

**Akumulasi Timbal (Pb) pada Kangkung (*Ipomoea aquatica* Forsk)
dari Beberapa Pasar Tradisional di Yogyakarta dan Implikasinya
terhadap Risiko Kesehatan**

Skripsi



Friska Veronika Simanjuntak
31210426

Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
Yogyakarta
2025

**Akumulasi Timbal (Pb) pada Kangkung (*Ipomoea aquatica* Forsk) dari
Beberapa Pasar Tradisional di Yogyakarta dan Implikasinya terhadap
Risiko Kesehatan**

Skripsi

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Pada Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana



Friska Veronika Simanjuntak

31210426

DUTA WACANA

**Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi
Universitas Kristen Duta Wacana
Yogyakarta**

2025

PERNYATAAN PENYERAHAN KARYA ILMIAH

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Friska Veronika Simanjuntak
NIM/NIP/NIDN : 31210426
Program Studi : Biologi
Judul Karya Ilmiah : Akumulasi Timbal (Pb) pada Kangkung (*Ipomoea aquatica* Forsk) dari Beberapa Pasar Tradisional di Yogyakarta dan Implikasinya terhadap Risiko Kesehatan.

dengan ini menyatakan:

- a. bahwa karya yang saya serahkan ini merupakan revisi terakhir yang telah disetujui pembimbing/promotor/reviewer.
- b. bahwa karya saya dengan judul di atas adalah asli dan belum pernah diajukan oleh siapa pun untuk mendapatkan gelar akademik baik di Universitas Kristen Duta Wacana maupun di universitas/institusi lain.
- c. bahwa karya saya dengan judul di atas sepenuhnya adalah hasil karya tulis saya sendiri dan bebas dari plagiasi. Karya atau pendapat pihak lain yang digunakan sebagai rujukan dalam naskah ini telah dikutip sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah yang berlaku.
- d. bahwa saya bersedia bertanggung jawab dan menerima sanksi sesuai dengan aturan yang berlaku berupa pencabutan gelar akademik jika di kemudian hari didapati bahwa saya melakukan tindakan plagiasi dalam karya saya ini.
- e. bahwa Universitas Kristen Duta Wacana tidak dapat diberi sanksi atau tuntutan hukum atas pelanggaran hak kekayaan intelektual atau jika terjadi pelanggaran lain dalam karya saya ini. Segala tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran dalam karya saya ini akan menjadi tanggung jawab saya pribadi, tanpa melibatkan pihak Universitas Kristen Duta Wacana.
- f. menyerahkan hak bebas royalti noneksklusif kepada Universitas Kristen Duta Wacana, untuk menyimpan, melestarikan, mengalihkan dalam media/format lain, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (*database*), dan mengunggahnya di Repositori UKDW tanpa perlu meminta izin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan pemilik hak cipta atas karya saya di atas, untuk kepentingan akademis dan pengembangan ilmu pengetahuan.
- g. bahwa saya bertanggung jawab menyampaikan secara tertulis kepada Universitas Kristen Duta Wacana jika di kemudian hari terdapat perubahan hak cipta atas karya saya ini.

h. bahwa meskipun telah dilakukan pelestarian sebaik-baiknya, Universitas Kristen Duta Wacana tidak bertanggung jawab atas kehilangan atau kerusakan karya atau metadata selama disimpan di Repositori UKDW.

i. mengajukan agar karya saya ini: *(pilih salah satu)*

- ☒ Dapat diakses tanpa embargo.
*Dapat diakses setelah 2 tahun.**
Embargo permanen.*

Embargo: penutupan sementara akses karya ilmiah.

*Halaman judul, abstrak, dan daftar pustaka tetap wajib dibuka.

Alasan embargo *(bisa lebih dari satu)*:

- ☐ dalam proses pengajuan paten.
☐ akan dipresentasikan sebagai makalah dalam seminar nasional/internasional.**
☒ akan diterbitkan dalam jurnal nasional/internasional.**
☐ telah dipresentasikan sebagai makalah dalam seminar nasional/internasional ... dan diterbitkan dalam prosiding pada bulan ... tahun ... dengan DOI/URL ... ***
☐ telah diterbitkan dalam jurnal ... dengan DOI/URL artikel ... atau vol./no. ... ***
☐ berisi topik sensitif, data perusahaan/pribadi atau informasi yang membahayakan keamanan nasional.
☐ berisi materi yang mengandung hak cipta atau hak kekayaan intelektual pihak lain.
☐ terikat perjanjian kerahasiaan dengan perusahaan/organisasi lain di luar Universitas Kristen Duta Wacana selama periode tertentu.
☐ Lainnya (mohon dijelaskan)

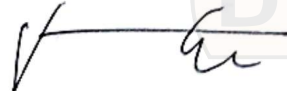
**Setelah diterbitkan, mohon informasikan keterangan publikasinya ke repository@staff.ukdw.ac.id.

***Tuliskan informasi kegiatan atau publikasinya dengan lengkap.

Yogyakarta, 01 September 2025

Mengetahui,

Yang menyatakan,


Drs. Djoko Rahardjo, M.Kes.
NIK. 904E131


Friska Veronika Simanjuntak
31210426

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Skripsi dengan judul:

Akumulasi Timbal (Pb) pada Kangkung (*Ipomoea aquatica* Forsk) dari Beberapa Pasar Tradisional di Yogyakarta dan Implikasinya terhadap Risiko Kesehatan

Telah diajukan dan dipertahankan oleh:

Friska Veronika Simanjuntak

31210426

Dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi

Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

Dan dinyatakan DITERIMA untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains pada tanggal 31 Juli 2025

Nama Dosen

Tanda Tangan

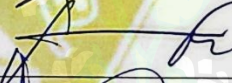
1. Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si.
(Ketua Tim Penguji)

:



