



Analisis Kadar Logam Berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd), dan Merkuri (Hg) pada Sayuran Selada (*Lactuca Satiya L.*) yang Beredar di Pasar Sentral Kota Gorontalo

Merlin Darise¹, Ishak Isa², Mardjan Paputungan³, Netty Ino Ischak⁴, Erni Mohamad⁵, Nita Suleman⁶

¹⁻⁶ Universitas Negeri Gorontalo, Indonesia

Korespondensi penulis: merlin_s1kimia@mahasiswa.unq.ac.id

Abstract: The purpose of this study was to determine the results of the analysis of heavy metal levels of Pb, Cd, Hg found in lettuce in the Central market of Gorontalo city. In this study, the object of research was the roots, stems and leaves of lettuce. The method used was wet deconstruction method using a mixture of HNO_3 and HCl. After that the solution was cooled, then filtered. The sample solution that has been deconstructed is analysed by UV-Vis Spectrophotometry. The results of the analysis showed that there was heavy metal Pb in the root, stem and leaf lettuce samples of 2.54 mg / kg, 1.58 mg / kg, 2.28 mg / kg / respectively. Cd heavy metal levels of 0.07 mg/kg, 0.60 mg/kg, 0.65 mg/kg. Hg heavy metal levels of 2.09 mg/kg, 0.21 mg/kg, 0.44 mg/kg. Based on the 2018 Food and Drug Administration regulations, the value of Pb metal content is 0.20 mg/kg, the value of Cd content is 0.05 mg/kg, and the value of Hg content is 0.03 mg/kg.

Keywords: Lettuce, Heavy Metals, UV-Vis Spectrophotometry.

Abstrak. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil analisis kadar logam berat Pb, Cd, Hg yang terdapat pada selada di pasar Sentral kota Gorontalo. Dalam penelitian ini, objek yang menjadi penelitian adalah bagian akar, batang dan daun selada. Metode yang digunakan adalah metode destruksi basah dengan menggunakan campuran HNO_3 dan HCl. Setelah itu larutan dingin, kemudian disaring. Larutan sampel yang telah didestruksi dianalisis dengan Spektrofotometri UV-Vis. Hasil analisis menunjukkan terdapat logam berat Pb pada sampel selada bagian akar, batang dan daun masing-masing sebesar 2,54 mg/kg, 1,58 mg/kg, 2,28 mg/kg/. Kadar logam berat Cd sebesar 0,07 mg/kg, 0,60 mg/kg, 0,65 mg/kg. Kadar logam berat Hg 2,09 mg/kg, 0,21 mg/kg, 0,44 mg/kg. Berdasarkan peraturan Balai Pengawas Obat dan Makanan tahun 2018 nilai kadar logam Pb yaitu sebesar 0,20 mg/kg, nilai kadar Cd sebesar 0,05 mg/kg, dan nilai kadar Hg sebesar 0,03 mg/kg

Kata kunci: Selada, Logam Berat, Spektrofotometri UV-Vis.

1. LATAR BELAKANG

Sejak awal peradaban, makanan dari tumbuhan seperti buah-buahan dan sayuran telah menjadi sumber gizi utama manusia sejak awal peradaban. Sayuran berperan penting dalam mendukung proses metabolisme dan fungsi fisiologis tubuh. Berbagai mineral dan vitamin yang kompleks, yang tidak terdapat dalam bahan pangan lain, dapat diperoleh dari sayuran. Selain menyediakan zat gizi esensial, sayuran juga mengandung komponen non-gizi (fitokimia) yang bermanfaat bagi tubuh (Lingga, 2019).

Sayuran merupakan sumber nutrisi esensial yang melimpah, seperti karoten, protein, vitamin, kalsium, dan zat besi. Sayuran yang kaya nutrisi ini sering dianggap sebagai makanan pelindung karena dapat mencegah berbagai penyakit pada manusia (Heiner et al., 2012). Nutrisi tersebar di jaringan tubuh dan bertanggung jawab atas berbagai proses fisiokimia yang sangat penting untuk kehidupan dan pertumbuhan manusia (Md Murtaja Reza Linkon et al., 2019).

