

Turnitin Check_Final_Jurnal Crystal_Penentuan Performa Alat Specxtronic 20D+ dengan larutan kalium permanganat

by Turnitin Check

Submission date: 02-Aug-2025 01:38AM (UTC-0500)

Submission ID: 2715258800

File name:

Turnitin_Check_Final_Jurnal_Crystal_Penentuan_Performa_Alta_Specxtronic_20D_dengan_larutan_kalium_permanganat.pdf
(949.38K)

Word count: 4514

Character count: 24038

Pengujian Performa Alat Spectronic 20D⁺ dengan Larutan Kalium Permanganat (KMnO₄)

Rohmat Ismail^{1*}, Irma Wahyuningtyas², Manasye Erlangga³, Esti Prihatini⁴

¹Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.

²Program Studi Pengolahan Hasil Hutan, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Indonesia.

³Material Assurance and Quality Improvement Department, PT. Toyota Motor Manufacturing

⁴Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

*E-mail: rohmachemistry@apps.ipb.ac.id

Riwayat Article

Received: ; Received in Revision: ; Accepted:

Abstract

The Spectronic 20D⁺ is a simple spectrophotometer that is still widely used in laboratories for both research and practicum activities. In order to ensure the continued accuracy of measurements, it is imperative that this instrument undergoes rigorous testing to ascertain its performance. The selection of potassium permanganate (KMnO₄) as the testing solution is particularly salient in this context, given its notable advantages over conventional alternatives such as cobalt (II) chloride and potassium dichromate. These alternatives, while widely employed, are associated with a higher degree of risk and cost. The objective of this study is to ascertain the performance of the Spectronic 20D⁺ device when utilized with a KMnO₄ solution. In this study, two units of Spectronic 20D⁺ were utilized, with one unit receiving a filter cleaning treatment only (PF), and the other undergoing a filter cleaning and replacement of the wolfram lamp (PFL). The maximum wavelength test yielded a value of 515 nanometers on both devices prior to the initiation of the repair process. The results of measuring the standard solution show that there is an increase in the amount of light absorbed, the slope of the line, and the coefficient of determination (R²). These were statistically tested with significantly different results on both tools after the repair process. This finding indicates that the measurement outcomes of the KMnO₄ solution can serve as a reliable metric for evaluating the performance of the device before and after the repair process. Furthermore, following the restoration of the tool, the optimal linear range for KMnO₄ concentration measurement was ascertained, ranging from 0 to 25 ppm. This determination was informed by the highest R² value and the outcomes of cuvette correction testing, which yielded a consistent molar permissivity significance value as determined by the Duncan test for the five cuvettes utilized in this study.

Keywords: Spectronic 20D⁺, Equipment performance, Standard curve, Potassium permanganate

Abstrak

Alat Spectronic 20D⁺ merupakan spektrofotometer sederhana yang masih banyak digunakan di laboratorium baik untuk kegiatan penelitian maupun praktikum. Alat ini perlu dilakukan pengujian performanya agar tetap memiliki akurasi pengukuran yang baik dengan larutan potassium permanganat (KMnO₄) yang memiliki harga dan risiko bahaya yang lebih rendah dibandingkan standar larutan yang biasa digunakan yaitu kobalt (II) klorida dan potassium dikromat. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan performa alat Spectronic 20D⁺ dengan larutan KMnO₄. Pada penelitian ini menggunakan dua unit Spectronic 20D⁺ dengan perlakuan pembersihan filter saja (PF) serta pembersihan filter dan penggantian lampu wolfram (PFL). Hasil pengujian panjang gelombang maksimum didapatkan nilai 515 nm pada kedua alat tersebut yang diuji sebelum perbaikan. Hasil pengukuran larutan standar menunjukkan bahwa terjadi kenaikan nilai absorban, gradien kurva dan koefisien determinasi (R²) yang teruji secara statistika dengan hasil berbeda nyata pada kedua alat tersebut setelah proses perbaikan. Hal ini membuktikan bahwa hasil pengukuran larutan KMnO₄ dapat menggambarkan performa alat antara sebelum dan setelah proses perbaikan secara akurat. Selain itu, setelah alat diperbaiki didapatkan nilai rentang linear pengukuran konsentrasi KMnO₄ terbaik yaitu dari 0 hingga 25 ppm berdasarkan nilai R² tertinggi serta hasil pengujian koreksi kuvet menunjukkan nilai signifikansi permisivitas molar yang sama berdasarkan hasil uji Duncan untuk 5 buah kuvet yang digunakan dalam penelitian ini.