2. Drs. Djoko Rahardjo, M.Kes.

(Dosen Pembimbing I/Dosen Penguji) :



3. Drs. Kisworo, M.Sc.

(Dosen Pembimbing II/Dosen Penguji) :

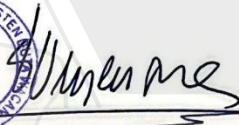


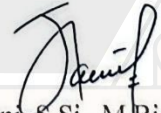
Yogyakarta, 01 September 2025

Dekan,

Ketua Program Studi,




Dr. Charis Amarantini, M.Si
NIK. 914 E 155


Dwi Aditjarini, S.Si., M.Biotech., M.Sc
NIK. 214 E 556

LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI

Judul Skripsi : Akumulasi Timbal (Pb) pada Kangkung (*Ipomoea aquatica* Forsk) dari Beberapa Pasar Tradisional di Yogyakarta dan Implikasinya terhadap Risiko Kesehatan

Nama : Friska Veronika Simanjuntak

NIM : 31210426

Pembimbing I : Drs. Djoko Rahardjo, M.Kes.

Pembimbing II : Drs. Kisworo, M.Sc.

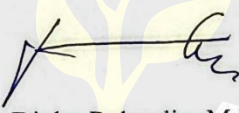
Hari/Tanggal Presentasi : Jumat, 31 Juli 2025

Yogyakarta, 23 Juli 2025

Disetujui oleh :

Pembimbing Utama,

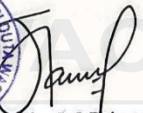
Pembimbing Pendamping,


Drs. Djoko Rahardjo, M.Kes.
NIK. 904 E 131


Drs. Kisworo, M.Sc.
NIK. 874 E 054

Mengetahui,

Ketua Program Studi Biologi,


Dwi Aditjarmi, S.Si., M.Biotech., M.Sc

NIK. 214 E 556

PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Sebagai mahasiswa Universitas Kristen Duta Wacana, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Friska Veronika Simanjuntak
NIM : 31210426
Program Studi : Biologi
Fakultas : Bioteknologi
Judul karya ilmiah : Akumulasi Timbal (Pb) pada Kangkung (*Ipomoea aquatica Forsk*) dari Beberapa Pasar Tradisional di Yogyakarta dan Implikasinya terhadap Risiko Kesehatan

menyatakan yang sebenarnya bahwa karya ilmiah ini sepenuhnya adalah hasil karya tulis saya sendiri dan sesuai dengan arahan dari pembimbing. Karya atau pendapat pihak lain yang digunakan sebagai rujukan dalam naskah ini telah dikutip sesuai dengan kaidah penulisan ilmiah yang berlaku.

Pernyataan ini dibuat dengan penuh kesadaran dan tanggung jawab. Apabila di kemudian hari didapati penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang diperoleh karena karya ini, serta sanksi lain sesuai ketentuan yang berlaku di Universitas Kristen Duta Wacana.

Yogyakarta, 01 September 2025

Yang menyatakan,



Friska Veronika Simanjuntak
31210426

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas kasih dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul " Akumulasi Timbal (Pb) pada Kangkung (*Ipomoea aquatica* Forsk) dari Beberapa Pasar Tradisional di Yogyakarta dan Implikasinya terhadap Risiko Kesehatan" sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Bioteknologi, Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta.

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak, penyusunan skripsi ini tidak akan berjalan dengan lancar. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus, atas berkat, penyertaan, dan kekuatan sepanjang proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini.
2. Dr. Charis Amarantini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta, yang telah memberikan kesempatan dan fasilitas selama proses studi dan penyusunan skripsi ini.
3. Dwi Aditiyarini, S.Si., M.Si., M.Biotech., selaku Ketua Program Studi Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta, atas arahannya selama masa perkuliahan dan penyusunan skripsi.
4. Drs. Djoko Rahardjo, M.Kes. dan Drs. Kisworo, M.Sc., selaku dosen pembimbing pertama dan kedua, yang telah memberikan bimbingan, motivasi, dan kesabaran dalam mendampingi penulis selama proses penelitian hingga selesainya skripsi ini.
5. Seluruh dosen dan staf Fakultas Bioteknologi UKDW yang telah memberikan ilmu dan dukungan selama masa perkuliahan.
6. Kedua orang tua saya yang saya cintai, Parman Arjuna Simanjuntak dan Rumalan Sihotang terima kasih atas doa yang tidak pernah putus, kasih sayang yang tak ternilai, dan segala pengorbanan yang tak terhitung jumlahnya. Setiap langkah dalam proses ini tidak lepas dari cinta tulus kalian. Serta kedua adik saya Putri Syalomita Simanjuntak dan Rendy Goklas Simanjuntak
7. Kepada seluruh sahabat sahabat yang menemani yang telah menjadi bagian penting dalam perjalanan kuliah ini: Frisca, Joyce dan Juniarta. Terima kasih telah menemani, mendengarkan, dan menguatkan saya di setiap momen suka maupun duka.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu, saran dan kritik yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan di masa mendatang. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi ilmu pengetahuan, khususnya di bidang bioteknologi.

