

Edukasi Dan Pendampingan Uji Logam Berat Usaha Perkebunan Hidroponik *Say Your Green* Kolaka Sebagai Upaya Menjaga Keamanan Pangan

¹⁾Megawati*, ²⁾Agusriyadin, ³⁾Muhamad Jalil Baari, ⁴⁾Faradisa Anindita, ⁵⁾Alfiah Alif, ⁶⁾L. A. Na'ani, ⁷⁾Fina Risnawati, ⁸⁾Ella Aprilya, ⁹⁾Azhar Aras Mubarak

^{1,2,3,4,5,6,7,8)}Program Studi Kimia, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Kota Kolaka, Indonesia

⁹⁾Program Studi Teknik Perkapalan, Universitas Sembilanbelas November Kolaka, Kota Kolaka, Indonesia
Email Corresponding: megawatichem@gmail.com*

INFORMASI ARTIKEL

ABSTRAK

Kata Kunci:
Edukasi
Logam Berat
Hidroponik
Keamanan Pangan

Keamanan pangan merupakan aspek penting dalam mendukung kesehatan masyarakat, khususnya pada produk hortikultura yang dihasilkan melalui sistem hidroponik. Salah satu potensi risiko yang perlu diantisipasi adalah paparan logam berat yang dapat mencemari media tanam. Kegiatan pengabdian ini **bertujuan** untuk memberikan edukasi tentang bahaya logam berat pada sayuran hidroponik serta memberikan pendampingan uji logam berat pada pelaku usaha pertanian hidroponik *Say Your Green* di Kolaka. **Metode** yang digunakan meliputi penyuluhan interaktif berbasis media poster edukasi serta pengujian eksperimen di laboratorium untuk analisis kadar logam timbal (Pb) pada salah satu komoditi sayuran segar hidroponik (seledri) menggunakan instrumentasi ICP-OES (*Induktif Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry*). **Hasil** kegiatan pengabdian ini telah menunjukkan perkembangan yang cukup signifikan terkait wawasan logam berat pada pelaku usaha pertanian sayuran hidroponik terutama aspek regulasi dan pengujian logam berat pada sayuran. Hasil analisis logam berat pada sayuran hidroponik seledri kebun *Say Your Green* menunjukkan bahwa sampel yang dianalisis tidak mengandung logam berat Pb, sehingga produk sayuran hidroponik dari kebun *Say Your Green* relatif aman dikonsumsi. Dengan adanya edukasi dan pendampingan uji logam berat ini, diharapkan usaha hidroponik *Say Your Green* mampu menjaga kualitas produknya dan meningkatkan kepercayaan konsumen terhadap keamanan pangan yang dihasilkan.

ABSTRACT

Keywords:
Education
Heavy Metals
Hydroponics
Food Safety

Food safety is a crucial aspect in supporting public health, particularly for horticultural products produced through hydroponic systems. One potential risk that needs to be anticipated is exposure to heavy metals that can contaminate the growing medium. This community service activity aimed to provide education about the dangers of heavy metals in hydroponic vegetables and provide assistance with heavy metal testing for *Say Your Green* hydroponic farming businesses in Kolaka. The methods used include interactive outreach based on educational posters and experimental metal testing in the laboratory to analyze lead (Pb) levels in one of the fresh hydroponic vegetable commodities (celery) using ICP-OES (*Induktif Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry*) instrumentation. The results of this community service activity have shown significant progress regarding heavy metal awareness among hydroponic vegetable farming businesses, especially regarding the regulatory aspects and heavy metal testing in vegetables. The results of the heavy metal analysis on hydroponic celery vegetables from *Say Your Green*'s garden showed that the analyzed samples did not contain the heavy metal Pb, so the hydroponic vegetable products from *Say Your Green*'s garden are relatively safe for consumption. With this education and assistance in heavy metal testing, it is hoped that *Say Your Green* hydroponic businesses will be able to maintain the quality of their products and increase consumer confidence in the safety of the food they produce.

