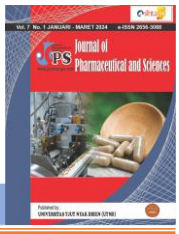
Journal of Pharmaceutical and Sciences
Electronic ISSN: 2656-3088 DOI: https://doi.org/10.36490/journal-jps.com
Homepage: https://journal-jps.com
ORIGINAL ARTICLE JPS. 2026, 9(4), 3227-3236



Analysis of Chlorine Levels in Rice (*Oryza sativa L.*) Circulating in Several Markets in Medan City Using the UV-Vis Spectrophotometry Method

Analisis Kadar Klorin Pada Beras (*Oryza Sativa L.*) Yang Beredar Di Beberapa Pasar Di Kota Medan Dengan Metode Spektrofotometri Uv-Vis

Atilla Eliza Putri Suhartono [a], Ainil Fithri Pulungana [a]*, Ridwanto [a], Anny Sartika Daulay [a]

[a] *Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah, Sumatera Utara, Indonesia.*

Corresponding Authors: : ainilfithri240@umnaw.ac.id

Abstract

Background: Rice quality assessment requires analytical evidence to distinguish potentially chlorine-reactive residues from ordinary physical characteristics. **Objective:** To examine colorimetric responses and estimate chlorine-equivalent levels in rice sold at three markets in Medan. **Methods:** Ten white-rice samples were selected purposively from Simpang Limun, Sukaramai, and Petisah markets. Aqueous extracts were examined using N,N-diethyl-p-phenylenediamine (DPD), potassium iodide–starch, silver nitrate, and povidone-iodine reagents. Five DPD-reactive samples were analysed by visible-range spectrophotometry at 510 nm, with six instrumental readings per sample. **Results:** Samples A–E (50%) produced pink and blue responses in the DPD and iodide–starch tests, respectively; samples F–J remained colourless in both tests. Calibration at nominal concentrations of 0–60 µg/mL yielded $R^2 = 0.9972$. Conditional semiquantitative estimates for A–E were 182.99, 220.57, 69.72, 75.12, and 84.00 µg/g, espectively. All samples were white and had a characteristic rice odour. **Conclusion:** Five samples exhibited oxidant responses consistent with active chlorine. Incomplete matrix validation and an unverified mass-conversion factor limit quantitative interpretation and preclude definitive conclusions about chlorine content or food-safety compliance.

Keywords: rice; Oryza sativa L.; chlorine; DPD; visible spectrophotometry; food safety

Abstrak

Latar belakang: Penilaian mutu beras memerlukan pemeriksaan analitik untuk membedakan kemungkinan residu yang reaktif terhadap pereaksi klorin dari karakteristik fisik beras. **Tujuan:** Mengidentifikasi respons kolorimetri dan memperkirakan kadar ekuivalen klorin pada beras yang dipasarkan di tiga pasar Kota Medan. **Metode:** Sepuluh sampel beras putih dipilih secara purposif dari Pasar Simpang Limun, Sukaramai, dan Petisah. Ekstrak air diuji dengan N,N-dietil-p-fenilendiamin (DPD), kalium iodida–amilum, perak nitrat, dan povidon iodin. Lima sampel reaktif terhadap DPD dianalisis menggunakan spektrofotometri sinar tampak pada 510 nm, masing-masing dengan enam pembacaan instrumental. **Hasil:** Sampel A–E (50%) menghasilkan warna merah muda pada uji DPD dan biru pada uji iodida–amilum, sedangkan sampel F–J tetap bening pada kedua uji tersebut. Kalibrasi pada konsentrasi nominal 0–60 µg/mL menghasilkan R^2 = 0,9972. Estimasi semikuantitatif bersyarat pada sampel A–E berturut-turut sebesar 182,99; 220,57; 69,72; 75,12; dan 84,00 µg/g. Seluruh sampel berwarna putih dan berbau khas beras. **Kesimpulan:** Lima sampel menunjukkan respons oksidatif yang konsisten dengan klorin aktif. Validasi matriks yang belum lengkap dan ketidakpastian faktor konversi membatasi interpretasi kuantitatif serta penetapan kadar klorin dan kepatuhan keamanan pangan secara definitif.

Kata kunci: beras; Oryza sativa L.; klorin; DPD; spektrofotometri sinar tampak; keamanan pangan

Copyright © 2020 The author(s). You are free to : **Share** (copy and redistribute the material in any medium or format) and **Adapt** (remix, transform, and build upon the material) under the following terms: **Attribution** — You must give appropriate credit, provide a link to the license, and indicate if changes were made. You may do so in any reasonable manner, but not in any way that suggests the licensor endorses you or your use; **NonCommercial** — You may not use the material for commercial purposes; **ShareAlike** — If you remix, transform, or build upon the material, you must distribute your contributions under the same license as the original. Content from this work may be used under the terms of the a Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) License

https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v9i4.1872

Article History:
Received: 27/07/2026,
Revised: 09/10/2026,
Accepted: 10/10/2026,
Available Online: 13/10/2026.