Yogyakarta, 22 Juli 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL LUAR.....	i
HALAMAN SAMPUL DALAM.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI	iii
LEMBAR PERSETUJUAN NASKAH SKRIPSI.....	iii
LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
ABSTRACT.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
1.4. Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1 Karakteristik Kangkung Air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk).....	4
2.2 Kandungan Gizi dalam Kangkung Air	5
2.3 Logam Timbal (Pb).....	6
2.2.1 Karakteristik Logam Timbal	6
2.2.2 Sumber Kontaminasi Timbal (Pb)	6
2.4 Mobilitas dan Dampak Timbal Pada Tanaman	7
2.5 Analisis Risiko.....	8
BAB III METODE PENELITIAN	10
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	10
3.2. Bahan Penelitian.....	10
3.3. Alat Penelitian.....	10
3.4. Desain Penelitian.....	11
3.5. Cara Kerja	11
3.5.1.Pengambilan Sampel.....	11
3.5.2.Preparasi dan Ekstraksi Sampel	12
3.5.3.Observasi dan Wawancara	12
3.5.4. Penentuan Konsentrasi Pb dalam Sampel	12
3.4.5 Analisis Resiko Kesehatan	13
BAB IV.....	17

HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1. Konsentrasi Timbal (Pb) pada Kangkung dari Tiga Pasar Tradisional	17
4.2. Konsentrasi Timbal (Pb) pada Daun dan Batang	19
4.3. Analisis Nilai Asupan Harian Timbal (Pb) dan Analisis Risiko Kesehatan.....	20
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	24
DAFTAR PUSTAKA.....	26
LAMPIRAN.....	31



DAFTAR TABEL

Tabel 1. Komposisi gizi sayuran kangkung dalam 100gr (Direktorat Gizi Departemen Kesehatan (RI), 2017)	5
Tabel 2. Konsentrasi timbal (Pb) pada kangkung dari ketiga pasar tradisional (mg/kg)	17
Tabel 3. Konsentrasi Timbal (Pb) pada Daun dan Batang sayuran	19
Tabel 5. Nilai MWI dan MTI Berdasarkan Kabupaten dan Jenis Kelamin	21
Tabel 6. Nilai daily intake, RQ dan CR pada Masyarakat Yogyakarta	22



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Kangkung air (<i>Ipomea aquatica</i> Forsk)	4
Gambar 2. Desain Penelitian	11
Gambar 3. Peta Lokasi Penelitian	11



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Proses Pengambilan Sampel.....	31
Lampiran 2. Perhitungan konversi konsenrtasi Pb dalam sayuran (mg/L) menjadi mg/kg	32
Lampiran 3 Hasil Analisis Konsentrasi Pb dalam Kangkung Air (LPPT UGM)	32
Lampiran 4. Tabel Perhitungan Analisis Risiko Kesehatan.....	33
Lampiran 5.Langkah Perhitungan MWI dan MTI	34
Lampiran 6. Perhitungan Nilai Daily Intake, Karsinogenik (ECR) dan Non-Karsinogenik (RQ)	35
Lampiran 7. Dokumentasi Penelitian.....	36
Lampiran 8. Borang Pemantauan.....	37
Lampiran 9. Surat Keterangan Bebas Laboratorium.....	38



ABSTRAK

Akumulasi Kandungan Timbal (Pb) pada Kangkung (*Ipomoea aquatica*) dari Pasar Tradisional dan Implikasinya terhadap Risiko Kesehatan Masyarakat di Yogyakarta

Friska Veronika Simanjuntak

Kangkung (*Ipomoea aquatica*) merupakan sayuran daun yang sering dikonsumsi masyarakat Indonesia dan berpotensi terpapar logam berat, seperti timbal (Pb), akibat pencemaran lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar timbal pada kangkung yang dijual di tiga pasar tradisional di Yogyakarta, yaitu Pasar Demangan, Pasar Caturtunggal, dan Pasar Gedongkuning, serta mengevaluasi risiko kesehatannya terhadap konsumen. Metode yang digunakan meliputi pengambilan sampel secara acak, destruksi basah dengan campuran $\text{HNO}_3:\text{HClO}_4$ (2:1), dan analisis menggunakan spektrofotometer serapan atom (AAS). Selain itu, dilakukan wawancara pedagang dan penghitungan risiko berdasarkan nilai *Chronic Daily Intake* (CDI), *Risk Quotient* (RQ), dan *Excess Cancer Risk* (ECR). Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar timbal pada semua sampel kangkung yang dianalisis adalah sebesar $<0,05$ mg/kg. Keseragaman konsentrasi disebabkan karena nilai Pb dibawah batas deteksi minimum alat AAS yaitu 0,01mg/kg dan masih jauh berada di bawah ambang batas maksimum menurut BPOM, yakni 0,2mg/kg. Nilai CDI diperoleh sebesar $2,64 \times 10^{-5}$ hingga $2,95 \times 10^{-5}$ mg/kg/hari, nilai RQ berkisar antara $7,56 \times 10^{-3}$ hingga $8,37 \times 10^{-3}$, dan nilai ECR berkisar antara $2,25 \times 10^{-7}$ hingga $2,49 \times 10^{-7}$. Semua nilai tersebut menunjukkan bahwa konsumsi kangkung dari ketiga pasar tersebut tidak menimbulkan risiko kesehatan yang signifikan, baik secara karsinogenik maupun non-karsinogenik. Penelitian ini menyimpulkan bahwa kangkung dari pasar tradisional di wilayah Yogyakarta dinilai aman untuk dikonsumsi.

Kata kunci: Kangkung, Timbal (Pb), Pasar Tradisional, Risiko Kesehatan

DU TA WACANA

ABSTRACT

Accumulation of Lead (Pb) in Ipomoea aquatica Forsk from Selected Traditional Markets in Yogyakarta and Its Implications for Public Health Risk

Friska Veronika Simanjuntak

Water spinach (Ipomoea aquatica) is a leafy vegetable commonly consumed by the Indonesian population and is potentially exposed to heavy metals, such as lead (Pb), due to environmental pollution. This study aims to analyze the lead content in water spinach sold at three traditional markets in Yogyakarta, namely Demangan Market, Caturtunggal Market, and Gedongkuning Market, and to evaluate its health risks to consumers. The methods used included random sampling, wet digestion using a mixture of $\text{HNO}_3:\text{HClO}_4$ (2:1), and analysis with an Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). Additionally, interviews with vendors and risk assessments were conducted based on Chronic Daily Intake (CDI), Risk Quotient (RQ), and Excess Cancer Risk (ECR) values. The analysis results showed that the lead levels in all water spinach samples were <0.05 mg/kg. The uniformity in concentration was likely due to the Pb levels being below the minimum detection limit of the AAS instrument (0.01 mg/kg) and still far below the maximum threshold set by BPOM (0.2 mg/kg). The CDI values ranged from 2.64×10^{-5} to 2.95×10^{-5} mg/kg/day, RQ values ranged from 7.56×10^{-3} to 8.37×10^{-3} , and ECR values ranged from 2.25×10^{-7} to 2.49×10^{-7} . These values indicate that consumption of water spinach from the three markets does not pose significant non-carcinogenic or carcinogenic health risks. This study concludes that water spinach from traditional markets in the Yogyakarta area is relatively safe for consumption.

