

Original Research Paper

Upaya Peningkatan Pemahaman Tentang Model Akumulasi Logam Berat Hg Dalam Tubuh Makhluk Hidup Pada Siswa Mts Yasim Nata Kabupaten Bima Melalui Pelatihan

Khairuddin^{1*}, M. Yamin², Kusmiyati³, Syamsul Bahri⁴ dan Rubiyatna Sakaroni⁵

^{1,2,3,4,5} Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Mataram

DOI: <https://doi.org/10.29303/jpmi.v8i4.13659>

Sitasi: Khairudin, Yamin, M., Kusmiyati., Bahri, S., Sakaroni, R. (2025). Upaya Peningkatan Pemahaman Tentang Model Akumulasi Logam Berat Hg Dalam Tubuh Makhluk Hidup Pada Siswa Mts Yasim Nata Kabupaten Bima Melalui Pelatihan. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, (4)

Article history

Received: 20 Oktober 2025

Revised: 10 November 2025

Accepted: 30 November 2025

*Corresponding Author:
Khairuddin, Program Studi
Pendidikan Biologi,
Universitas Mataram, Kota
Mataram, Indonesia;
Email:
khairuddin.fkip@unram.ac.id

Abstract: Akumulasi logam berat seperti Hg yang terjadi pada organisme merupakan pengetahuan yang penting untuk dipahami oleh siswa di semua jenjang jenjang pendidikan termasuk murid-murid Madrasah Tsanawiah Yasim Nata Kabupaten Bima. Pelatihan dalam pengabdian kepada masyarakat ini berhubungan dengan permasalahan yang dirasakan oleh mitra yaitu tentang bagaimana cara yang harus dilaksanakan untuk meningkatkan pemahaman siswa terhadap konsep akumulasi Hg dan bagaimana bentuk keterampilan awal yang diperlukan siswa MTs Yasim Nata Kabupaten Bima agar model tentang akumulasi logam Hg didalam tubuh makhluk hidup dapat dimengerti dengan baik. Kegiatan pelatihan ini bertujuan yaitu meningkatkan taraf pemahaman dan keterampilan siswa terhadap model akumulasi Hg siswa dan serta cara mengatasi bahaya yang ditimbulkannya. Secara umum kegiatan ini mampu meningkatkan pengetahuan siswa yang menjadi peserta dalam pelatihan ini terhadap model akumulasi Hg dan juga meningkatkan keterampilan peserta mengatasi bahaya Hg. Sebagai kesimpulan yang diperoleh pada pelatihan ini adalah adanya peningkatan taraf penguasaan pengetahuan dan tingkat keterampilan tentang akumulasi Hg didalam tubuh makhluk hidup, terutama didalam tubuh manusia pada siswa MTs Yasim Nata Kabupaten Bima sehingga pada akhirnya bisa mengerti dengan baik tentang model penumpukan logam berat Air Raksa (Hg) didalam jasad hidup dalam rutinitas kehidupannya.

Keywords: Akumulasi, Air Raksa (Hg), dan makhluk hidup

Pendahuluan

Kegiatan intensifikasi pertanian yang diterapkan oleh hampir semua petani, dan demi merangsang pertumbuhan tanaman, maka pupuk kimia selalu digunakan. Untuk pemberantasan hama pada komoditas pertanian, petani menggunakan insektisida menimbulkan dampak negative dengan karena racun yang terkandung di dalam insektisida juga mencemari hasil panen termasuk padi, palawija dan berbagai jenis sayur-

sayuran. Logam berat yang terkandung dalam produk-produk industri juga menjadi bahan pencemar dalam lingkungan dan dapat mengalami akumulasi dalam organ tubuh makhluk hidup, baik pada tumbuhan, hewan maupun pada manusia. Penggunaan bahan yang mengandung logam berat dilakukan secara rutin oleh manusia dalam upaya meningkatkan kesejahteraan hidupnya.

