

Analisis Kandungan Reduktor pada Paprika Merah dan Cabai Hijau Besar (*Capsicum annum L.*) Menggunakan Metode Spektrofotometri melalui Reaksi Redoks dengan Triiodida

Analysis of Reducing Agents in Red Bell Pepper and Large Green Chili (*Capsicum annum L.*) Using Spectrophotometric Method via Redox Reaction with Triiodide

Nuraini Harmastuti², Ahmad Ferdinansyah Rafsanjani¹, Mira Dia Nofia¹, Hery Muhamad Ansory^{2*}

¹Undergraduate Pharmacy Program, Faculty of Pharmacy, Universitas Setia Budi Surakarta, Surakarta, Indonesia

²Faculty of Pharmacy, Universitas Setia Budi Surakarta, Surakarta, Indonesia

Article Info	ABSTRAK
<p>Article history:</p> <p>Received 06 12, 2024 Revised 10 19, 2024 Accepted 10 20, 2024</p> <p>Kata kunci</p> <p>Senyawa Reduktor Spektrofotometri UV-Vis Reaksi Redoks I₂ Paprika Merah Cabai Hijau</p>	<p>Penentuan kadar senyawa reduktor dalam sampel tanaman terus dikembangkan untuk memperoleh metode analisis yang lebih praktis dan efisien. Penelitian ini menganalisis kandungan senyawa reduktor pada paprika merah dan cabai hijau besar menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis melalui reaksi redoks dengan triiodida. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode ini dapat digunakan untuk menentukan kadar senyawa reduktor dalam sampel tanaman. Sampel cabai hijau besar mengandung senyawa reduktor sebesar 0,01723%, sedangkan paprika merah memiliki kandungan reduktor sebesar 0,0267%. Temuan ini menunjukkan bahwa paprika merah memiliki kandungan senyawa reduktor yang lebih tinggi dibandingkan cabai hijau besar. Metode ini berpotensi menjadi pendekatan yang andal dalam analisis kandungan reduktor pada tanaman dan dapat dikembangkan lebih lanjut untuk aplikasi dalam analisis farmasi dan pangan.</p>
<p>Keywords:</p> <p>Reducing Compounds UV-Vis Spectrophotometry Iodine Redox Reaction Red Bell Pepper Green Chili</p>	<p>ABSTRACT</p> <p>The determination of reducing compounds in plant samples is continuously developed to achieve more practical and efficient analytical methods. This study analyzed the reducing compound content in red bell peppers and large green chilies using UV-Vis spectrophotometry via a redox reaction with triiodide. The results showed that this method can effectively determine reducing compounds in plant samples. The large green chili sample contained 0.01723% reducing compounds, whereas the red bell pepper sample exhibited a higher content of 0.0267%. These findings indicate that red bell peppers have a higher concentration of reducing compounds than large green chilies. This method has the potential to be a reliable approach for analyzing reducing agents in plants and can be further developed for pharmaceutical and food analysis applications.</p>

1. PENDAHULUAN

Corresponding Author:

Hery Muhamad Ansory

Faculty of Pharmacy, Universitas Setia Budi Surakarta

Jl. Letjen Sutoyo, Mojosongo, Kec. Jebres, Kota Surakarta, Jawa Tengah 57127

email: hery.ansory89@setiabudi.ac.id ; hery.ansory89@gmail.com

This is an open-access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Penentuan kadar senyawa-senyawa seperti vitamin C, vitamin E, flavonoid, fenolat, dan sejenisnya dalam buah, tanaman, dan ekstrak melalui spektrofotometri secara langsung seringkali sulit dilakukan karena serapan dari masing-masing senyawa dapat saling menutupi. Kesulitan dalam memisahkan serapan-serapan ini secara jelas dapat menghambat ketepatan hasil analisis [1], [2]. Senyawa-senyawa ini dikenal memiliki aktivitas sebagai antioksidan dan sebagian besar termasuk dalam kelompok senyawa yang mudah teroksidasi, atau yang biasa disebut sebagai senyawa reduktor [3].