Keywords: Spectronic 20D⁺, Performa alat, Kurva standar, Kalium permanganat

1. PENDAHULUAN

Pekerjaan analisis kimia di laboratorium dapat bersifat kualitatif maupun kuantitatif. Analisis kuantitatif pastinya membutuhkan instrumen untuk menentukan konsentrasi zat analat yang terkandung dalam sampel secara akurat. Salah satu metode analisis kuantitatif yang banyak digunakan adalah spektrofotometri. Prinsip dari metode ini adalah interaksi antara analat dengan jenis radiasi yang bersumber dari alat. Jenis radiasi yang digunakan yaitu sinar tampak, sinar UV, sinar inframerah maupun sinar X dengan perbedaan nilai rentang panjang gelombang dan energi radiasi (Dadi and Yasir, 2022). Alat Spectronic 20D⁺ merupakan salah alat dengan prinsip kerja spektrofotometri yang tergolong sangat sederhana dan mudah digunakan untuk kegiatan analisis di laboratorium. Spectronic 20D⁺ yang merupakan produk Thermo Spectronic ini merupakan generasi lanjutan dari Spectronic 20 yang masih analog dalam pembacaan absorbans/transmitans dan pengaturan panjang gelombangnya. Alat Spectronic 20D⁺ menggunakan sumber radiasi sinar tampak dengan rentang panjang gelombang 400–800 nm (Thompson, 2006). Kegiatan manajemen laboratorium dapat berfokus pada pemeliharaan peralatan dan sarana penunjang yang berada di dalamnya seperti alat Spectronic 20D⁺. Kegiatan ini sangat penting karena terkait dengan masa pakai dan optimalisasi pemanfaatannya untuk mendukung kegiatan praktikum dan penelitian. Salah satu kegiatan pemeliharaan alat dikerjakan di laboratorium adalah pengujian kinerja alat untuk kegiatan analisis. Tahapan pengambilan data hasil uji kinerja alat yaitu observasi langsung terhadap alat, studi literatur metode uji dari sumber pustaka yang relevan, membuat rancangan metode lalu mengerjakannya secara teliti. Manfaat dari diterapkannya data hasil uji kinerja alat ialah dapat meningkatkan kualitas pelayanan laboratorium pada aspek penyediaan alat dengan hasil akurasi pengukuran data yang tinggi (Farell *et al.*, 2023).

Uji kinerja spektrofotometer UV-Vis terdiri atas enam parameter, yaitu akurasi dan kedapatulangan panjang gelombang (*wavelength reproducibility and accuracy*), *stray light*, resolusi, serta akurasi dan kedapatulangan fotometrik (*photometric reproducibility and accuracy*). Akurasi dan kedapatulangan panjang gelombang dapat diuji menggunakan larutan holmium oksida (holmium oksida 4% dalam asam perklorat 10% menggunakan sel kuvet 1 cm). Larutan tersebut sangat umum digunakan sebagai standar panjang gelombang yang serbaguna. Nilai yang dapat diterima sebesar ± 1 nm dalam rentang sinar UV (200–380 nm) dan ± 3 nm dalam rentang sinar tampak (380–800 nm). Pengujian parameter *stray light* menggunakan tiga larutan berbeda sesuai rentang panjang gelombang diukur. Rentang 175–200 nm diukur pada 200 nm menggunakan larutan KCl 12 g/L, rentang 210–260 nm diukur pada 220 nm menggunakan larutan NaI 10 g/L, dan rentang 300–385 nm diukur pada 340 nm menggunakan NaNO₂ 50 g/L. Parameter resolusi diuji menggunakan larutan toluena 0,02% v/v dalam heksana (*UV grade*) dengan nilai yang dapat diterima berupa nisbah antara λ_{maks} (269 nm) dan λ_{min} (266 nm) > 1,5. Akurasi dan kedapatulangan fotometrik diukur menggunakan larutan K₂Cr₂O₇ 60,06 mg/L dalam H₂SO₄ 0,005 M yang dapat mencakup daerah UV maupun sinar tampak. Serapan larutan tersebut diukur pada 235, 257, 313, dan 350 nm sebanyak 6 kali ulangan dengan nilai simpangan baku relatif (RSD) < 0,5% (Lahm, 2004).

Kalium permanganat (KMnO₄) terdiri atas dua ion, yaitu kation kalium dan anion permanganat. Senyawa ini bersifat oksidator dan dapat menyerap sinar hijau pada daerah sinar tampak yang memiliki warna komplementer, yaitu ungu. Kemampuan KMnO₄ yang dapat menyerap sinar tampak menjadikannya sebagai senyawa yang dapat diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Senyawa KMnO₄ telah dikenal sebagai salah satu reagen pemberi warna (kromogenik) dalam analisis senyawa organik menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Penelitian yang dilakukan oleh (El-Didamony *et al.*, 2013) telah melaporkan bahwa KMnO₄ dapat digunakan dalam analisis kuantitatif dua antibiotik, yaitu sefoperazon dan amoksisilin melalui metode langsung dan tak langsung. Metode langsung dilakukan melalui reaksi antara KMnO₄ dan sampel antibiotik dalam suasana basa yang menghasilkan produk berupa ion manganat berwarna hijau kebiruan pada λ_{maks} 610 nm. Metode tak langsung dilakukan melalui reaksi oksidasi sampel oleh KMnO₄ berlebih dalam suasana asam dan KMnO₄ yang tak bereaksi diukur menggunakan biru metilena pada λ_{maks} 665 nm. Dua metode ini terbukti menghasilkan keterulangan yang baik dengan nilai %RSD < 3, sensitif, dan hanya membutuhkan sistem kalibrasi sederhana yang berbiaya rendah (El-Didamony *et al.*, 2013). Tujuan penelitian ini ialah menguji kinerja alat Spectronic 20D⁺ menggunakan larutan kalium permanganat sehingga metode ini dapat dijadikan sebagai metode dasar untuk melakukan pengecekan kinerja dari alat Spectronic 20 D⁺ karena pengerjaan dan penggunaan bahan kimia yang sangat sederhana.

