

Analisis Logam Berat (As dan Fe) Beras Putih Dan Merah di Kaliwungu Kudus

Kadar Ismah*¹, Rakhmi Hidayati², Yanulia Handayani³,
Cindy lia Sasty⁴

^{1,2,3}Institut Teknologi Kesehatan Cendekia Utama Kudus/Farmasi
e-mail: *¹kadarismah@gmail.com,

Article Info

Article history:

Submission Desember 2025

Review Desember 2025

Accepted Januari 2026

ABSTRAK

Latar Belakang: Logam berat merupakan unsur kimia yang memiliki massa jenis tinggi dan bersifat toksik, bahkan dalam konsentrasi rendah. Paparan logam berat dapat terjadi melalui makanan, air, dan udara, dengan gejala yang bervariasi mulai dari gangguan saraf hingga kerusakan organ. Beras sebagai makanan pokok utama masyarakat Indonesia menjadi salah satu jalur potensial paparan logam berat. Identifikasi kandungan logam berat dalam beras sangat penting untuk menilai risiko toksisitas dan Penelitian ini menekankan analisis kandungan logam berat As dan Fe pada beras putih dan merah dengan kombinasi uji Marsh dan SSA.

Metode : Penelitian ini meliputi uji kualitatif (organoleptik, pH, dan Marsh) serta kuantitatif menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Sampel yang diuji berjumlah 6, terdiri dari 3 beras putih (BPA, BPB, BPC) dan 3 beras merah (BMA, BMB, BMC).

Hasil : Hasil penelitian menunjukkan uji organoleptik menunjukkan semua sampel memiliki ciri fisik khas beras yang baik. Hasil uji Marsh menunjukkan indikasi keberadaan arsen, dan nilai pH berada dalam rentang netral. Hasil SSA menunjukkan kadar arsenik (As) terendah pada sampel BPA, BPB, BPC, dan BMA yaitu <0,0036 mg/kg, sementara BMB sebesar 0,0312 mg/kg dan BMC sebesar 0,0072 mg/kg, yang seluruhnya masih di bawah batas maksimum dari BPOM dan BSN yaitu 0,3 mg/kg. Sementara itu, kadar besi (Fe) pada sampel BPA sebesar 10,8141 mg/kg, BPB 2,3596 mg/kg, BPC 3,6394 mg/kg, BMA 11,2796 mg/kg, BMB 2,7502 mg/kg, dan BMC 9,6900 mg/kg. Seluruh nilai kadar besi melebihi batas maksimum cemaran menurut BSN, yaitu 1 mg/kg.

*Simpulan : Dapat disimpulkan bahwa kadar arsen seluruh sampel masih berada di bawah batas maksimum dan besi tertinggi ditemukan pada sampel beras merah (*Oryza rufipogon*) dengan kode BMA yaitu 11,2796 mg/kg.*

Kata kunci: Arsenik, Besi, Spektrofotometri Serapan Atom, Beras merah dan putih kaliwungu

Ucapan terima kasih:

ABSTRACT

Background: Heavy metals are chemical elements that have high density and are toxic, even in low concentrations. Exposure to heavy metals can occur through food, water, and air, with symptoms ranging from nervous disorders to organ damage. Rice as the main staple food of the Indonesian people is one of the potential routes of heavy metal exposure. Identification of heavy metal content in rice is very important to assess the risk of toxicity and ensure food safety.

Methods: This study includes qualitative tests (organoleptic, pH, and Marsh) and quantitative using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS). The samples tested were 6, consisting of 3 white rice (BPA, BPB, BPC) and 3 red rice (BMA, BMB, BMC).