Dalam upaya untuk mengembangkan metode analisis kandungan senyawa yang bersifat sebagai reduktor, penelitian ini akan mengeksplorasi pendekatan reaksi redoks sederhana. Dengan tujuan mencapai tingkat ketelitian yang optimal, reaksi ini akan diamati dengan menggunakan teknik spektrofotometri UV-Vis. Pendekatan ini diharapkan dapat memberikan landasan yang solid untuk penentuan akurat kadar senyawa reduktor pada sampel tanaman.

Hasil studi terdahulu menunjukkan bahwa konsentrasi ion triiodida dapat diukur secara efektif menggunakan spektrofotometri UV-Visible dengan λ max yang teramati yaitu pada panjang gelombang 351 dan 288 nm, dari penelitian yang sama juga ditemukan bahwa nilai absorptivitas molarnya pada masing-masing panjang gelombang adalah 2.65×10^4 dan 1.72×10^4 L cm⁻¹ mol⁻¹. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa absorbansi ion triiodida hanya memiliki sedikit pengaruh terhadap pH larutan dalam rentang 2.0 hingga 6.5 dan ditemukan bahwa absorbansi secara signifikan bergantung pada konsentrasi ion iodida secara liner dalam rentang 0.005-0.1 mM yang dapat diukur dengan menggunakan spektrofotometri UV-Visibel [4].

Penelitian ini memilih paprika merah dan cabai hijau besar sebagai sampel, khususnya cabai hijau besar yang menarik perhatian sebagai sumber potensial senyawa metabolit sekunder, termasuk alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, dan triterpenoid, yang memiliki potensi antioksidan yang kuat [5]. Analisis spektrofotometri UV-Vis direncanakan untuk mengembangkan metode analisis kandungan senyawa reduktor pada kedua sampel ini. Paprika merah, dikenal memiliki kandungan asam askorbat lebih dari 20%, menjadikannya sumber vitamin yang tinggi [6]. Kandungan antioksidannya juga menunjukkan potensi positif dalam produksi pangan olahan. Informasi ini diharapkan dapat memberikan wawasan dalam konteks farmasi, khususnya dalam pengembangan metode analisis dan potensi aplikatif senyawa reduktor pada kedua sampel tersebut.

Dengan menghadapi kendala kompleksitas analisis senyawa reduktor dalam spektrofotometri, penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan pada pemahaman kita tentang kandungan senyawa reduktor pada paprika merah dan cabai hijau besar, serta membuka jalan bagi pengembangan metode analisis yang lebih valid dalam menentukan kadar senyawa-senyawa penting ini.

2. METODE

Alat

Alat penelitian ini melibatkan blender, seperangkat alat kaca laboratorium kimia (Pyrex), plat KLT (E-Merck), dan seperangkat alat spektrofotometri UV-Visible Shimadzu-1800.

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan sampel paprika merah dan cabai hijau besar yang diperoleh dari daerah Boyolali, Jawa Tengah. Untuk pengolahan sampel, digunakan etanol 70% sebagai pelarut. Asam askorbat baku digunakan sebagai



standar referensi. Kristal kalium iodida dan kristal iodium digunakan untuk larutan iodimetri. Larutan asam sulfat 2N, larutan standar karotenoid, dan larutan ferri klorida berperan sebagai reagen dan standar spektrofotometri. Larutan metilen biru, larutan asam nitrat, n-heksan, aseton, dan etanol juga digunakan. Semua bahan kimia memiliki kualitas analisis atau pro analisis dari E-Merck.

Cara Kerja

Preparasi Sampel

Dalam proses preparasi sampel, determinasi dilakukan di UPT Laboratorium Herbal Materia Medica Batu. Sampel awal disortasi dengan metode pemisahan kotoran atau benda asing menggunakan air mengalir hingga mencapai keadaan bersih. Setelah itu, sampel dipisahkan antara biji dan buahnya, dan dikategori menjadi dua jenis, yaitu sampel segar dan kering.

Sampel segar dan kering dihaluskan menggunakan blender secara terpisah. Sampel kering diayak dengan ayakan nomor 60. Masing-masing sampel sebanyak 0,5 gram ditimbang dan dimasukkan ke dalam labu ukur berukuran 25 mililiter. Selanjutnya, ditambahkan pelarut etanol 70% hingga mencapai tanda batas labu ukur, dan diaduk selama 20 menit. Larutan hasil proses ini kemudian disaring, sehingga sampel siap untuk dilakukan pengujian lebih lanjut.

