



Potensi Betanin Pada Analisis Logam Pb Dengan Metode Spektrofotometri UV-Vis

Prina Puspa Kania, Perdina Nursidika

Teknologi Laboratorium Medis D4, Fakultas Ilmu dan Teknologi Kesehatan, UNJANI, Indonesia^{1,2}

¹prinapuspakania@gmail.com / 081573554XXX

Info Artikel	Abstrak
<i>Sejarah Artikel:</i> Diterima 18 November 2021 Disetujui 31 Feb 2022 Di Publikasi 01 Mei 2023 <i>Keywords:</i> Betanin, Analisis Pb, Spektrofotometri Uv-Vis DOI https://doi.org/10.32763/juke.v16i1.453	Latar Belakang: Aplikasi zat warna alam yang terdapat di dalam sayur atau buah-buahan dalam analisis logam dapat digunakan dengan tujuan mengurangi pencemaran terhadap lingkungan. Betanin merupakan salah satu zat warna yang diketahui berpotensi sebagai zat pengompleks di dalam analisis logam dengan metode spektrofotometri UV-Vis. Potensi betanin sebagai zat pengompleks disebabkan karena keberadaan logam dapat mempengaruhi kestabilan warna betanin dan menyebabkan efek batokromik atau hipokromik. Tujuan: Penelitian ini bertujuan sebagai studi pendahuluan penggunaan betanin sebagai senyawa pengompleks dalam analisis logam Pb menggunakan metode Spektrofotometri Uv-Vis.. Metode: Penelitian ini dilakukan dengan mereaksikan antara larutan Betanin dengan larutan Standar Pb, kemudian kompleks yang terbentuk diukur serapannya menggunakan Spektrofotometri Uv-Vis pada Panjang gelombang maksimumnya. Hasil: Hasil penelitian diperoleh bahwa dengan berbagai variasi konsentrasi larutan standar Pb, absorbansi dari kompleks Betanin-Pb sesuai dengan Hukum Lambert-Beer dan diperoleh persamaan garis $Y = -0,0066x + 0,5388$ dengan $R^2 = 0,9991$. Kesimpulan: Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, diketahui bahwa Betanin dapat digunakan sebagai alternatif sebagai senyawa pengompleks pada analisis logam Pb dengan metode Spektrofotometri UV-Vis.

A Potential of Bethanin in Pb Metal Analysis Using UV-Vis Spectrophotometric Method

Abstract
Background: Betanin is one of the natural pigment found in some fruits and vegetables. Natural pigment such as betanin are known to form complexes with metals. This reaction for the formation of Betanine-Metal complexes can be used as an alternative in metal analysis, especially Pb using the Uv-Vis Spectrophotometry method. Natural pigments as complexing agents is expected to reduce the impact of pollution on the environment. Purpose: This study aims as a preliminary study of the use of betanin as a complexing compound in the analysis of Pb metal using the Uv-Vis Spectrophotometry method. Method: This research was conducted by reacting the Betanin solution with the solution. Pb standard, then the formed complex was measured its absorption using UV-Vis Spectrophotometry at its maximum wavelength. Results: The results showed that with various concentrations of the Pb standard solution, the absorbance of the Betanin-Pb complex was in accordance with Lambert-Beer's law and the line equation $Y = -0.0066x + 0.5388$ with $R^2 = 0.9991$. Conclusion: Based on the results of the research, it is known that Betanin can be used as an alternative as a complexing compound in the analysis of Pb metal using the UV-Vis Spectrophotometry method.

✉ Alamat korespondensi:
Fakultas Ilmu dan Teknologi Kesehatan, UNJANI
Email: prinapuspakania@gmail.com

Pendahuluan

Metode baku dalam analisis logam dapat dilakukan dengan metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), Spektrofotometri Emisi Atom/Flourescence spektrofotometri (AES/AFS); *inductively coupled plasma mass spectrometry* (ICP-MS); dan *inductively coupled plasma optical emission spectrometry* (ICP-OES) (Helaluddin et al., 2016) seringkali tidak dapat dilakukan di beberapa universitas atau sekolah tinggi kesehatan terkait dengan fasilitas instrumentasi yang tersedia. Alternatif metode lain yang dapat digunakan adalah dengan metode spektrofotometri uv-vis dengan penambahan ditizon sehingga membentuk kompleks berwarna (Kustiawan, 2016). Disisi lain saat ini sedang digaungkan kembali *green chemistry* sehingga perlu dicari bahan alam yang ramah lingkungan yang dapat digunakan dalam metode analisis tersebut.