Keywords: *Water spinach, Lead (Pb), Tradisional Market, Health Risk*

DUTA WACANA

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Masalah pencemaran udara kini menjadi salah satu isu masalah serius yang berdampak pada kesehatan masyarakat, khususnya di negara – negara dengan aktivitas industri dan jumlah kendaraan bermotor yang tinggi. Indonesia menempati posisi ke- 14 sebagai negara dengan tingkat polusi udara di dunia (IQAir, 2023). Penyebab pencemaran udara dapat terjadi secara alami atau disebabkan oleh kegiatan manusia, seperti aktifitas transportasi. (Kementrian Lingkungan Hidup, 2020) menyebutkan bahwa, Polusi udara yang berasal dari kendaraan bermotor berbahan bakar bensin berkontribusi 70% terhadap karbon monoksida (CO), 100% terhadap timbal (Pb), 60% terhadap hidrokarbon (HC), dan 60% terhadap oksida nitrogen (NOx). Penggunaan bahan bakar bensin biasanya menghasilkan residu berupa PbBrCl dan PbBrCl·2PbO, yang kemudian mencemari udara, tanah, dan tanaman sehingga menyebabkan kontaminasi lingkungan (Kumar *et al.*, 2020).

Jumlah penduduk D.I Yogyakarta di tahun 2024 mencapai 4.126.444 juta jiwa, mengalami peningkatan dibandingkan tahun sebelumnya, yang tercatat sebesar 4.073.907 juta jiwa (BPS, 2024). Peningkatan jumlah penduduk dapat berdampak pada kondisi lingkungan terutama kualitas udara. Berdasarkan data dari Badan Pusat dan Statistik (BPS, 2023) tercatat jumlah kendaraan sepeda motor sebanyak 503.969 unit, mobil penumpang sebanyak 72.712, bus sebanyak 2.378 dan truk sebanyak 14.352 per tahun 2023. Bertambahnya jumlah penduduk berkontribusi terhadap meningkatnya kepemilikan dan penggunaan kendaraan bermotor. Sehingga, tingkat konsumsi Bahan Bakar Minyak (BBM) meningkat. Mengacu pada data Dinas Lingkungan Hidup Kota Yogyakarta pada tahun 2023 kualitas udara ambien Kota Yogyakarta di AQMS parameter PM_{2,5} sebesar 14,79 µg/m³ – 29,64 µg/m³ dengan baku mutu WHO kualitas udara sebesar 65 µg/m³ dan batas aman paparan PM_{2,5} yaitu 25 µg/m³ selama durasi waktu 24 jam.

Salah satu dampak dari pencemaran lingkungan, khususnya udara dan tanah, adalah kontaminasi logam berat seperti timbal (Pb) pada bahan pangan, terutama sayuran. Sayuran memiliki peran penting dalam pola makan manusia karena mengandung nutrisi dan esensial, seperti karbohidrat, vitamin, protein, serat dan juga mineral yang dibutuhkan oleh tubuh kita untuk mendukung kesehatan secara keseluruhan (Anindityo *et al.*, 2021). Kangkung merupakan jenis sayuran yang sering di konsumsi masyarakat.

Menurut data BPS (2023), kangkung 4.1119 ton di Provinsi D.I Yogyakarta. Tingginya permintaan konsumen di Yogyakarta terhadap sayuran kangkung menandakan tingginya tingkat konsumsi pada sayuran tersebut. Hal ini dapat diamati dari banyaknya toko sayur di pasar tradisional yang menyediakan kangkung dalam jumlah besar untuk memenuhi kebutuhan masyarakat. Dengan demikian, kangkung dapat dianggap sebagai sayuran yang memiliki peran penting dalam pola konsumsi harian masyarakat Yogyakarta.

Namun, Pemilihan sayuran tidak hanya didasarkan pada kesegarannya atau warna hijau yang menarik, tetapi juga perlu mempertimbangkan kandungan timbal (Pb) yang mungkin terdapat di dalamnya. Timbal ini dapat berasal dari penggunaan pestisida, polusi lingkungan, atau kontaminasi selama proses distribusi, yang berpotensi membahayakan kesehatan manusia jika dikonsumsi dalam jangka panjang. Batas maksimum konsentrasi timbal (Pb) dalam sayuran adalah 0.2 mg/kg dalam sampel basah (BPOM, 2022).