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



I. PENDAHULUAN

Keamanan pangan, gizi dan ketahanan pangan saling berkaitan erat satu sama lain. Diperkirakan dalam 600 juta orang, hampir 1 dari 10 orang di dunia jatuh sakit setelah mengonsumsi makanan yang terkontaminasi dan 420.000 orang meninggal setiap tahunnya. Anak-anak di bawah usia 5 tahun menanggung 40% beban penyakit bawaan makanan, dengan 125.000 kematian setiap tahun. Penyakit bawaan makanan ini disebabkan kontaminasi dari mikroba, virus, parasite, bahan kimia berupa toksin alami, pestisida, dan logam berat. Penyakit bawaan makanan menghambat pembangunan sosial ekonomi dengan membebani sistem perawatan kesehatan dan merugikan ekonomi nasional, pariwisata, dan perdagangan (Anonymous, 2024a)

Logam berat adalah logam berat dan metaloid (misalnya, Hg, As, Pb, Cd, dan Cr) dapat mengganggu metabolisme manusia, yang berkontribusi terhadap morbiditas dan bahkan mortalitas (Rai et al., 2019). Di Indonesia diatur dalam Peraturan Badan Pangan Nasional (PerBadan) No. 10 Tahun 2024 tentang Batas Maksimal Cemar dalam Pangan Segar di Peredaran sebesar 0,2 mg/kg untuk logam Arsen, Kadmium (Cd), dan Timbal (Pb), Batas Maksimum Pencemaran Logam Berat dalam Pangan oleh Badan Standarisasi Nasional (2009) adalah 0,5 mg/kg untuk logam Pb dan 0,2 mg/kg untuk logam Cd (Wardhani & Aditiyarini, 2024). Beberapa bahaya kontaminasi logam berat bagi kesehatan yaitu kerusakan ginjal, gangguan saraf (neurologis), kanker paru-paru dan kanker kulit (Rajkumar et al., 2023)

Hidroponik merupakan teknik budidaya tanaman yang menggunakan air atau larutan mineral bergizi sebagai media tanam, tanpa melibatkan tanah, dengan fokus utama pada pemenuhan kebutuhan nutrisi tanaman (Efendi et al., 2023) Dalam system ini, akar tanaman direndam dalam media bebas tanah atau hanya dalam larutan nutrisi mineral dan memungkinkan hasil produksi yang tinggi sepanjang tahun dengan input air dan agrokimia yang lebih sedikit. Tanaman yang ditanam secara hidroponik biasanya terlindungi dari penyakit yang ditularkan melalui tanah atau hewan di lahan terbuka. Oleh karena itu, hidroponik dianggap sebagai teknologi pertanian berkelanjutan karena tanaman ini membutuhkan lebih sedikit bahan kimia untuk pengendalian hama dan lebih aman daripada tanaman yang ditanam secara konvensional dalam hal kemungkinan kontaminasi kimia (Saldinger et al., 2023).