2. Methodology

18

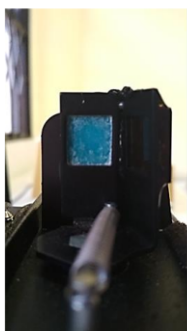
2.1. Alat

Peralatan yang digunakan dalam percobaan ini adalah dua unit spektronic 20D+ (Thermospectronic) dengan perlakuan pembersihan filter radiasi saja (PF) serta pembersihan filter radiasi dan penggantian lampu wolfram (PFL) (Gambar 1), kuvet, labu takar 250 mL, Labu takar 100 mL, tabung reaksi, rak tabung reaksi, gelas piala 100 mL, kaca arloji, batang pengaduk, sudip, pipet Mohr 5 mL, bulp, botol semprot dan corong kaca.



(a)

(b)



(c)



(d)

Gambar 1. Alat spektronic 20D+ (a) PF (b) PFL dan bagian yang diperbaiki (c) filter radiasi (d) lampu wolfram

2.2. Bahan

Bahan kimia yang diperlukan adalah kalium permanganat (KMnO_4) (Merck), air akuades, dan tissue.

2.3. Metode

Penentuan panjang gelombang maksimum dan kurva standar larutan KMnO_4

Pembuatan stok larutan standar dibuat dengan menimbang 0,025 g KMnO_4 dengan neraca analitik lalu dilarutkan dalam gelas piala 100 mL. Larutan yang sudah homogen, dituangkan ke dalam labu takar 250 mL dan tera dengan akuades. Larutan stok dengan konsentrasi 100 ppm ini digunakan untuk membuat deret standar dengan konsentrasi 0, 2, 5, 10, 15, 20, dan 25 mg/L (Adeeyinwo, Okorie and Idowu, 2013). Konsentrasi 25 mg/L diukur secara kontinyu pada rentang panjang gelombang 475 nm sampai 550 nm untuk menentukan panjang gelombang dengan nilai absorbansi maksimumnya. Penentuan panjang gelombang maksimum ini diuji pada alat Spectronic 20D+ yang belum diperbaiki. Setelah itu, deret larutan standar diukur dengan alat spektronic 20D+ pada panjang gelombang maksimumnya. Setiap level konsentrasi larutan standar diukur sebanyak 5 kali ulangan secara berurutan.

Pengukuran larutan deret standar ini dilakukan pada kondisi alat sebelum dan setelah perbaikan (Pradhan and Tarafder, 2016).

Penentuan rentang linear

Pengujian rentang linear setelah perbaikan alat Spectronic 20D⁺ dilakukan dengan membuat larutan standar dengan konsentrasi 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50, dan 55 mg/L lalu diukur pada panjang gelombang maksimumnya. Rentang konsentrasi dengan linearitas terbaik ditentukan dengan nilai koefisien determinasi tertinggi pada kurva standarnya (Hao *et al.*, 2023).

Koreksi kuvet

Larutan standar konsentrasi 2 mg/L disiapkan secara akurat dengan labu takar 100 mL. Larutan standar tersebut diukur dengan 5 kuvet berbeda. Setiap kuvet diukur 5 kali pada panjang gelombang 515 nm dengan kondisi alat Spectronic PFL yang sudah diperbaiki. Lakukan perhitungan untuk menentukan absorptivitas molarnya dengan persamaan (1) berikut ini (Hervey *et al.*, 2022):

$$A = \epsilon \cdot b \cdot c \text{ maka } \epsilon = b \cdot c / A \tag{1}$$

- Keterangan:
A: Absorban
 ϵ : Absorptivitas molar
B: Tebal kuvet (cm)
C: Konsentrasi larutan

2.4. Analisis data

Analisis data pada penelitian ini menggunakan uji T berpasangan (nilai alpha=0,5) pada data hasil pengukuran larutan standar KMnO₄ dengan Microsoft Excel dan uji ANOVA lalu post hoc Duncan (alpha=0,5) pada data hasil koreksi kuvet menggunakan program IBM SPSS Statistics (*Statistical Package for Service Solutions*) versi 25.0. Uji Duncan menggunakan persamaan (2) berikut (Agbanga *et al.*, 2024):

$$R_p = r_{\alpha,p,v} \sqrt{MSE/n} \tag{2}$$

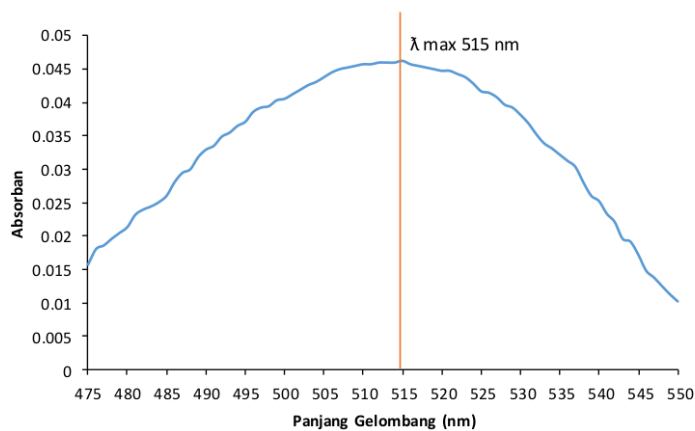
- Keterangan:
MSE : Mean squared error
r : pengulangan
 α,p,v : Rentang nilai signifikan uji Duncan
n : nilai derajat kebebasan.