Salah satu prinsip dalam penerapan *Green Chemistry* (Kimia hijau) adalah dengan mengurangi bahaya yang melekat melalui pemilihan bahan kimia yang relatif lebih aman sehingga mengurangi resiko terhadap pencemaran lingkungan (Lewandowski, 2014).

Metode analisis logam menggunakan spektrofotometri UV-Vis sebelumnya menggunakan ditizon sebagai senyawa pengompleks dengan menggunakan pelarut kloroform, sehingga lebih berbahaya terhadap lingkungan bila dibandingkan dengan penggunaan senyawa betanin yang dapat larut di dalam air.

Penelitian analisis logam dengan menggunakan zat warna alam sebagai pengompleks telah dilakukan pada analisis logam yang terdapat di dalam ikan dengan menggunakan sianidin yang diperoleh dari buah *Gmelina arborea* sebagai senyawa bahan alam pembentuk kompleks (Ike et al., 2019) dan analisis berbagai logam Pb, Hg, Cd, As, dan Ni dengan sianidin (Okoye et al., 2013).

Alternatif zat warna alam lain yang berpotensi untuk digunakan dalam analisis logam menggunakan spektrofotometri uv-vis sebagai pembentuk khelat atau kompleks adalah betanin yang dikenal juga dengan betasianin (Carle & Schweiggert, 2016).

Betanin adalah pewarna makanan merah tertua dan paling melimpah yang telah digunakan di pasar, dicatat sebagai E-162 di Uni Eropa dan di Amerika Serikat dikenal sebagai 73,40 dalam bab dua puluh satu dari Code of Federal Regulation (CFR) dari *Food and Drug Earth Administration*. Betanin paling sering digunakan untuk pewarna es krim dan minuman bubuk (Canyon Hydro et al., 2013).

Stabilitas warna senyawa betanin sebagai pewarna alami pada makanan banyak diteliti berkaitan dengan hal-hal yang dapat menyebabkan degradasi warna tersebut. Salah satu penyebab adanya degradasi warna adalah keberadaan kation logam. Penelitian yang dilakukan oleh Wybraniec menyatakan bahwa warna betanin dapat didegradasi oleh keberadaan kation logam. Secara

khusus, ion logam berat paling berdampak pada stabilitas pewarna betanin dan biasanya menyebabkan perubahan warna (Wybraniec et al., 2013). Degradasi warna oleh logam inilah yang dapat digunakan sebagai pertimbangan penggunaan senyawa betanin dalam analisis logam menggunakan spektrofotometer uv-visibel.

Salah satu logam yang sangat beracun dan berdampak pada kesehatan adalah logam timbal (Pb). Peningkatan konsentrasi Pb di dalam darah dapat mempengaruhi perilaku, kerja kognitif, pertumbuhan pasca kelahiran, menunda pubertas dan mengurangi pendengaran pada bayi dan anak-anak. Pada orang dewasa dapat menyebabkan masalah kardiovaskular, sistem syaraf pusat, ginjal, dan kesuburan (Kumar et al., 2020).

Penelitian yang dilakukan oleh Izabela dan Grzgors menyatakan bahwa beberapa kation logam dapat mempengaruhi stabilitas warna betanin (Sadowska-Bartosz & Bartosz, 2021). Penelitian lain yang mengkaji efek kation logam Pb pada stabilitas betanin telah dilakukan oleh Wybraniec (Wybraniec et al., 2013). Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mencari metode alternatif untuk analisis logam, khususnya logam Pb dengan menggunakan betanin sebagai zat pembentuk kompleks yang dapat digunakan di Laboratorium Universitas ataupun Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan sehingga dapat menunjang pembelajaran khususnya bidang toksikologi klinik.

Metode

Penelitian ini dilakukan menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen.

