

DOI: doi.org/10.21009/SPEKTRA.012.05

ALAT PENDETEKSI DAN PENGUKUR KADAR RHODAMIN B SEBAGAI PEWARNA BERBAHAYA PADA MAKANAN DENGAN BASIS LED RGB

Sahrul Hidayat^{1,a)}, Putri Aprilia Mulyani^{1,b)}, Wahyu Alamsyah^{1,c)},
Mariah Kartawidjaja^{1,d)}, Sri Suryaningsih^{1,e)}

¹ *Departemen Fisika FMIPA Universitas Padjadjaran
Jalan Raya Bandung-Sumedang Km 21 Jatinangor. Telepon/Fax (022)7796014*

Email : ^{a)}sahrul@unpad.ac.id, ^{b)}putriamulyani@yahoo.com, ^{c)}wahyualamsyah1@gmail.com,
^{d)}mariah@phys.unpad.ac.id, ^{e)}sri@phys.unpad.ac.id

Abstrak

Rhodamin B adalah salah satu zat pewarna sintesis yang biasa digunakan pada industri tekstil dan kertas. Zat tersebut ditetapkan sebagai zat yang dilarang penggunaannya pada makanan melalui Menteri Kesehatan (Permenkes) No.239/Menkes/Per/V/85. Namun penggunaan Rhodamin B dalam makanan masih banyak dilakukan oleh masyarakat. Rhodamin B memiliki senyawa pengalkilasi (CH₃-CH₃) yang bersifat radikal sehingga dapat berikatan dengan protein, lemak, dan DNA dalam tubuh. Konsumsi Rhodamin B dalam jangka panjang dapat terakumulasi di dalam tubuh dan dapat menyebabkan gejala pembesaran hati dan ginjal, gangguan fungsi hati, kerusakan hati, gangguan fisiologis tubuh, dan dapat memicu timbulnya kanker hati. Pada penelitian ini telah dilakukan pembuatan alat pendeteksi Rhodamin B yang fleksibel dan mudah dioperasikan dengan basis LED RGB. Berdasarkan hasil eksperimen, senyawa Rhodamin B sangat sensitif terhadap berkas cahaya hijau. Berkas cahaya pada panjang gelombang tersebut mengalami serapan yang cukup tinggi dan berbanding lurus terhadap besarnya kadar Rhodamin B. Alat yang dirancang telah dapat menunjukkan kemampuan untuk membedakan senyawa yang mengandung pewarna Rhodamin B atau tidak. Selain itu alat tersebut juga mampu menghitung perkiraan kadar Rhodamin B dalam satuan mol/liter. Persamaan konversi perubahan tegangan sensor dengan konsentrasi Rhodamin B adalah: konsentrasi (µg/mL) = (tegangan sensor (mV) - 120,98) / (-1,967).

Kata-kata kunci: Rhodamin B, LED RGB, pewarna sintetik.

Abstract

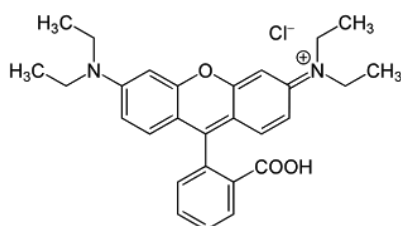
Rhodamine B is a synthetic dye used in the textile and paper industries. These substances are defined as prohibited substances in food through the Minister of Health 239/Menkes/Per/V/85. However, the Rhodamine B is commonly used in the foods by some people. Rhodamine B has an alkylating compounds (CH₃-CH₃) that are radially with binding proteins, fats and DNA in the body. Consumption of Rhodamine B in the long term can accumulate in the body and cause symptoms of an enlarged liver or kidney, impaired liver function, liver damage, physiological disorders of the body, and lead to liver cancer. In this research has been carried out the manufacture of the detector Rhodamine B which flexible and easy to operate on the basis of the RGB LEDs. Based on our experimental results, the Rhodamine B is very sensitif with the green light beam. Beam of light at these wavelengths is absorp by Rhodamin B which proportional to its concentration. Our equipment is designed to demonstrate the ability of distinguish between containing dye Rhodamine B or not. In addition, the equipment is able to calculate the concentration of Rhodamine B in mol / liter. The conversion equation of voltage to concentration of Rhodamine B is: concentration (µg/mL) = (voltage-sensor (mV) - 120,98) / (- 1,967).