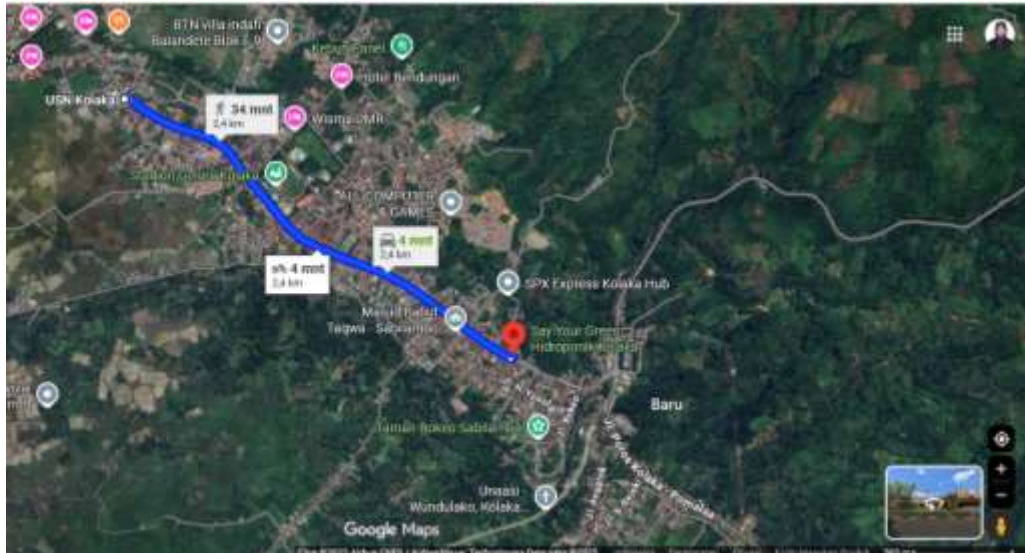
Beberapa penelitian dan kegiatan pengabdian Masyarakat terkait tanaman hidroponik hanya memuat unsur budidaya tanaman saja seperti cara membuat instalasi tanaman hidroponik dan perawatannya, jenis-jenis sayuran yang dapat dibudidayakan secara hidroponik, penjelasan kelebihan sistem bertani hidroponik dibanding dengan bertani secara konvensional, serta inovasi system hidroponik untuk meningkatkan ekonomi masyarakat (Alifani et al., 2024; Suradji et al., 2024). Disisi lain, edukasi logam berat hanya terpaku penyuluhan tentang logam berat pada produk-produk (Fatmawati, 2019), bahaya logam berat pada tubuh dan kontaminasinya (Saad et al., 2025) dan paparan logam berat pada makanan dan minuman pada kesehatan anak (Kumala, 2024). Hingga saat ini, belum ada edukasi logam berat pada pelaku-pelaku usaha pertanian terkait bahaya logam berat jika terakumulasi pada komoditi sayuran terutama sayuran hidroponik. Oleh karena itu, edukasi logam berat pada pelaku usaha pertanian penting dilakukan untuk memperkaya wawasan keamanan pangan sayuran segar yang sesuai dengan regulasi yang diterapkan di Indonesia.

Kabupaten Kolaka, yang terletak di Provinsi Sulawesi Tenggara, meliputi wilayah daratan seluas ± 3.283,59 km² serta perairan sekitar ±15.000 km². Posisi geografisnya di kawasan pesisir menjadikan daerah ini memiliki potensi sumber daya kelautan yang cukup besar. Selain itu, Kolaka juga dikenal memiliki kekayaan sumber daya tambang yang melimpah, sehingga sebagian besar penduduknya bekerja pada sektor pertambangan. Pertambangan menjadi salah satu sektor unggulan yang berkontribusi signifikan terhadap pembangunan daerah (Anonymous, 2024b). Dari beberapa penelitian terdahulu, beberapa perairan dan komoditi perikanan kabupaten kolaka terkontaminasi logam berat cd, Pb, dan Hg (Hidayat et al., 2022; Riska et al., 2022)

II. MASALAH

Salah satu pelaku usaha hidroponik yang berkembang di Kabupaten Kolaka adalah *Say Your Green*, sebuah usaha mikro yang fokus pada produksi sayuran hidroponik segar untuk konsumsi lokal. Komoditi sayuran yang dihasilkan yaitu selada, sawi pakcoy, seledri, bayam, dan kangkung. Meskipun teknologi hidroponik dikenal lebih bersih dibandingkan pertanian konvensional, potensi risiko kontaminasi tetap ada, salah satunya melalui logam berat seperti timbal (Pb), kadmium (Cd), merkuri (Hg), dan arsenik (As). Zat-zat ini dapat masuk ke dalam sistem hidroponik melalui air irigasi yang tercemar, penggunaan pupuk atau