QR access this Article

Pendahuluan

Beras merupakan pangan pokok yang memerlukan pengendalian mutu dan keamanan sepanjang rantai distribusi. Penilaian penampilan fisik, seperti warna dan kondisi permukaan, tidak dapat menggantikan pemeriksaan terhadap kemungkinan residu kimia. Perbaikan penampilan melalui penambahan bahan kimia juga harus dibedakan dari proses pengolahan yang memenuhi persyaratan keamanan pangan. Penggunaan bahan tambahan pangan di Indonesia diatur, antara lain, melalui Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 33 Tahun 2012 dan Peraturan BPOM Nomor 11 Tahun 2019 [1,2]. Dalam konteks pengawasan, temuan analitik perlu ditafsirkan berdasarkan jenis bahan, tujuan penggunaan, dan kesesuaian metode pemeriksaan, bukan semata-mata perubahan warna beras.

Pemeriksaan klorin pada beras telah dilakukan di Bengkulu, Lombok Timur, Pekanbaru, Makassar, dan Banyumas dengan hasil serta pendekatan analitik yang beragam [3–8]. Variasi tersebut memperlihatkan bahwa temuan pada suatu lokasi tidak dapat langsung diterapkan pada lokasi lain. Perbedaan pengambilan sampel, preparasi, pereaksi, dan penetapan hasil positif turut membatasi keterbandingan antarpublikasi. Respons terhadap klorin aktif juga perlu dibedakan dari keberadaan ion klorida (Cl^-), karena keduanya memiliki sifat kimia dan makna analitik yang berbeda. Oleh karena itu, data pemeriksaan setempat diperlukan untuk mendeskripsikan karakteristik sampel yang benar-benar diuji.

Metode kolorimetri N,N-dietil-p-fenilendiamin (DPD) digunakan untuk pengukuran klorin dalam matriks air. Oksidasi DPD menghasilkan produk berwarna merah muda yang dapat diukur secara fotometrik. Pendekatan ini menghubungkan pengamatan warna dengan pembacaan absorbansi sehingga memungkinkan pemeriksaan kualitatif diikuti estimasi konsentrasi. Penerapannya pada ekstrak beras memerlukan pengendalian pengaruh matriks dan interferensi oksidator lain agar respons dapat dikaitkan dengan analit secara tepat [9–11]. Linearitas kalibrasi merupakan salah satu karakteristik kinerja metode, tetapi tidak menggantikan penilaian selektivitas, akurasi, presisi, dan rentang kerja [12,13].

Dampak kesehatan senyawa berbasis klorin bergantung pada spesies kimia, konsentrasi, jalur, dan besarnya pajanan. Cedera akibat paparan larutan hipoklorit pekat tidak dapat langsung disamakan dengan risiko konsumsi residu pada pangan [14,15]. Demikian pula, nilai acuan untuk klorin dalam air minum tidak merupakan batas kadar klorin untuk beras [16]. Penilaian keamanan pangan karena itu memerlukan identifikasi analit dan kuantifikasi yang sesuai dengan matriks yang diperiksa.

Penggunaan beberapa pereaksi dalam satu rangkaian pemeriksaan memungkinkan penilaian kesesuaian pola respons, sedangkan spektrofotometri memberikan informasi mengenai besar respons pada sampel reaktif. Meskipun demikian, hubungan antara hasil skrining dan estimasi kadar tetap bergantung pada karakteristik matriks serta ketertelusuran kalibrasi [9–13]. Pemeriksaan beras dari pasar di Kota Medan dengan pendekatan tersebut dapat menyediakan data setempat sekaligus memperjelas batas interpretasi antara pengamatan langsung dan hasil perhitungan.

Penelitian ini bertujuan mengidentifikasi respons pereaksi terhadap sepuluh sampel beras yang dipasarkan di tiga pasar Kota Medan serta memperkirakan kadar ekuivalen klorin pada sampel reaktif menggunakan spektrofotometri sinar tampak pada 510 nm. Karakteristik organoleptik, pola reaksi warna, dan keterulangan pembacaan digunakan untuk menilai hasil pemeriksaan.

Electronic ISSN : 2656-3088
Homepage: https://www.journal-jps.com

Metode Penelitian

Desain, waktu, dan tempat penelitian

Penelitian deskriptif laboratorik dilaksanakan pada Januari–April 2025 di Laboratorium Terpadu Farmasi Universitas Muslim Nusantara Al-Washliyah, Medan. Pemeriksaan dilakukan secara bertahap, meliputi pengamatan organoleptik, preparasi ekstrak air, pengujian kualitatif dengan empat pereaksi, dan pengukuran spektrofotometri. Pengamatan organoleptik mencakup warna dan bau, sedangkan pengujian kualitatif mencakup perubahan warna serta pembentukan endapan. Pengukuran spektrofotometri dilakukan pada sampel yang memberikan respons reaktif terhadap DPD.

Pengambilan sampel

Sebanyak sepuluh sampel beras putih diperoleh secara purposif dari Pasar Simpang Limun, Sukaramai, dan Petisah di Kota Medan. Sampel dipilih berdasarkan warna putih, permukaan mengilap, dan tekstur licin, kemudian diberi kode A–J. Warna dan bau diamati sebelum sampel dihaluskan. Kriteria fisik tersebut digunakan untuk pemilihan sampel, bukan sebagai penentu keberadaan klorin. Setiap kode diperlakukan sebagai satu unit sampel dan hasil pengujian dicatat menurut kode yang sama pada seluruh tahapan pemeriksaan.