Keywords: Rhodamin B, RGB LED, synthetic dye.

1. PENDAHULUAN

Zat pewarna biasanya ditambahkan pada makanan untuk mendapatkan tampilan makanan yang lebih menarik dan bervariasi. Zat pewarna yang digunakan dapat berupa zat pewarna alami atau yang sintetis. Zat pewarna alami dapat diperoleh dari pigmen tanaman, seperti dari warna klorofil atau dari ekstrak buah. Sedangkan zat pewarna sintetis merupakan zat pewarna yang sengaja dibuat melalui pengolahan secara kimia di industri. Zat pewarna sintetis biasanya digunakan karena komposisinya lebih stabil dan menghasilkan warna lebih cerah. Produk-produk pewarna sintetis sebenarnya tidak diperuntukkan untuk pewarna makanan, tetapi sering disalahgunakan oleh produsen makanan karena harganya lebih murah. Jika pewarna sintetis digunakan pada makanan maka dapat memberikan dampak negatif terhadap kesehatan.

Salah satu zat pewarna sintetis yang banyak disalahgunakan sebagai pewarna pada makanan adalah Rhodamin B. Rhodamin B sering digunakan sebagai pewarna makanan karena harganya relatif lebih murah daripada pewarna sintetis yang lain dan warna yang dihasilkan lebih menarik serta stabil.



GAMBAR 1. Struktur molekul Rhodamin B

Rhodamin B merupakan zat warna golongan xanthenes dyes yang digunakan pada industri tekstil dan kertas, sebagai pewarna kain, kosmetika, produk pembersih mulut, dan sabun. Nama lain Rhodamin B adalah Food Red, Aizen Rhodamine, dan Brilliant Pink [1].

Rumus molekul dari Rhodamin B seperti diperlihatkan pada **GAMBAR 1** adalah $C_{28}H_{31}N_2O_3Cl$ dengan berat molekul sebesar 479. Rhodamin B juga merupakan zat yang larut dalam alkohol, HCl, dan NaOH, selain dalam air. Di dalam laboratorium, zat tersebut digunakan sebagai pereaksi untuk identifikasi Pb, Bi, Co, Au, Mg, dan Th, Titik leburnya pada suhu $165^{\circ}C$ [2].

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 239/MenKes/Per/V/85, Rhodamin B merupakan salah satu zat pewarna sintetis berbahaya yang dilarang penggunaannya di dalam makanan [1]. Penggunaan Rhodamin pada makanan dalam jangka waktu yang lama dapat mengakibatkan gangguan fungsi hati dan kanker. Dalam waktu singkat, penggunaan Rhodamin B dalam jumlah besar dapat mengakibatkan keracunan dan iritasi saluran pencernaan.

Berdasarkan hal tersebut diperlukan alat deteksi senyawa Rhodamin B untuk mengidentifikasi dan memudahkan menghindari makanan yang terkontaminasi. Dengan kemudahan identifikasi tersebut diharapkan masyarakat dapat terhindar dari efek samping yang tidak diinginkan. Alat untuk mendeteksi kandungan Rhodamin B pada umumnya berupa spektrophotometer yang ukurannya besar dan harganya relatif mahal sehingga tidak praktis. Pemakaian alat tersebut biasanya hanya terbatas di laboratorium atau di lembaga pengujian makanan. Dengan demikian perlu dikembangkan alat deteksi kadar Rhodamin B yang lebih fleksibel dan harganya relatif murah. Pada artikel ini dijelaskan cara pembuatan alat deteksi kadar Rhodamin B yang lebih kompak, yaitu ukurannya mini tetapi tingkat keakuratan tinggi, sehingga penggunaannya lebih praktis dan harganya relatif lebih murah.