Paparan timbal dapat menimbulkan masalah kesehatan yang serius, terutama jika sudah terakumulasi dalam tubuh untuk jangka waktu yang panjang. *World Health Organization* (WHO, 2017) menetapkan ambang batas konsentrasi timbal dalam tubuh sebesar 0,01 mg/L. Timbal dapat merusak fungsi jaringan tulang dan merusak organ seperti ginjal, otak, dan hati (Engwa *et al.*, 2019). Anak – anak menyerap timbal dalam jumlah lebih tinggi daripada orang dewasa, yang sangat berbahaya karena mereka masih dalam masa perkembangan (Lidsky & Schneider, 2003). Timbal juga berdampak pada sistem reproduksi, seperti penurunan mortalitas sperma pada laki – laki dan menyebabkan keguguran pada wanita hamil. (Vigeh *et al.*, 2011; Quintanilla-Vega *et al.*, 2000).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya, kandungan Pb pada sayuran di beberapa daerah yang ada di Indonesia melewati ambang batas keamanan yang telah ditetapkan. Hasil penelitian (Sanra *et al.*, 2015), menyatakan bahwa kadar Pb dalam tomat yang ditanam di sekitar jalan raya di Kota Bukit tinggi sebesar 1,0725 mg/kg. (Triani *et al.*, 2012) melaporkan bahwa kadar timbal dalam kangkung di Provinsi Bali dalam kisaran 1,64 – 2,82 mg/kg. Hasil penelitian (Fitriani Pane, 2020) menunjukkan bahwa kadar timbal pada daun singkong 0,8654 mg/kg, bayam hijau 0,9816 mg/kg, tanaman genjer 0,8654 mg/kg dari pasar tradisional kampung lalang, Sumatera Utara. Kadar Pb pada kangkung di tiga pasar tradisional di Cilandak, Jakarta Selatan, hingga 22,06 mg/kg (Nabiha & Wulandari, 2020), sedangkan batas maksimum kandungan timbal dalam buah dan sayuran menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 7387 tahun 2009 tentang Batas

Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan adalah 0,5 mg/kg.

Pasar tradisional memiliki potensi besar sebagai sumber kontaminasi timbal, terutama karena lokasinya yang sering berdekatan dengan jalan raya atau area dengan lalu lintas padat. Sayuran seperti kangkung dapat menyerap timbal baik dari udara maupun dari media tanam dan air yang terkontaminasi. Oleh karena itu, penting dilakukan analisis kandungan Pb pada kangkung yang dijual di pasar tradisional. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kadar timbal (Pb) pada kangkung yang dipasarkan di tiga pasar tradisional di D.I Yogyakarta. Pemilihan pasar dilakukan berdasarkan variasi kondisi geografis, intensitas lalu lintas di sekitarnya, dan perbedaan jalur distribusi komoditas, guna memberikan gambaran yang lebih menyeluruh terhadap tingkat risiko kontaminasi timbal pada sayuran konsumsi masyarakat Yogyakarta.

1.2. Rumusan Masalah

- a. Berapa konsentrasi kadar timbal pada kangkung dari pasar tradisional di Yogyakarta dan Apakah telah melebihi batas aman yang telah ditetapkan?
- b. Bagaimana pola konsumsi kangkung dan risiko kesehatan mengkonsumsi kangkung bagi masyarakat Yogyakarta?

1.3. Tujuan Penelitian

- a. Mengetahui kadar tingkat kontaminasi timbal (Pb) pada kangkung yang diperjualbelikan di pasar tradisional di Yogyakarta dan membandingkan kadar logam berat timbal (Pb) pada kangkung dari pasar tradisional di Yogyakarta dengan standar baku mutu yang telah ditetapkan.
- b. Mengetahui pola konsumsi kangkung dan potensi risiko kesehatan dari mengkonsumsi kangkung.

1.4. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan memberikan informasi ilmiah terkait kandungan timbal (Pb) pada kangkung yang dijual di pasar tradisional di D.I Yogyakarta. Selain itu, hasil dari penelitian ini dapat dijadikan sebagai referensi dan pertimbangan oleh pemerintah dalam upaya monitoring serta pengendalian kontaminasi timbal pada sayuran. Penelitian ini juga bertujuan untuk menjadi sarana informasi bagi masyarakat agar lebih memahami bahaya konsumsi sayuran yang terkontaminasi timbal serta mendorong masyarakat untuk lebih bijak dalam memilih sayuran yang aman untuk dikonsumsi.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, kangkung (*Ipomoea aquatica*) dari Pasar Demangan, Caturtunggal, dan Gedongkuning di Yogyakarta mengandung timbal (Pb) dengan konsentrasi rata-rata sebesar 0,05 mg/kg, hasil konversi dari pembacaan instrumen AAS dengan batas kuantifikasi minimum (LOQ) sebesar 0,01 mg/kg. Keseragaman konsentrasi pada seluruh sampel kemungkinan besar disebabkan karena nilai Pb yang berada dekat atau di bawah batas deteksi alat, sehingga tidak menunjukkan variasi antar lokasi maupun bagian tanaman (daun dan batang). Nilai tersebut masih jauh di bawah ambang batas aman yang ditetapkan BPOM sebesar 0,2 mg/kg.

Berdasarkan hasil wawancara, masyarakat mengonsumsi kangkung sekitar 50–100 gram per kali makan dengan frekuensi 3–4 kali per minggu. Perhitungan asupan harian (CDI), *Risk Quotient* (RQ), dan *Cancer Risk* (CR) menunjukkan bahwa konsumsi kangkung dari ketiga pasar tersebut tergolong aman dan tidak menimbulkan risiko kesehatan yang signifikan, baik secara non-karsinogenik maupun karsinogenik.