Pembuatan larutan triiodide

Kristal kalium iodida (KI) seberat 2,5 gram ditimbang secara akurat dan dilarutkan dalam labu ukur berkapasitas 1000 mL. Setelah KI larut, secara perlahan ditambahkan 1,269 gram kristal iodium (I_2) ke dalam larutan kalium iodida yang masih dalam labu ukur. Proses pengadukan dilakukan hingga larutan terlarut sepenuhnya. Selanjutnya, etanol 70% ditambahkan secara bertahap hingga mencapai tanda batas pada labu ukur yang berukuran 1000 mL.

Pembuatan kurva baku

Pembuatan kurva baku dilakukan menggunakan larutan baku asam askorbat dengan konsentrasi 9 ppm. Sejumlah 4 mL, 3,5 mL, 3 mL, 2,5 mL, 2 mL, 1,5 mL, dan 1 mL dari larutan tersebut diambil dan dimasukkan ke dalam labu takar berukuran 10 mL. Kemudian, ditambahkan 2 mL triiodida (I_3^-), 0,5 mL larutan asam sulfat (H_2SO_4) 2N, serta etanol 70% hingga mencapai tanda batas labu takar. Serapan dari larutan ini diukur pada panjang gelombang maksimum yang telah ditetapkan sebelumnya.

Penentuan kadar reduktor

Penentuan kadar reduktor dilakukan dengan mengambil 4 mL sampel, lalu dimasukkan ke dalam labu takar 10 mL. Selanjutnya, ditambahkan 2 mL triiodida (I_3^-), 0,5 mL larutan asam sulfat (H_2SO_4) 2N, serta etanol 70% hingga mencapai tanda batas. Larutan dibiarkan selama masa waktu operasional yang telah ditetapkan, kemudian disaring, dan serapannya diukur pada panjang gelombang maksimum yang telah ditentukan sebelumnya. Proses pengukuran ini diulang sebanyak 3 kali untuk memastikan ketepatan hasil.

3. HASIL

Preparasi Sampel

Berdasarkan hasil determinasi di UPT Laboratorium Herbal Materia Medica Batu, diperoleh simpulan bahwa tanaman yang menjadi fokus penelitian adalah paprika merah dengan identifikasi menggunakan kata kunci 1b-2b-3b-4b-6b-7b-9a-41b-42b-43b-54a-55b-57b-58a-111:Solanaeae-1b-3b-5b-6a-7a-7:Capsicum-1b:C.annuum. Selain itu, cabai hijau besar juga diidentifikasi dengan kata kunci 1b-2b-3b-4b-6b-7b-9a-41b-42b-43b-54a-55b-57b-58a-111:Solanaeae-1b-3b-5b-6a-7a-7:Capsicum-1b:C.annuum. Data



ini menjadi dasar penting dalam mengidentifikasi dan mengkarakterisasi tanaman yang menjadi subjek penelitian.

Dari langkah-langkah preparasi yang telah dilakukan, terbentuk empat sampel larutan ekstraksi dari cabai hijau besar dan paprika merah, baik dalam kondisi segar maupun kering. Keempat sampel ini melibatkan ekstraksi senyawa dari tanaman cabai hijau besar dan paprika merah, dan siap untuk dilakukan analisis lebih lanjut. Warna larutan ekstraksi dari cabai hijau besar menunjukkan nuansa hijau transparan, sedangkan larutan ekstraksi dari paprika merah menunjukkan nuansa merah transparan.