Prinsip kerja dari alat yang dirancang adalah hukum Lambert-Beer, yaitu apabila berkas cahaya pada panjang gelombang tertentu melewati suatu larutan/sampel maka akan ada sebagian cahaya yang diserap. Besarnya intensitas cahaya yang diserap berbanding lurus dengan nilai konsentrasi larutan tersebut. Persamaan dasar dari hukum Lambert-Beer diungkapkan pada persamaan (1) [3].

$$I = I_0 e^{-\alpha c} \quad (1)$$

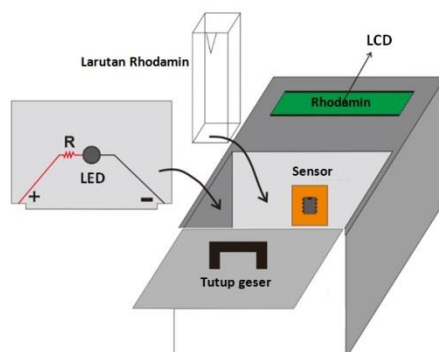
dengan koefisien absorpsi (α) adalah sebagai berikut:

$$\alpha = \epsilon \cdot l \quad (2)$$

Intensitas cahaya yang diemisikan oleh sumber (I_0), intensitas cahaya yang ditransmisikan (I), ϵ adalah molar absorpsi ($\text{Lmol}^{-1} \text{cm}^{-1}$), α adalah koefisien absorpsi, l adalah panjang cuvette atau sampel (cm), dan C adalah konsentrasi sampel (mol/L).

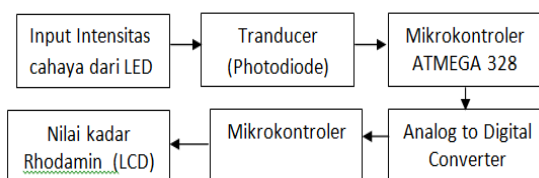
2. METODE PENELITIAN

Spektrophotometer sebagai alat ukur kadar Rhodamin yang dirancang memiliki ukuran yang kecil dengan tujuan mudah dan praktis dalam penggunaannya. Rancangan alat pendeteksi dan pengukur kadar Rhodamin diperlihatkan pada **GAMBAR 2**.



GAMBAR 2. Skematik alat ukur kadar Rhodamin berbasis LED

Kadar Rhodamin akan ditentukan berdasarkan intensitas serapan dari sampel pada tiga daerah panjang gelombang, yaitu Biru, Hijau dan Merah. Alat yang dirancang berbasis mikrokontroler yang akan bertugas untuk menghitung nilai serapan, membandingkannya dengan nilai serapan standar dan menentukan selisih nilai serapan maksimum dari ketiga panjang gelombang yang diukur. Nilai serapan maksimum pada daerah panjang gelombang yang terpilih akan dikonversi menjadi nilai kadar Rhodamin dan ditampilkan pada layar LCD. Secara skematik blok diagram atau alur proses alat yang dirancang diperlihatkan pada **GAMBAR 3**.



GAMBAR 3. Diagram blok alat deteksi Rhodamin

Gambar 3 memperlihatkan alur proses pengukuran kadar Rhodamin. Sinyal berupa cahaya dengan panjang gelombang tertentu dibangkitkan dari 3 buah LED yang dikendalikan oleh mikrokontroler. Berkas cahaya dari LED melewati sampel Rhodamin dan berkas yang ditransmisikan akan dideteksi oleh photodiode. Berkas yang dideteksi oleh photodiode mengandung informasi kadar Rhodamin dan informasi tersebut akan diolah dan dihitung oleh mikrokontroler, selanjutnya ditampilkan di LCD.

Untuk menguji kinerja alat yang telah dibuat, dilakukan kalibrasi dengan lima macam konsentrasi Rhodamin B standard, seperti diperlihatkan pada **TABEL 1** dan **GAMBAR 4**. Sampel standard diuji dengan spektroskopi UV-Vis PG-Instrument untuk mengetahui daerah panjang gelombang dan intensitas serapan Rhodamin B dari masing-masing sampel.

