detektor yang dirancang untuk mengukur intensitas cahaya dari berbagai sumber cahaya. Selain itu Vernier juga mengeluarkan detektor Kolorimeter yang digunakan untuk menentukan *absorbans* larutan [6]. Hal ini menjadi dasar dilakukannya penelitian ini, yang akan memanfaatkan penggunaan peralatan Spektrometer emisi buatan Vernier untuk mengidentifikasi molekul yang terkandung dalam larutan. Teknik identifikasi menggunakan spektrometer ini akan dikombinasikan dengan Kolorimeter yang digunakan untuk mengukur *absorbans* dan selanjutnya untuk menentukan konsentrasi.

## II. LANDASAN TEORI

Cahaya dengan frekuensi  $\nu$ , panjang gelombang  $\lambda$  mempunyai tenaga sebesar

$$E = h\nu = \frac{hc}{\lambda} \quad (1)$$

dengan  $h$  tetapan Planck,  $c$  kecepatan cahaya. Dari persamaan (1) tampak bahwa tenaga dari cahaya tergantung pada panjang gelombangnya.

Molekul yang diberi tenaga akan mengalami eksitasi jika tenaga yang diberikan sama dengan selisih tingkat tenaga transisinya. Setiap molekul memiliki struktur tingkat tenaga yang tertentu. Karena itu molekul akan menyerap cahaya datang, pada panjang gelombang tertentu pula. Selanjutnya jenis molekul dapat ditentukan dari pola serapan yang terbentuk.

Cahaya yang datang pada sampel akan diserap oleh molekul yang terkandung dalam sampel tersebut. Besarnya penyerapan tergantung dari jenis molekul penyerap, konsentrasi penyerap, panjang lintasan penyerapan dan panjang gelombang cahaya yang digunakan. Penyerapan ini dinyatakan dengan besaran absorbans. Larutan dengan konsentrasi  $c$ , tebal  $b$ , dan *absorptivitas* molar  $\epsilon$  memiliki *absorbans*  $A$  mengikuti hukum Beer dan Lambert [7,8]

$$A = \epsilon cb \quad (2)$$

Nilai absorptivitas molar  $\epsilon$  tergantung pada jenis molekul dan panjang gelombang cahaya yang digunakan. Penentuan konsentrasi larutan dilakukan melalui pengukuran *absorbans*.

Pada alat ukur, sampel ditempatkan pada *kuvet* dengan tebal yang tertentu. Karena itu untuk satu jenis molekul yang diukur pada satu panjang gelombang, nilai *absorbans*nya hanya tergantung pada konsentrasinya mengikuti persamaan

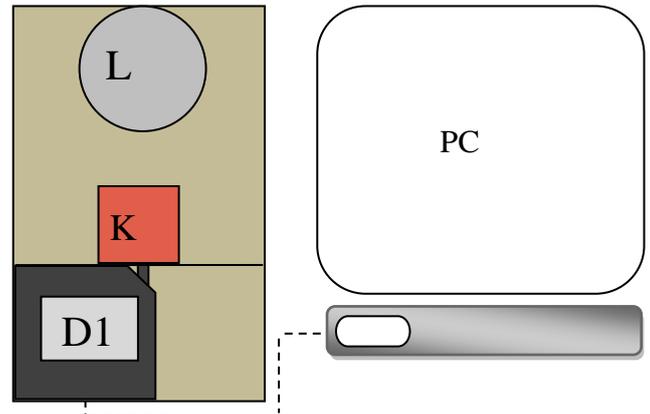
$$A = k c \quad (3)$$

dengan  $k$  adalah konstanta yang dapat diperoleh melalui kalibrasi.

## III. METODE EKSPERIMEN

Penelitian ini secara garis besar meliputi dua bagian, yaitu identifikasi dan pengukuran konsentrasi. Susunan peralatan yang digunakan untuk proses identifikasi disajikan pada Gambar 1.