3. Results and Discussion

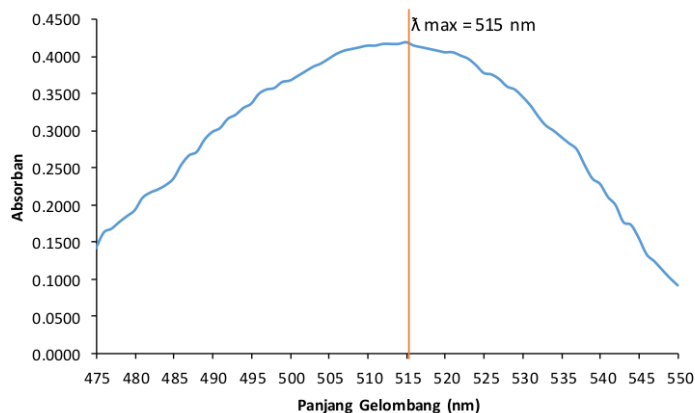
Pengujian performa alat spektrometrik 20D⁺ dalam penelitian ini menggunakan larutan KMnO₄. Hal ini dilakukan karena KMnO₄ memiliki harga yang lebih murah dibandingkan kobalt klorida heksahidrat (CoCl₂ · 6H₂O) dan kalium dikromat (K₂Cr₂O₇). Jika menggunakan kalkulasi harga biaya bahan kimia untuk KMnO₄ adalah Rp 2.388 per gram, CoCl₂ · 6H₂O adalah Rp 44.410 per gram, dan K₂Cr₂O₇ adalah Rp 9.900 per gram. Selain itu, berdasarkan data dari MSDS (*Material Safety Data Sheet*) KMnO₄ memiliki level 1, CoCl₂ · 6H₂O memiliki level 2 dan K₂Cr₂O₇ memiliki level 4 untuk kategori bahaya kesehatan (Ismail and Prihatini, 2023). Dengan demikian dapat dipastikan bahwa tingkat bahaya KMnO₄ paling rendah. Pelarut yang digunakan pun lebih ekonomis dan tidak berbahaya yaitu hanya air akuades tanpa penambahan asam sulfat maupun asam klorida (Hartonen and Riekkola, 2017).

Tahap awal yang dilakukan pada penelitian ini adalah penentuan panjang gelombang dengan nilai absorptansi maksimum dalam pengukuran larutan KMnO₄ konsentrasi 25 mg/L. Pengukuran panjang gelombang maksimum (λ_{max}) telah terbukti dapat meningkatkan perbedaan dalam ekstingsi per satuan konsentrasi ($\Delta A/\Delta c$), sehingga meningkatkan sensitivitas analitis. Pada panjang gelombang maksimum, Hukum Beer diikuti dengan paling akurat, sehingga mengurangi penyimpangan yang disebabkan oleh radiasi dari sumber cahaya yang tidak terfokus, kebisingan instrumen, dan efek matriks. Pemilihan λ_{max} juga bertujuan untuk meminimalkan gangguan dari spesies penyerap lain yang menunjukkan penyerapan lebih rendah pada panjang gelombang tersebut (Nandiyanto, Ragadhita and Aziz, 2023). Pada penelitian ini didapatkan hasil λ_{max}

sebesar 515 nm pada dua sampel alat Spektronic yang diuji performanya (Gambar 2). Hasil ini masih sesuai dengan penelitian dari Nuhu, Sallau and Tukur (2015) yang melakukan scanning λ_{max} KMnO_4 pada rentang panjang gelombang 450 nm – 700 nm dengan Spektrofotometer Jenway tipe 6405.



(a)



(b)

Gambar 2. Spektrum absorpsi dengan puncak pada 515 nm untuk hasil pengukuran alat spektrometri 20D⁺ (a) PF (b)PFL sebelum perbaikan.

Analisis statistik pada hasil pengujian penggunaan alat Spektrometri PF terkait absorpsi larutan KMnO_4 dengan berbagai konsentrasi dapat diamati pada Tabel 1. Sebelum perbaikan, nilai absorpsi pada blanko menunjukkan angka rata-rata 0.073 ± 0.003 dengan simpangan baku sebesar 3.57%. Hal ini mengindikasikan bahwa terdapat ketidaktepatan yang tinggi pada instrumen yang menyebabkan pembacaan angka tidak nol pada blanko. Nilai positif yang

ditampilkan pada blanko menunjukkan sampel memiliki kadar analit yang lebih tinggi (Workneh *et al.*, 2024). Setelah perbaikan, nilai absorbansi yang diperoleh pada blanko yang diuji menggunakan alat tersebut berhasil mengalami penurunan absorbansi dan simpangan baku hingga bernilai nol. Dengan demikian, kalibrasi alat berhasil meningkatkan performa alat sehingga alat tersebut dapat bekerja lebih akurat dalam mendeteksi gelombang (Irawan, 2019).