TABEL 1. Sampel Rhodamin B Standard

No	Nama	Konsentrasi (mol/L)	Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)
1	Sampel-1	16×10^{-6}	7,65

2	Sampel-1	32 x 10 ⁻⁶	15,32
3	Sampel-1	48 x 10 ⁻⁶	22,97
4	Sampel-1	64 x 10 ⁻⁶	30,62
5	Sampel-1	80 x 10 ⁻⁶	38,28

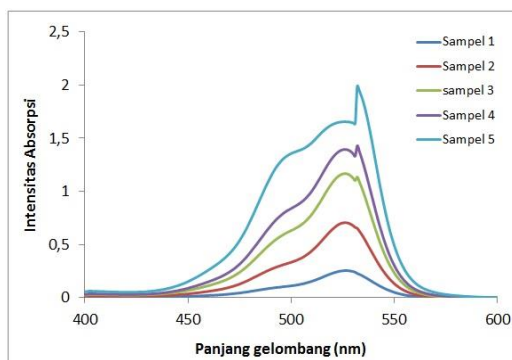


GAMBAR 4. Sampel standard Rhodamin B

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

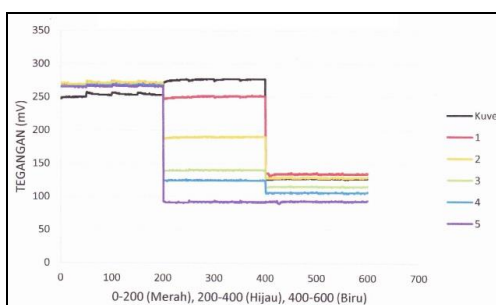
Pengujian daerah serapan Rhodamin B dilakukan pada daerah panjang gelombang 400 – 600 nm. Pada daerah panjang gelombang tersebut Rhodamin B diketahui memiliki intensitas serapan yang cukup tinggi.

Hasil pengujian absorpsi Rhodamin B dengan menggunakan spektroskopi UV-Vis diperlihatkan pada GAMBAR 5. Berdasarkan grafik pada GAMBAR 5, tampak bahwa untuk kelima sampel memiliki puncak serapan pada nilai panjang gelombang yang sama yaitu sekitar 532 nm. Nilai panjang gelombang tersebut berkorelasi dengan serapan cahaya hijau. Daerah panjang gelombang hasil pengukuran tersebut selanjutnya dijadikan landasan untuk mendesain dan membuat alat pendeteksi Rhodamin B yang praktis dan fleksibel.



GAMBAR 5. Spektrum absorpsi Rhodamin B

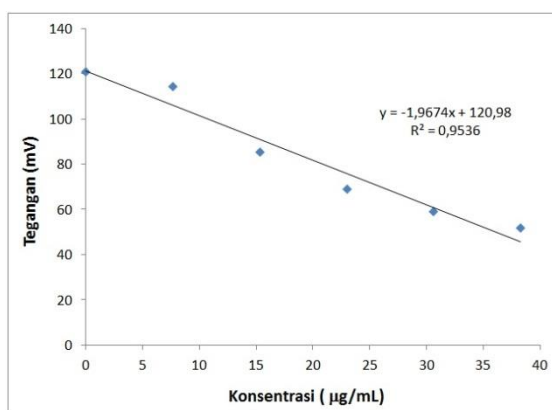
Sampel standard selanjutnya digunakan untuk kalibrasi alat mini spektroskopi yang telah dibuat. Pengujian dilakukan secara simultan, yaitu penyinaran sampel dengan LED merah, hijau dan biru masing-masing selama 200 detik. Hasil pengujian respon sampel Rhodamin B terhadap penyinaran LED RGB diperlihatkan pada GAMBAR 6.



GAMBAR 6. Hasil Pengujian tingkat serapan Rhodamin B dengan alat yang telah dibuat

Pada 200 detik pertama, sampel disinari dengan LED merah, hasilnya tidak terdapat serapan yang signifikan. Demikian juga dengan penyinaran LED biru, sampel tidak memberikan respon yang signifikan walaupun serapannya lebih besar dibanding LED merah. Untuk penyinaran dengan LED hijau pada rentang waktu 200 sampai 400 detik, terdapat serapan yang cukup besar dan nilainya proporsional terhadap besarnya konsentrasi Rhodamin B. Hasil yang diperoleh sesuai dengan hasil pengukuran menggunakan UV-Vis, dimana nilai absorpsi terbesar berada pada daerah cahaya hijau.

