JURNAL KIMIA MULAWARMAN
Vol 23, No. 2, Jan - Jun 2026 pp. 76-82
https://jurnal.kimia.fmipa.unmul.ac.id/index.php/JKM
P-ISSN 1693-5616 E-ISSN 2476-9258

Examines Lead (Pb) In Hydroponic Leachate Using Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

Siti Halimatuz Zahroh Azizah [a,*], Alimuddin [a], Nanang Tri Widodo [a]

[a] Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia
* Corresponding Author: alimuddin.fmipaunmul@Gmail.com

ABSTRACT

This study examines lead (Pb) concentrations in hydroponic leachate using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). Monitoring was conducted periodically at the second and fourth weeks of the cultivation cycle. Sample preparation involved wet digestion using concentrated HNO_3 to ensure complete matrix decomposition. Experimental data from the 2nd week showed Pb levels of 0.9418 ppm (Samples A and B), 2.2906 ppm (Samples C and D), and 6.3488 ppm (Sample E). By the 4th week, Pb levels significantly decreased to below the instrument's detection limit (< 0.0016 ppm). These results confirm that the Pb content in the hydroponic system remains compliant with the safety standards established by Permentan No. 261/2019 (maximum 5 ppm).

This is an open-access article under the CC–BY-SA license.

OPEN ACCESS

Article History
Received 2024-09-26
Revised 2025-12-12
Accepted 2026-02-23
Publish 2026-05-31

Keywords
Hydroponic leachate, Nutrition (A-B mix), Lead (Pb).

1. Pendahuluan

Hidroponik adalah usaha pertanian yang dilakukan tanpa tanah, namun medium yang digunakan adalah air. Sehingga hidroponik melakukan pengerjaan atau pengolahan air sebagai media utama untuk tumbuh bagi tanaman dengan cara menyerap sumber hara mineral yang dibutuhkan dari larutan nutrisi atau pupuk tambahan yang dialirkan dan dilarutkan dalam media tanamnya [1]. Hidroponik dapat dilakukan dengan sangat menghemat lahan yang diperlukan, sehingga pertanian ini dianggap alternatif yang baik karena tanaman akan lebih padat per satuan luas produksi. Mengingat di Indonesia merupakan Negara tropis yang memiliki beberapa musim, petani hidroponik tidak perlu khawatir karena usaha ini dapat tetap berlangsung untuk dapat menyesuaikan dengan kebutuhan pasar. Kelebihan lainnya yaitu standarisasi sudah dilakukan pada metode kerja hidroponik, sehingga lebih praktis dan hasil produksi lebih dapat dipastikan kaulitasnya dibanding produksi di tanah, efisiensi air dapat dimaksimalkan, produksi dapat dilakuakan dengan tenaga kerja yang terbatas sehingga lingungan kerja tetap terjaga kebersihan dan keseimbangannya, kondisi alam tidak memiliki dampak yang berarti terhadap kualitas hasil produksi, dan yang paling mendasar adalah hanya dengan bantuan nutrisi berkualitas dan lampu teknik usaha ini dapat dilakukan di tempat yang minim hara [2].

Di samping seluruh kelebihan yang dimiliki tanaman dengan sistem hidroponik, ada pula kekurangan yang juga dapat ditimbulkan dari usaha pertanian hidroponik ini, seperti timbulnya limbah cair yang kerap kali teruji terkandung logam berat yang berasal dari bahan atau alat alat yang digunakan dalam proses sistem tanam hidroponik, seperti pada penggunaan pupuk cair ataupun pipa pada proses industry hidroponik. Lindi adalah buangan hasil pertanian yang telah melewati proses panjang dalam pengolahan tanaman, limbah buangan hidroponik kerap mengandung unsur kimia baik organic ataupun anorganik akibat penggunaan nutrisi dan juga kemungkinan kontaminasi yang dijalankan melalui pipa masuk kedalam lindi [2]. Air Lindi memiliki tingkat kepekatan tinggi yang dapat berdampak besar terhadap lingkungan. Karakter

khas yang dimiliki air lindi sangatlah kompleks, seperti ; kandungan organik yang tinggi, mengandung logam, mengandung asam, mengandung garam terlarut, dan mikro organisme. Air lindi dikhawatirkan berpotensi memiliki kontaminasi yang lebih tinggi dibanding beberapa industri lain dikarenakan keberagaman karakteristik yang dimilikinya [3].