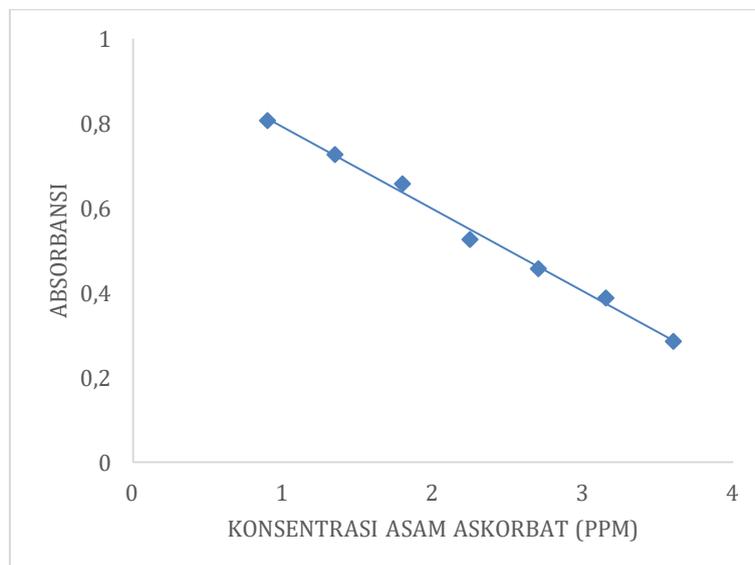
Larutan triiodide

Larutan triiodida diperoleh dengan cara memasukkan kristal I_2 ke dalam larutan KI, sehingga jumlah mol triiodida (I_3^-) yang terbentuk setara dengan jumlah mol iodin (I_2) yaitu sebesar 0,005 mol. Dengan demikian, konsentrasi larutan triiodida ini adalah 0,005 M. Larutan tersebut kemudian diamati profil serapan pada daerah 400 - 200 nm, dan didapatkan hasil bahwa serapan maksimum terdapat pada panjang gelombang 290 nm dan 354 nm seperti pada Gambar 2 (a).

Kurva baku

Penentuan *operating time* dari hasil pembacaan menunjukkan bahwa serapan absorbansi dari reaksi triiodida dengan sampel maupun K^+ stabil pada rentang waktu 5 hingga 10 menit. Sehingga, berdasarkan hasil tersebut, reaksi antara triiodida dengan sampel maupun K^+ dilakukan kurang lebih selama 5-10 menit sebelum dibaca serapannya.

Hasil dari penentuan kurva baku reaksi antara triiodida dengan K^+ asam askorbat, seperti yang dijelaskan dalam cara kerja, menunjukkan nilai regresi linear $y = -0,1937x + 0,9841$ dengan nilai r sebesar 0,9944, sebagaimana tergambar pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva baku reaksi triiodida dengan asam askorbat

Kadar reduction

Setelah larutan sampel bereaksi dengan larutan triiodida, absorbansinya diukur. Hasil pembacaan absorbansi kemudian dimasukkan ke dalam persamaan kurva baku untuk menentukan kadar reduktor dalam larutan. Selanjutnya, dilakukan perhitungan menggunakan faktor pembuatan dan berat sampel yang digunakan. Hasil perhitungan tersebut dapat dilihat dalam Tabel 1.



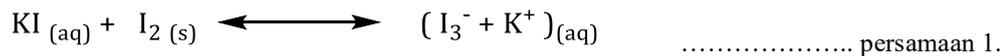
Tabel 1. Serapan dan kadar reduktor dalam sampel.

Sampel	Replikasi	Absorbansi	Kadar reduktor dalam sampel (% b/b)
Cabai hijau besar segar	1	0,719	0,01723
	2	0,718	
	3	0,716	
Cabai hijau besar serbuk	1	0,716	0,01717
	2	0,720	
	3	0,717	
Paprika merah segar	1	0,567	0,0267
	2	0,569	
	3	0,574	
Paprika merah serbuk	1	0,624	0,0230
	2	0,635	
	3	0,623	