Results: The results of the study showed that organoleptic tests showed that all

samples had the physical characteristics of good rice. The Marsh test results indicated the presence of arsenic, and the pH value was in the neutral range. The SSA results showed the lowest arsenic (As) levels in the BPA, BPB, BPC, and BMA samples, which were <0.0036 mg/kg, while BMB was 0.0312 mg/kg and BMC was 0.0072 mg/kg, all of which were still below the maximum limit of BPOM and BSN, which was 0.3 mg/kg. Meanwhile, the iron (Fe) levels in the BPA samples were 10.8141 mg/kg, BPB 2.3596 mg/kg, BPC 3.6394 mg/kg, BMA 11.2796 mg/kg, BMB 2.7502 mg/kg, and BMC 9.6900 mg/kg. All iron levels exceeded the maximum contamination limit according to BSN, which was 1 mg/kg.

Conclusion: It can be concluded that the arsenic levels of all samples are still below the maximum limit and the highest iron was found in the red rice sample (Oryza rufipogon) with the BMA code of 11.2796 mg/kg.

Keywords: Heavy Metals, Red Rice, White Rice.

DOI

©2020 Politeknik Harapan Bersama Tegal

Alamat korespondensi:
Prodi DIII Farmasi Politeknik Harapan Bersama Tegal
Gedung A Lt.3. Kampus 1
Jl. Mataram No.09 Kota Tegal, Kodepos 52122
Telp. (0283) 352000
E-mail: parapemikir_poltek@yahoo.com

p-ISSN: 2089-5313
e-ISSN: 2549-5062

A. Pendahuluan

Manusia terpapar logam berat melalui berbagai cara seperti menghirup udara yang terkontaminasi, mengonsumsi air dan makanan yang tercemar, paparan kerja, serta kontak langsung melalui kulit. Beberapa logam berat menimbulkan efek kesehatan yang merugikan bahkan pada kadar rendah.[1]. Logam berat Cd, Cu, Fe, Mn, Ni, Pb, dan Zn secara alami terdapat di dalam tanah melalui pelapukan batuan dan letusan gunung berapi, tetapi konsentrasinya dapat meningkat secara lokal sebagai akibat dari aktivitas antropogenik di dekatnya seperti pertambangan, ekstraksi sumber daya, emisi industri dan kendaraan bermotor, dll. [2].

Cemaran logam yang ada dalam pangan yang keberadaannya tidak diinginkan seperti cemaran logam berat yaitu timbal (Pb), kadmium (Cd) dan logam besi (Fe). Cemaran Pb, Cd dan Fe bisa terjadi melalui pencemaran udara yaitu dari asap kendaraan, asap industri, asap rokok yang menyebabkan logam tersebut dapat menempel di daun, batang, akar, tanah dan terpapar saat tempat tumbuhnya, selama proses seperti pencucian, pengeringan, pengemasan, transportasi dan distribusi dan air [3]. Cemaran logam pada umumnya bersumber dari air, tanah dan udara. Logam berat Pb, Cd, As, dan Hg memiliki dampak merugikan bagi kehidupan, bahkan dalam konsentrasi yang sangat rendah. Gejala yang mungkin muncul termasuk mual, hipertensi, mudah marah, muntah, nyeri perut, dan sakit kepala [4].

Arsenik (As) adalah metaloid yang secara alami terdapat di berbagai tempat, termasuk tanah, air, makanan, dan lingkungan. Paparan arsenik kepada manusia dapat terjadi melalui berbagai sumber, seperti air tanah yang terkontaminasi dan aktivitas manusia lainnya, yang menjadi perhatian global yang signifikan [5]. Besi (Fe) adalah logam berat yang esensial, di mana keberadaannya dalam jumlah yang tepat sangat diperlukan oleh organisme hidup, sementara jika terkandung dalam jumlah yang berlebihan, besi dapat menimbulkan efek beracun [6].

Beras merah memiliki lebih banyak nutrisi dan manfaat kesehatan dibandingkan beras putih. Kandungan serat dalam beras merah tidak mudah dicerna oleh tubuh, sehingga tidak memengaruhi kadar gula darah dan membantu mencegah lonjakan kenaikan

glukosa [7]. Beras putih mengandung sedikit aleuron, dengan kadar amilosa biasanya sekitar 20% [8].