Sistem pertanian hidroponik sangat berkaitan dengan penggunaan pipa *PVC* (*Polyvinyl chloride*) merupakan pipa yang terbentuk dari kombinasi vinyl yang berbahan utama plastik, sifatnya kuat tidak rentan rusak/berkarat dan mustahil membusuk sehingga penggunaanya lebih awet. Penggunaan pipa ini dalam sistem pertanian hidroponik cukup menarik perhatian karena komposisi saat produksi pipa serta pengaruuh penggunaan lapisan pengaman pipa mmpengaruhi konsentrasi Pb [4]. Pb biasa digunakan untuk melapisi sehingga terhindar dari perkaratan akibat penggunaan. Sebagai zat aditif, timbal kerap digunakan untuk melapisi bagian luar dari pipa (PVC) [5]. Selain penggunaan pipa, petani sangat membutuhkan bantuan nutrisi demi keberhasilan kualitas tanaman, yang paling popular digunakan salah satunya yaitu nutrisi AB-Mix, yang merupakan salah satu hasil upaya kimia dalam bentuk pupuk anorganik, yang berasal dari garam mineral yang perlu dilarutkan dalam air, sehingga kandungan unsur hara yang dibutuhkan tanaman dapat digunakan secara maksimal dimana dalam prosesnya dikawatirkan memungkinkannya keberadaan logam berat [6].

Pupuk anorganik yang beredar di masyarakat sering teruji mengandung logam berat diantaranya; Cd, Pb, Hg, Cr, As, Mn, Cu, dan Zn [6]. Logam timbal (Pb) berupa logam murni non esensial yang merupakan satu diantaranya yang memiliki efek berbahaya, baik pada tanaman, hewan ataupun manusia logam ini memiliki efek toksisitas yang sama [7]. Keberadaan logam timbal (Pb) dalam aliran darah manusia dapat menyebabkan kerusakan karena logam timbal memiliki sifat racun [8]. Sehingga pengujian khusus perlu dilaksanakan terhadap keberadaan logam berat.

Logam berat mampu berada di sayuran pasca panen, termasuk logam timbal (Pb). Cemaran ini dapat terjadi selama produksi, saat pendistribusian dilaksanakan atau bahkan data pengangkutan dan penjualan [9]. Melalui makanan, minuman bahkan udara, kontaminasi logam berat dapat terjadi. Kontak fisik seperti menghirup debu tercemar Pb, kontak mata, dan proses menelan makanan terkandung logam Pb dapat menimbulkan reaksi seperti, mual, pusing, tidak berselera makan bahkan sulit tidur, sehingga perlu menghindari segala hal yang berkemungkinan mengandung logam berat karna sifat toksiknya dapat berbahaya bagi tubuh [10].

Berdasarkan latar belakang yang telah dituliskan, pengujian kuantitatif terhadap cemaran logam timbal (Pb) pada lindi perlu dilakukan menggunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom, yang kemudian disesuaikan dengan aturan menurut Permentan No.261/KPTS/SR.310/M/4/2019.

2. Metodologi

2.1. Alat dan Bahan

Alat penunjang pengujian ini adalah Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) Hitachi Z 2000 Series, pipet volume, neraca analitik, seperangkat gelas, pipet mikro, lemari asam, pipet mikro, labu ukur serta kertas *Whatman* no.40. Bahan penunjang pengujian ini adalah sampel lindi instalasi hidroponik (lima sampel pengambilan pekan kedua & lima sampel pengambilan pekan keempat), larutan standar $Pb(NO_3)_2$, $HNO_{3(p)}$, HNO_3 1 N dan akuades.