Tabel 1. Hasil pengukuran absorbansi larutan KMnO_4 dengan berbagai konsentrasi pada kondisi sebelum dan sesudah perbaikan menggunakan Spectronic PF

No	Standar	Konsentrasi (mg/L)	Hasil pengukuran (Abs)					Rataan	SD	% RSD
			1	2	3	4	5			
Sebelum perbaikan										
1	Level 1	Blanko	0.073	0.077	0.074	0.072	0.069	0.073	0.003	3.57
2	Level 2	2	0.086	0.084	0.075	0.074	0.073	0.078	0.005	6.97
3	Level 3	5	0.088	0.089	0.085	0.081	0.079	0.084	0.004	4.59
4	Level 4	10	0.090	0.091	0.087	0.086	0.088	0.088	0.002	2.10
5	Level 5	15	0.093	0.092	0.093	0.092	0.092	0.092	0.000	0.53
6	Level 6	20	0.099	0.098	0.099	0.097	0.098	0.098	0.001	0.76
7	Level 7	25	0.115	0.111	0.113	0.115	0.116	0.114	0.002	1.57
Setelah perbaikan										
1	Level 1	Blanko	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
2	Level 2	2	0.085	0.088	0.096	0.092	0.088	0.090	0.004	4.75
3	Level 3	5	0.165	0.180	0.165	0.181	0.168	0.172	0.008	4.68
4	Level 4	10	0.243	0.242	0.249	0.252	0.247	0.247	0.004	1.69
5	Level 5	15	0.332	0.334	0.331	0.330	0.330	0.331	0.002	0.50
6	Level 6	20	0.496	0.504	0.498	0.500	0.482	0.496	0.008	1.69
7	Level 7	25	0.608	0.608	0.608	0.604	0.592	0.604	0.007	1.15

Angka rata-rata yang dihasilkan pada pengujian absorbansi larutan dengan konsentrasi yang meningkat juga menunjukkan peningkatan yang linear setelah dilakukan perbaikan. Pada larutan level 2 (konsentrasi 2 mg/L), nilai rata-rata absorbansi meningkat dari 0.078 ± 0.005 menjadi 0.090 ± 0.004 . Nilai persentase simpangan baku relatif (%RSD) yang diperoleh pada sampel tersebut yang semula 6.97% menurun ke angka 4.75%, yang artinya terjadi peningkatan ketelitian pada alat Spectronic PF karena hasil pengulangan pengujian yang semakin homogen. Begitu pula yang terjadi pada sampel lainnya, nilai absorbansi yang terbaca pada alat linear dan semakin meningkat seiring dengan peningkatan level konsentrasi KMnO_4 . Setelah perbaikan, nilai absorbansi tersebut mengalami peningkatan yang konsisten, mengindikasikan bahwa alat Spectronic PF memiliki sensitivitas dan stabilitas yang lebih baik dalam mendeteksi penambahan konsentrasi larutan (Pramudya, Kumara and Divayana, 2024).

Tabel 2 memuat hasil analisis statistik dari performa alat Spectronic PFL yang ditinjau melalui pengukuran absorbansi larutan KMnO_4 dengan berbagai konsentrasi. Sebelum perbaikan, nilai rata-rata absorbansi pada blanko tercatat sebesar 0.203 ± 0.003 dengan nilai simpangan baku 1.54%, sedangkan secara teoritis nilai absorbansi pada blanko seharusnya mendekati nol. Dalam hal ini, terdapat indikasi terjadinya error yang cukup tinggi yang mempengaruhi akurasi hasil analisis. Setelah perbaikan, nilai absorbansi dan simpangan baku pada blanko menurun hingga titik nol, yang artinya akurasi pembacaan pada alat tersebut meningkat.

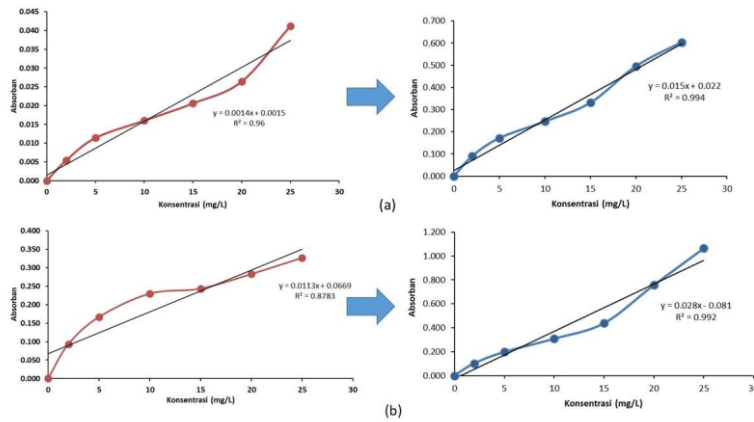
Tabel 2. Hasil pengukuran absorbansi larutan KMnO_4 dengan berbagai konsentrasi pada kondisi sebelum dan sesudah perbaikan menggunakan Spectronic PFL