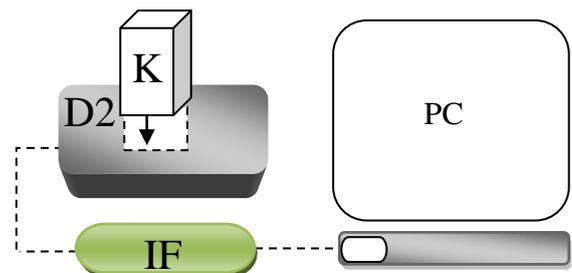
Lampu pijar  $L$  dengan daya 40 watt digunakan sebagai sumber cahaya polikromatis. Larutan sampel ditempatkan di *kuvet*  $K$ . Intensitas cahaya dari lampu setelah melewati *kuvet* akan diukur menggunakan detektor Emission Spectrometer  $D1$ . Lampu, *kuvet* dan detector disusun dalam ruang tertutup. Detektor  $D1$  dihubungkan ke komputer  $PC$ . Detektor bekerja pada panjang gelombang 320 nm sampai dengan 900 nm dengan interval 1 nm. Pada setiap pengukuran sampel, akan langsung didapatkan grafik hubungan nilai intensitas terhadap panjang gelombang. Grafik ini menunjukkan pola serapan dari molekul yang terkandung dalam larutan.



**Gambar 1.** Susunan peralatan dalam eksperimen identifikasi. L: lampu pijar, K: *kuvet*, D1: detector Emission Spectrometer, PC: komputer.

Pada awal dilakukan pengukuran pola serapan dari berbagai standar. Selanjutnya untuk sampel, identifikasi dilakukan dengan membandingkan pola serapan sampel dengan pola serapan dari standar yang sudah diketahui jenis molekulnya.

Susunan peralatan yang digunakan untuk pengukuran konsentrasi disajikan pada Gambar 2. *Kuvet* berisi larutan dimasukkan ke dalam detektor kolorimeter  $D2$ . Detektor dihubungkan ke komputer  $PC$  melalui *interface*  $IF$ . Detektor kolorimeter memiliki empat sumber cahaya dengan panjang gelombang 430 nm, 470 nm, 565 nm, dan 635 nm. Detektor mampu mengukur *absorbans* sampel dengan *range* 0,05 sampai 1,0.



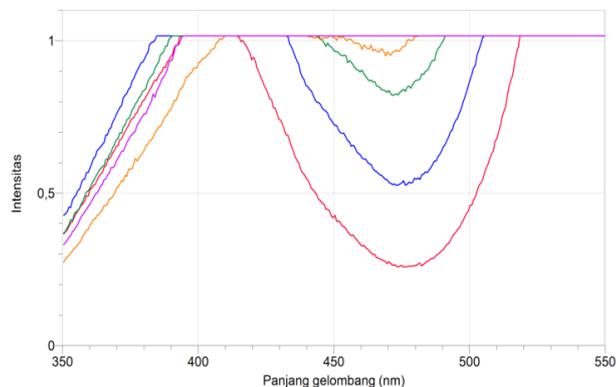
**Gambar 2.** Susunan peralatan pengukuran konsentrasi. K: *kuvet* D2: *detektor Colorimeter*, IF: *interface* dan PC: komputer

Kalibrasi dilakukan dengan mengukur *absorbans* dari standar dengan berbagai konsentrasi. Data kalibrasi digunakan untuk menentukan grafik hubungan antara *absorbans* terhadap konsentrasi. Penentuan konsentrasi sampel dilakukan dengan mengukur *absorbans*nya. Selanjutnya konsentrasi sampel dapat dihitung dengan persamaan (3) dan grafik kalibrasi.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

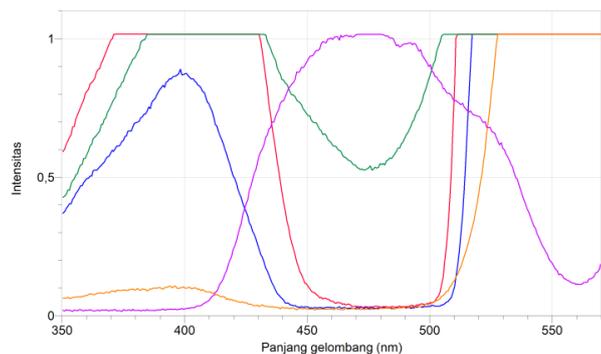
Identifikasi dilakukan berdasarkan pola serapan. Pola serapan diperoleh menggunakan detektor *Emission Spectrometer*. Selanjutnya konsentrasi pewarna merah diperoleh menggunakan detektor kolorimeter. Pola serapan standar pewarna merah Carmoizine, ditunjukkan dari hasil pengukuran intensitas cahaya setelah melalui

*kuvet* berisi larutan Carmoizine, pada berbagai panjang gelombang seperti pada Gambar 3. Untuk satu jenis pewarna merah standar ini dilakukan pengukuran serapan pada beberapa konsentrasi yaitu 10 ml/l, 8 ml/l, 6 ml/l, 4 ml/l, dan 2 ml/l. Serapan ditunjukkan dengan berkurangnya intensitas pada panjang gelombang tertentu.