Kualitas sayuran dipengaruhi oleh kondisi lingkungan di mana tanaman tersebut tumbuh, termasuk jenis tanah dan kualitas air yang digunakan untuk penyiraman. Sayuran yang dibudidayakan di area tercemar atau menggunakan air yang terkontaminasi berisiko terpapar logam berat yang berbahaya. Selain itu, penanganan pasca-panen yang tidak memadai dan penggunaan pestisida secara berlebihan dapat membuat sayuran menjadi tidak aman untuk dikonsumsi. Limbah dari aktivitas manusia juga turut menyebarkan timbal dan komponennya ke lingkungan perairan. Secara alami, pencampuran limbah ini dapat terjadi melalui partikel timbal yang mengendap dari udara.

Logam berat mencemari tanah terutama melalui udara dan air. Tumbuhan yang tumbuh di tanah yang tercemar akan menyerap logam berat ke dalam bagian-bagian seperti akar, batang, daun, dan buah. Akumulasi logam berat dalam jaringan tubuh dapat menyebabkan keracunan pada manusia, hewan, dan tumbuhan jika melampaui batas aman. Risiko logam berat muncul melalui proses bioakumulasi.

Menurut Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia nomor 5 tahun 2018 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan olahan yang ditetapkan di Jakarta 22 Mei 2018 menyatakan bahwa batas maksimum logam Pb pada sayuran sebesar 0,20 mg/kg, pada logam Cd sebesar 0,05 mg/kg dan pada logam Hg sebesar 0,03 mg/kg.

Prinsip spektrofotometri UV-VIS adalah bahwa cahaya ultraviolet menangkul molekulnya, yang dapat menyebabkan evolusi molekuler eksitatori dari tingkat energi di bawah ke nilai satu tingkat energi lebih tinggi (Abriyani et al., 2023).

2. KAJIAN TEORITIS

Selada merupakan jenis sayuran yang memiliki siklus hidup singkat dan tergolong dalam keluarga Compositae. Tanaman ini dapat tumbuh baik di daerah pegunungan maupun di dataran rendah (Asprillia et al., 2019).

Logam berat termasuk dalam golongan Logam yang standarnya setara dengan Logam. Namun yang membedakannya adalah efek yang timbul ketika Logam berat, baik terikat maupun masuk ke dalam tubuh organisme.

Menurut Standar Nasional Indonesia 7387:2009, timbal merupakan logam yang sangat beracun dan ditemukan secara alami di dalam tanah. Logam ini memiliki karakteristik tidak berbau dan tidak berasa. Timbal biasanya bereaksi dengan senyawa organik seperti timbal oksida (PbO) atau timbal klorida (PbCl₂).

Dengan nomor atom 48, kadmium memiliki berat atom 112,41 g dan massa 8,642 g/cm³ pada suhu 200 °C. Titik leleh kadmium ditemukan pada suhu 320,9 °C dan titik didihnya mencapai 767 °C, dengan uap 0,013% pada suhu 180 °C. Sebagai zat alami, kadmium ditemukan dalam tubuh dan sering ditemukan dalam bentuk mineral yang dicirikan oleh unsur-unsur lain termasuk sulfur, klorin, dan oksigen (Irianti et al., 2019).

Merkuri (Hg) merupakan jenis logam alami yang memiliki karakteristik unik karena tersusun dari cairan pada ruang suhu. Logam ini dianggap sebagai salah satu logam yang paling penting secara linguistik bagi lingkungan (Mirdat *et al.*, 2019).