4. PEMBAHASAN

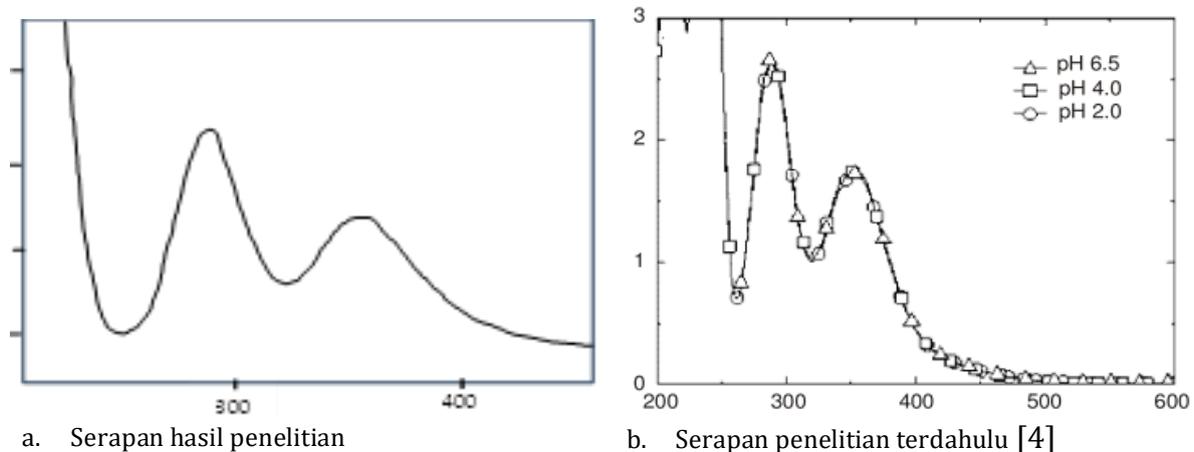
Profil Triiodida

Larutan triiodida terbentuk dengan memasukkan kristal I₂ (ungu) ke dalam larutan KI (jernih), menghasilkan larutan triiodida yang berwarna kuning-coklat sesuai dengan persamaan reaksi 1.



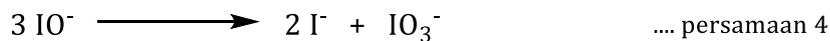
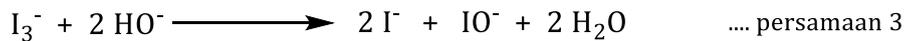
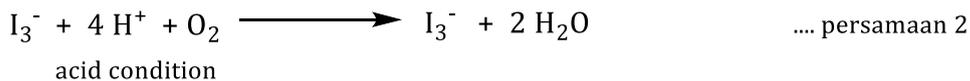
Berdasarkan warna hasil reaksi, menunjukkan kesesuaian dengan penelitian terdahulu. Iodium, dalam bentuk padatan dan berwarna ungu, dalam larutan berlebihan iodine, larut dan membentuk kalium triiodida yang berwarna kuning-coklat [7].

Dalam penelitian ini, larutan triiodida direaksikan dalam suasana asam dengan penambahan asam sulfat sehingga mencapai pH 1,87. Penambahan asam ini bertujuan sebagai katalis untuk mempercepat reaksi antara triiodida dengan reduktor dalam sampel [8]. Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pH tidak mempengaruhi profil serapan triiodida, seperti yang terlihat pada profil serapan yang sama pada pH 6,4 dan 2 [4]. Profil serapan yang dihasilkan dalam penelitian ini juga menunjukkan kesamaan dengan profil serapan dari penelitian sebelumnya.



Gambar 2. Perbandingan Profil serapan triiodida.





base condition

Penggunaan asam dalam percobaan ini memiliki alasan yang mendasar. Pada kondisi asam, triiodida (I_3^-) lebih stabil (persamaan 2), yang memungkinkan kelangsungan reaksi redoks dengan sampel yang berupa reduktor. Dalam kondisi basa, triiodida dapat mengalami disproporsionasi, yaitu terurai menjadi ion iodida (I^-) dan ion iodat (IO_3^-), sehingga stabilitasnya terganggu (persamaan 3 dan 4) [7], [9], [10]. Oleh karena itu, penggunaan asam bertujuan untuk menjaga stabilitas triiodida selama reaksi redoks dengan sampel reduktor, memastikan kelangsungan reaksi dan pengukuran yang akurat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa panjang gelombang maksimum larutan triiodida dalam penelitian ini adalah pada 290 nm dan 354 nm, hasil yang sejalan dengan temuan pada penelitian sebelumnya. Dalam penelitian yang menggunakan air sebagai pelarut, larutan triiodida menunjukkan panjang gelombang maksimum pada 350 nm dan 297 nm, dengan kemungkinan panjang gelombang maksimum pada 293 nm, 350 nm, dan 460 nm untuk iodin, serta 293 nm untuk ion iodida [10]. Temuan ini memberikan konfirmasi konsistensi dalam karakteristik serapan larutan triiodida. Penelitian lain yang menggunakan asam HCl 2M juga menemukan serapan maksimum pada panjang gelombang 290 nm dan 360 nm pada anion triiodida [7]. Hal ini menunjukkan bahwa kondisi asam yang digunakan dalam penelitian ini tidak memengaruhi secara signifikan profil serapan triiodida, dan hasil ini sejalan dengan temuan penelitian-penelitian terdahulu.