**Gambar 3.** Hubungan Intensitas terhadap panjang gelombang pada larutan standar Carmoizine CI 14720 pada konsentrasi 10 ml/l (■), 8 ml/l (■), 6 ml/l (■), 4 ml/l (■), dan 2 ml/l (■).

Hasil pengukuran nilai intensitas larutan standar pewarna merah Eritrozine CI 16035, Eritrozine CI 16035-Carmoizine CI 14720, Carmoizine CI 14720 dan Ponceau 4R CI 16255, dengan konsentrasi 8 ml/l ditunjukkan pada Gambar 4. Sebagai pembandingan pada Gambar 4 juga ditunjukkan serapan pewarna hijau Tartrasine CI 19410.



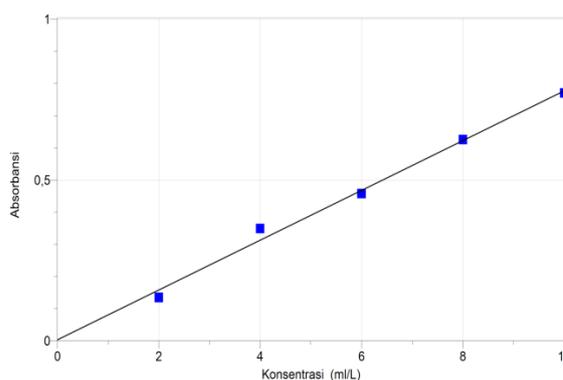
**Gambar 4.** Hubungan Intensitas terhadap panjang gelombang (nm) larutan standar Eritrozine CI 16035 (■), Eritrozine CI 16035-Carmoizine CI 14720 (■), Carmoizine CI 14720 (■), dan Ponceau 4R CI 16255 (■) pada konsentrasi 8 ml/l dan larutan standar Tartrasine CI 19410 (■) pada konsentrasi 8 ml/l.

Gambar 4 digunakan untuk menentukan jenis sampel dan penentuan panjang gelombang selektifnya. Panjang gelombang selektif optimal ditentukan dengan cara memilih panjang gelombang yang mempunyai serapan paling maksimal untuk pewarna merah dan paling minimal untuk Tartrasine CI 19410. Panjang gelombang selektif untuk larutan standar pewarna merah berkisar 450 nm sampai 500 nm.

Penentuan konsentrasi dilakukan dengan detektor kolorimeter, pada panjang gelombang yang tersedia. Hasil pengukuran absorbans larutan standar Carmoizine CI 14720 pada panjang gelombang 470 nm dengan berbagai konsentrasi ditampilkan pada Tabel 1 dan Gambar 5.

Tabel 1. Hubungan Absorbans  $A$  terhadap konsentrasi  $C$  (ml/L) larutan standar Carmoizine CI 14720 pada panjang gelombang 470 nm.

No	Konsentrasi $C$ (ml/L)	Absorbans
1	2	0,1345
2	4	0,3488
3	6	0,4578
4	8	0,6255
5	10	0,7703



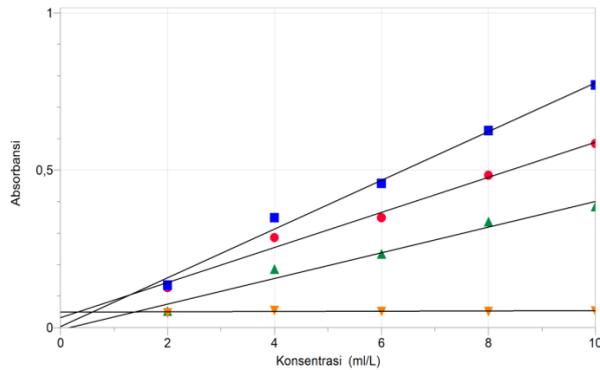
**Gambar 5.** Hubungan absorbans terhadap konsentrasi untuk larutan standar Carmoizine CI 14720 pada panjang gelombang 470 nm.