Bahan dan instrumen

Bahan yang digunakan meliputi sampel beras, akuades, larutan kalium iodida (KI) 10%, amilum 1%, povidon iodin, perak nitrat ($AgNO_3$), pereaksi DPD, dapar fosfat, dan natrium hipoklorit. Pengukuran dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis sinar tunggal (Thermo Scientific) pada daerah cahaya tampak. Peralatan penunjang meliputi timbangan analitik, blender, kuvet, gelas beker, labu ukur, pipet ukur, pipet volume, dan tabung reaksi.

Pembuatan pereaksi

Larutan KI 10% disiapkan dengan melarutkan 10 g kalium iodida dalam akuades hingga volume 100 mL, kemudian dikocok hingga homogen. Dispersi amilum 1% disiapkan dengan mencampurkan 1 g amilum dengan akuades hingga volume 100 mL dan dikocok sebelum digunakan. Kedua pereaksi digunakan pada pengujian KI–amilum dengan jumlah penambahan sesuai prosedur pengujian kualitatif.

Preparasi sampel

Setiap sampel dihaluskan menggunakan blender, kemudian ditimbang sebanyak 10 g dan dimasukkan ke dalam wadah berlabel sesuai kode sampel. Sebanyak 50 mL akuades ditambahkan (1 g beras per 5 mL pelarut). Campuran diaduk, didiamkan selama 10 menit, lalu disaring menggunakan kain flanel dan kertas saring untuk memisahkan filtrat dari residu padat. Filtrat digunakan untuk pengujian reaksi warna dan pengukuran spektrofotometri. Alur pemeriksaan disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi skematis alur pemeriksaan beras: pengambilan sampel, preparasi filtrat, uji kualitatif, pengukuran spektrofotometri, dan analisis data. Warna larutan, tampilan instrumen, dan grafik di dalam ilustrasi bukan hasil pengukuran.

Electronic ISSN : 2656-3088
Homepage: https://www.journal-jps.com

Pengujian kualitatif

Pada uji KI–amilum, sebanyak 2 mL filtrat dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambahkan 10 tetes larutan KI 10% dan dua tetes amilum 1%. Pembentukan warna biru dicatat sebagai respons reaktif. Pada uji DPD, sebanyak 10 mL filtrat dicampurkan dengan satu saset pereaksi dan didiamkan selama satu menit sebelum diamati. Perubahan warna menjadi merah muda dicatat sebagai respons reaktif terhadap DPD. Pendekatan reaksi warna juga telah diterapkan pada pemeriksaan klorin dalam tepung dan bihun [17,18].

Pada uji $AgNO_3$, sebanyak 1 mL filtrat dicampurkan dengan 1 mL larutan $AgNO_3$, kemudian diamati ada atau tidaknya endapan putih. Pada uji povidon iodin, sebanyak 10 mL filtrat ditambahkan dua tetes pereaksi, kemudian warna larutan dicatat. Keempat pengujian menggunakan bagian filtrat yang terpisah. Hasil uji $AgNO_3$ dan povidon iodin dicatat sebagai pengamatan tambahan; penetapan sampel reaktif untuk pengukuran spektrofotometri didasarkan pada uji DPD. Dengan demikian, pembentukan endapan maupun perubahan warna povidon iodin tidak diperlakukan sebagai dasar tunggal penetapan klorin aktif.

Pengukuran spektrofotometri

Larutan induk disiapkan dengan mencampurkan 2,5 mL larutan baku, 1,25 mL dapar fosfat, dan 2,5 saset pereaksi DPD dalam labu ukur 25 mL, kemudian ditambahkan akuades hingga tanda batas. Konsentrasi standar dinyatakan sebagai konsentrasi nominal karena ketertelusuran pengenceran dari bahan baku natrium hipoklorit belum ditetapkan.

Larutan kerja dengan konsentrasi nominal 40 µg/mL disiapkan dengan mengencerkan 4 mL larutan induk 100 µg/mL menggunakan akuades hingga volume 10 mL. Spektrum larutan dipindai pada rentang 400–800 nm untuk mengamati hubungan antara panjang gelombang dan absorbansi. Panjang gelombang operasional ditetapkan pada 510 nm. Kestabilan respons diamati melalui pengukuran absorbansi terhadap waktu, dengan rentang menit ke-6 hingga ke-8 sebagai waktu pembacaan yang dipilih.

Kalibrasi dan pengukuran sampel

Larutan induk dengan konsentrasi nominal 100 µg/mL digunakan untuk menyiapkan deret standar 20, 30, 40, 50, dan 60 µg/mL melalui pengenceran berturut-turut 2, 3, 4, 5, dan 6 mL larutan induk hingga volume 10 mL. Blanko disertakan sebagai titik 0 µg/mL. Absorbansi diukur pada 510 nm. Konsentrasi larutan sampel dihitung dengan persamaan kerja $C = (A + 0{,}0191)/0{,}0135$, dengan A sebagai absorbansi dan C sebagai konsentrasi nominal dalam µg/mL.

Untuk pengukuran sampel, sebanyak 1,25 mL dapar fosfat dan 2,5 saset pereaksi DPD dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL, kemudian ditambahkan filtrat hingga tanda batas. Sebanyak 4 mL campuran reaksi diencerkan dengan akuades hingga 10 mL. Sampel A–E diukur masing-masing sebanyak enam kali pada 510 nm. Konsentrasi larutan dikonversi menjadi estimasi kadar menggunakan faktor 6,25 mL/g; hasil konversi diperlakukan sebagai nilai semikuantitatif karena faktor tersebut belum tervalidasi untuk keseluruhan tahap preparasi.