5.2. Saran

- 5.2.1. Bagi Konsumen: Meskipun kadar Pb pada kangkung masih berada di bawah ambang batas aman, konsumen tetap dianjurkan untuk mencuci kangkung dengan air bersih yang mengalir sebelum dikonsumsi, untuk mengurangi potensi cemaran permukaan dan menjaga keamanan pangan.
- 5.2.2. Bagi Pemerintah dan Pengelola Pasar: Diperlukan pemantauan berkala terhadap kandungan logam berat pada sayuran yang dijual di pasar tradisional, terutama pada komoditas yang tumbuh di daerah rawa atau dekat dengan sumber pencemar. Pemerintah daerah juga dapat memberikan edukasi kepada petani dan pedagang mengenai bahaya logam berat dan pentingnya praktik pertanian serta distribusi yang bersih.
- 5.2.3. Bagi Peneliti Selanjutnya: melakukan pengambilan sampel dari lokasi yang lebih bervariasi, terutama di area dengan kemungkinan pencemaran yang lebih tinggi, seperti dekat jalan raya, industri, atau saluran irigasi tercemar. Selain itu, penggunaan alat analisis dengan *limit of detection* (LOD) yang lebih rendah dapat membantu mendeteksi konsentrasi Pb yang lebih akurat. Untuk hasil

toksikologis yang akurat, direkomendasikan penggunaan ICP-MS atau sensor elektrokimia berbasis DNAzyme. Jika fokusnya pada monitoring cepat atau visualisasi lapangan, maka wearable sensor atau sistem portabel dapat digunakan dengan catatan keterbatasannya dipahami. Dengan pengetahuan ini, diharapkan penelitian di masa mendatang dapat lebih optimal dalam mendeteksi kontaminasi timbal secara tepat dan akurat.



DAFTAR PUSTAKA

- Adila, M., & Laz, T. (2014). KADAR UNSUR TIMBAL PADA TANAMAN KANGKUNG DI TIGA PASAR TRADISIONAL KECAMATAN CILANDAK, JAKARTA SELATAN. *Al-Kauniyah Jurnal Biologi*, 7(2), 99–105.
- Ahmad, A., Rahman, & Hidayat. (2021). STUDI KANDUNGAN LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA SEDIMEN DAN AIR DI SUNGAI JENEBERANG KOTA MAKASSAR. *Window of Public Health Journal*, 2(5), 844–851.
- Ali, S., Gill, R. A., Ulhassan, Z., Zhang, N., Hussain, S., Zhang, K., Huang, Q., Sagir, M., Tahir, M. B., Gill, M. B., Mwamba, T. M., Ali, B., & Zhou, W. (2023). Exogenously applied melatonin enhanced the tolerance of Brassica napus against cobalt toxicity by modulating antioxidant defense, osmotic adjustment, and expression of stress response genes. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 252, 114624. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2023.114624>
- Alif Yuanita Kartini. (2022). PEMANFAATAN TANAMAN KANGKUNG DAN SAMPAH LINGKUNGAN SEBAGAI UPAYA PENINGKATAN EKONOMI MASYARAKAT DESA NGUMPAKDALEM DI MASA PANDEMI COVID 19. *Mafaza : Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 69–82. <https://doi.org/10.32665/mafaza.v2i1.437>
- Amin, N.-, Hussain, A., Alamzeb, S., & Begum, S. (2013). Accumulation of heavy metals in edible parts of vegetables irrigated with waste water and their daily intake to adults and children, District Mardan, Pakistan. *Food Chemistry*, 136(3–4), 1515–1523. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.09.058>
- Anindityo, I. C. I. C., Wahyuningsih, N. E., & i Darundiati, Y. H. (2021). Risiko kesehatan Pb dan Hg pada sayuran di desa Kopeng Kabupaten Semarang. *Jurnal Kesehatan FK Universitas Dian Nuswantoro*, 20(1)(ISSN 1412-3746), 14–26.
- Azeh Engwa, G., Udoka Ferdinand, P., Nweke Nwalo, F., & N. Unachukwu, M. (2019). Mechanism and Health Effects of Heavy Metal Toxicity in Humans. In O. Karcioğlu & B. Arslan (Eds.), *Poisoning in the Modern World—New Tricks for an Old Dog?* IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.82511>
- Bedabati Chanu, L., & Gupta, A. (2016). Phytoremediation of lead using Ipomoea aquatica Forsk. In hydroponic solution. *Chemosphere*, 156, 407–411. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.05.001>
- Biyatmoko, D., Purniyanti, & Andi, N. (2019). KANDUNGAN NUTRISI TEPUNG DAUN KANGKUNG AIR (Ipomoea aquatic Forssk) YANG DI FERMENTASI EM-4 SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN PAKAN UNGGAS. *ZIRAA'AH*, 44(2), 251–258.
- BPOM. (2022). https://standarpangan.pom.go.id/dokumen/peraturan/202x/logam_2022.pdf
- BPS. (2023). Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Kabupaten/Kota Dan Jenis Kendaraan Di D.I. Yogyakarta (Unit), 2021–2023 - Tabel Statistik - Badan Pusat Statistik Provinsi Di Yogyakarta. <https://yogyakarta.bps.go.id/id/statistics-table/1/MTg0IzE=/jumlah-kendaraan-bermotor-menurut-kabupaten-kota-dan-jenis-kendaraan-di-d-i--yogyakarta--unit---20212023.html>
- BPS. (2024). Proyeksi Jumlah Penduduk Menurut Kabupaten/Kota Di D.I. Yogyakarta -