Unsur-unsur seperti timbal (Pb), kadmium (Cd) dan merkuri (Hg) dapat hadir dalam tanaman selada melalui berbagai mekanisme yang terkait dengan pengolahan dan akumulasi unsur-unsur tersebut. Berikut adalah alasan utama mengapa logam-logam ini terakumulasi dalam selada:

1) Penyerapan melalui Akar

Selada menyerap logam berat dari tanah melalui Akar. Kadar logam dengan kepadatan tinggi di dalam tanah, terutama akibat industri Polusi atau penggunaan pupuk dengan logam, dapat meningkatkan konsentrasi logam di pohon.

2) Struktur bulu mempengaruhi akumulasi

Permukaan selada bulu lebar dan teksturnya lunak. Hal ini memudahkan pengolahan logam berat dari udara dan udara irigasi. Hal ini membuat selada lebih rentan terhadap akumulasi Pb dibandingkan dengan sayuran lainnya.

3) Mekanisme Biokimia

Menurut Diserap, logam berat dapat bereaksi dengan protein dan zat lain dalam selterikatnya, seperti metallothionein, yang bertindak untuk mendetoksifikasi logam berat. Namun, jika konsentrasi logam terlalu tinggi, metode ini mungkin tidak lagi efektif dan menyebabkan kerusakan.

4) Faktor Kondisi lingkungan

Kondisi lingkungan seperti pH tanah dan ketersediaan udara juga dapat mempengaruhi akumulasi logam berat. Tanah dengan pH rendah cenderung meningkatkan ketersediaan Pb dan Cd untuk diserap oleh tanaman.

5) Akumulasi Seiring Waktu

Seiring bertambahnya usia tanaman, kemungkinan akumulasi logam berat meningkat. Penelitian menunjukkan bahwa akumulasi Pb dan Cd dalam selada meningkat seiring waktu tumbuh, sementara kadar vitamin dan nutrisi dalam tanaman cenderung menurun (Supandi, 2022).

Hasil penelitian (Amalo et al., 2023) yang berjudul “Analisis Kandungan Logam Timbal (Pb) Pada Bayam Hijau (*Amaranthuss tricolor* L.) Di Sentra Produksi Pertanian Oebobo kota Kupang” menunjukkan kadar logam timbal (Pb) bayam hijau dengan rerata 8,36125 mg/kg dan kadar logam timbal (Pb) pada tanah dengan rata-rata 33,37 mg/kg. Semua sampel sayuran berada diatas batas nilai maksimum cemaran timbal berdasarkan no 04-3787 tahun 2009 yaitu 0,5 mg/kg. Sedangkan kadar logam timbal (Pb) pada tanah dengan nilai 33,37 mg/kg (berada pada baku mutu yang ditetapkan Ministry of State for Population nad Environmental of Indonesia, and Dalhousie, University Canada (1992) yaitu 100 mg/kg.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia FMIPA Universitas Negeri Gorontalo. Sampel yang digunakan adalah sayuran selada yang telah dicuci bersih dengan air, kemudian dibungkus dengan plastik transparan dan disimpan di dalam lemari pendingin. Analisis kandungan logam Pb, Cd, dan Hg pada selada dilakukan pada tiga bagian yang telah ditentukan, yaitu batang, daun, dan akar menggunakan Spektrofotometri Uv-Vis. Dalam penelitian ini, data hasil evaluasi kadar timbal (Pb), kadmium (Cd), dan merkuri (Hg) pada sayuran selada dianalisis dengan metode analisis regresi linier. Dari hasil pengukuran absorbansi, diperoleh kurva standar kalibrasi untuk menentukan koefisien regresi linier dan koefisien determinasi (R^2). Nilai R^2 menunjukkan adanya hubungan linier antara konsentrasi (jumlah x) dengan absorbansi (jumlah y), dengan hampir seluruh data kadar dan koefisien bernilai positif. Nilai R^2 yang tergolong baik berada pada rentang 0,9 sampai dengan 1, dengan mendekati nilai 1 maka hubungan dengan koefisien semakin kuat. Metode penentuan kadar garis regresi disajikan dengan menggunakan koefisien 1.