Pada penelitian sanggam tahun 2021, tentang kandungan logam berat arsen pada beras putih, coklat, merah dan hitam dan hasil tanaknya menunjukkan hasil kurang dari 0,3 mg/kg sesuai dengan aturan WHO, beras yang ditanak menunjukkan penurunan kadar logam berat arsen [9].

Pada penelitian regina tentang penetapan kadar logam Fe pada beras menggunakan spektrofotometri serapan atom menunjukkan tidak layak untuk dikonsumsi dikarenakan melebihi ambang batas yang diperbolehkan oleh Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 492 tahun 2010. Menurut peraturan tersebut, logam Fe yang tidak melebihi ambang batas ialah sebesar $< 0,3$ mg/kg [3].

B. Metode

Teknik pengelolaan data pada penelitian ini adalah mendiskripsikan cemaran logam berat arsen (As) dan besi (Fe) pada beras putih (*Oryza Sativa*) dan beras merah (*Oryza Rufipogon*). Dengan memastikan konsentrasi kandungan logam berat pada beras putih (*Oryza Sativa*) dan beras merah (*Oryza Rufipogon*) yang ada di pasar Kaliwungu Kudus dengan larutan baku arsen (As) dan besi (Fe) menggunakan uji organoleptik, uji pH, uji Marsh dan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA).

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan analitik, batang pengaduk, beaker glass, pipet tetes, tabung reaksi, mesin blender, labu ukur, oven, ayakan no.40, pH meter digital, kertas saring, bunsen, penjepit kayu dan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) Shimadzu AA-7800.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah beras putih, beras merah, aqua demineralisata, larutan baku arsen dan besi, serbuk zink, asam sulfat (H_2SO_4), HNO_3 (sebagai pengoksidasi) dan air deionisasi (aquadest).

Sampel dalam penelitian ini diperoleh dari beras putih (*Oryza Sativa*) dan beras merah (*Oryza Rufipogon*) berada di Kaliwungu Kudus. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah total sampling. Dua sampel beras diambil, yaitu 3 sampel beras putih (*Oryza Sativa*) dan 3 sampel beras merah (*Oryza Rufipogon*) di pasar daerah

Kaliwungu Kudus, untuk diuji kandungan logam berat Arsen (As) dan besi (Fe). Sebelum melakukan uji, kedua jenis sampel menjalani prosedur persiapan, yang meliputi pencucian dengan air mengalir (tiga kali) dan kemudian dengan aquadest (dua kali pencucian). Sampel kemudian dikeringkan di udara semalam, dengan pengeringan dalam oven pada suhu 65 °C selama dua hingga tiga jam. Setelah itu, sampel dihaluskan menggunakan mortir. Sampel disaring menggunakan ayakan berukuran 428 µm. Timbang sampel menggunakan neraca analitik secara akurat sebanyak 10 gram, pindahkan ke gelas kimia 50 mL untuk pemeriksaan lebih lanjut. Tambahkan 30 mL asam nitrat (sebagai pengoksidasi) ke dalam beakerglass, aduk hingga tercampur rata dan rendam selama 4 hari. Larutan yang dihasilkan kemudian dipanaskan di atas pemanas *waterbath* hingga larutan menjadi transparan. Kemudian didinginkan, larutan disaring pada suhu ruang menggunakan kertas saring dengan ukuran pori 0,45 mikrometer (*Whatman* 41). Filtrat dan tambahkan 25 mL air deionisasi (air yang telah melalui proses penghilangan ion-ion mineral dan kontaminan) [10].

Uji Organoleptik sampel dilakukan pengamatan secara visual, yaitu pemeriksaan terhadap bentuk, warna, bau dan rasa.