nutrisi yang tidak sesuai standar, serta media tanam yang tidak steril. Berdasarkan observasi awal terhadap mitra, *Say Your Green*, ditemukan bahwa pemahaman tentang regulasi bahaya logam berat dan manajemen risiko kontaminasinya masih terbatas. Mitra lebih berfokus pada aspek produksi dan pemasaran, sementara aspek keamanan pangan khususnya terkait cemaran logam berat belum menjadi perhatian utama. Hal ini menjadi tantangan sekaligus peluang untuk meningkatkan kapasitas mitra melalui edukasi dan pendampingan.



Gambar 1. Rute dari kampus Universitas Sembilanbelas November Kolaka ke Lokasi Perkebunan Hidroponik Say Your Green Kolaka via google map



Gambar 2. Lokasi kebun hidroponik *Say Your Green* Kabupaten Kolaka

III. METODE

Sasaran dari kegiatan ini adalah pemilik usaha (*Owner*) Perkebunan Hidroponik *Say Your Green* Kabupaten Kolaka beserta karyawan, sedangkan narasumber dan panitia kegiatan berasal dari program studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Sembilanbelas November Kolaka yang berjumlah empat (4) orang yang terdiri dari dua orang dosen dan dua orang mahasiswa. Kegiatan ini dilaksanakan selama dua hari pada tanggal 16 Juni-17 Juni 2025. Pelaksanaan kegiatan ini berlangsung di lokasi usaha Perkebunan hidroponik *Say Your Green* di jl. Pemuda No.6 Kel. Sabilambo, Kec. Kolaka, kab. Kolaka, Sulawesi Tenggara. Beberapa alat dan bahan penunjang kegiatan yang digunakan yaitu poster edukasi berukuran 2x1 m, plastic sampel, timbangan, alat tulis (polpen dan kertas), paku dan palu, kamera digital.

5445

logam berat timbal dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Halu Oleo di Kendari menggunakan instrumentasi ICP-OES.

Metode kegiatan yang dilakukan meliputi dua tahap yaitu tahap pertama edukasi logam berat dalam bentuk pemaparan materi melalui poster edukasi berukuran 2x1 m yang dipasang dalam area Perkebunan hidroponik tersebut. Edukasi menggunakan media poster dinilai cukup efektif karena berisi kalimat singkat disertai gambar yang mudah dimengerti (Ayu et al., 2024; Maharudin & Iryanti, 2021) Tahap kedua adalah pendampingan uji logam berat timbal (Pb) dengan cara mengambil salah satu sampel sayur hidroponik (seledri) yang selanjutnya dilakukan analisis menggunakan metode ICP-OES (*Induktif Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry*) yang mengacu pada SNI 7119-4:2017 karena memiliki beberapa kelebihan yaitu mempunyai kemampuan analisis multi elemen, mampu membaca semua unsur logam, Tingkat selektifitas tinggi, akurasi tinggi, dan batas deteksi rendah (Afifah et al., 2019; Firdaus et al., 2024).

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pendampingan uji dan edukasi logam berat di Kebun *Say Your Green* dilaksanakan sebagai upaya peningkatan keamanan pangan dan kesadaran lingkungan bagi para pengelola kebun. Kegiatan ini terdiri dari dua tahap, yaitu uji logam berat (Pb) pada tanaman seledri dan edukasi masyarakat menggunakan media poster.

Secara singkat, profil Perkebunan ini memiliki nama usaha *Say Your Green* (disingkat SYG) dengan Konsep & Fokusnya adalah kebun hidroponik dan pertanian urban sekaligus berfungsi sebagai wisata edukasi agribisnis untuk membuka akses bagi masyarakat untuk belajar budidaya tanaman secara modern. Adapun Fasilitas & Aktivitas yang disediakan adalah menyediakan area hidroponik, memanfaatkan teknologi modern dalam sistem budidaya serta menjadi tempat pelatihan dan edukasi tentang pertanian, di antaranya untuk anak-anak PAUD/TK, SMP/MTS, SMA/MA, dan Perguruan tinggi.