Analisis data

Data reaksi warna dianalisis secara deskriptif menurut kode sampel dan jenis pereaksi. Proporsi sampel reaktif dihitung dari jumlah sampel yang memberikan respons terhadap jumlah seluruh sampel yang diperiksa. Hasil pembacaan instrumental dinyatakan sebagai rerata dan simpangan baku sampel (SD; $n = 6$), dengan pembagi $n - 1$ untuk perhitungan varians. Simpangan baku relatif dihitung dengan persamaan RSD (%) = (SD/rerata) × 100. Keenam pembacaan merupakan pengulangan instrumental, bukan enam sampel beras yang independen. Hubungan konsentrasi dan absorbansi dievaluasi dengan regresi linear; SD dan RSD digunakan untuk menggambarkan keterulangan pembacaan [13,19].

Hasil dan Pembahasan

Karakteristik organoleptik

Sepuluh sampel beras berwarna putih dan berbau khas beras (Tabel 1). Tidak terdapat perbedaan pada kedua parameter tersebut antara sampel yang reaktif dan tidak reaktif terhadap DPD.

Electronic ISSN : 2656-3088
Homepage: https://www.journal-jps.com

Keseragaman warna dan bau menunjukkan bahwa kedua karakteristik organoleptik tersebut tidak membedakan respons pereaksi pada sampel yang diperiksa. Namun, karena pemilihan sampel sejak awal dibatasi pada beras berwarna putih dan berpermukaan mengilap, hasil ini tidak dapat digunakan untuk menilai seluruh variasi penampilan beras di pasaran.

Pengamatan fisik terbatas pada warna dan bau secara deskriptif, tanpa pengukuran instrumental derajat putih dan tekstur. Oleh karena itu, hasil organoleptik tidak memberikan dasar untuk menghubungkan intensitas penampilan beras dengan absorbansi maupun estimasi kadar.

Tabel 1. Karakteristik organoleptik sampel beras.

No.	Sampel	Bau	Warna
1	A	Khas beras	Putih
2	B	Khas beras	Putih
3	C	Khas beras	Putih
4	D	Khas beras	Putih
5	E	Khas beras	Putih
6	F	Khas beras	Putih
7	G	Khas beras	Putih
8	H	Khas beras	Putih
9	I	Khas beras	Putih
10	J	Khas beras	Putih

Respons uji kualitatif

Lima dari sepuluh sampel beras (50%), yaitu A–E, menunjukkan respons positif pada uji DPD dan KI–amilum. Sampel tersebut menghasilkan warna merah muda setelah penambahan DPD dan biru setelah penambahan KI–amilum. Sampel F–J tetap bening pada kedua uji (Tabel 2).

Pada uji $AgNO_3$, endapan putih terbentuk pada sampel A–E, sedangkan sampel F–J tidak membentuk endapan. Penambahan povidon iodin menghasilkan larutan bening pada sampel A–E dan cokelat pada sampel F–J. Pengamatan $AgNO_3$ dan povidon iodin tidak digunakan sebagai konfirmasi tunggal keberadaan klorin aktif.

Tabel 2. Respons sampel beras terhadap empat pereaksi kualitatif.

Sampel	KI–amilum	DPD	$AgNO_3$	Povidon iodin
A	Biru	Merah muda	Endapan putih	Bening
B	Biru	Merah muda	Endapan putih	Bening
C	Biru	Merah muda	Endapan putih	Bening
D	Biru	Merah muda	Endapan putih	Bening
E	Biru	Merah muda	Endapan putih	Bening
F	Bening	Bening	Tanpa endapan	Cokelat
G	Bening	Bening	Tanpa endapan	Cokelat
H	Bening	Bening	Tanpa endapan	Cokelat
I	Bening	Bening	Tanpa endapan	Cokelat
J	Bening	Bening	Tanpa endapan	Cokelat

Warna biru pada uji KI–amilum berkaitan dengan oksidasi iodida menjadi iodin dan pembentukan kompleks iodin–amilum. Warna merah muda pada uji DPD menunjukkan terbentuknya produk oksidasi DPD. Kesesuaian kedua respons pada sampel A–E mendukung adanya aktivitas oksidatif yang konsisten dengan klorin aktif, tetapi belum membedakannya secara spesifik dari oksidator lain yang dapat bereaksi dengan pereaksi tersebut [9–11]. Kesamaan klasifikasi tidak berarti bahwa kedua pereaksi mempunyai sensitivitas yang sama. Intensitas warna dari pereaksi yang berbeda juga tidak dapat dibandingkan langsung sebagai ukuran konsentrasi karena produk reaksi dan kondisi pengamatannya berbeda.

Reaksi pengendapan $AgNO_3$ berbeda dari reaksi oksidasi DPD. Ion perak bereaksi dengan klorida membentuk endapan perak klorida ($Ag^+ + Cl^- \rightarrow AgCl\downarrow$), sedangkan uji DPD mendeteksi respons oksidatif. Oleh karena itu, pembentukan endapan tidak membuktikan keberadaan klorin bebas atau asal penambahan bahan pemutih [20,21].