Nilai serapan yang ditunjukkan pada **GAMBAR 6** masih merupakan nilai tegangan (mV) yang merupakan nilai respon langsung dari sensor cahaya (LDR). Untuk mengetahui hubungan antara nilai tegangan yang terukur dengan nilai konsentrasi Rhodamin B, selanjutnya dibuat kurva kalibrasi dengan mengambil pendekatan persamaan linier. Grafik hubungan antara nilai tagangan dengan konsentrasi Rhodamin B diperlihatkan pada **GAMBAR 7**. Persamaan yang diperoleh adalah konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$) = (tegangan sensor (mV) – 120,98) / (-1,967). Persamaan tersebut selanjutnya digunakan dalam program mikrokontroler, sehingga tampilan di LDC adalah konsentrasi Rhodamin B dalam $\mu\text{g/mL}$.



GAMBAR 7. Grafik kalibrasi nilai tegangan terukur terhadap nilai konsentrasi Rhodamin B

Alat yang telah terkalibrasi selanjutnya diuji kembali dengan mengukur sampel standard, yaitu kuvet dengan isi akuades dan lima variasi konsentrasi Rhodamin B di dalam pelarut akuades. Hasil pengujian tersebut diperlihatkan pada **TABEL 2**. Berdasarkan pengujian, kadar Rhodamin B yang ditampilkan di LCD terdapat selisih dengan nilai konsentrasi sebenarnya. Prosentase kesalahan rata-rata nilai konsentrasi yang terukur yaitu sebesar 2,45%.

TABEL 2. Sampel Rhodamin B Standard

Konsentrasi Bahan ($\mu\text{g/mL}$)	Tegangan pada alat	Terbaca pada LCD alat ukur ($\mu\text{g/mL}$)
0,00	120,75	0,1
7,65	114,37	3,4
15,32	85,21	18,2
22,97	68,76	26,5
30,62	59,00	31,5

4. SIMPULAN

Hasil pengujian menunjukkan bahwa Rhodamin B memiliki daerah serapan pada panjang gelombang antara 500 – 600 nm dengan puncak panjang gelombang 532 nm yang berkorelasi dengan cahaya hijau. Rhodamin B memiliki serapan yang tinggi pada penyinaran LED warna hijau yang berbanding lurus dengan konsentrasi. Persamaan konversi antara tegangan dan konsentrasi Rhodamin

B pada alat ukur yang dibuat adalah: konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$) = (tegangan sensor (mV) – 120,98) / (-1,967). Hasil pengujian alat mini spektrophotometer tersebut dengan beberapa sampel Rhodamin terdapat error sebesar 2,45%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terima kasih kepada Fakultas MIPA Universitas Padjadjaran yang telah membiayai penelitian ini melalui Hibah Kompetitif Fakultas MIPA tahun 2015.

DAFTAR ACUAN

- [1] <http://ik.pom.go.id/v2014/artikel/Bahaya-Rhodamin-B-sebagai-Pewarna-pada-Makanan.pdf>. Akses tanggal: 1 Maret 2016
- [2] W. Cahyadi, Analisis dan Aspek Kesehatan Bahan Tambahan Pangan, (Jakarta : Penerbit Bumi Aksara), Hal. 1-2
- [3] M. Li, X. Wang, Z. Shan, Deciding between using the first or second drop of blood for the self monitoring of blood glucose, Primary Care Diabetes, Vol. 8, Issue 4, (2014), p. 365-369.
- [4] M. Mahrina. Bab II Tinjauan Pustaka. Universitas Sumatera Utara, (2010), Sumber: <http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/19254/3/Chapter%20II.pdf> Nowosielski, R; Babilas, R; Dercz, G; Pajak, L; Skowronski, W. *J. Achiev. Mater. Manufact. Eng.* 27, 51 (2008)