2.2. Prosedur Penelitian

2.2.1. Preparasi

Tahap destruksi diawali dengan penambahan 10 mL asam nitrat (HNO_3) pekat ke dalam sampel. Campuran tersebut dihomogenkan dan didestruksi di atas hotplate pada suhu terukur hingga mencapai titik didih. Proses pemanasan dilanjutkan hingga volume larutan menyusut dan diperoleh filtrat yang jernih, menandakan dekomposisi matriks organik telah sempurna. Proses dekomposisi ini dihentikan segera setelah terbentuk fase larutan jernih, yang kemudian disaring menggunakan kertas Whatman No. 40 untuk memisahkan residu yang tidak terlarut. Filtrat sampel siap diuji menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom.

 ISSN 2476-9258

2.2.2. Pembuatan Kurva Standar Kalibrasi

a) Larutan Standar Baku Timbal

Pembuatan larutan kerja dilakukan melalui pengenceran bertingkat (*serial dilution*). Disiapkan larutan standar konsentrasi 100 ppm, dilakukan pemindahan 10 mL larutan konsentrasi 1000 ppm ke dalam labu takar 100 mL, kemudian diencerkan dengan matriks HNO_3 1 N hingga tera. Selanjutnya, larutan Pb konsentrasi 10 ppm dibuat dengan prosedur serupa, yang berfungsi sebagai larutan stok untuk pembuatan deret standar dengan rentang konsentrasi 0,0000; 0,2000; 0,4000; 0,6000; 0,8000; 1,0000; dan 2,0000 ppm.

b) Pembuatan Kurva Standar Logam Timbal

Hasil larutan standar 0,0000; 0,2000; 0,4000; 0,6000; 0,8000; 1,0000; 2,0000 ppm. Pengukuran dengan instrumentasi Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) dengan panjang gelombang 283,28 nm demi mendapatkan nilai absorbansi.

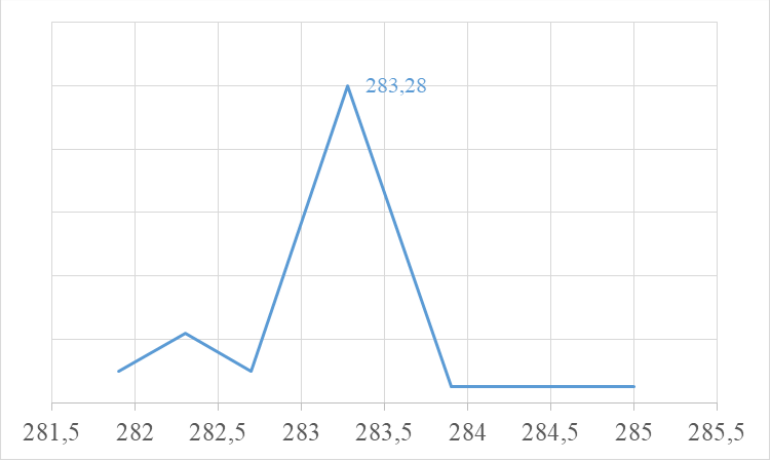
2.2.3. Analisis Logam (Pb) pada Sampel

Untuk analisis sampel, sebanyak 5 mL alikuat lindi hasil destruksi diencerkan dengan akuades dalam labu ukur 100 mL. Penentuan kadar logam didasarkan pada penyerapan oleh atom-atom bebas Pb terhadap intensitas radiasi pada fase nyala instrumen SSA pada panjang gelombang 283,28 nm.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Panjang Gelombang Maksimum

Karakterisasi serapan atom Pb menggunakan lampu katoda cekung (*Hollow Cathode Lamp*) menunjukkan optimasi di panjang gelombang 283,28 nm. Analisis kuantitatif ini dioperasikan menggunakan SSA Hitachi Z-2000 Series dengan sistem atomisasi nyala. Pemilihan panjang gelombang ini bertujuan untuk meminimalkan gangguan spektral dan memaksimalkan sensitivitas instrumen dalam mendeteksi residu Pb pada sampel air lindi.