Edukasi bahaya logam berat melalui media poster

Kegiatan ini dimulai dari diskusi singkat terkait profil kebun dan manajemen kebun termasuk aspek produksi, pemeliharaan, dan penjualan komoditi sayur yang dihasilkan. Setelah itu, narasumber mulai memberikan edukasi logam berat yang disampaikan melalui media poster yang dipasang dalam area kebun. Berdasarkan hasil diskusi, pemilik kebun masih memiliki pengetahuan yang minim terkait logam berat terutama aspek regulasi bahaya dan ambang batas yang ditolerir dalam komoditi sayuran yang berlaku di Indonesia serta aspek pengujian logam berat pada sayuran segar. Hal ini terungkap saat sesi diskusi yang berlangsung antara pemilik kebun dan narasumber (Gambar 3). Pada sesi diskusi interaktif, pemilik kebun menyatakan belum mengetahui kadar toleransi logam berat pada sayuran terutama pada sayuran hidroponik. Selain itu, pemilik kebun juga belum mengetahui bagaimana alur pengujian logam berat sayuran yang sesuai prosedur. Berdasarkan penelitian sebelumnya, penggunaan poster sebagai media edukasi dinilai cukup efektif karena bahasa yang digunakan cukup singkat dan mudah dipahami, efisien, praktis, visualnya menarik sehingga mudah diingat (Ayu et al., 2024; Maharudin & Iryanti, 2021). Selain itu, penggunaan media poster ini dapat menjamin transformasi pengetahuan secara berkelanjutan bagi pemilik usaha Perkebunan bagi pengunjung kebun dari berbagai kalangan sehingga dalam area Perkebunan hidroponik, bukan saja aspek agribisnis tetapi ada aspek Pendidikan yang dapat diperoleh.



Gambar 3. Desain poster Bahaya Logam Berat (A) dan Proses pemaparan materi poster logam berat (B)

Judul poster edukasi adalah “WASPADA LOGAM BERAT PADA PANGAN”. Materi edukasi dalam poster meliputi: definisi logam berat, dasar hukum yang berlaku di Indonesia terkait kadar logam berat dalam pangan yaitu Peraturan Badan Pangan Nasional Nomor 10 Tahun 2024 Batas Maksimal Cemaran Dalam Pangan Segar Di Peredaran, Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM) Nomor 9 Tahun 2022 Tentang Persyaratan Cemaran Logam Berat Dalam Pangan Olahan. Ambang batas cemaran logam berat dalam pangan (sayur) yaitu Timbal (Pb) 0,3 – 0,5 mg/kg; Kadmium (Cd) 0,05 – 0,2 mg/kg; Merkuri (Hg) 0,01 – 0,03 mg/kg; Arsenik (As) 0,1 mg/kg (per kg sayuran). Sumber-sumber kontaminasi logam berat (misalnya emisi kendaraan bermotor, limbah industri, penggunaan pestisida berbasis logam, sumber nutrisi dan air, dan tanah). Dampak kesehatan logam berat bila terakumulasi dalam tubuh (gangguan saraf, ginjal, dan sistem peredaran darah). Upaya pencegahan kontaminasi seperti pemilihan media tanam bersih, pengolahan air irigasi, dan pengawasan bahan kimia yang digunakan di kebun, mencuci buah dan sayur dengan air bersih mengalir; Hindari konsumsi makanan dari wilayah tercemar; Gunakan alat masak bebas logam berat dan Periksa izin BPOM dan label kemasan. Poster logam berat tersebut juga diserahkan kepada pihak kebun untuk dipasang sebagai **media edukasi berkelanjutan** bagi pengunjung dan anggota komunitas. Dari hasil kegiatan ini, wawasan pemilik usaha kebun hidroponik Say Your Green menjadi bertambah terkait materi logam berat, aspek regulasi yang berlaku di Indonesia, dan pengujian logam berat pada sayuran.