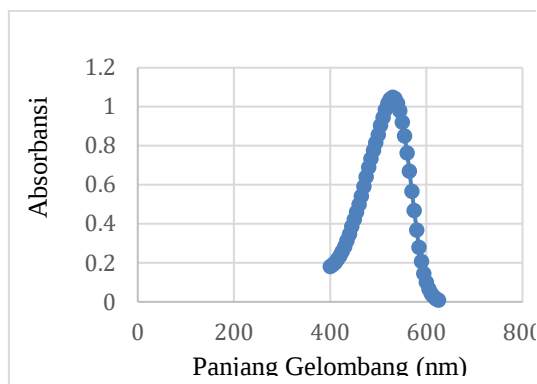
Data diperoleh dengan cara melakukan eksperimen di laboratorium kimia. Tahap awal dilakukan pembuatan larutan betanin 5 mM dan larutan stok standar Pb dengan konsentrasi 1000 ppm.

Tahap selanjutnya adalah dengan mengukur panjang gelombang maksimum senyawa Betanin dan kompleks Betanin-Pb pada spektrofotometri Uv-vis.

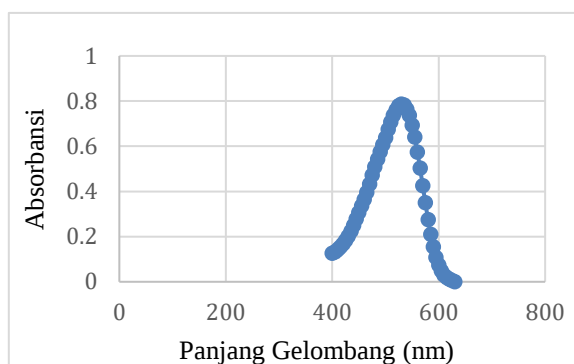
Pembentukan kompleks Betanin-Pb dilakukan dengan mencampurkan larutan Betanin 5mM dan larutan standar Pb dengan beberapa konsentrasi Pb, yaitu 1 ppm, 2 ppm, 3 ppm, 4 ppm, dan 5 ppm. Masing-masing kompleks Betanin-Pb kemudian diukur serapannya pada panjang gelombang maksimumnya.

Hasil dan Pembahasan

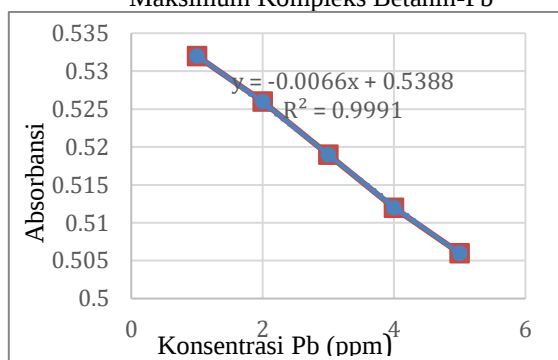
Hasil pengukuran panjang gelombang maksimum senyawa Betanin dan Kompleks betanin Pb dapat dilihat pada Grafik 1.1 dan Grafik 1.2 di bawah ini.



Gambar 1: Hasil Pengukuran Panjang Gelombang Maksimum Senyawa Betanin



Gambar 2 : Hasil Pengukuran Panjang Gelombang Maksimum Kompleks Betanin-Pb



Gambar 3 : Hasil Analisis Kompleks Betanin-Pb dengan

Variasi konsentrasi Pb

Analisis logam umumnya dilakukan menggunakan instrumen modern seperti Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), namun kenyataan yang terjadi di lapangan, terutama di lembaga pendidikan banyak yang belum memiliki instrumen tersebut.

Keterbatasan atas fasilitas yang ada hendaknya tidak membuat proses pembelajaran terhambat, karena itu perlu dicari metode alternatif yang dapat digunakan untuk menganalisis logam.

Metode alternatif yang telah banyak digunakan dalam analisis logam yaitu dengan menggunakan metode spektrofotometri uv-visibel dengan zat pengompleks ditizon (Samuel Echioda,

2021). Ditizon merupakan salah satu zat pengompleks yang biasa digunakan dalam analisis logam (Palupi et al., 2020), namun ditizon merupakan senyawa organik sintesis yang dapat mencemari lingkungan. Adanya isu penerapan *green chemistry* yang dijelaskan ke dalam dua belas prinsip oleh Anastas dan Warner, salah satu prinsipnya adalah agar seorang ahli kimia dapat menemukan alternatif senyawa yang ramah terhadap lingkungan (Tiwari et al., 2021). Dengan demikian, dirasa perlu untuk mencari alternatif bahan alam yang bisa dijadikan sebagai bahan pembentuk kompleks dengan logam.