Gambar 1. Panjang Gelombang Maksimum Pb

Identifikasi panjang gelombang maksimum dilakukan melalui pemindaian absorbansi pada larutan standar Timbal (Pb), sebagaimana disajikan dalam (Gambar 1). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa serapan puncak (absorbansi tertinggi) tercapai pada panjang gelombang 282,28 nm. Penentuan parameter ini krusial untuk memastikan sensitivitas deteksi logam Pb berada pada titik optimal. Nilai absorbansi capaian maksimum terhadap logam Pb bisa didapatkan dengan menentukan panjang gelombang maksimum. Proses penyesuaian nilai absorbansi dengan panjang gelombang tertentu terhadap larutan baku. Mekanisme ini mengacu pada prinsip dasar Hukum Beer-Lambert. Secara teoretis, intensitas absorbansi memiliki korelasi linear terhadap konsentrasi analit dalam fase uap atom serta panjang lintasan optik pada nyala api yang saat dilintasi sumber radiasi.

 ISSN 2476-9258

3.2. Penentuan Kurva Standar

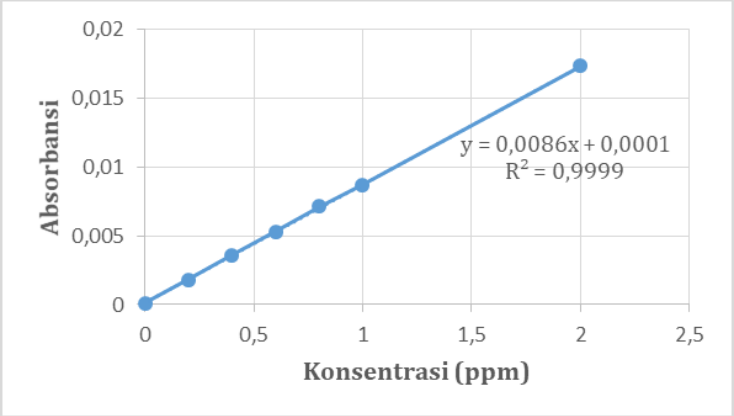
Untuk dapat menghasilkan regresi linear perlu dibuat kurva kalibrasi. Pengujian larutan standar Pb telah dilakukan dan hasilnya pada Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Hasil Absorbansi Larutan Standar Pb

Konsentrasi (mg/L)	Absorbansi
0,0000	0,0001
0,2000	0,0018
0,4000	0,0036
0,6000	0,0053
0,8000	0,0071
1,0000	0,0087
2,0000	0,0173

Proses pengukuran menggunakan larutan standar Pb dengan variasi konsentrasi 0,0000; 0,2000; 0,4000; 0,6000; 0,8000; 1,0000 dan 2,0000 ppm. Nilai hasil menunjukkan hasil yang acak yaitu 0,0001; 0,0018; 0,0036; 0,0053; 0,0071; 0,0087; dan 0,0173. Kurva kalibrasi yang terbentuk menunjukkan linearitas yang baik, sesuai dengan kaidah Lambert-Beer. Tren data mengonfirmasi bahwa peningkatan kadar logam dalam larutan standar berbanding lurus dengan kenaikan nilai absorbansi sesuai hasil bacaan detektor [11].