Adanya paparan logam berat pada tumbuhan, hewan dan manusia menjadi hal yang tidak bisa dihindari dalam aktifitas dan rutinitas

kehidupan. Pada manusia, Hg bisa mengalami akumulasi atau penumpukan dalam organ tubuhnya melalui proses bioakumulasi dan biomagnifikasi. Dengan proses yang sama terjadi juga pada herwan dan tumbuhan, karena mereka dapat mengakumulasi logam berat dari lingkungan yang masuk dalam tubuhnya. Bermacam-macam jenis bahan kimia yang mengandung logam berat Hg dapat masuk kedalam organ tubuh dengan cara mengkonsumsi berbagai jenis bahan makanan. Disamping itu logam berat bisa masuk melalui kulit, melalui saluran respirasi (Herman, 2006; Atdjas, 2016; Amriani, 2011).

Pembuangan limbah industri yang terkontaminasi Hg dapat mencemari lingkungan. Keadaan lingkungan menjadi tercemar terjadi karena limbah masih mengandung logam pencemar dengan konsentrasi yang tinggi sehingga membahayakan kehidupan dalam lingkungan, termasuk di lingkungan perairan, dalam tanah, dan juga di lingkungan udara). Akumulasi Hg pada organ-organ tumbuhan terjadi karena adanya kontaminan yang awalnya berasal dari udara dan air, kemudian turun dan menimbulkan terjadinya pencemaran tanah (Widowati, dkk, 2008).

Bahan makanan yang berasal dari laut dapat terkontaminasi oleh logam Hg apabila ada limbah yang mengandung Hg masuk ke laut (Khairuddin, dkk, 2023). Makanan yang berasal dari tanaman pangan (bidang pertanian) dapat mengalami kontaminasi logam berat akibat dari adanya kandungan logam dalam pupuk dan pestisida yang digunakan oleh petani (Agustina, 2010). Organ dan jaringan tumbuhan dapat menyerap logam berat dan dapat terakumulasi pada jaringan akar, jaringan batang dan jaringan daun, bunga, buah dan biji, yang kemudian dapat memasuki siklus rantai makanan dan jaring-jaring makanan. Logam berat dapat menyebabkan keracunan pada manusia dan hewan jika konsentrasi logam berat tersebut melampaui batas toleransi.

Pertambangan, pertanian, dan transportasi, serta aktivitas manusia dalam bidang kesehatan bisa menimbulkan penemaran logam berat pada lingkungan. Realita dalam kehidupan membuktikan bahwa sudah terjadi pencemaran lingkungan, baik itu pencemaran udara, air, serta pencemaran tanah. Manusia sudah dapat merasakan akibat turunnya kualitas lingkungan hidup, sehingga kondisinya menjadi buruk akibat dari paparan logam berat

secara global. Hasil penelitian Khairuddin, dkk (2016), pada kerang bivalvia yang diambil pada daerah yg biasa menjadi tempat masyarakat lokal mencari kerang di teluk Bima, telah terkontaminasi dari Cd, Hg, dan Pb pada kadar yang berbeda-beda. Hal ini mengindikasikan bahwa perairan Teluk Bima telah tercemar logam berat. Kadar Cd dan Cu yang ditemukan pada ikan bandeng yang dibudidayakan di wilayah tersebut relatif tinggi dan melampaui nilai ambang batas yang telah ditentukan (Khairuddin, dkk, 2021c).

Sekolah MTs Yasim Nata adalah salah satu lembaga pendidikan yang terkait dengan Universitas Mataram karena sebagian gurunya mengikuti sertifikasi yang diselenggarakan oleh FKIP Universitas Mataram. Selain itu guru atau pengajar di lembaga pendidikan ini sebagian diantaranya pernah menempuh pendidikan di FKIP Universitas Mataram. Oleh karena itu pelatihan, pengabdian masyarakat yang diselenggarakan oleh Universitas Mataram seringkali melibatkan lembaga pendidikan ini. Kegiatan pengabdian ini dilakukan pada siswa MTs Yasim Nata Kabupaten Bima karena madrasah tempat mereka menimba ilmu tersebut terletak disekitar area persawahan dan tambak, terutama yang terdapat di teluk Bima sisi selatan. Murid-murid dari sekolah ini berasal dari keluarga yang tinggal di kawasan pertanian.