$$y = bx + a$$

dimana :

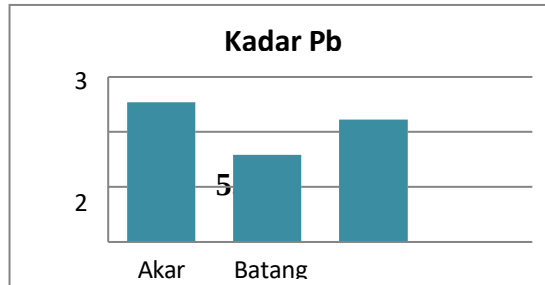
y = Respon instrument

x = Kadar analit

b = Kemiringan (slope)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sayuran adalah salah satu sumber makanan yang sangat penting bagi kesehatan tubuh. Nutrisi berupa vitamin dan mineral yang ada di dalamnya berperan penting dalam mendukung pertumbuhan serta regenerasi sel-sel tubuh (Amalo et al., 2023).



Gambar 1. Grafik Kadar Logam Pb

Hasil pemeriksaan sampel menunjukkan bahwa kadar Pb yang diukur dengan spektrofotometri UV-VIS pada panjang gelombang 310 nm terukur dengan nilai yang dapat dideteksi sebesar 2,5388 mg/kg pada bagian akar, 1,5824 mg/kg pada bagian batang dan 2,2759 mg/kg pada bagian daun. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia No. 5 Tahun 2018 menetapkan batas atas kadar Pb sebesar 0,20 mg/kg.

Konsentrasi logam-Pb yang tinggi dapat disebabkan oleh beberapa faktor, salah satunya adalah sumber pencemaran. Kadar timbal dengan kandungan kalium yang tinggi sering dikaitkan dengan lokasi pertanian yang dekat dengan sumber daya seperti jalan raya atau industri. Tingginya aktivitas lalu lintas kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bertimbal dapat menyebabkan akumulasi logam ini di tanah dan udara, yang kemudian diserap oleh tanaman.

Timbal dapat dibagi menjadi dua jenis dalam tanaman: penyerapan timbal dan serapan timbal. Pada serapan timbal, logam hanya menempel di permukaan dan mungkin hilang karena terhanisasi oleh uap air atau kelembapan. Sebaliknya, dalam transfer timbal, logam menembus ke dalam jaringan hewan dan terakumulasi di sana (Karmila, 2019).

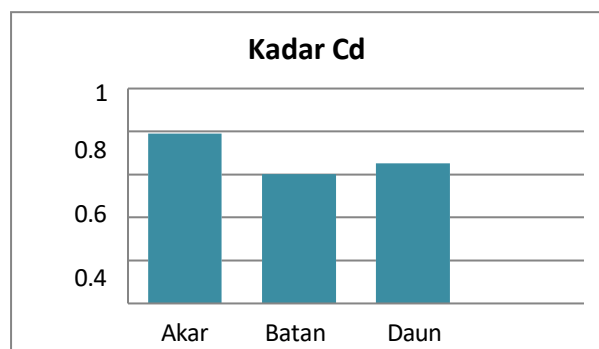
Lokasi Sayuran, terutama yang ditanam tanpa penutup, meningkatkan kemungkinan terkontaminasi logam berat timbal yang berasal dari knalpot truk. Permukaan sayuran juga mempengaruhi jumlah timbal yang menempel. Pada Sayuran selada, permukaan daun yang rapuh dan kasar membuat timbal lebih mudah diperah (Widya eka et al., 2019).

Faktor lain yang memengaruhi adalah alat pengukuran yang digunakan, yaitu spektrofotometri UV-VIS. Metode ini umum digunakan untuk analisis logam berat, termasuk timbal (Pb), dan memiliki kelebihan serta kekurangan. Salah satu kekurangan dari metode ini adalah rendahnya selektivitas, yang berarti komponen lain dalam sampel dapat mengganggu hasil pengukuran penyerapan, sehingga menurunkan akurasi. Gangguan ini bisa menyebabkan peningkatan nilai penyerapan dari satu komponen akibat adanya penyerapan dari komponen lain (*overlapping*) (Firdausi, 2020).