Dari Gambar 5 didapat hubungan antara *absorbans*  $A$  terhadap konsentrasi  $C$  seperti pada persamaan (4)

$$A = 7,8 \times 10^{-2} C + 0,2 \times 10^{-2} \quad (4)$$

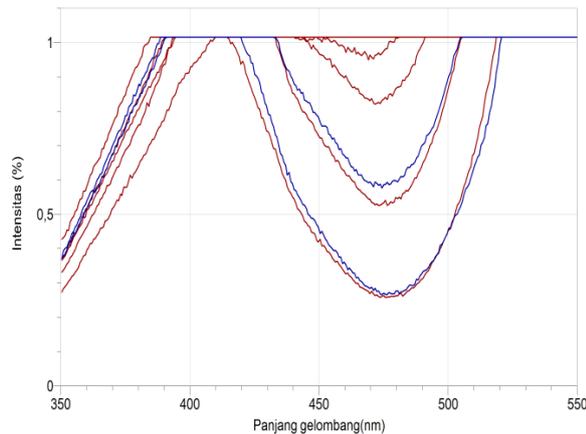
Gradien persamaan menunjukkan sensitivitas alat. Semakin besar nilai gradien berarti alat semakin sensitif. Kalibrasi *absorbans* larutan standar Carmoizine CI 14720 juga dilakukan pada panjang gelombang 430 nm, 470 nm, 565 nm dan 635 nm seperti yang ditunjukkan pada Gambar 6. Dari Gambar 6, tampak bahwa pengukuran pada panjang gelombang 470 nm memiliki nilai gradien paling besar. Selanjutnya persamaan garis (4) digunakan untuk mengukur konsentrasi Carmoizine CI 14720 dalam sampel minuman. Kalibrasi seperti ini juga dilakukan untuk molekul pewarna merah lainnya.

Sampel minuman diperoleh dari minuman kemasan, sirup, dan minuman yang dijual oleh pedagang kaki lima. Untuk itu dari setiap sampel dilakukan identifikasi molekul dengan membandingkan serapannya dengan serapan larutan standar. Selanjutnya setelah teridentifikasi jenisnya, dilakukan pengukuran *absorbans* untuk memperoleh konsentrasinya.



**Gambar 6.** Hubungan Absorbansi terhadap konsentrasi (ml/l) pada panjang gelombang 430 nm (●), 470 nm (■), 565 nm (▲) dan 635 nm (▼) untuk larutan standar Carmoizine CI 14720

Hasil identifikasi sampel minuman “X” ditunjukkan pada Gambar 7. Pola serapan dari sampel mengikuti pola serapan Carmoizine CI 14720. Karena itu dapat ditentukan bahwa pewarna merah pada sampel minuman “X” adalah Carmoizine CI 14720.



**Gambar 7.** Hubungan Intensitas terhadap panjang gelombang larutan standar Carmoizine CI 14720 (■) dengan konsentrasi 10 ml/l, 8 ml/l, 6 ml/l, 4 ml/L, dan 2 ml/l serta sampel minuman “X” (■) dengan konsentrasi  $C_1$  dan  $0,8 C_1$

Pengukuran dengan Colorimeter menghasilkan *absorbans* sampel minuman “X” sebesar 0,9059. Dari nilai *absorbans* ini nilai konsentrasi Carmoizine CI 14720 dalam sampel minuman “X” dapat dihitung dengan persamaan (4) sebesar  $(11,9 \pm 0,7)$  ml/l. Hasil pengukuran berbagai sampel disajikan pada Tabel 2. Ketidakpastian pengukuran ini antara 6% sampai 12%. Sumber ketidakpastian berasal dari ketidakpastian pada konstanta kalibrasi. Hal ini terkait dengan pembuatan larutan standar yang dilakukan dengan cara mengencerkan larutan induk menggunakan gelas ukur.