Salah satu bahan alam yang banyak terdapat di dalam tumbuhan dan dapat dijadikan sebagai alternatif pengganti ditizon adalah golongan betalain (Solovchenko et al., 2018).

Betalain adalah zat warna tumbuhan yang termasuk dalam ordo Caryophyllales. Menurut struktur kimianya, betalain dapat dibagi menjadi betasianin atau betanin yang berwarna merah violet dan betasantin berwarna kuning, dengan warna yang berasal dari ikatan rangkap resonansi struktur betalain (Gengatharan et al., 2015).

Sumber betalain yang dapat dimakan antara lain yang paling dikenal di Caryophyllales adalah akar bit merah (*Beta vulgaris* L), daun bayam (*Amarathus* sp), buah dari kaktus (*Opuntia* sp., *Eulychnia* sp., *Hylocereus* sp)(Sadowska-Bartosz & Bartosz, 2021).

Salah satu jenis betalain adalah betanin (Khan, 2016). Betanin merupakan zat warna alami yang biasa digunakan sebagai pewarna makanan, betanin dapat mengalami degradasi dengan adanya logam.

Reaksi antara logam dan betanin dapat digunakan sebagai alternatif dalam analisis logam pada suatu sampel sebagai pengganti senyawa pengkompleks logam yang berasal dari bahan sintetik.

Salah satu logam yang dapat berpengaruh terhadap kesehatan adalah logam timbal (Pb). Karenanya pada penelitian ini logam Pb yang akan diuji interaksinya dengan senyawa bahan alam betanin.

Analisis logam Pb dengan metode spektrofotometri uv-vis yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya menggunakan ditizon sebagai senyawa pembentuk kompleks (Wardani et al., 2020).

Analisis logam menggunakan pewarna alam telah dilakukan oleh Andrew dan Ike pada tahun 2019 dalam menentukan kadar logam Cu, Zn, Ca dan Mg pada sampel ikan menggunakan sianidin sebagai senyawa pengompleks. Pada penelitian tersebut dilakukan perbandingan metode analisis logam dengan spektrofotometri Uv-Vis menggunakan cianidin sebagai senyawa pengompleks dengan metode AAS. Hasil penelitian diketahui sianidin dapat digunakan dalam analisis logam Cu dan Zn sedangkan dalam analisis logam Ca dan Mg memberikan hasil yang kurang baik

(Ike et al., 2019).

Penelitian ini dilakukan sebagai studi pendahuluan terhadap senyawa betanin sebagai zat pengompleks logam. Apakah senyawa betanin dapat digunakan sebagai alternatif zat pengompleks logam yang lebih ramah lingkungan?

Menurut penelitian Wybraniec pada tahun 2013 untuk melihat adanya efek kation logam dalam stabilitas betanin pada larutan air dan organik menunjukkan adanya degradasi warna akibat pembentukan kompleks antara betanin dan logam (Wybraniec et al., 2013).

Izabela menyatakan bahwa betanin dapat membentuk senyawa kompleks dengan logam yang dapat menyebabkan efek batokromik atau hipokromik (Sadowska-Bartosz & Bartosz, 2021).

Tahap awal dalam penelitian ini yaitu penetapan panjang gelombang maksimum betanin dan kompleks Betanin-Pb sebagaimana yang ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh panjang gelombang maksimum sesuai dengan teori, yang mana dinyatakan panjang gelombang maksimalnya pada 530 (Nouairi et al., 2021).

Tahap selanjutnya dilakukan reaksi pembentukan kompleks Betanin-Pb dengan menggunakan variasi konsentrasi Pb sebesar 1, 2, 3, 4, dan 5 ppm. Kompleks Betanin-Pb selanjutnya diukur dengan spektrofotometer uv-vis pada panjang gelombang maksimumnya.