No	Standar	Konsentrasi (mg/L)	Hasil pengukuran (Abs)					Rataan	SD	% RSD
			1	2	3	4	5			
Sebelum perbaikan										
1	Level 1	Blanko	0.198	0.202	0.203	0.205	0.206	0.203	0.003	1.54
2	Level 2	2	0.210	0.216	0.206	0.218	0.277	0.225	0.029	12.97
3	Level 3	5	0.326	0.329	0.329	0.327	0.321	0.326	0.003	1.01
4	Level 4	10	0.400	0.402	0.402	0.404	0.404	0.402	0.002	0.42
5	Level 5	15	0.445	0.450	0.444	0.442	0.449	0.446	0.003	0.76
6	Level 6	20	0.482	0.484	0.484	0.488	0.490	0.486	0.003	0.68
7	Level 7	25	0.526	0.528	0.528	0.532	0.532	0.529	0.003	0.51
Setelah perbaikan										
1	Level 1	Blanko	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.00
2	Level 2	2	0.105	0.097	0.105	0.100	0.107	0.103	0.004	4.03
3	Level 3	5	0.201	0.195	0.200	0.197	0.198	0.198	0.002	1.20
4	Level 4	10	0.313	0.308	0.312	0.302	0.309	0.309	0.004	1.40
5	Level 5	15	0.440	0.438	0.446	0.432	0.438	0.439	0.005	1.14
6	Level 6	20	0.754	0.762	0.760	0.766	0.750	0.758	0.006	0.84
7	Level 7	25	1.070	1.070	1.080	1.070	1.035	1.065	0.017	1.63

Hal yang serupa juga terjadi pada absorbansi larutan KMnO_4 yang konsentrasinya meningkat. Peningkatan akurasi yang signifikan diperoleh pada setiap level konsentrasi setelah dilakukan perbaikan pada Spectronic PFL. Contohnya pada larutan level 2 (konsentrasi 2 mg/L), nilai rata-ran yang diperoleh sebelum dan sesudah perbaikan berturut-turut yaitu 0.225 ± 0.029 dan 0.103 ± 0.004 , %RSD yang semula 12.97% menurun menjadi 4.03%. Hasil ini menunjukkan nilai performa yang meningkat karena nilai %RSD sudah dibawah 5% (Prihatini *et al.*, 2023). Berdasarkan simpangan baku tersebut membuktikan bahwa terdapat variabilitas absorbansi yang tinggi akibat peralatan yang tidak stabil ketika dilakukan pengukuran dengan konsentrasi rendah. Dengan demikian, perbaikan pada alat menyebabkan keterbacaan alat menjadi lebih presisi dalam menghasilkan data yang seragam, dibuktikan dengan nilai simpangan baku yang menurun drastis. Peningkatan nilai rata-ran yang linear juga ditunjukkan pada level konsentrasi KMnO_4 tanpa adanya error pada sampel. Secara keseluruhan, perbaikan Spectronic PFL berhasil meningkatkan akurasi pengukuran dalam melakukan analisis kuantitatif KMnO_4 yang diujikan.

Hasil penelitian ini juga didukung dengan grafik hubungan antara konsentrasi dengan absorbansi yang direpresentasikan dengan persamaan regresi linear dan koefisien determinasi (R^2), yang ditampilkan pada Gambar 3. Terlihat pada Gambar 3a dan 3b, nilai R^2 yang dihasilkan menunjukkan peningkatan setelah dilakukan perbaikan pada kedua alat spectronic yang digunakan. Pada alat Spectronic PFL, nilai R^2 yang semula 0.96 meningkat menjadi 0.994. Begitu pula pada alat Spectronic PF yang menunjukkan peningkatan nilai R^2 dari 0.8783 menjadi 0.992 setelah perbaikan. Nilai R^2 yang mendekati angka 1 dapat diinterpretasikan sebagai pengaruh konsentrasi sebagai variabel bebas yang semakin kuat terhadap absorbansi yang berperan sebagai variabel terikat (Hasibuan, Yurmaini and Erliyanti, 2023). Selain itu, *slope* dalam grafik juga menunjukkan sensitivitas alat terhadap perubahan konsentrasi. Semakin tinggi *slope*, maka semakin besar pula perubahan absorbansi untuk setiap peningkatan konsentrasi. Pada alat Spectronic PFL, terjadi sedikit peningkatan pada nilai *slope* dalam grafik, yaitu dari 0.0014 menjadi 0.015. Sama halnya dengan hal tersebut, peningkatan *slope* juga terjadi pada alat Spectronic PF dari 0.0113 menjadi 0.028. Hal ini mengindikasikan bahwa setelah dilakukan perbaikan, kedua alat tersebut dinilai menjadi lebih sensitif, yang mana dapat dikatakan bahwa

sedikit perubahan pada konsentrasi mampu menghasilkan perubahan absorbansi yang besar sehingga meningkatkan kinerja deteksi alat pada konsentrasi rendah.