Uji Marsh Timbang sampel sebanyak 2ml, tambahkan dengan 1 ml H₂SO₄ pekat ke dalam tabung reaksi dan aduk hingga tercampur. Tambahkan 1 gr serbuk zink ke dalam campuran sampel beras untuk menghasilkan gas hidrogen. Gas hidrogen akan bereaksi dengan arsenik membentuk arsina (AsH₃), yang kemudian dibakar dengan menggunakan bunsen. Pembakaran menghasilkan endapan arsenik metalik pada tabung reaksi. Jika endapan terbentuk, menunjukkan bahwa sampel beras mengandung arsenik.

Instrumentasi pH Timbang beras yang telah dihaluskan sebanyak 5 gram menggunakan timbangan analitik, masukkan ke dalam gelas kimia 50ml. Untuk membuat larutan standar, 5 gram beras dicampurkan dengan 10 ml aquadest dan diaduk ad homogen. pH meter digital dimasukkan ke dalam larutan, kemudian nilai yang stabil tercatat. Setelah penggunaan, pH meter

dibilas dengan aquadest. Hasil dengan nilai pH 7 (netral) [10].

Penetapan Kadar As dan Fe Pada Beras Buka gas, kompresor, ducting, main unit, dan komputer. Jalankan program SSA, pilih "yes" untuk mengganti lampu katoda dan masukkan nomor lampu baru, atau pilih "no" jika tidak mengganti. Pada program SAS 3.0, pilih unsur yang dianalisis dan atur parameter seperti fuel flow, konsentrasi, dan standard list, lalu klik OK dan tunggu proses pemanasan selesai. Setelah itu, nyalakan pembakar dan lampu, lalu pilih "measure sample" untuk mengukur logam. Masukkan blanko dan standar 1 µg/ml untuk mendapatkan kurva standar, kemudian masukkan sampel untuk pengukuran. Setelah selesai, cetak data melalui ikon print atau menu file.

C. Hasil dan Pembahasan

Uji Organoleptik yang diamati secara visual meliputi warna, rasa, bentuk dan bau. Hasil pengamatan dari 6 sampel beras mempunyai ciri khas masing-masing

Tabel 1. Hasil uji organoleptik

Sampel	Warna	Bau	Rasa	Bentuk
BPA	Putih	Wangi khas beras	Sedikit manis	Butiran utuh
BPB	Putih	Wangi khas beras	Sedikit manis	Butiran utuh
BPC	Putih	Wangi khas beras	Sedikit manis	Butiran utuh
BMA	Merah tua	Wangi khas beras	Hambar	Butiran utuh
BMB	Merah tua	Wangi khas beras	Hambar	Butiran utuh
BMC	Merah tua	Wangi khas beras	Hambar	Butiran utuh

Berdasarkan hasil uji organoleptik beras putih (*Oryza Sativa*) dengan kode sampel BPA, BPB, dan BPC mempunyai warna yang sama yaitu berwarna putih. Sedangkan pada beras merah (*Oryza Rufipogon*) dengan kode sampel BMA, BMB, dan BMC juga mempunyai warna yang sama yaitu berwarna merah tua. Perbedaan warna ini disebabkan oleh adanya pigmen alami seperti antosianin pada beras merah, yang memberikan warna merah pada lapisan kulit ari dan endosperm beras tersebut [11].

Bau merupakan faktor yang berperan penting dalam uji organoleptik suatu produk

yang melibatkan indera penciuman, bau sangat memengaruhi bagaimana konsumen menilai suatu produk. Kode sampel BPA, BPB, dan BPC mempunyai rasa yang sama yaitu netral sedikit manis. Sedangkan pada beras merah (*Oryza Rufipogon*) dengan kode sampel BMA, BMB, dan BMC juga mempunyai rasa yang sama yaitu hambar.

Berdasarkan hasil uji organoleptik sampel BPA, BPB, BPC, BMA, BMB, dan BMC mempunyai bentuk yang sama yaitu butiran utuh. Diameter rata-rata butir beras adalah 2,6 m, ukuran berpengaruh terhadap proses sortasi, pengemasan, serta pengolahan pasca panen. Ukuran diameter beras digunakan untuk klasifikasi jenis dan perhitungan sifat fisik seperti volume, luas permukaan, dan massa jenis.