Pendampingan Uji Logam Pb pada Sayur Seledri

Pengambilan sampel sayur seledri (Gambar 4) yang dibudidayakan di Kebun *Say Your Green* dilakukan pada hari kedua. Dari beberapa komoditas yang tersedia, hanya sayur seledri yang siap diuji, untuk komoditi sayur yang lain masih dalam tahap penyemaian. Pengambilan sampel dilakukan secara representatif dari beberapa petak tanam untuk memastikan hasil yang akurat. Sampel kemudian dikirim dan diuji di laboratorium Dasar Universitas Halu Oleo menggunakan instrumentasi ICP-OES untuk mengetahui keberadaan dan kadar logam timbal (Pb). Hasil uji laboratorium menunjukkan bahwa **Kadar Pb pada sayur seledri** berada di bawah ambang batas maksimum yang ditetapkan oleh BPOM (Badan Pengawas Obat dan Makanan), yaitu 0,3 mg/kg (Gambar 5). Dengan demikian, produk seledri yang dihasilkan di kebun hidroponik *Say Your Green* dinyatakan **aman untuk dikonsumsi** dan bebas dari cemaran logam Pb. Hasil ini menjadi indikator penting bahwa praktik budidaya di Kebun *Say Your Green* sudah menerapkan prinsip-prinsip keamanan pangan yang baik, khususnya dalam aspek pemilihan media tanam dan sumber air yang bebas kontaminasi.



Gamba 4. Pengambilan sampel sayur seledri

Method: Pb Sn Cu Ni		Page: 1		Date: 31/07/2025 12:07:06			
Batch ID: Sequence No.: 3 Sample ID: Detuk Pb Analyst: Initial Sample Wt: Dilution: Rinse Time (before sample):			Autosampler Location: 13 Date Collected: 31/07/2025 12:04:53 Data Type: Original Initial Sample Vol: Sample Prep Vol:				
Replicate Data: Detuk Pb							
RepID	Analyte	Raw Intensity	Corrected Intensity	Calib. Conc. Units	Sample Conc. Units	Analysis Time	
1	Pb	227,253	227,253	-0,019 mg/L	-0,019 mg/L	12:04:53	
2	Pb	213,497	213,497	-0,207 mg/L	-0,207 mg/L	12:04:53	
3	Pb	204,752	204,752	-0,114 mg/L	-0,114 mg/L	12:04:53	
4	Pb	219,404	219,404	-0,002 mg/L	-0,002 mg/L	12:04:53	
5	Pb	225,252	225,252	-0,015 mg/L	-0,015 mg/L	12:04:53	
6	Pb	213,497	213,497	-0,207 mg/L	-0,207 mg/L	12:04:53	
7	Pb	224,752	224,752	-0,114 mg/L	-0,114 mg/L	12:04:53	
8	Pb	219,404	219,404	-0,002 mg/L	-0,002 mg/L	12:04:53	
Mean Data: Detuk Pb							
Analyte	Raw Intensity	Mean Corrected Intensity	Calib. Conc. Units	Std. Dev.	Sample Conc. Units	Std. Dev.	ADD
Pb	213,497	-0,2	-0,207 mg/L	0,0020	-0,205 mg/L	0,0019	0,000
Pb	204,752	0,000	0,115 mg/L	0,0000	0,115 mg/L	0,0000	0,000
Pb	213,497	0,000	-0,207 mg/L	0,0000	-0,205 mg/L	0,0000	0,000

Gambar 5. Hasil analisis logam berat Pb dalam sampel sayuran seledri dari kebun *Say Your Green* Kabupaten Kolaka

Kegiatan pengabdian ini diharapkan menjadi langkah awal bagi kebun Hidroponik *Say Your Green* untuk menjadi percontohan kebun urban di Kabupaten Kolaka yang berwawasan lingkungan dan menjamin keamanan produk hortikulturanya.