Berdasarkan penelitian, nilai absorbansi yang diperoleh menurun dengan peningkatan konsentrasi timbal (Pb). Hal ini sejalan dengan teori yang menyatakan pengaruh adanya logam terhadap stabilitas betanin yang menyatakan bahwa adanya logam dapat mendegradasi warna betanin, sehingga dengan meningkatnya konsentrasi logam Pb, akan menurunkan absorbansi kompleks betanin-Pb secara linear (Wybraniec et al., 2013).

Penelitian lain berkaitan analisis logam dengan menggunakan zat warna alam juga telah dilakukan pada analisis tembaga (Cu) dengan menggunakan zat warna buah bit (Cao et al., 2019).

Hasil analisis kompleks Betanin-Pb dapat dilihat pada Gambar 3 yang menunjukkan hubungan linear antara konsentrasi Pb yang ditambahkan pada senyawa betanin dengan absorbansi yang dihasilkan dengan pengukuran menggunakan spektrofotometer uv-vis. Hal ini sesuai dengan hukum Lambert-Beer yang menyatakan adanya hubungan linear antara konsentrasi zat dengan absorbansi (Mayerhöfer et al., 2019). Hasil linear akan diperoleh jika hasil serapan berada dalam rentang 0,2 – 0,8.

Persamaan garis linear yang diperoleh adalah $Y = -0.0066x + 0.5388$ dengan $R^2 = 0.9991$. Koefisien korelasi (R) menunjukkan adanya hubungan antara dua variabel, dalam hal ini adalah antara absorbansi yang dinyatakan dengan simbol y dan konsentrasi yang dilambangkan x pada persamaan garis. Semakin turun nilai absorbansi semakin tinggi kadar logam Pb.

Penggunaan betanin sebagai senyawa pembentuk kompleks logam dapat dilakukan, namun perlu dipertimbangkan terkait stabilitas bahan alam yang dipengaruhi oleh kondisi lingkungan seperti suhu dan pH (Antigo et al., 2018).

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa betanin dapat digunakan sebagai alternatif senyawa pengkompleks logam dalam analisis logam dengan metode spektrofotometri uv-vis.

Daftar Pustaka

- Antigo, J. L. D., Bergamasco, R. de C., & Madrona, G. S. (2018). Effect of pH on the stability of red beet extract (*Beta vulgaris* L.) microcapsules produced by spray drying or freeze drying. In *Food Science and Technology* (Vol. 38, Issue 1, pp. 72–77). <https://doi.org/10.1590/1678-457x.34316>
- Canyon Hydro, Ferreres, X. R., Font, A. R., Ibrahim, A., Maximilien, N., Lumbroso, D., Hurford, A., Winpenny, J., Wade, S., Sataloff, R. T., Johns, M. M., Kost, K. M., State-of-the-art, T., Motivation, T., Norsuzila Ya'acob1, Mardina Abdullah1, 2 and Mahamod Ismail1, 2, Medina, M., Talarico, T. L., Casas, I. A., Chung, T. C., ... Masuelli, M. (2013). We are IntechOpen, the world's leading publisher of Open Access books Built by scientists, for scientists TOP 1 %. *Intech*, 32(July), 137–144.
- Cao, Y., Liu, Y., Li, F., Guo, S., Shui, Y., Xue, H., & Wang, L. (2019). Portable colorimetric detection of copper ion in drinking water via red beet pigment and smartphone. *Microchemical Journal*, 150. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2019.104176>
- Carle, R., & Schweiggert, R. M. (2016). Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages. In *Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages*. <https://doi.org/10.1016/c2014-0-03842-7>
- Gengatharan, A., Dykes, G. A., & Choo, W. S. (2015). Betalains: Natural plant pigments with potential application in functional foods. *LWT*, 64(2), 645–649. <https://doi.org/10.1016/J.LWT.2015.06.052>
- Helaluddin, A., Khalid, R. S., Alaama, M., & Abbas, S. A. (2016). Main Analytical Techniques Used for Elemental Analysis in Various Matrices. *Tropical Journal of Pharmaceutical Research*, 15(2), 427–434. <https://doi.org/10.4314/tjpr.v15i2.29>
- Ike, J. N., Tyopine, A. A., & Okoye, C. O. B. (2019). Application of Cyanidin in Quantitative Estimation of Metals in Fish Samples. *American Journal of Analytical*