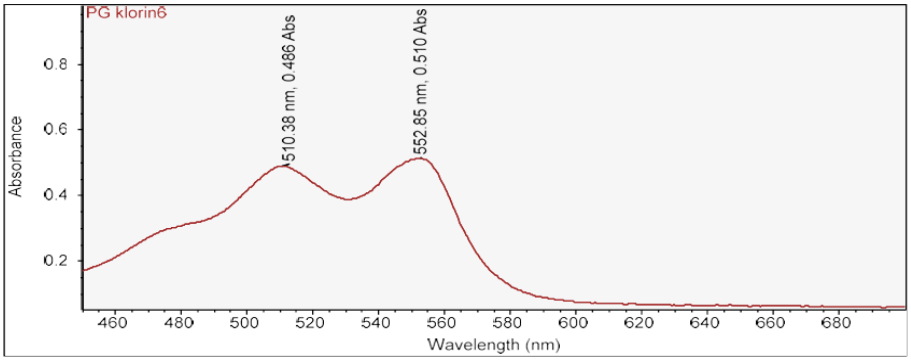
Electronic ISSN : 2656-3088
Homepage: https://www.journal-jps.com

Larutan povidon iodin mengandung iodin, sehingga perubahan warnanya tidak dapat diperlakukan sebagai padanan langsung uji KI–amilum. Penggunaannya sebagai indikator pada beras telah dilaporkan oleh Sudarma dan kolega [22], tetapi respons bening pada sampel A–E belum memastikan mekanisme maupun spesifisitas reaksi dalam ekstrak beras. Pengamatan ini memerlukan pembandingan dengan kontrol matriks sebelum digunakan untuk menentukan status klorin.

Sampel F–J tidak memberikan respons warna pada uji DPD maupun KI–amilum, tetapi hasil tersebut tidak membedakan ketiadaan analit dari respons yang belum dapat dikenali pada kondisi pengujian. Karena pengukuran spektrofotometri hanya dilakukan pada sampel A–E, tidak tersedia pembacaan absorbansi untuk menilai konsentrasi nominal pada kelompok tidak reaktif. Oleh sebab itu, sampel F–J tidak diberi nilai kadar nol dan tidak dimasukkan ke dalam perhitungan rerata kadar sampel reaktif.

Karakteristik spektrum dan waktu pengukuran

Spektrum larutan berpereaksi DPD memperlihatkan puncak pada sekitar 510 nm dengan absorbansi 0,486 serta puncak pada sekitar 553 nm dengan absorbansi 0,510 (Gambar 2). Pengukuran sampel dilakukan pada 510 nm sebagai panjang gelombang operasional di daerah cahaya tampak. Nilai tersebut tidak menunjukkan puncak serapan tertinggi pada keseluruhan spektrum.



Gambar 2. Spektrum serapan larutan berpereaksi DPD. Pengukuran sampel dilakukan pada panjang gelombang operasional 510 nm.

Respons larutan kerja pada 510 nm relatif stabil pada menit ke-6 hingga ke-8. Pemilihan waktu pembacaan yang seragam mengurangi pengaruh perubahan intensitas warna selama pengukuran. Pengamatan tersebut menggambarkan kestabilan pada kondisi pengujian, tetapi tidak menilai kestabilan pereaksi maupun respons antarhari.

Hubungan konsentrasi dan absorbansi

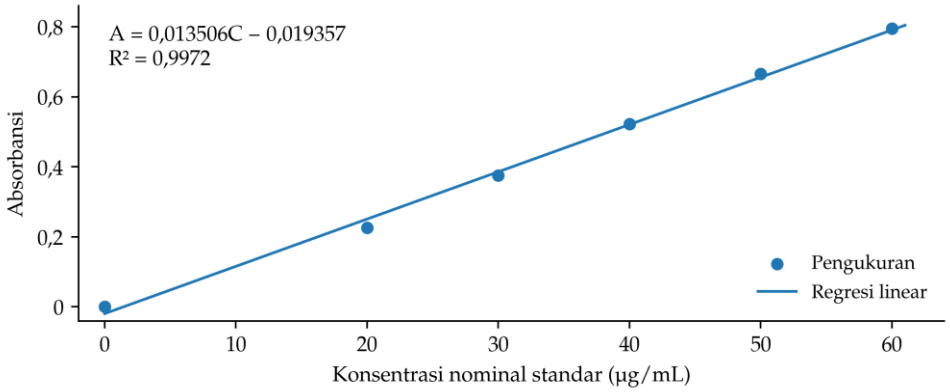
Absorbansi meningkat dari 0,226 pada standar 20 µg/mL menjadi 0,795 pada standar 60 µg/mL; blanko memberikan absorbansi 0,000 (Tabel 3). Hubungan antara konsentrasi nominal dan absorbansi disajikan pada Gambar 3.

Tabel 3. Konsentrasi nominal standar dan absorbansi pada 510 nm.

No.	Konsentrasi nominal (µg/mL)	Absorbansi
1	0	0,000
2	20	0,226
3	30	0,376
4	40	0,522
5	50	0,666
6	60	0,795

Regresi linear terhadap enam titik kalibrasi menghasilkan A = 0,013506C − 0,019357 dengan R^2 = 0,9972. Kemiringan garis menunjukkan perubahan absorbansi sekitar 0,0135 untuk kenaikan satu satuan konsentrasi nominal dalam µg/mL. Hubungan tersebut menunjukkan kedekatan data dengan model linear pada titik-titik yang diuji. Namun, nilai R^2 yang tinggi tidak dengan sendirinya menetapkan akurasi, selektivitas, batas deteksi, atau batas kuantifikasi metode [12,13].