- Tabel Statistik - Badan Pusat Statistik Provinsi Di Yogyakarta.
<https://yogyakarta.bps.go.id/id/statistics-table/2/MTMzIzI%3D/jumlah-penduduk-menurut-kabupaten-kota-di-d-i-yogyakarta-.html>
- Campos, M. M. A., Tonuci, H., Silva, S. M., de S. Altoé, B., de Carvalho, D., Kronka, E. A. M., Pereira, A. M. S., Bertoni, B. W., de C. França, S., & Miranda, C. E. S. (2009). Determination of lead content in medicinal plants by pre-concentration flow injection analysis–flame atomic absorption spectrometry. *Phytochemical Analysis*, 20(6), 445–449. <https://doi.org/10.1002/pca.1145>
- Direktorat Gizi Departemen Kesehatan (RI). (2017). [Dataset]. https://repository.stikespersadanabire.ac.id/assets/upload/files/docs_1634523137.pdf
- Engwa, G. A., Unachukwu, M., & Nwalo, N. F. (2019). Mechanism and Health Effects of Heavy Metal Toxicity in Humans. *Poisoning in the Modern World - New Tricks for an Old Dog?* <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.82511>
- Environment Project Agency. (2016, February 25). *Lead (Pb) Air Pollution* [Collections and Lists]. <https://www.epa.gov/lead-air-pollution>
- Fahlevi, M. R., & Susanto, D. (2018). ANALYSIS OF LEAD HEAVY METAL CONCENTRATION (Pb) ON. *Natural Science*, 7.
- Fitriani Pane, H. (2020). ANALISA KANDUNGAN TIMBAL (Pb) PADA SAYURAN HIJAU YANG DIJUAL DI PASAR TRADISIONAL KAMPUNG LALANG MEDAN. *Jurnal Sains dan Laboratorium Medik*, 5(1). <https://doi.org/10.52071/jstlm.v5i1.46>
- Florea, A.-M., Taban, J., Varghese, E., Alost, B. T., Moreno, S., & Büsselberg, D. (2013). Lead (Pb²⁺) neurotoxicity: Ion-mimicry with calcium (Ca²⁺) impairs synaptic transmission. *Journal of Local and Global Health Science*, 4, 2–38. <http://dx.doi.org/10.5339/jlghs.2013.4>
- Gangibo, C. N., & Ghetoho, A. J. (2016). *Klasifikasi kangkung air*. Census of Plant Species in Toffo Forest Reserve. Version 1.2. GBIF Benin. Occurrence Dataset. <https://www.gbif.org/occurrence/1065306518>
- Guo, F., Zeng, P., Liu, J., Hu, H., Zhu, W., Wang, Y., & Cheng, H. (2024). Simultaneous preconcentration and quantification of ultra-trace tin and lead species in seawater by online SPE coupled with HPLC-ICP-MS. *Analytica Chimica Acta*, 1294, 342294. <https://doi.org/10.1016/j.aca.2024.342294>
- Gustina, D. (2012). *PENCEMARAN LOGAM BERAT TIMBAL (PB) DI UDARA DAN UPAYA PENGHAPUSAN BENSIN BERTIMBAL*.
- Hapsari, J. E., Amri, C., & Suyanto, A. (2018). Efektivitas Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) sebagai Fitoremediasi dalam Menurunkan Kadar Timbal (Pb) Air Limbah Batik. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 9(4), Article 4. <https://doi.org/10.29238/sanitasi.v9i4.770>
- Hsu, P.-C., & Guo, Y. L. (2002). Antioxidant nutrients and lead toxicity. *Toxicology*, 33–34.
- IQAir*. (2023). Kualitas Udara Di Indonesia. https://www.iqair.com/id/indonesia?srsId=AfmBOoqAU715OLOPEuwfBzQ-eMovkhUVdEbJVkxBG5hQ_OUh8qbR6nl4

- Kementrian Lingkungan Hidup. (2020). PORTAL DIREKTORAT PENGENDALIAN PENCEMARAN UDARA DITJEN PPKL KLHK. <https://ditppu.menlhk.go.id/portal/read/indeks-standar-pencemar-udara-ispu-sebagai-informasi-mutu-udara-ambien-di-indonesia>
- Kumar, A., Kumar, A., M M S, C.-P., Chaturvedi, A. K., Shabnam, A. A., Subrahmanyam, G., Mondal, R., Gupta, D. K., Malyan, S. K., S Kumar, S., A Khan, S., & Yadav, K. K. (2020). Lead Toxicity: Health Hazards, Influence on Food Chain, and Sustainable Remediation Approaches. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(7), 2179. <https://doi.org/10.3390/ijerph17072179>
- Li, F.-L., Liu, C.-Q., Yang, Y.-G., Bi, X.-Y., Liu, T.-Z., & Zhao, Z.-Q. (2012). Natural and anthropogenic lead in soils and vegetables around Guiyang city, southwest China: A Pb isotopic approach. *Science of The Total Environment*, 431, 339–347. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.05.040>
- Lidsky, T. I., & Schneider, J. S. (2003). Lead neurotoxicity in children: Basic mechanisms and clinical correlates. *Brain*, 126, 5–19. <https://doi.org/10.1093/brain/awg014>
- Liu, Q., Gao, X., Liu, Z., Gai, L., Yue, Y., & Ma, H. (2023). Sensitive and Selective Electrochemical Detection of Lead(II) Based on Waste-Biomass-Derived Carbon Quantum Dots@Zeolitic Imidazolate Framework-8. *Materials*, 16(9), 3378. <https://doi.org/10.3390/ma16093378>
- Liu, X., Song, Q., Tang, Y., Li, W., Xu, J., Wu, J., Wang, F., & Brookes, P. C. (2013). Human health risk assessment of heavy metals in soil–vegetable system: A multi-medium analysis. *Science of The Total Environment*, 463–464, 530–540. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2013.06.064>
- Meirindany, T., & Dalimunthe, K. T. (2023). Analysis of environmental health risk of lead (Pb) pollution in marine products circulating at Sambu market Medan. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 6, 1919–1926. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v6i4.279>
- Nabiha, P. I., & Wulandari, R. A. (2020). HEALTH RISK ANALYSIS OF LEAD LEVELS (Pb) IN GREEN LEAFY VEGETABLES FROM TRADITIONAL MARKETS AND SUPERMARKET IN SEMARANG CITY: A PRELIMINARY STUDY. *Jurnal Riset Kesehatan*, 9(1), 65–71. <https://doi.org/10.31983/jrk.v9i1.5736>
- Nabulo, G., Oryem-Origa, H., & Diamond, M. (2006). Assessment of lead, cadmium, and zinc contamination of roadside soils, surface films, and vegetables in Kampala City, Uganda. *Environmental Research*, 101(1), 42–52. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2005.12.016>
- Olivares, E. (2003). The effect of lead on the phytochemistry of *Tithonia diversifolia* exposed to roadside automotive pollution or grown in pots of Pb-supplemented soil. *Brazilian Journal of Plant Physiology*, 15(3), 149–158. <https://doi.org/10.1590/S1677-04202003000300004>
- Putri, N. S. E., Nugraha, P. E. P., & Rahmawati, I. (2024). Struktur Morfologi Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*) Asal Area Kediri Raya. *eminar Nasional Sains, Kesehatan, dan Pembelajaran*, 201–205.
- Quintanilla-Vega, B., Hoover, D. J., Bal, W., Silbergeld, E. K., Waalkes, M. P., & Anderson,