Hasil Pengukuran Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Sayuran Selada Pada Bagian Akar, Batang, dan Daun Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis

Analisis kadar logam berat kadmium (Cd) dalam sampel sayuran ini bertujuan untuk mengevaluasi kandungan logam pada sayuran dan memastikan bahwa sayuran tersebut aman untuk kesehatan. Kadmium (Cd) merupakan unsur berbahaya yang tidak dibutuhkan oleh organisme hidup. Paparan kadmium dapat menyebabkan berbagai masalah lingkungan yang akhirnya berdampak negatif pada kesehatan manusia (Hayar *et al.*, 2019).

Penggunaan reagen Alizerin Red S bertujuan untuk mendeteksi keberadaan dan konsentrasi ion Cd^{2+} yang diserap oleh selada, karena sayuran yang terkontaminasi logam berat dapat mengakumulasi Cd dalam jaringan tanaman. Dengan mengekstrak jaringan selada dan menambahkan Alizerin Red S, analisis keberadaan Cd dapat dilakukan.



Gambar 2. Grafik Kadar Logam Cd

Analisis logam berat Cd pada bagian akar, batang dan daun sayur selada yang dijual di Pasar Sentral Kota Gorontalo dan diukur pada nilai uji 335 nm menunjukkan bahwa kadar logam adalah 0,7919 mg/kg pada akar, 0,6028 mg/kg di batang dan 0,6515 mg/kg di daun. Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia No. 5 Tahun 2018 menetapkan batas maksimum kadmium: 0,05 mg/kg.

Kadar logam berat yang tinggi ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain kualitas sumber udara yang digunakan. Jika udara berasal dari sumber yang terkontaminasi, Cd dapat terakumulasi pada hewan. Faktor lainnya adalah nutrisi, terutama pupuk, yang mungkin terkontaminasi selama proses produksi. Selain itu, kualitas media tanam juga sangat penting, karena media dengan logam berat yang tercemar memungkinkan logam berat terekstraksi dan disimpan.

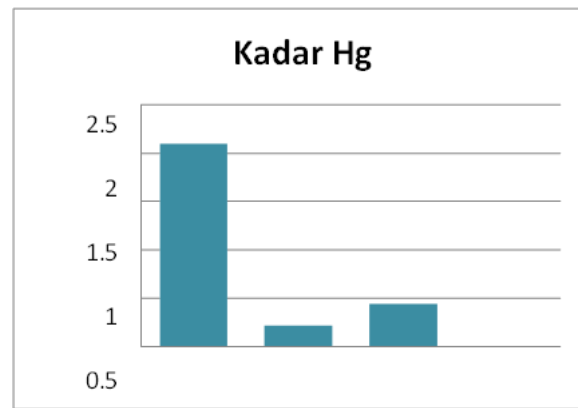
Usia tanaman juga mempengaruhi proses pengolahan logam berat. Menurut Palar (2012), ion logam Cd mungkin diserap tanaman melalui akar. Proses ini terjadi karena tanaman mengambil makanan dari udara. Pada tanaman muda yang baru mulai tumbuh, asupan makanan lebih banyak. Proses penyerapan dan akumulasi logam berat dimulai dari akar kemudian berpindah ke area lain seperti batang dan daun. Penyerapan dari akar dan distribusi logam ke produk tertentu juga telah dipelajari (Natsir *et al.*, 2020).

Faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran adalah alat yang digunakan yaitu spektrofotometri UV-VIS. Metode ini banyak digunakan untuk menganalisis kadar logam berat, termasuk logam Cd. Meskipun memiliki kelebihan, metode ini juga memiliki beberapa kekurangan. Salah satunya adalah selektivitas yang rendah. Hal ini memungkinkan adanya komponen lain dalam sampel yang dapat menimbulkan interferensi. Hal ini dapat mempengaruhi nilai absorbansi dan mengurangi keakuratan hasil pengukuran. Interferensi dapat menyebabkan nilai komponen penyerap meningkat terutama karena adanya tumpang tindih komponen penyerap (Firdausi, 2020)

Hasil Pengukuran Logam Berat Merkuri (Hg) Pada Sayuran Selada Pada Bagian Akar, Batang, dan Daun Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis

Merkuri (Hg) adalah salah satu polutan berbahaya yang menarik perhatian global akibat dampak negatifnya terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Dengan karakteristik yang sangat volatil, kemampuannya untuk terakumulasi dalam organisme, dan ketahanannya yang lama, merkuri dapat memasuki rantai makanan dan menyebabkan kerusakan serius pada ekosistem (Teng *et al.*, 2022).

Penambahan pereaksi Dithizone dalam analisis kadar logam berat merkuri (Hg) pada selada (akar, batang, dan daun) menggunakan spektrofotometri UV-VIS bertujuan untuk membentuk kompleks berwarna dengan ion Hg^{2+} . Hal ini mempermudah dalam mendeteksi dan mengukur konsentrasi merkuri dalam sampel melalui pengukuran absorbansi pada panjang gelombang tertentu.



Gambar 3. Grafik Kadar Logam Hg

Hasil pengukuran kadar merkuri (Hg) pada selada menunjukkan nilai: 2,0959 mg/kg untuk akar, 0,2140 mg/kg untuk batang, dan 0,4425 mg/kg untuk daun. Nilai-nilai ini melebihi batas yang ditentukan oleh Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia No. 5 tahun 2018, yang menetapkan batas maksimum sebesar 0,03 mg/kg.

Beberapa faktor yang memengaruhi pengukuran Hg pada akar, batang, dan daun selada dengan kompleks Dithizon termasuk efektivitas Dithizon itu sendiri, yang merupakan agen pengompleks yang cenderung kuat berikatan dengan merkuri. Ketika Dithizon dicampurkan ke dalam sampel yang mengandung merkuri, kompleks berwarna akan terbentuk. Jika reaksi antara Hg dan Dithizon tidak berjalan dengan baik, hasil pengukuran dapat terpengaruh.

Faktor lain yang berperan adalah kontaminasi larutan nutrisi. Selada memperoleh nutrisi dari larutan yang mengandung berbagai elemen hara. Jika larutan ini terkontaminasi merkuri, baik karena polusi udara dari irigasi yang tercemar atau penggunaan pupuk yang mengandung merkuri, maka akar tanaman dapat menyerap merkuri. Proses ini dikenal sebagai penyerapan akar, di mana akar tanaman mengambil nutrisi dan udara dari sekitarnya..

Faktor lain yang dapat mempengaruhi hasil pengukuran adalah alat yang digunakan yaitu spektrofotometri UV-VIS. Metode ini banyak digunakan untuk menganalisis kadar logam berat, termasuk logam Cd. Meskipun memiliki kelebihan, metode ini juga memiliki beberapa kekurangan. Salah satunya adalah selektivitas yang rendah. Hal ini memungkinkan adanya komponen lain dalam sampel yang dapat menimbulkan interferensi. Hal ini dapat mempengaruhi nilai absorbansi dan mengurangi keakuratan hasil pengukuran. Interferensi dapat menyebabkan nilai komponen penyerap meningkat terutama karena adanya tumpang tindih komponen penyerap (Firdausi, 2020).