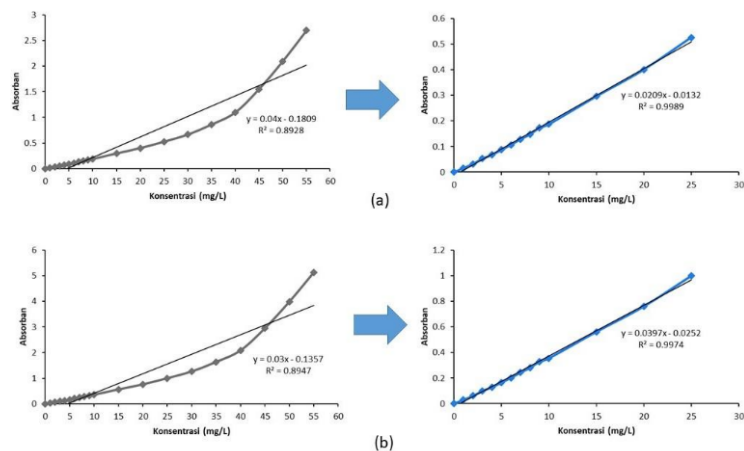


Gambar 3. Kurva standar hasil pengukuran sebelum dan setelah perbaikan pada alat spektronic (a) PFL (b) PF

Tabel 3. Hasil uji T berpasangan pada hasil pengukuran absorbansi larutan KMnO_4 dengan berbagai konsentrasi pada kondisi setelah dan sebelum perbaikan alat.

Parameter uji	Hasil analisis	
	Spectronic PF	Spectronic PFL
t Stat	4.0441	4.4033
P(T<=t) one-tail	0.0049	0.0035
t Critical one-tail	2.0150	2.0150
P(T<=t) two-tail	0.0099	0.0070
t Critical two-tail	2.5706	2.5706

Hasil uji T berpasangan (Tabel 3) menunjukkan bahwa nilai t Stat pada Spectronic PF dan PFL secara berurutan yakni 4.0441 dan 4.4033. Kedua nilai t Stat tersebut masih lebih tinggi dibandingkan nilai t Critical, baik untuk one-tail (2.0150) maupun two-tail (2.5706). Artinya, terdapat perbedaan yang nyata antara hasil pengukuran absorbansi pada kondisi sebelum dan setelah perbaikan alat pada tingkat kepercayaan 95%. Selain itu, nilai probabilitas P ($T \leq t$) juga mendukung pernyataan tersebut. Nilai P one-tail pada Spectronic PF (0.0049) dan Spectronic PFL (0.0035) maupun nilai P two-tail pada Spectronic PF (0.0099) dan Spectronic PFL (0.0070) sama-sama memiliki nilai di bawah 0.05, sehingga perbedaan hasil pengukuran absorbansi sebelum dan sesudah perbaikan dinilai signifikan secara statistik (Al-kassab and Majeed, 2022). Berdasarkan analisis tersebut, dapat disimpulkan bahwa perbaikan alat berdampak nyata dalam meningkatkan performa alat dan mampu meminimalisasi error, meningkatkan sensitivitas instrumen, dan menghasilkan data yang lebih valid.



Gambar 4. Rentang linear kurva standar larutan KMnO_4 hasil pengukuran alat spektrometrik 20D⁺ (a) PF (b)PFL setelah perbaikan.

Gambar 4 menunjukkan penentuan rentang linear konsentrasi larutan KMnO_4 dengan absorbansi setelah perbaikan. Nilai ini diperoleh dari kurva kalibrasi dengan menggambarkan hubungan antara nilai absorbansi dengan konsentrasi larutan standar. Penentuan rentang linear ini sangat penting untuk kuantifikasi akurat dalam spektrofotometri, karena pengukuran di luar rentang ini dapat menyebabkan kalibrasi non-linear dan hasil yang salah. Rentang kerja merujuk pada rentang konsentrasi yang lebih luas yang menghasilkan ketidakpastian yang dapat diterima; rentang ini dapat melampaui wilayah linear jika kriteria presisi dan akurasi metode tetap terpenuhi (Dadi and Yasir, 2022). Berdasarkan Gambar 4, nilai R^2 pada alat Spectronic PFL dan PF berturut-turut adalah 0.8928 dan 0.8947, kemudian terjadi peningkatan nilai R^2 setelah dilakukan perbaikan pada kedua alat, yaitu secara berurutan menjadi 0.9989 dan 0.9974. Dengan demikian, metode analisis pada alat Spectronic PFL dan PF dapat dikatakan linear karena menghasilkan nilai keterbacaan absorbansi yang baik pada rentang konsentrasi 0 – 25 mg/L.

Tabel 4. Hasil pengujian koreksi kuvet yang digunakan dalam uji performa alat spectronic 20D⁺

Ulangan	Nilai Absorban Kuvet ke-					
	1	2	3	4	5	6
1	0.072	0.090	0.096	0.087	0.094	0.092
2	0.073	0.091	0.086	0.089	0.087	0.087
3	0.071	0.089	0.087	0.088	0.087	0.090
4	0.075	0.090	0.087	0.090	0.082	0.090
5	0.075	0.090	0.089	0.090	0.096	0.088
Rataan	0.073	0.090	0.089	0.089	0.089	0.089
SD	0.0018	0.0007	0.0041	0.0013	0.0057	0.0019
%RSD	2.44	0.79	4.56	1.47	6.41	2.18
ϵ (abs/cm.mg/L)	0.0000 ^a	0.0084 ^b	0.0079 ^b	0.0078 ^b	0.0080 ^b	0.0081 ^b