Uji pH. untuk mengukur derajat keasaman (pH) suatu larutan atau cairan berdasarkan konsentrasi ion hidrogen (H⁺) dalam larutan menggunakan alat pH meter

Tabel 2. Hasil uji pH

Sampel	Pembacaan pH meter (nilai netral pH = 7)	Sifat larutan
BPA	6.98	Asam lemah
BPB	6.92	Asam lemah
BPC	7.05	Netral
BMA	6.95	Asam lemah
BMB	7.03	Netral
BMC	6.83	Asam lemah

Hasil pengukuran pH sampel beras menunjukkan pH rata-rata 6,9, yang menunjukkan bahwa kondisi sampel berada di sekitar nilai netral. pH beras biasanya antara 6,0 hingga 7,0, tergantung pada jenis beras, kadar air, dan proses penyimpanan,

sehingga beras dengan pH 6,9 dianggap aman [10].

Uji Marsh dilakukan untuk mendeteksi keberadaan arsen dalam suatu sampel melalui reaksi kimia yang menghasilkan gas arsina (AsH₃) [12].

Tabel 3. Hasil uji marsh

Sampel	Kondisi Awal Sampel	Terbentuk Gas Arsenik (AsH ₃)	Hasil Uji Abu mengkilap	Keterangan
BPA	Jernih, warna kuning muda	(+)	(+)	Mengandung arsenik
BPB	Jernih, warna	(+)	(+)	Mengandung arsenik

BPC	kuning muda Jernih, warna kuning muda	(+)	(+)	Mengandung arsenik
BMA	Jernih, warna kuning muda	(+)	(+)	Mengandung arsenik
BMB	Jernih, warna kuning	(+)	(+)	Mengandung arsenik
BMC	Jernih, warna kuning	(+)	(+)	Mengandung arsenik

Berdasarkan hasil Uji Marsh sampel BPA, BPB, BPC, BMA, BMB, dan BMC memiliki hasil akhir yang sama yaitu terdapat endapan metalik berwarna abu-abu mengkilap pada dinding tabung reaksi. Endapan tersebut merupakan indikasi khas terbentuknya arsena (As), sehingga semua sampel dapat dinyatakan positif mengandung arsen.

Berdasarkan peraturan kepala BPOM 2018, tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan olahan, kadar maksimum arsen anorganik dalam beras ditetapkan sebesar 0,3 mg/kg [13].

Hasil uji kadar arsen (As) dan besi (Fe) menggunakan spektrofotometri serapan atom sampel BPA, BPB, BPC, dan BMA memiliki nilai konsentrasi arsen yang sama yaitu < 0, 0036 mg/kg. Sedangkan pada BMB memiliki konsentrasi 0,0312 mg/kg dan BMC memiliki nilai konsentrasi 0,0072 mg/kg. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar arsen dalam beras yang beredar di daerah Kaliwungu Kudus tidak melebihi kadar arsen yang ditetapkan oleh BPOM (2018) dan BSN (2009), yaitu 0,3 mg/kg.

Tabel 4. Hasil uji spektrofotometri serapan atom

Sampel	Satuan	As	Fe
BPA	mg/kg	< 0, 0036	10,8141
BPB	mg/kg	< 0, 0036	2,3596
BPC	mg/kg	< 0, 0036	3,6394
BMA	mg/kg	< 0, 0036	11,2796
BMB	mg/kg	0,0312	2,7502
BMC	mg/kg	0,0072	9,6900

Arsen alami berasal dari pelapukan batuan dan mineral yang mengandung senyawa arsen dan dapat mencemari tanah serta air tanah. Sementara itu, arsen sintetis dihasilkan dalam

berbagai proses industri, seperti produksi pestisida, pengawet kayu, dan bahan semikonduktor. Bentuk senyawa arsen anorganik seperti arsenit (As^{3+}) dan arsenat (As^{5+}), bersifat beracun (toksik) [12].