Penetapan kadar reduktor dalam sampel

Kadar reduktor dalam berbagai sampel diukur melalui pengukuran absorbansi setelah bereaksi dengan larutan triiodida. Proses ini melibatkan beberapa tahapan penting, mulai dari reaksi larutan sampel dengan larutan triiodida hingga pengukuran absorbansi dan perhitungan kadar reduktor menggunakan persamaan kurva baku. Hasil perhitungan kadar reduktor pada berbagai sampel ditampilkan dalam **Tabel 1**.

Dari data yang tercantum dalam tabel, terlihat bahwa nilai absorbansi berbeda-beda untuk setiap replikasi dan jenis sampel. Pada cabai hijau besar segar, absorbansi yang diperoleh berkisar antara 0,716 hingga 0,719, dengan kadar reduktor dalam sampel sebesar 0,01723% b/b. Sementara itu, untuk cabai hijau besar serbuk, absorbansi berkisar antara 0,716 hingga 0,720 dengan kadar reduktor sebesar 0,01717% b/b. Pada paprika merah segar, nilai absorbansi yang didapatkan berkisar antara 0,567 hingga 0,574, menghasilkan kadar reduktor sebesar 0,0267% b/b. Paprika merah serbuk menunjukkan nilai absorbansi antara 0,623 hingga 0,635, dengan kadar reduktor sebesar 0,0230% b/b.

Dari hasil pengukuran ini, dapat dilihat bahwa paprika merah segar memiliki kadar reduktor yang lebih tinggi dibandingkan dengan cabai hijau besar, baik dalam bentuk segar maupun serbuk. Hal ini mungkin disebabkan oleh kandungan senyawa aktif yang berbeda dalam kedua jenis sampel tersebut, kandungan senyawa fenolik pada paprika meliputi myricetin, pyrogallol, dan asam klorogenik, yang merupakan komponen utama dalam aktivitas antioksidan. Kandungan ini dapat berperan dalam kadar reduktor yang diukur [11]. Literatur lain menyatakan bahwa kandungan senyawa fenolik dan flavonoid dalam berbagai jenis paprika menunjukkan bahwa paprika merah mengandung



pyrogallol sebesar 757 µg/g, asam p-OH benzoat sebesar 395 µg/g, myricetin sebesar 244 µg/g, asam klorogenik sebesar 221 µg/g, asam ellagic sebesar 172 µg/g, asam galat sebesar 115 µg/g, dan asam benzoat sebesar 111 µg/g. Sementara itu, pada cabai hijau besar, kandungan senyawa fenolik utama meliputi myricetin sebesar 658 µg/g, pyrogallol sebesar 572 µg/g, asam klorogenik sebesar 290 µg/g, katekol sebesar 279 µg/g, asam protocatechuic sebesar 116 µg/g, asam kafeat sebesar 108 µg/g, asam ellagic sebesar 106 µg/g, dan asam galat sebesar 89 µg/g [12].

Selain itu, bentuk fisik sampel (segar vs. serbuk) tampaknya tidak berpengaruh signifikan terhadap kadar reduktor, karena perbedaan kadar reduktor antara sampel segar dan serbuk pada jenis yang sama tidak terlalu besar. Namun, perlu dicatat bahwa metode pengeringan dan pengolahan menjadi serbuk bisa mempengaruhi stabilitas dan ketersediaan senyawa reduktor dalam sampel [5], [12].

Secara keseluruhan, penelitian ini menunjukkan bahwa metode pengukuran absorbansi setelah reaksi dengan larutan triiodida dapat digunakan untuk menentukan kadar reduktor dalam berbagai jenis sampel. Variasi dalam hasil pengukuran dapat disebabkan oleh perbedaan kandungan senyawa aktif dalam sampel, serta faktor lain seperti teknik persiapan dan pengolahan sampel.

5. KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil menentukan kadar senyawa reduktor dalam paprika merah dan cabai hijau besar menggunakan metode spektrofotometri UV-Vis melalui reaksi redoks dengan triiodida. Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar reduktor dalam paprika merah lebih tinggi (0,0267%) dibandingkan dengan cabai hijau besar (0,01723%). Metode ini terbukti efektif dan dapat diandalkan dalam analisis kandungan reduktor pada tanaman. Selain itu, hasil penelitian ini membuka peluang untuk pengembangan lebih lanjut dalam analisis senyawa bioaktif, terutama dalam bidang farmasi dan pangan.