Gambar 6. Sesi foto bersama di akhir kegiatan

V. KESIMPULAN

Kegiatan edukasi bahaya logam berat dan pendampingan uji logam berat pada komoditas sayur hidropnik di kebun *Say Your Green* telah berhasil meningkatkan wawasan pengetahuan tentang bahaya logam berat pada komoditas pangan (sayuran). Kegiatan edukasi logam berat dilakukan melalui diskusi interaktif dan pemaparan materi logam berat dalam bentuk media Poster Edukasi berjudul “WASPADA LOGAM BERAT DALAM PANGAN. Media poster diberikan kepada pemilik kebun dan dipasang dalam area perkebunan hidroponik. Selain itu, hasil analisis kadar logam berat Pb pada sayur hidroponik seledri menggunakan metode ICP-OES dari kebun ini menunjukkan kadarnya masih berada dibawah ambang batas yang tidak berbahaya sesuai regulasi (< 0,3 mg/Kg). Oleh karena itu, sayur yang dihasilkan di kebun hidroponik *Say Your Green* tergolong aman untuk dikonsumsi. Kedepannya, kegiatan edukasi bahaya logam

berat sebaiknya diperluas baik itu dikalangan pembudidaya sayuran, usaha makanan, sekolah, dan usaha pertanian di kabupaten Kolaka, provinsi Sulawesi Tenggara.

DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, Z., Kurniyawan, K., & Huda, T. (2019). Verifikasi Metode Penentuan Kadar Timbal (Pb) pada Sampel Udara Ambien Menggunakan Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectroscopy (ICP-OES). *IJCA (Indonesian Journal of Chemical Analysis)*, 2(2), 74–79. <https://doi.org/10.20885/ijca.vol2.iss2.art5>
- Alifani, R. M. O., Ernawati, Arifin, S. F. A., Rodiyah, S. K., Safira, M. E., Mardikaningsih, R., & Hamzah, Y. S. (2024). Inovasi Pertanian: Meningkatkan Ekonomi dengan Tanaman Hidroponik Agricultural Innovation: Improving the Economy with Hydroponic Crops. *Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat Indonesia*, 1(2), 1–11.
- Anonymous. (2024a, October 4). *Food safety*. <https://www.who.int/>. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/food-safety>
- Anonymous. (2024b, October 24). *Pemerintah Kab. Kolaka – PPID KABUPATEN KOLAKA*. <https://sinole-ppid.kolakakab.go.id/>. <https://sinole-ppid.kolakakab.go.id/pemerintah-kab-kolaka/>
- Ayu, R. D., Sa'ban, Z., Aqida, D. F., Malolo, H. A., Utami, W. A., Annisa, Z. P., & Rajab, N. A. B. (2024). Pengaruh Media Edukasi Poster ISPA terhadap Pengetahuan Siswa di Desa Baru Batu, Kabupaten Pangkep. *Jurnal Mandala Pengabdian Masyarakat*, 5(1), 170–178. <https://doi.org/10.35311/jmpm.v5i1.401>
- Efendi, E., Harahap, A., Sitorus, Z., & Hutapea, A. A. (2023). Penerapan Teknologi Hidroponik Dan Budikdamber Dalam Mendukung Ketahanan Pangan Di Desa Punggulan Kecamatan Air Joman. *Journal Of Human And ...*, 3(2), 244–251. <http://jahe.or.id/index.php/jahe/article/view/206>
- Fatmawati, F. (2019). Meningkatkan Pemahaman Masyarakat dalam Sosialisasi Bahaya Cemar Logam Berat pada Kosmetik. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 19(1), 73–84.
- Firdaus, A. Z., Julianto, M. E., & Supriyo, E. (2024). Analisis Kandungan Logam Berat Pada Air Sungai Kaligarang Menggunakan ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry). *Journal Of Social Science Research*, 4, 6336–6346.
- Hidayat, H., Anda, P., & Haraty, S. R. (2022). IDENTIFIKASI PENCEMARAN LOGAM BERAT PADA SEDIMEN PESISIR PANTAI BABARINA KECAMATAN WOLO, MENGGUNAKAN METODE SUSEPTIBILITAS MAGNETIK. *Jurnal Rekayasa Geofisika Indonesia*, 04(03), 130–140.
- Kumala, I. R. (2024). Edukasi dan Upaya Preventif Bahaya Pencemaran Logam Berat pada Makanan untuk Kesehatan Anak-Anak di Desa Gintung Kabupaten Pemalang. *Transformasi Masyarakat: Jurnal Inovasi Sosial Dan Pengabdian*, 1(3), 131–138. <https://doi.org/10.62383/transformasi.v1i3.420>
- Maharudin, H. H., & Iryanti. (2021). Pengaruh Edukasi Media Poster Terhadap Pengetahuan Masyarakat Usia 19 – 30 Tahun Tentang Covid-19. *Jurnal Kesehatan Siliwangi*, 2(1), 251–257. <https://doi.org/10.34011/jks.v2i1.683>
- Rai, P. K., Lee, S. S., Zhang, M., Tsang, Y. F., & Kim, K.-H. (2019). Heavy metals in food crops: Health risks, fate, mechanisms, and management. *Environment International*, 125, 365–385. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2019.01.067>
- Rajkumar, V., Lee, V. R., & Gupta, V. (2023). Heavy Metal Toxicity. *Pakistan Journal of Medical and Health Sciences*, 10(2), 324. <https://doi.org/10.1201/9781003637073-6>
- Riska, Tasabaramo, I. A., Zamani, N. P., & Syadiah, E. A. (2022). AKUMULASI LOGAM BERAT (Pb , Cd , Hg) PADA KARANG *Acropora aspera* DI PERAIRAN POMALAA SULAWESI TENGGARA ACCUMULATION OF HEAVY METALS (Pb , Cd , Hg) IN CORAL *Acropora aspera* AT POMALAA WATERS SOUTHEAST SULAWESI Wilayah Pomalaa Kabupaten Kolaka Provinsi. 14(April), 69–80.
- Saad, A. A., Utama, A. Al, & Zaldy, I. W. (2025). Edukasi Dampak Cemar Logam Berat dalam Pencegahan Pencemaran Lingkungan Sebagai Wujud Antisipasi Bencana di Desa Suru ' langi Kabupaten Takalar. 2(3), 224–228.
- Saldinger, S. S., Rodov, V., Kenigsbuch, D., & Bar-Tal, A. (2023). Hydroponic Agriculture and Microbial Safety of Vegetables: Promises, Challenges, and Solutions. *Horticulturae*, 9(1), 1–21. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9010051>
- Suradji, M., Shoimah, R. N., Arrasyidah, N., Pratomo, G. S., & Romadhoni, F. (2024). Pelatihan Dan Pendampingan Produktivitas Pertanian Melalui Hidroponik Di Desa Bronjong. *Jurnal Pengabdian Masyarakat : BAKTI KITA*, 5(1), 82–90. <https://doi.org/10.52166/baktikita.v5i1.6303>
- Wardhani, C., & Adityarini, D. (2024). Analisa Kadar Logam Berat Timbal (Pb) pada Sayur Kubis (*Brassica oleracea* L.) dan Selada (*Lactuca sativa* L.) di Pasar Tradisional dan Supermarket D.I. Yogyakarta. *Jurnal Biologi Indonesia*, 20(2), 131–140. <https://doi.org/10.47349/jbi/20022024/131>