Electronic ISSN : 2656-3088
Homepage: https://www.journal-jps.com



Gambar 3. Hubungan konsentrasi nominal standar dan absorbansi pada 510 nm. Titik menunjukkan pengukuran dan garis menunjukkan hasil regresi linear.

Enam pembacaan absorbansi untuk setiap sampel disajikan pada Tabel 4. Rerata absorbansi tertinggi diperoleh pada sampel B (0,4573) dan terendah pada sampel C (0,1315). Rentang pembacaan yang sempit pada setiap sampel menunjukkan variasi instrumental yang kecil dalam rangkaian pengukuran tersebut.

Tabel 4. Pembacaan absorbansi sampel reaktif pada 510 nm.

No.	Sampel	P1	P2	P3	P4	P5	P6
1	A	0,377	0,378	0,376	0,376	0,375	0,375
2	B	0,458	0,457	0,457	0,457	0,457	0,458
3	C	0,132	0,131	0,130	0,131	0,132	0,133
4	D	0,143	0,143	0,145	0,142	0,144	0,142
5	E	0,161	0,162	0,162	0,163	0,163	0,163

Tabel 5. Ringkasan pembacaan instrumental dan estimasi semikuantitatif kadar ekuivalen klorin.

Sampel	Absorbansi (rerata)	C larutan (µg/mL)	Estimasi kadar (µg/g)	SD kadar (µg/g)	RSD (%)
A	0,3762	29,28	182,99	0,541	0,30
B	0,4573	35,29	220,57	0,239	0,11
C	0,1315	11,16	69,72	0,486	0,70
D	0,1432	12,02	75,12	0,541	0,72
E	0,1623	13,44	84,00	0,378	0,45

Keterangan: n = 6 pembacaan instrumental per sampel. C merupakan konsentrasi nominal larutan setelah pengenceran. Estimasi kadar menggunakan faktor konversi 6,25 mL/g yang belum tervalidasi. SD dan RSD hanya menggambarkan variasi pembacaan; keduanya tidak mencakup ketidakpastian ekstraksi, kalibrasi, atau faktor konversi.

RSD estimasi kadar berkisar antara 0,11% dan 0,72%, dengan nilai terendah pada sampel B dan tertinggi pada sampel D (Tabel 5). Nilai ini menggambarkan kedekatan enam pembacaan dalam masing-masing rangkaian pengukuran. RSD pada tabel dihitung dari nilai hasil konversi, bukan dari absorbansi mentah, sehingga kedua jenis RSD tidak harus identik. Variasi pembacaan yang kecil belum menggambarkan variasi akibat pengambilan bagian sampel, ekstraksi, atau penyiapan campuran reaksi secara independen [13,19].

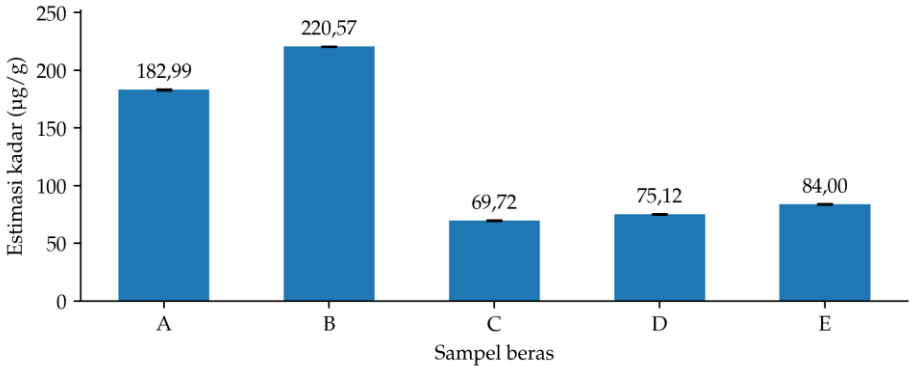
Rerata absorbansi sampel B sebesar 0,4573 setara dengan konsentrasi nominal 35,29 µg/mL berdasarkan persamaan kerja. Penerapan faktor konversi 6,25 mL/g menghasilkan estimasi 220,57 µg/g. Pada sampel A, C, D, dan E, estimasi berturut-turut sebesar 182,99; 69,72; 75,12; dan 84,00 µg/g (Tabel 5). Nilai tersebut merupakan estimasi semikuantitatif, bukan kadar klorin yang telah tervalidasi.

Estimasi kadar menurun dengan urutan B > A > E > D > C (Gambar 4). Perbedaan tersebut bersifat deskriptif. Enam pembacaan pada setiap sampel merupakan pengulangan instrumental, sehingga tidak menyediakan ulangan independen untuk menyimpulkan perbedaan populasi beras atau perbedaan antarpasar.

Respons positif pada lima sampel beras memperlihatkan adanya variasi aktivitas oksidatif dalam sampel yang diperiksa. Penelitian di sejumlah pasar lain juga melaporkan respons reaktif pada sebagian sampel beras [3,4,6–8]. Sebaliknya, Fitriani dan kolega tidak menemukan hasil positif pada 14 sampel beras dari Pasar Cik Puan, Pekanbaru, menggunakan metode reaksi warna [5]. Perbedaan tersebut menunjukkan

Electronic ISSN : 2656-3088
Homepage: https://www.journal-jps.com

bahwa hasil skrining tidak seragam antarkumpulan sampel. Proporsi 50% dalam penelitian ini hanya menggambarkan sepuluh sampel terpilih dan tidak dapat digunakan untuk menyimpulkan bahwa separuh beras di Kota Medan mengandung klorin.