Berdasarkan data yang diperoleh pada Tabel 1. didapatkan grafik kurva kalibrasi larutan standar yang ditunjukkan pada Gambar 2. berikut:



Gambar 2. Kurva Kalibrasi Larutan Standar

Kurva kalibrasi standar Timbal (Pb) diperoleh melalui analisis menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Linearitas kurva dievaluasi berdasarkan koefisien korelasi (r), yang merepresentasikan derajat hubungan antara konsentrasi (variabel X) dengan absorbansi (variabel Y). Persamaan regresi linear yang dihasilkan adalah y = 0,0086x + 0,0001 dengan nilai r sebesar 0,9999. Hasil serapan ditunjukkan dengan y, besar konsentrasi ditunjukkan melalui x, *slope* (kemiringan) ditunjukkan pada a dan *intercept* (titik potong) ditunjukkan oleh b. Berdasarkan model regresi tersebut, diperoleh koefisien determinasi (R^2) sebesar 0,9999 (99,99%). Hal ini mengindikasikan bahwa sebesar 99,99% variasi pada nilai absorbansi dipengaruhi secara langsung oleh perubahan konsentrasi standar Pb, sementara sisanya (0,01%) dipengaruhi oleh faktor eksternal lainnya selama proses pengukuran berlangsung [12].

3.3. Hasil Penelitian

Pemantauan kadar logam berat Timbal pada lindi sistem hidroponik dilakukan secara periodik, yaitu pada minggu ke-2 dan ke-4 masa tanam. Sampel dipreparasi menggunakan teknik destruksi basah melalui penambahan asam nitrat guna mendekomposisi matriks sampel. Proses ini menghasilkan larutan jernih berupa garam stabil yang akan diuji oleh instrumen Spektrofotometer Serapan Atom. Digunakan sebanyak 5 sampel pada pengujian pertama pada pekan ke-2 dan perolehannya ditampilkan pada tabel berikut:

Tabel 2. Hasil Pengujian Timbal dalam Air Lindi Hidroponik (Pekan ke-2)

Sampel	Konsentrasi (ppm)
A	0,9418
B	0,9418
C	2,2906
D	2,2906
E	6,3488

Dalam 5 sampel yang diuji saat pekan kedua, perolehan cemaran logam berat Pb dalam lindi hiroponik adalah berturut-turut ; 0,9418; 0,9418; 2,2906; 2,2906 dan 6,3488 ppm. Kepekatan kandungan atau nilai konsentrasi larutan nutrisi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap tubuh tanaman, aktivitas penyerapan ion dan aktivitas enzim, juga dapat mempengaruhi proses terjadinya fotosintesis dan lain sebagainya. Konsentrasi tingkat tinggi ataupun rendah yang digunakan sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan kailan [13]. Hasil konsentrasi yang berbeda ini dapat dipengaruhi oleh dosis larutan eksternal yang dimasukkan.

Tabel 3. Hasil Pengujian Timbal dalam Air Lindi Hidroponik (Pekan ke-4)

Sampel	Konsentrasi (ppm)
A	Tidak Terdeteksi
B	Tidak Terdeteksi
C	Tidak Terdeteksi
D	Tidak Terdeteksi
E	Tidak Terdeteksi

Dalam 5 sampel yang diuji saat pekan keempat. perolehan cemaran logam berat Pb dalam lindi hidroponik yaitu <0,0016 ppm. Hasil pengujian sebesar <0,0016 berarti kadar timbal dalam sampel berada di bawah limit uji instrumen, perolehan cemaran pengujian pekan kedua berkurang atau menhilang dapat terjadi akibat telah terserapnya kandungan tersebut kedalam tubuh tanaman ataupun dari proses penyerapan ion-ion yang terjadi pada tanaman. Kemungkinan terserapnya logam timbal kedalam tanaman dapat ditandai dengan perubahan bentuk tanaman dari ukuran batang, daun dan akar yang semakin besar dan ketinggian tanaman, sehingga kemampuan tanaman dalam menyerap logam juga makin besar.