Menurut BPOMRI batas penggunaan carmoizine pada minuman beralkohol, sirup, dan larutan gula memiliki batas maksimum 70 mL/L [9]. Hasil pengukuran ini menunjukkan bahwa pewarna merah yang digunakan dalam sampel minuman merupakan senyawa yang

diperkenankan. Selain itu konsentrasi yang digunakan juga dalam batas aman.

Tabel 2. Konsentrasi pewarna merah dalam berbagai sampel.

No	Nama sampel	Pewarna sampel	Konsentrasi (ml/l)
1	Pamela1	Eritrozine CI 16035	$9,9 \pm 1,2$
2	Pamela 2	Carmoizine CI 14720	$12,4 \pm 0,7$
3	USD 1	Carmoizine CI 14720	$12,7 \pm 0,8$
4	USD2	Eritrozine CI 16035	$15,9 \pm 2,1$
5	“X”	Carmoizine CI 14720	$11,9 \pm 0,7$
6	“Y”	Carmoizine CI 14720	$15,3 \pm 0,9$

Pengukuran konsentrasi pewarna merah dalam sampel minuman dapat dilakukan dengan alat yang relatif mudah. Eksperimen ini dapat meningkatkan pemahaman tentang teori atom dan molekul. Selain itu, hasil ini memberikan informasi kepada masyarakat terkait pewarna yang diperbolehkan untuk digunakan pada minuman dan makanan.

#### IV. KESIMPULAN

Identifikasi jenis pewarna dalam sampel minuman dilakukan dengan cara membandingkan pola serapan. Pewarna merah pada sampel minuman yang diteliti memenuhi batasan keamanan untuk dikonsumsi.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Bp P. Ngadiono yang telah membantu pelaksanaan eksperimen.

#### PUSTAKA

- [1] Wenninger, John A. Canterbury, Renar C. Ewen, Mc. G. N. Jr., International Cosmetic Ingredient Dictionary and Handbook (ed.8), Washington DC, 2000.
- [2] Departemen Kesehatan RI, Permenkes RI No. 722/Menkes/Per/IX/1988 tentang bahan tambahan makanan (BTM), 1998.
- [3] Doebelin, Ernest.O., Sistem Pengukuran Aplikasi dan Perancangan, Jakarta: Erlangga, 1992.
- [4] Atmajati, Dian E, Pengukuran Rotasi Optik Spesifik Larutan Galaktosa, Fruktosa, dan Laktosa, Skripsi FMIPA Universitas Sanata Dharma, 2014.
- [5] Sasmoko, Y. Hari, Pengukuran Konsentrasi Carmoizine dalam Sampel Minuman menggunakan UV-Vis Spektrofotometer SP8-400, Skripsi FST Universitas Sanata Dharma, 2008.
- [6] <http://www.vernier.com>, diakses tanggal 19 Juli 2016.
- [7] Beiser, Arthur, Konsep Fisika Modern diterjemahkan oleh The Houw Liong, Jakarta: Penerbit Erlangga, 1982.
- [8] Skoog, D.A. West, M. Donald Holler, F. James., Analytical Chemistry an introduction. US Amerika, 1965.
- [9] Peraturan Kepala Badan Pengawas Obat Makanan Republik Indonesia Nomor 37 Tahun 2013 tentang Batas Maksimum Penggunaan Bahan Tambahan Pangan Pewarnakura

**TANYA JAWAB****Anonim**

- ? Apakah alat-alat yang digunakan dalam penelitian sudah terkalibrasi
- ? Sebaiknya sampel yang digunakan bukan dari tempat belinya melainkan jenis sampelnya
- ? Sebaiknya dalam power print ada logo sebagai identitas

**C. Jerry Anggoro, SMP Katolik Mater Dei**

- ✓ Sudah kalibrasi dapat dilihat dari proses pengkalibrasian larutan standar yang digunakan sebagai acuan

**Anonim**

- ? Apakah dengan alat ini bisa membedakan warna antara untuk pewarna minuman dan pewarna kain berdasarkan bahannya

**C. Jerry Anggoro, SMP Katolik Mater Dei**

- ✓ Alat ini dapat digunakan untuk membedakan pewarna minuman dengan berdasarkan pola serapan yang diperoleh menggunakan detektor spektrometer emisi. Untuk pewarna kain belum dicoba sehingga belum bisa dipastikan. Alat ini juga memperhatikan tingkat kekentalan bahan.