Gambar 4. Estimasi semikuantitatif kadar ekuivalen klorin pada sampel A–E. Batang galat menunjukkan SD enam pembacaan instrumental, bukan ketidakpastian metode secara keseluruhan.

Keterbandingan antarpublikasi perlu mempertimbangkan kesetaraan besaran yang diukur. Misalnya, pemeriksaan dengan argentometri yang digunakan dalam penelitian Makassar [6] didasarkan pada reaksi pengendapan, sedangkan pengukuran DPD didasarkan pada respons oksidatif. Perbedaan prinsip tersebut mengharuskan penilaian identitas analit sebelum hasil dinyatakan setara [20,21]. Tanpa kesetaraan preparasi, standar, dan kriteria interpretasi, perbedaan hasil antarlokasi tidak cukup untuk menunjukkan perbedaan tingkat pencemaran maupun menjelaskan sumber residu.

Metode DPD berbasis air tidak dapat diasumsikan memiliki kinerja yang sama pada ekstrak beras. Komponen matriks, kekeruhan, dan senyawa pengoksidasi lain berpotensi mengubah respons fotometrik. Pengembangan metode DPD dengan pengendalian interferensi dan pemisahan analit menunjukkan pentingnya selektivitas dalam pengukuran klorin [9–11]. Filtrasi memisahkan residu padat, tetapi tidak dengan sendirinya menghilangkan komponen terlarut yang berpotensi memengaruhi reaksi. Evaluasi pemulihan analit pada matriks beras dan pembandingan dengan metode yang independen diperlukan untuk membedakan respons analit dari pengaruh matriks [12,13,20].

Konsentrasi nominal sampel C, D, dan E berada di bawah standar nonnol terendah, yaitu 20 µg/mL. Meskipun blanko disertakan dalam regresi, tidak tersedia standar antara 0 dan 20 µg/mL untuk mengevaluasi kinerja pada rentang ketiga sampel tersebut. Kedudukan di bawah standar terendah tidak identik dengan berada di bawah batas deteksi; kedua keadaan memerlukan dasar penilaian yang berbeda. Selain itu, RSD yang rendah tidak membuktikan akurasi karena galat sistematik dapat tetap terdapat pada pembacaan yang berulang secara konsisten [13,19].

Risiko kesehatan tidak dapat ditentukan hanya dari perubahan warna atau estimasi kadar tanpa identifikasi spesies klorin dan penilaian pajanan. Konsentrasi dalam ekstrak beras mentah juga tidak langsung merepresentasikan jumlah yang tertelan setelah pencucian dan pemasakan. Informasi toksikologi hipoklorit dan senyawa kaustik memberikan dasar untuk kewaspadaan, tetapi tidak membuktikan terjadinya gangguan kesehatan pada konsumen dalam penelitian ini [14,15]. Nilai acuan air minum tidak digunakan sebagai batas kepatuhan beras karena perbedaan matriks dan konteks penggunaannya [16].

Temuan reaktif pada sampel A–E dapat menjadi dasar untuk memprioritaskan pengambilan sampel ulang dan pemeriksaan konfirmasi, bukan untuk menetapkan pelanggaran oleh pedagang atau produsen. Identitas pemasok, asal beras, dan kondisi pengolahan perlu dicatat dalam pemeriksaan lanjutan agar hasil laboratorium dapat dihubungkan dengan rantai distribusi. Setelah identitas analit dan metode kuantifikasi dipastikan, pemeriksaan berpasangan sebelum dan sesudah pengolahan dapat memberikan dasar yang lebih relevan untuk penilaian pajanan melalui konsumsi.

Keterbatasan penelitian

Pemilihan sampel secara purposif dan jumlah sampel yang terbatas membatasi generalisasi proporsi respons positif terhadap seluruh beras yang beredar di Kota Medan. Ketiadaan pemetaan kode sampel terhadap pasar juga membatasi perbandingan antarpasar. Selektivitas matriks, pemulihan analit, batas deteksi, batas kuantifikasi, presisi antarhari, dan faktor konversi massa belum tervalidasi. Oleh sebab itu, hasil

Electronic ISSN : 2656-3088
Homepage: https://www.journal-jps.com

ini merupakan temuan skrining yang memerlukan pemeriksaan konfirmasi; sampel yang tidak reaktif tidak dapat dinyatakan bebas dari seluruh spesies klorin [12,13].

Kesimpulan

Lima dari sepuluh sampel beras (50%) menunjukkan respons positif pada uji DPD dan KI–amilum yang konsisten dengan keberadaan oksidator, termasuk kemungkinan klorin aktif. Estimasi semikuantitatif berkisar 69,72–220,57 µg/g, dengan nilai tertinggi pada sampel B dan terendah pada sampel C. Warna dan bau tidak membedakan sampel berdasarkan respons pereaksi. Identitas analit dan kadar klorin belum dapat ditetapkan secara definitif karena keterbatasan validasi matriks dan faktor konversi. Pemeriksaan konfirmasi diperlukan sebelum hasil digunakan untuk penilaian kepatuhan keamanan pangan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen pembimbing dan staf laboratorium atas dukungan selama pelaksanaan penelitian.

Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak memiliki konflik kepentingan terkait penelitian ini.

Referensi

[1] Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 33 Tahun 2012 tentang Bahan Tambahan Pangan. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia; 2012.

[2] Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 11 Tahun 2019 tentang Bahan Tambahan Pangan. Jakarta: BPOM; 2019.

[3] Widada A, Mualim M, Gazali M. Analisis kandungan klorin (Cl2) pada beras yang beredar di Pasar Kota Bengkulu. Mitra Raflesia 2023;15(1). https://doi.org/10.51712/mitraraflesia.v15i1.159.

[4] Warsani Z, Sholihah K. Identifikasi kandungan klorin pada beras putih (*Oryza sativa* L.) yang beredar di Pasar Tradisional Masbagik Kabupaten Lombok Timur. J Sains Teknol 2023;6(3):356–64.

[5] Fitriani F, Raharjo P, Harnani Y, Kamalizaman MK, Wahyuni D. Analisa klorin pada beras yang beredar di Pasar Tradisional Cik Puan Kota Pekanbaru tahun 2020. Media Kesmas (Public Health Media) 2022;2(1):94–101. https://doi.org/10.25311/kesmas.vol2.iss1.11.

[6] Aminah S, Marzuki I, Rasyid A. Analisis kandungan klorin pada beras yang beredar di Pasar Tradisional Makassar dengan metode argentometri Volhard. Seminar Nasional Pangan, Teknologi, dan Entrepreneurship; 2019.

[7] Alfitri O, Dhanti KR, Wardani DPK. Analisis senyawa klorin (Cl2) pada beras yang dijual di Pasar Sokaraja Kabupaten Banyumas. J Kesehatan 2021;14(1). https://doi.org/10.23917/jk.v14i1.12418.

[8] Asrina R, Anganria J. Analisis kualitatif klorin (Cl2) pada beras putih yang beredar di Pasar Tradisional Daya Kota Makassar. J Farmasi Sandi Karsa 2019;5(1). https://doi.org/10.36060/jfs.v5i1.32.

[9] American Public Health Association, American Water Works Association, Water Environment Federation. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater: 4500-Cl G, DPD colorimetric method [Internet]. Washington (DC): APHA; [diakses 19 Oktober 2026]. https://www.nemi.gov/methods/method_summary/7431/.

[10] Zhou M, Li T, Zu M, Zhang S, Liu Y, Zhao H. Membrane-based colorimetric flow-injection system for online free chlorine monitoring in drinking water. Sens Actuators B Chem 2021;327:128905. https://doi.org/10.1016/j.snb.2020.128905.

[11] Jain A, Verma KK. Extractive reactions in embedded drops for enhanced selectivity in the determination of chloride and free chlorine by micro-spectrophotometry using N,N-diethyl-p-phenylenediamine. Microchem J 2025;208:112373. https://doi.org/10.1016/j.microc.2024.112373.

[12] International Council for Harmonisation. ICH Q2(R2): Validation of Analytical Procedures. Final version adopted 1 November 2023. Geneva: ICH; 2023.

Electronic ISSN : 2656-3088
Homepage: https://www.journal-jps.com

[13] Cantwell H, editor. The Fitness for Purpose of Analytical Methods: A Laboratory Guide to Method Validation and Related Topics. 3rd ed. Eurachem; 2025.
[14] Walls RM, Hockberger RS, Gausche-Hill M, Erickson TB, Wilcox SR, editors. Rosen's Emergency Medicine: Concepts and Clinical Practice. 10th ed. Philadelphia: Elsevier; 2023.
[15] Agency for Toxic Substances and Disease Registry. Toxicological Profile for Chlorine. Atlanta (GA): US Department of Health and Human Services; 2010.
[16] World Health Organization. Chemical fact sheets: chlorine. In: Guidelines for drinking-water quality, fourth edition incorporating the first and second addenda. Geneva: World Health Organization; 2022.
[17] Apriani, Latifani R. Identifikasi klorin pada tepung terigu (bermerek dan tidak bermerek) dan tepung beras (bermerek). J Health Sains 2020;1(6). https://doi.org/10.46799/jhs.v1i6.64.
[18] Elfia M. Analisis klorin pada bihun yang dijual di Pasar Kodim Pekanbaru. Ensiklopedia of Journal 2020;2(4):40–5.
[19] Harris DC, Lucy CA. Quantitative Chemical Analysis. 11th ed. Macmillan Learning; 2026.
[20] Harvey D. Analytical Chemistry 2.1 [Internet]. Chemistry LibreTexts; [diakses 19 Oktober 2026]. https://chem.libretexts.org/Bookshelves/Analytical_Chemistry/Analytical_Chemistry_2.1_by_David_Harvey/Analytical_Chemistry_2.1_(Harvey).
[21] Skoog DA, Holler FJ, Crouch SR. Principles of Instrumental Analysis. 7th ed. Boston: Cengage Learning; 2018.
[22] Sudarma N, Idayani S, Setiawan D, Dharmawan PO. Pemanfaatan Betadine sebagai indikator uji klorin pada beras berpemutih. Bali Medika J 2018;5(2):157–64. https://doi.org/10.36376/bmj.v5i2.32.

Electronic ISSN : 2656-3088
Homepage: https://www.journal-jps.com