Dilakukan penelitian terhadap kangkung berusia 54 hari. Pemilihan rentang waktu ini beralasan agar menjamin cukupnya kandungan timbal untuk dapat diuji cemarannya. Hasil penelitiannya menunjukkan, cemaran logam tidak terdeteksi pada tanaman dkangkung melalui media tanam dan pupuk tanpa timbal, namun pada media tanam yang tercemar didapatkan hasil pada daun kangkung nilai cemaranya 0,7140 mg/100 g. Batang tanaman kangkung menunjukkan nilai cemarannya sebesar 0,3380 mg/100 g. Tanaman yang usianya masih 3 minggu menunjukkan kandungan timbalnya lebih rendah dan memiliki perbedaan cukup signifikan terhadap tanaman yang sudah berusia 6 minggu [14].

Kandungan logam berat pada tubuh tanaman, progresnya sangat bergantung dengan waktu lamanya tanaman tersebut hidup dan berpengaruh juga pada kemampuan translokasi logam yang dilakukan tanaman tersebut. Didapatkan hasil sangat signifikan yakni 92,76 ppm pada pengujian cemaran Pb terhadap tanaman sawi, penelitian ini dilakukan tanpa fitoremediasi sehingga bagian tubuh tanaman seiring berjalannya waktu memiliki kemampuan untuk translokasi logam berat sehingga mempengaruhi cemaran logam didalamnya [15].

Cekaman logam berat dapat mengganggu proses tumbuh besar dan proses pembelahan sel, proses pertumbuhan lainnya seperti fotosintesis, transfer energi dan sistem metabolisme dapat terganggu akibat keberadaan logam berat tersebut. Pengujian ini dilakukan dengan memperhatikan bahwa kontaminasi logam berat dapat menunjukkan respons tanaman pakcoy. Pengujian ini menunjukkan bahwa nilai *Translocation Factor* (TF) logam (Cu) paling massif yaitu 0,17 berada pada pucuk tanaman, hal ini menunjukkan bahwa pertumbuhan tanaman yang seharusnya optimal dapat terganggu akibat cemaran yang dipengaruhi oleh media tanam [16].

Hasil analisis yang dilakukan demi mengetahui besar cemaran logam berat timbal terhadap seluruh sampel didapatkan hasil tertinggi ditunjukkan oleh sampel E pekan kedua yakni 6,3488

ppm. Saat dianalisis kembali sumber sampel E pada pekan keempat cemaran yang ada tak terdeteksi kembali. Sesuai PERMENTAN No.261/KPTS/SR/310/M/4/2019 bahwa mutu pupuk cair terhadap cemaran logam timbal (Pb) maksimal sebesar 5 ppm, sehingga seluruh sampel yang telah dianalisis tidak aman karena tidak melampaui ambang batas.

4. Kesimpulan

Pada pekan ke-2 pengujian sampel air lindi hidroponik terhadap cemaran logam berat timbal (Pb) didapatkan hasil pada 5 sampel berurutan adalah sebesar 0,9418; 0,9418; 2,2906; 2,2906 dan 6,3488 ppm dan pada pekan ke-4 pengujian seluruh sampel menunjukkan bahwa tidak terdeteksinya cemaran logam timbal (Pb) yaitu sebesar <0,0016 sehingga seluruh sampel air lindi hidroponik yang diuji berada di bawah ambang batas baku mutu menurut Permentan No.261/KPTS/SR/310/M/4/2019. Perlu dilakukannya pengujian lanjutan terhadap tubuh tanaman (akar, batang ataupun daun) tanaman hidroponik terhadap cemaran logam berat timbal (Pb).

Daftar Pustaka

[1] S. Istiqomah, *Menanam Hidroponik*. Bekasi, Indonesia: Ganeca Exact, 2007.

[2] I. S. Roidah, "Pemanfaatan lahan dengan menggunakan sistem hidroponik," *J. Univ. Tulungagung BONOROWO*, vol. 1, no. 2, 2014.