6. REFERENCES

- [1] E. Kalpoutzakis *et al.*, "Determination of the Total Phenolics Content and Antioxidant Activity of Extracts from Parts of Plants from the Greek Island of Crete," *Plants*, vol. 12, no. 5, pp. 1–15, 2023, doi: 10.3390/plants12051092.
- [2] A. Altemimi, N. Lakhssassi, A. Baharlouei, D. G. Watson, and D. A. Lightfoot, "Phytochemicals: Extraction, isolation, and identification of bioactive compounds from plant extracts," *Plants*, vol. 6, no. 4, 2017, doi: 10.3390/plants6040042.
- [3] R. E. Mutha, A. U. Tatiya, and S. J. Surana, "Flavonoids as natural phenolic compounds and their role in therapeutics: an overview," *Futur. J. Pharm. Sci.*, vol. 7, no. 1, 2021, doi: 10.1186/s43094-020-00161-8.
- [4] J. SANG-HYUK, J.-W. YEON, Y. KANG, and K. SONG, "Determination of Triiodide Ion Concentration Using UV-Visible Spectrophotometry," *Asian J. Chem.*, vol. 26, no. 12, pp. 70–73, 2014.
- [5] T. H. C. Marques, C. H. S. de Melo, and R. M. de Freitas, "In vitro evaluation of antioxidant, anxiolytic and antidepressant-like effects of the *Bellis perennis* extract," *Rev. Bras. Farmacogn.*, vol. 22, no. 5, pp. 1044–1052, 2012, doi: 10.1590/S0102-695X2012005000082.
- [6] C. Chávez-Mendoza, E. Sanchez, E. Muñoz-Marquez, J. P. Sida-Arreola, and M. A. Flores-Cordova, "Bioactive compounds and antioxidant activity in different grafted varieties of bell pepper," *Antioxidants*, vol. 4, no. 2, pp. 427–446, 2015, doi:



- 10.3390/antiox4020427.
- [7] O. Bizerea-Spiridon *et al.*, "Spectrophotometric determination of Selenium through triiodide anion," *Clin. Lab.*, vol. 63, no. 5–6, pp. 887–899, 2017, doi: 10.7754/Clin.Lab.2016.160905.
- [8] B. Meyiwa, "Iodometric and Iodimetric Titration Methods," *J. Wet. Heal.*, vol. 1, no. 1, pp. 5–8, 2020, doi: 10.48173/jwh.v1i1.9.
- [9] H. Sulistyarti, E. Sulistyoyo, S. Sutrisno, and Z. Rismiarti, "Metode Spektrofotometri Secara Tidak Langsung untuk Penentuan Merkuri(II) berdasarkan Pembentukan Kompleks Biru Iodium-Amilum," *ALCHEMY J. Penelit. Kim.*, vol. 15, no. 1, p. 149, 2019, doi: 10.20961/alchemy.15.1.15036.149-164.
- [10] N. Li, L. Shi, X. Wang, F. Guo, and C. Yan, "Experimental Study of Closed System in the Chlorine Dioxide-Iodide-Sulfuric Acid Reaction by UV-Vis Spectrophotometric Method," *Int. J. Anal. Chem.*, vol. 2011, pp. 1–7, 2011, doi: 10.1155/2011/130102.
- [11] C. Taiti, C. Costa, C. A. Migliori, D. Comparini, S. Figorilli, and S. Mancuso, "Correlation Between Volatile Compounds and Spiciness in Domesticated and Wild Fresh Chili Peppers," *Food Bioprocess Technol.*, vol. 12, no. 8, pp. 1366–1380, 2019, doi: 10.1007/s11947-019-02297-9.
- [12] L. M. Anaya-Esparza, Z. V. de la Mora, O. Vázquez-Paulino, F. Ascencio, and A. Villarruel-López, "Bell peppers (*Capsicum annum* l.) losses and wastes: Source for food and pharmaceutical applications," *Molecules*, vol. 26, no. 17, pp. 1–23, 2021, doi: 10.3390/molecules26175341.