^{a-d} Nilai yang diikuti huruf berbeda merupakan nilai yang secara signifikan berbeda nyata berdasarkan uji Duncan

Berdasarkan Tabel 4, nilai rata-rata absorbansi kuvet berkisar antara 0.073 ± 0.0018 hingga 0.090 ± 0.0007 , menunjukkan bahwa semua kuvet yang digunakan memiliki nilai yang seragam dan stabil. Hal ini dibuktikan dengan signifikansi yang sama berdasarkan hasil uji Duncan pada kuvet 2-6 yang mengukur larutan KMnO_4 dan signifikansi yang berbeda terhadap kuvet 1 sebagai blanko yang mengukur air akuades. Metode uji Duncan dipilih karena memiliki kekuatan statistik yang lebih tinggi dibandingkan dengan uji perbandingan berganda lainnya, seperti metode Newman-Keuls. Hal ini berarti lebih akurat untuk menentukan tingkat keseragaman nilai absorptivitas molar pada kuvet yang diujikan (Kim, 2015). Nilai simpangan baku relatifnya juga membuktikan presisi yang baik dengan kisaran nilai antara 0.79% hingga 6.41%, yang mana masih dapat diterima dalam analisis kuantitatif. Nilai standar deviasi yang rendah mengindikasikan bahwa tidak adanya penyimpangan yang signifikan dari hasil pengukuran absorbansi. Hal ini didukung oleh kemampuan kuvet untuk meneruskan cahaya secara konsisten yang dibuktikan dengan nilai absorptivitas molar (ϵ) yang seragam. Koreksi kuvet ini dilakukan untuk memastikan bahwa semua kuvet yang digunakan dalam pengujian performa alat ini absorptivitas molar yang sama sehingga akurasi data tetap dipertahankan meskipun dengan kuvet yang berbeda (Hervey *et al.*, 2022). Hasil pengamatan pada data table 4 dapat menunjukkan bahwa hasil koreksi kuvet tidak ada perbedaan nilai absorptivitas molar secara statistik pada semua kuvet yang digunakan dalam penelitian ini.

4. Conclusion

Hasil penelitian menunjukkan bahwa larutan kalium permanganate dapat digunakan untuk menentukan performa alat Spectronic 20D⁺ dengan indikasi dapat terlihat secara signifikan kenaikan dari hasil pengukuran absorbansi serta R^2 nya dalam kondisi sebelum dan setelah perbaikan alat pada panjang gelombang maksimumnya yaitu 515 nm dan rentang linear 0-25 ppm. Selain itu, lima buah kuvet yang digunakan dalam penelitian memiliki nilai absorptivitas molar dengan signifikansi yang sama berdasarkan hasil uji Duncan.

Acknowledgement

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Laboratorium Kimia Anorganik, Departemen Kimia FMIPA IPB University atas dukungan alat Spectronic 20D⁺ yang diujikan dan proses pengerjaannya dalam penelitian ini.

References

Turnitin Check_Final_Jurnal Crystal_Penentuan Performa Alat Specxtronic 20D+ dengan larutan kalium permanganat

ORIGINALITY REPORT

12%

SIMILARITY INDEX

12%

INTERNET SOURCES

3%

PUBLICATIONS

2%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	rohmatchchemistry.staff.ipb.ac.id Internet Source	5%
2	dev.journal.ugm.ac.id Internet Source	1%
3	prco.mt.gov Internet Source	1%
4	mdpi-res.com Internet Source	1%
5	repository.ub.ac.id Internet Source	1%
6	ejournal2.undip.ac.id Internet Source	<1%
7	core.ac.uk Internet Source	<1%
8	pt.scribd.com Internet Source	<1%
9	ejournalunb.ac.id Internet Source	<1%
10	www.coursehero.com Internet Source	<1%
11	International Commission on Large Dams. "Twenty-Eighth International Congress on Large Dams: Vingt-Huitième Congrès	<1%

International Des Grands Barrages", CRC
Press, 2025

Publication

12	docplayer.info Internet Source	<1 %
13	repositorio.uwiener.edu.pe Internet Source	<1 %
14	repository.ar-raniry.ac.id Internet Source	<1 %
15	www.grafiati.com Internet Source	<1 %
16	www.karyailmiah.trisakti.ac.id Internet Source	<1 %
17	www.mdpi.com Internet Source	<1 %
18	www.slideshare.net Internet Source	<1 %
19	repository.its.ac.id Internet Source	<1 %
20	repozitorij.unin.hr Internet Source	<1 %
21	Rizky Yon Exvivonda Vionella Saputri, Dwi Novri Supriatiningrum, Sutrisno Adi Prayitno. "SUBSTITUSI TEPUNG LABU KUNING (CUCURBITA MOSCHATA) DAN TEPUNG DAUN KELOR (MORINGA OLEIFERA) DALAM PEMBUATAN KUDAPAN COOKIES UNTUK BALITA STUNTING", Ghidza Media Jurnal, 2022 Publication	<1 %
22	file2.foodmate.net Internet Source	<1 %

Exclude quotes	Off	Exclude matches	Off
Exclude bibliography	Off		