Hasil analisis kadar logam berat besi (Fe) pada beberapa sampel beras menunjukkan variasi nilai konsentrasi yang cukup signifikan. Berdasarkan data yang diperoleh, kadar Fe pada sampel beras putih dan beras merah berkisar antara 2,3596 mg/kg hingga 11,2796 mg/kg. Sampel dengan nilai tertinggi ditemukan pada sampel BMA dengan konsentrasi 11,2796 mg/kg, sedangkan nilai terendah terdapat pada sampel BPB dengan konsentrasi 2,3596 mg/kg. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar besi dalam beras yang beredar di daerah Kaliwungu Kudus melebihi batas maksimum cemaran logam berat besi (Fe) yang ditetapkan oleh BSN (2009), yaitu 1 mg/kg.

Pencemaran Fe diduga berasal dari limbah yang mencemari air irigasi, sehingga logam tersebut terakumulasi pada tanaman padi. Kadar besi (Fe) tinggi dalam beras dapat disebabkan oleh kandungan alami tanah, penggunaan pupuk atau pestisida berbahan logam, serta kontaminasi dari peralatan logam selama pengolahan dan penyimpanan. Besi (Fe) merupakan unsur mikro esensial bagi tanaman padi, besi dalam jumlah kecil berperan sebagai bagian dari hemoglobin untuk mengangkut oksigen ke seluruh tubuh [14].

Penyerapan besi pada manusia berkisar antara 5% hingga 15%, tergantung pada bentuk besi heme (hewani) atau non-heme (sayuran dan beras), status zat besi individu, dan interaksi dengan zat gizi lain [15]. Manusia normal menyerap 10% zat besi dalam makanan, kelebihan zat besi tidak dapat dikeluarkan secara alami oleh tubuh, sehingga membahayakan organ-organ penting [16].

Meskipun besi esensial bagi tanaman padi dan tubuh manusia, kelebihan zat besi dapat menyebabkan keracunan. Paparan berlebihan dapat menyebabkan gejala seperti muntah, kerusakan usus, penuaan dini, hingga kematian mendadak. Akumulasi Fe dalam tubuh dapat merusak organ vital seperti hati, ginjal, dan sistem saraf pusat, serta meningkatkan risiko gangguan kardiovaskular dan kanker [17].

D. Simpulan

Kadar arsen (As) pada sampel BPA, BPB, BPC dan BMA memiliki hasil akhir sama yaitu $< 0,0036$ mg/kg, BMB 0,0312 mg/kg dan BMC 0,0072 mg/kg. Kadar arsen (As) dari beras yang beredar di daerah Kaliwungu Kudus berada di bawah batas maksimum arsen menurut BPOM dan BSN yaitu 0,3 mg/kg. Sedangkan kadar besi (Fe) memiliki hasil pada sampel BPA ; 10,8141, BPB ; 2,3596, BPC ; 3,6394, BMA ; 11,2796, BMB ; 2,7502, dan BMC ; 9,6900 mg/kg, kadar besi (Fe) dari beras yang beredar di daerah Kaliwungu Kudus melebihi batas maksimum cemaran Fe yang ditetapkan BSN, yaitu 1 mg/kg.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar arsen seluruh sampel masih berada di bawah batas maksimum dan besi tertinggi ditemukan pada sampel beras merah (*Oryza rufipogon*) dengan kode BMA yaitu 11,2796 mg/kg.