Sasaran kelompok peserta didik yang punya potensi sebagai subyek kegiatan pengabdian tentang pelatihan tentang model akumulasi logam Hg adalah Siswa-siswi MTs Yasim Nata Kabupaten Bima, mengingat siswa atau peserta didiknya adalah anak-anak yang punya potensi untuk terpapar dengan Hg, yang bersumber kegiatan dibidang pertanian dan juga bisa terkontaminasi dari limbah elektronik yang ada. Selain itu kontaminan juga bersumber dari tambak ikan dan hasil laut lainnya yang berasal dari teluk Bima dan sekitarnya. Hasil laut bisa berupa kepiting, kerang, udang, cumi dan ikan karena logam berat berdampak negatif terutama pada kesehatan peserta didik yang kelak menjadi generasi yang melanjutkan pembangunan.

Hasil observasi dan diskusi dengan pihak sekolah MTs Yasim Nata, dan memperhatikan keadaan serta kenyataan yang ada, yaitu belum dikenalnya bentuk dan model akumulasi logam berat air raksa (Hg) dalam tubuh makhluk hidup, berikut diajukan permasalahan pengabdian sebagai

berikut : 1). Pengetahuan dan keterampilan yang bagaimanakah yang harus dimiliki oleh siswa MTs Yasim Nata Kabupaten Bima agar dapat mengerti tentang model akumulasi logam berat Air Raksa (Hg) dalam tubuh makhluk hidup dalam aktifitas kehidupan sehari-hari ? dan 2). Bagaimana usaha yang harus dilaksanakan untuk memberi bekal pengetahuan dan memperkenalkan model akumulasi logam air raksa (Hg) yang dapat terjadi pada tubuh manusia kepada peserta didik di MTs Yasim Nata Kabupaten Bima?

Manfaat kegiatan pengabdian ini bagi para siswa: 1). Meningkatkan pengetahuan siswa tentang model akumulasi Air Raksa (Hg) pada tubuh manusia 2).Meningkatkan keterampilan dan pemahaman pada siswa tentang cara atau usaha agar terhindar dari kontak langsung dengan logam berat Hg dalam aktifitas harian agar siswa MTs Yasim Nata sebagai peserta pelatihan dapat menghindari diri dari pola model akumulasi logam berat air raksa (Hg).

Metode Pelaksanaan

Berbagai metode pelatihan yang sudah diterapkan dalam pelatihan tersebut, yaitu terdiri atas: Metode pertama yaitu berupa diskusi dan tanya jawab. Metode ini dimaksudkan agar dapat memberikan refleksi atau umpan balik pada peserta didik di MTs Yasim Nata Kabupaten Bima. Selain itu juga agar peserta pelatihan dapat memberi tanggapan tentang model akumulasi logam berat Air Raksa (Hg) dalam tubuh organisme.

Metode kedua yaitu metode demonstrasi, dengan maksud agar dapat memberikan gambaran pada peserta didik tentang model akumulasi Air Raksa (Hg), bahaya akibat terpapar logam berat Hg dan upaya agar terhindar dari paparan langsung dengan logam Hg pada siswa di MTs Yasim Nata Kabupaten Bima.