- L. D. (2000). Lead Interaction with Human Protamine (HP2) as a Mechanism of Male Reproductive Toxicity. *Chemical Research in Toxicology*, 13(7), 594–600. <https://doi.org/10.1021/tx000017v>
- Rachmadian, F., & Utomo, S. W. arno. (2021). Analisis Risiko Kesehatan Pajanan Timbal dalam Kangkung Air pada Petani Kangkung di Kelurahan Sukapura Jakarta Utara Tahun 2019. *Jurnal Nasional Kesehatan Lingkungan Global*, 2(3). <https://doi.org/10.7454/jnklg.v2i3.1006>
- Sanra, Y., bali, S., & Hanifah, T. A. (2015). ANALISIS KANDUNGAN LOGAM TIMBAL PADA TANAMAN TOMAT (*Solanum lycopersicum* L.) YANG DITANAM DI PINGGIR JALAN RAYA KECAMATAN AUR BIRUGO TIGO BALEH BUKITTINGGI. *JOM FMIPA*, 2(1), 136–144.
- Sengar, R. S., Gautam, M., Sengar, R. S., Sengar, R. S., Garg, S. K., Sengar, K., & Chaudhary, R. (2008). Lead Stress Effects on Physiobiochemical Activities of Higher Plants. In D. M. Whitacre (Ed.), *Reviews of Environmental Contamination and Toxicology Vol 196* (Vol. 196, pp. 73–93). Springer US. https://doi.org/10.1007/978-0-387-78444-1_3
- Seregeg, I. G., & Saeni, M. S. (1995). Efektivitas Bioremediasi Lima Jenis Tanaman Terhadap Kandungan Logam Berat (Cr²⁺ dan Pb²⁺) dalam air. *Media Litbangkes*, 5(4), 18–22.
- Sharma, R. K., Agrawal, M., & Marshall, F. M. (2008). Heavy metal (Cu, Zn, Cd and Pb) contamination of vegetables in urban India: A case study in Varanasi. *Environmental Pollution*, 154(2), 254–263. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2007.10.010>
- Sulaiman, F. R., & Hamzah, H. A. (2018). Heavy metals accumulation in suburban roadside plants of a tropical area (Jengka, Malaysia). *Ecological Processes*, 7(1), 28. <https://doi.org/10.1186/s13717-018-0139-3>
- Suratman, S., Priyanto, D., & Setyawan, A. D. (2000). Variance Analysis of Genus *Ipomoea* based on Morphological Characters. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 1(2). <https://doi.org/10.13057/biodiv/d010206>
- Triani, i G. A. L., Gumam, I. B. W., & Arnata, I. W. (2012). Identifikasi dan pengurangan kandungan Pb dan Cd pada kangkung. *Penelitian Masalah Lingkungan Di Indonesia*.
- Utami;, H. I. S. (2009). *Bertanam kangkung raksasa di pekarangan* (Yogyakarta). Kanisius. [//perpus-pertanian.kemdikbud.go.id/%2Findex.php%3Fp%3Dshow_detail%26id%3D472%26keywords%3D](https://perpus-pertanian.kemdikbud.go.id/%2Findex.php%3Fp%3Dshow_detail%26id%3D472%26keywords%3D)
- Vigeh, M., Saito, H., & Sawada, S. (2011). Lead Exposure in Female Workers Who are Pregnant or of Childbearing Age. *Industrial Health*.
- Wani, A. L., Ara, A., & Usmani, J. A. (2015). Lead toxicity. *Toxicology*, 8(2), 55–60. <https://doi.org/10.1515/intox-2015-0009>
- WHO. (2017). *Guidelines for drinking-water quality, 4th edition, incorporating the 1st addendum* [Dataset]. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>
- Widowati, H. (2012). PENGARUH LOGAM BERAT Cd, Pb TERHADAP PERUBAHAN WARNA BATANG DAN DAUN SAYURAN. *el-Hayah*, 1(4). <https://doi.org/10.18860/elha.v1i4.1786>

- Zhang, X., Huang, X., Xu, Y., Wang, X., Guo, Z., Huang, X., Li, Z., Shi, J., & Zou, X. (2020). Single-step electrochemical sensing of ppt-level lead in leaf vegetables based on peroxidase-mimicking metal-organic framework. *Biosensors and Bioelectronics*, 168, 112544. <https://doi.org/10.1016/j.bios.2020.112544>
- Zhang, Y., Hou, D., O'Connor, D., Shen, Z., Shi, P., Ok, Y. S., Tsang, D. C. W., Wen, Y., & Luo, M. (2019). Lead contamination in Chinese surface soils: Source identification, spatial-temporal distribution and associated health risks. *Critical Reviews in Environmental Science and Technology*, 49(15), 1386–1423. <https://doi.org/10.1080/10643389.2019.1571354>
- Zhu, C., Tang, Z., Li, Q., Zhou, R., Lv, J., Zhang, W., Zhan, K., Li, X., & Zeng, X. (2020). Lead of detection in rhododendron leaves using laser-induced breakdown spectroscopy assisted by laser-induced fluorescence. *Science of The Total Environment*, 738, 139402. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139402>