- Chemistry*, 10(12), 621–628. <https://doi.org/10.4236/ajac.2019.1012043>
- Khan, M. I. (2016). Plant Betalains: Safety, Antioxidant Activity, Clinical Efficacy, and Bioavailability. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(2), 316–330. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12185>
- Kumar, A., Cabral-Pinto, M. M. S., Chaturvedi, A. K., Shabnam, A. A., Subrahmanyam, G., Mondal, R., Gupta, K., Malyan, S. K., Kumar, S. S., Khan, S. A., & Yadav, K. K. (2020). Lead Toxicity: Health Hazards, Influence on Food Chain, and Sustainable Remediation Approaches. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 17, 2179. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072179>
- Kustiawan, & P. (2016). Dithizon: Agen Pengkompleks Untuk Analisis Logam Menggunakan Spektrofotometer UV-VIS Ugi. *Farmaka*, 15(3), 200–212.
- Lewandowski, T. A. (2014). Green Chemistry. *Encyclopedia of Toxicology: Third Edition*, 798–799. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-386454-3.01020-4>
- Mayerhöfer, T. G., Pipa, A. V., & Popp, J. (2019). Beer's Law-Why Integrated Absorbance Depends Linearly on Concentration. In *ChemPhysChem* (Vol. 20, Issue 21, pp. 2748–2753). <https://doi.org/10.1002/cphc.201900787>
- Nouairi, M. E. A., Freha, M., & Bellil, A. (2021). Study by absorption and emission spectrophotometry of the efficiency of the binary mixture (Ethanol-Water) on the extraction of betanin from red beetroot. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 260, 1–12. <https://doi.org/10.1016/j.saa.2021.119939>
- Okoye, C. O. B., A, M. C., N, R. E., & J, N. I. (2013). Simultaneous ultraviolet-visible (UVVIS) spectrophotometric quantitative determination of Pb, Hg, Cd, As and Ni ions in aqueous solutions using cyanidin as a chromogenic reagent. *International Journal of Physical Sciences*, 8(3), 98–102. <https://doi.org/10.5897/ijps12.670>
- Palupi, E. S., Sulistyarti, H., Abdjan, M. I., & Putra, C. A. R. (2020). STUDI AKTIVITAS DITIZON SEBAGAI PENGOMPLEKS ION Pb²⁺ MENGGUNAKAN METODE SPEKTROFOTOMETRI UV-Vis DAN SEMI EMPIRIS AM1. *Jurnal Muara Sains, Teknologi, Kedokteran Dan Ilmu Kesehatan*, 4(2), 423. <https://doi.org/10.24912/jmstkik.v4i2.8647>
- Sadowska-Bartos, I., & Bartosz, G. (2021). Biological Properties and Applications of Betalains. *Molecules* 2021, Vol. 26, Page 2520, 26(9), 2520. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES26092520>
- Samuel Echioda, et al. (2021). View of UV-Vis Spectrophotometric Determination of Selected Heavy Metals (Pb, Cr, Cd and As) in Environmental, Water and Biological Samples with Synthesized Glutaraldehyde Phenyl Hydrazone as the Chromogenic Reagent. *European Journal of Advanced Chemistry Research*. <https://doi.org/10.24018/ejchem.2021.2.3.59>
- Solovchenko, A., Yahia, E. M., & Chen, C. (2018). Pigments. In *Postharvest Physiology and Biochemistry of Fruits and Vegetables*. Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813278-4.00011-7>
- Tiwari, S., Brahmpurkar, A., & Author, C. (2021). Green Chemistry: A New Trend in the Chemical Synthesis to Prevent Our Earth. *Acta Scientific Pharmaceutical Sciences*, 5, 2581–5423.
- Wardani, G. A., Setiawan, F., & Agustin, N. (2020). The Use of Dithizone for Lead Analysis in Blush. 26, 244–247. <https://doi.org/10.2991/ahsr.k.200523.059>
- Wybraniec, S., Starzak, K., Skopińska, A., Szaleniec, M., Słupski, J., Mitka, K., Kowalski, P., & Michałowski, T. (2013). Effects of metal cations on betanin stability in aqueous-organic solutions. *Food Science and Biotechnology*, 22(2), 353–363. <https://doi.org/10.1007/s10068-013-0088-7>