Pustaka

- [1] F. O. Ohiagu, P. Chidoka, and C. C. Ahaneku, "Human exposure to heavy metals: toxicity mechanisms and health implications," 2022, doi: 10.15406/mseij.2022.06.00183.
- [2] N. Zeeshan *et al.*, "Trace Metals in Rice Grains and Their Associated Health Risks from Conventional and Non-Conventional Rice Growing Areas in Punjab-Pakistan," 2023.
- [3] R. C. Ramadani *et al.*, "PENETAPAN KADAR LOGAM Fe PADA BERAS MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM," vol. 2, no. 02, pp. 139–147, 2024.
- [4] A. Riaz, S. Khan, S. Muhammad, C. Liu, M. T. Shah, and M. Tariq, "Mercury contamination in selected foodstuffs and potential health risk assessment along the artisanal gold mining," *Environ. Geochem. Health*, 2017, doi: 10.1007/s10653-017-0007-6.
- [5] J. Olabode and J. Abiodun, "Journal of Hazardous Materials Advances Arsenic as an environmental and human health antagonist: A review of its toxicity and disease initiation," *J. Hazard. Mater. Adv.*, vol. 5, no. December 2021, p. 100052, 2022, doi: 10.1016/j.hazadv.2022.100052.

- [6] E. Supriyantini, “Kandungan Logam Berat Besi (Fe) Pada Air , Sedimen , Dan Kerang Hijau (Perna viridis) Di Perairan Tanjung Emas Semarang,” vol. 18, no. 1, pp. 38–45, 2015.
- [7] J. Q. Demmalewa, D. B. Dhesa, T. Dharmawati, and E. Abadi, “Jurnal gizi ilmiah,” vol. 10, 2023.
- [8] V. M. EDI HERNAWAN^{1, 2}, “ANALISIS KARAKTERISTIK FISIKOKIMIA BERAS PUTIH, BERAS L . indica),” vol. 15, 2016.
- [9] S. Dera and R. Tampubolon, “Analisis Arsen Pada Berbagai Macam Beras Putih Dan Hasil Tanakannya Secara Spektrofotometri Serapan Atom,” vol. 1, no. April, pp. 56–62, 2021.
- [10] N. E. Wahyuningsih, H. Setiawan, P. I. Nabiha, M. I. Kartasurya, and M. Azam, “Heavy Metals Contamination of Local and Imported Rice in Semarang , Central Java , Indonesia,” vol. 24, no. 7, pp. 49–60, 2023.
- [11] R. Fitriana, “Penetapan Kadar Antosianin Dan Formulasi Sediaan Blush On Compact Powder Ekstrak Beras Merah (Oryza Rufipogon Griff .),” vol. 1, no. 4, 2023.
- [12] S. J. S. Flora, and *Exposure*. 2015. doi: 10.1016/B978-0-12-418688-0.00001-0.
- [13] K. Badan, P. Obat, and D. A. N. Makanan, “Badan pengawas obat dan makanan republik indonesia,” 2018.
- [14] Z. A. Z. La Ode Akbar Rasydy^{1*}, Diana Sylvia¹, “ANALISIS LOGAM BERAT PADA BERAS (Oriza sativa L.) YANG DITANAM DI DAERAH INDUSTRI KARET MEKAR JAYA,” vol. VIII, no. 1, pp. 66–74, 2021.
- [15] T. Frederick and M. Reynaldo, “Summary and Recommendations,” *J. Nutr.*, vol. 132, no. 4, pp. 875S-879S, 2002, doi: 10.1093/jn/132.4.875S.
- [16] R. Chaturvedi, S. Banerjee, and P. Chattopadhyay, “Ecotoxicology and Environmental Safety High iron accumulation in hair and nail of people living in iron affected areas of Assam , India,” *Ecotoxicol. Environ. Saf.*, vol. 110, pp. 216–220, 2014, doi: 10.1016/j.ecoenv.2014.08.028.
- [17] I. G. A. N. D. I Wayan Getas¹, Iswari Pauzi¹, “ANALISIS KADAR KALSIUM (Ca) DAN BESI (Fe) PADA AIR MINUM ISI ULANG (AMIU) YANG

BERSUMBER DARI SUMUR GALI DI KOTA MATARAM”.