Selain metode diskusi dan demonstrasi, maka metode ceramah digunakan sebagai metode ketiga dalam pelatihan ini. Metode ini digunakan agar dapat memberi penjelasan kepada siswa yang mengikuti kegiatan tentang model akumulasi Hg pada makhluk hidup baik yang terjadi pada jaringan maupun pada organ. Materi penting lain yang juga diberikan pada para peserta pelatihan yaitu informasi yang berhubungan dengan sumber bahan yang dapat terkontaminasi oleh logam berat, sehingga dapat terjadi proses akumulasi pada

makhluk hidup. Akumulasi logam berat dipengaruhi oleh sifat logam berat, setiap logam berat memiliki organ target masing-masing seperti logam berat Hg sasarnya adalah sistem saraf. Pada akhirnya pemberian materi tersebut akan meningkatkan pemahaman peserta pelatihan yaitu siswa MTs Yasim Nata Kabupaten Bima baik secara individu maupun secara berkelompok.

Hasil Dan Pembahasan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian ini telah dapat terselenggara di sekolah MTs Yasim di desa Nata Kabupaten Bima. Bentuk kegiatan yang dilaksanakan berupa pelatihan yang berjudul; Pelatihan Tentang Model Akumulasi Air Raksa (Hg) didalam Tubuh makhluk hidup pada peserta didik MTs Yasim Nata Kabupaten Bima. Pelaksanaan kegiatan ini dapat diselenggarakan dengan baik pada bulan April 2025. Total jumlah siswa yang hadir sebagai peserta sebanyak 21 orang. Para peserta merasa senang dan sangat antusias dalam mengikuti pelatihan. Dalam pelatihan diselingi dengan diskusi terutama materi yang berkaitan materi akumulasi Hg. Adanya penayangan video yang berkaitan dengan dampak dari terjadinya akumulasi logam berat seperti Hg dalam tubuh organisme, terutama pada hewan mamalia secara umum, termasuk manusia dapat menambah semaraknya kegiatan pelatihan. Uraian materi yang diuraikan dalam video dapat mendorong peningkatan motivasi murid MTs Yasim Nata untuk lebih memahami dampak-dampak dari logam berat jika masuk didalam sistem kehidupan. Sebagai contoh yang nyata terjadi bioakumulasi dan biomagnifikasi pada tiap-tiap trofik dalam rantai makanan, hingga mencapai top predator seperti yang terjadi pada manusia.

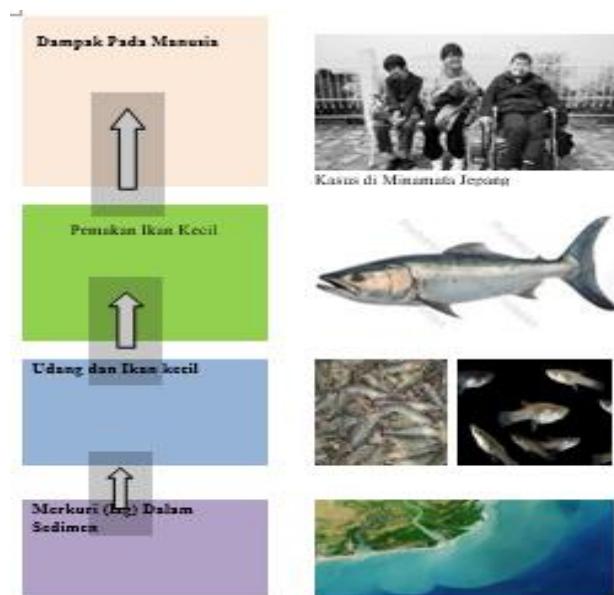
Uraian materi yang terkait dengan model akumulasi logam Hg pada bahan-bahan pangan yang terkontaminasi seperti nasi, ikan, udang, kepiting, kerang, dan ikan yang berasal dari air tawar telah disajikan dengan uraian materi yang sejalan jenjang kematangan ilmu dan keterampilan bawaan dari para siswa MTs Yasim Nata Kabupaten Bima. Jabaran materi dan penjelasan yang disajikan oleh pelatih yang diikuti dengan diskusi sepanjang kegiatan pelatihan sudah mampu mendorong peningkatan kadar pengetahuan, pemahaman dan keterampilan yang terkait dengan akumulasi dari logam Hg pada peserta didik di MTs

Yasim Nata Kabupaten Bima sampai 100 %. Hasil ini bisa diperoleh karena sumber pangan yang potensial terkontaminasi Hg diuraikan dengan lugas dan tuntas.