[3] N. I. Said and D. R. K. Hartaja, "Pengolahan air lindi dengan proses biofilter anaerob-aerob dan denitrifikasi," *J. Air Indones.*, vol. 8, no. 1, 2015.

[4] Herman, "Analisis kadar timbal (Pb) pada air yang melalui saluran pipa penyalur Perusahaan Daerah Air Minum (PDAM) Makassar," *J. Media Analis Kesehat.*, vol. 8, no. 2, pp. 91–99, 2017.

[5] M. Reza, F. W. Febriwani, and A. Elliyanti, "Analisis kadar timbal (Pb) air minum isi ulang pada depot air minum (DAM) di Kecamatan Padang Timur Kota Padang tahun 2017," *J. Kesehat. Andalas*, vol. 8, no. 3, pp. 668–676, 2017.

[6] R. Mahendra, I. M. Siaka, and I. E. Suprihatin, "Bioavailabilitas logam berat Pb dan Cd dalam tanah perkebunan budidaya kubis di daerah Kintamani Bangli," *Ecotrophic*, vol. 12, no. 1, pp. 42–49, 2018.

[7] R. Adhani and Husaini, *Logam Berat Sekitar Manusia*. Banjarmasin, Indonesia: Lambung Mangkurat Univ. Press, 2017.

[8] B. Hamzah, Fiskanita, and Supriadi, "Analisis logam timbal (Pb) dan besi (Fe) dalam air laut di pelabuhan Desa Paranggi Kecamatan Ampibabo," *J. Akad. Kim.*, vol. 4, no. 4, pp. 175–180, 2015.

[9] H. F. Pane, "Analisa kandungan timbal (Pb) pada sayuran hijau yang dijual di pasar tradisional Kampung Lalang Medan," *J. Sains dan Teknol. Lab. Medik*, vol. 5, no. 1, 2020.

[10] B. Rosita and L. Widiarti, "Hubungan toksisitas timbal (Pb) dalam darah dengan hemoglobin pekerja pengecatan motor Pekanbaru," vol. 1, no. 1, 2018.

[11] N. A. Ratnawati, A. T. Prasetya, and E. F. Rahayu, "Validasi metode pengujian logam berat timbal (Pb) dengan destruksi basah menggunakan FAAS dalam sedimen sungai Banjir Kanal Barat Semarang," *Indones. J. Chem. Sci.*, vol. 8, no. 1, 2019.

[12] Abdurrahman, A. Tjoneng, and Saida, "Pengaruh jenis air baku dan dosis larutan AB Mix pada pertumbuhan dan hasil tanaman kailan (*Brassica oleracea*) dengan hidroponik sistem deep flow technique," *J. AgrotekMAS*, vol. 3, no. 1, pp. 55–61, 2022.

[13] I. Kohar, P. H. Hardjo, M. Jonatan, and O. Agustanti, "Studi kandungan logam Pb dalam batang dan daun kangkung (*Ipomoea reptans*) yang direbus dengan penambahan NaCl dan asam asetat," *J. Makara Sains*, vol. 8, no. 3, pp. 85–88, 2004.

[14] F. M. Nurindiana and K. S. Wicaksono, "Pemanfaatan biochar kompos black soldier fly fitoremediasi tanah tercemar timbal dan pengaruhnya terhadap pertumbuhan serta hasil tanaman sawi," *J. Tanah dan Sumberd. Lahan*, vol. 9, no. 2, 2022.

[15] D. D. A. Putra, A. Rosyidah, and S. Muslikah, "Respon pertumbuhan dan hasil tanaman pakcoy (*Brassica rapa* L.) pada media terkontaminasi logam berat tembaga (Cu)," *J. Folium*, vol. 8, no. 1, pp. 13–27, 2024.

[16] M. Nasir, *Spektrofotometri Serapan Atom*, I. Khaldun, Ed. Syiah Kuala Univ. Press, 2020.