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian terhadap kandungan Pb, Cd, dan Hg dalam sayuran selada (pada bagian akar, batang, dan daun), terdeteksi adanya logam Pb, Cd, dan Hg. Pada pengujian untuk Pb, ditemukan kadar logam Pb dalam sampel akar, batang, dan daun masing-masing sebesar 2,53 mg/kg, 1,58 mg/kg, dan 2,27 mg/kg. Untuk pengujian Cd, kadar logam Cd pada akar, batang, dan daun adalah 0,79 mg/kg, 0,60 mg/kg, dan 0,65 mg/kg. Sedangkan pada pengujian Hg, kadar logam Hg dalam akar, batang, dan daun masing-masing adalah 2,09 mg/kg, 0,21 mg/kg, dan 0,44 mg/kg.

Berdasarkan hasil penelitian ini, diharapkan peneliti selanjutnya dapat melakukan pengujian dengan menambahkan logam lain dan instrumen menggunakan AAS untuk analisa agar diperoleh hasil yang lebih optimal.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Dr. Ishak Isa, M.Si selaku pembimbing I dan Drs. Mardjan Paputungan, M.Si selaku pembimbing II yang telah membimbing serta membantu dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR REFERENSI

- Abriyani, E., Widyaningsih, A., Pangestu, A. D., Dewi, S. R., & Setiawan, S. (2023). Literatur review: Penetapan kadar salbutamol sediaan tablet secara spektrofotometri ultraviolet. *Jurnal Pendidikan dan Konseling*, 5(1), 813–822.
- Amalo, D., Bana, J. J., Dima, M. A., Nono, K. M., & Pacheco, S. (2023). Analisis kandungan logam timbal (Pb) pada bayam hijau (*Amaranthus tricolor* L.) di sentra produksi pertanian Oebobo Kota Kupang. *Jurnal Biotropikal Sains*, 20(2), 55–61.
- Asprillia, S. V., Darmawati, A., & Slamet, W. (2019). Pertumbuhan dan produksi selada (*Lactuca sativa* L.) pada pemberian berbagai jenis pupuk organik. *Journal of Agro Complex*, 2(1), 86. <https://doi.org/10.14710/joac.2.1.86-92>
- Firdausi, N. I. (2020). Validitas metode spektrofotometri UV-Vis derivatif zero crossing dalam analisis multikomponen senyawa obat pada sediaan farmasi. *Kaos GL Dergisi*, 8(75), 147–154. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2020.125798>
- Irianti, T. T., Kuswadi, N., Nuranto, S., & Budiyantri, A. (2019). Logam berat dan kesehatan. *Grafika Indah*.

- Karmila, I. (2019). Studi pengaruh logam berat terhadap pertumbuhan tanaman dan kualitas sayuran. *Jurnal Penelitian Tanaman*, 12(4), 105–110.
- Md Murtaja Reza Linkon, K., Satter, M. A., Jabin, S., Abedin, N., Islam, M. F., Ahmed, L., & Kumar Paul, D. (2019). Mineral and heavy metal contents of some vegetables available in local markets of Dhaka city in Bangladesh. *IOSR Journal of Environmental Science* Ver. I, 9(5), 2319–2399. <https://doi.org/10.9790/2402-09510106>
- Natsir, N. A., Hanike, Y., Rijal, M., & Bachtiar, S. (2020). Kandungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada air, sedimen, dan organ mangrove di perairan Tulehu. *Biosel: Biology Science and Education*, 8(2), 149–159.
- Supandi, G. A. (2022). Uji kandungan beberapa unsur logam berat pada air irigasi, tanah, dan sayuran kangkung (*Ipomoea aquatica* Forsk) di kawasan industri Kecamatan Margaasih Kabupaten Bandung. *Biosfer: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, 7(2). <https://doi.org/10.23969/biosfer.v7i2.6820>
- Widya Eka, E., & Naria, N. (2022). Analisis kadar timbal (Pb) pada sayuran selada dan kol yang dijual di pasar Kamung Lalang Medan berdasarkan jarak lokasi berdagang dengan jalan raya tahun 2019. *Tjyybjb.Ac.Cn*, 27(2), 58–66. <http://117.74.115.107/index.php/jemasi/article/view/537>