Pemahaman peserta MTs Yasim Nata Kabupaten Bima yang baik tentang paparan dan akumulasi logam berat yang punya potensi bahaya misalnya Hg yang terjadi dalam tubuh manusia, ditunjang oleh teknik dan penggunaan metode yang tepat dalam pemaparan materi oleh pelatih. Hasil dari pelatihan dikatakan sukses dan dapat dimengerti dengan tuntas oleh siswa dibuktikan melalui umpan balik kepada siswa yaitu dengan memberikan pertanyaan balik oleh pelatih, kemudian dapat dijawab oleh siswa dengan benar. Penggunaan media elektronik dalam penyajian materi pada pelatihan ini, turut berperan terhadap tingkat pemahaman siswa terhadap materi akumulasi logam Hg. Materi pelatihan disajikan dalam format PPT, dan contoh-contoh pendalaman materi yang ditayangkan dalam bentuk video yaitu yang berhubungan dengan dampak Hg pada berbagai organisme.

Pada organ tubuh manusia dapat terjadi akumulasi berbagai jenis logam berat. Gambar di bawah ini merupakan contoh dari model akumulasi logam Hg pada manusia. Skema tentang penumpukan Hg dalam tubuh manusia dapat dillustrasikan melalui gambar di bawah ini:

Model Akumulasi Logam berat Merkuri (Hg)



Gambar 1: Illustrasi skematik proses bioakumulasi Hg pada tubuh Manusia

Unsur logam berat Hg yang memasuki lingkungan badan air, seperti danau, sungai, dan atau bendungan, dan juga teluk dengan mudah dapat mengalami akumulasi mengikuti trofik dari rantai makanan. Jika Hg ada dalam organ tubuh tanaman air yang hidup di dalam sungai atau danau, lalu daun dan rantingnya gugur, maka akan didekomposisi oleh decomposer. Bahan-bahan yang terurai kembali menjadi bahan organik akan mudah terikat bersama dengan berbagai logam berat seperti Hg, lalu bisa menjadi bahan endapan di sedimen periaran (Khairuddin, dkk, 2021a).

Kandungan Hg dalam tubuh ikan sudah banyak diteliti, walaupun kandungan logam Hg pada ikan atau bahan makanan yang lain yang berada dibawah ambang batas yang diijinkan, namun tetap perlu disikapi dengan kewaspadaan yang tinggi. Logam Hg merupakan logam berat yang memiliki sifat toksik, bersifat akumulatif pada organ tertentu dan tidak dapat dengan mudah terurai dalam lingkungan. Logam Hg sebenarnya tidak dibutuhkan oleh tubuh manusia, dan terkadang dapat dikeluarkan melalui feses dan urin walau memerlukan waktu yang amat panjang. Logam Hg dapat mengalami akumulasi didalam tubuh, dan bersifat racun bagi tubuh. Logam Hg dapat berdampak negatif dan merusak sistem saraf pada hewan dan manusia (Khairuddin, dkk, 2023).

Kerang termasuk makanan hasil laut yang banyak diminati oleh Masyarakat, walaupun kerang sebagai hewan yang menyaring makanan (*filter feeding*) termasuk jenis organisme yang dapat mengakumulasi logam berat misalnya Hg (Moodley, dkk, 2021; Khairuddin, dkk, 2014). Tiga jenis kerang yang berbeda yang berasal dari teluk Bima yaitu *Hiatula chinensis*, *Anadara granosa*, dan *Siliqua winteriana* terbukti terkontaminasi Hg dengan konsentrasi berturut-turut 0,031 ; 0,040 ppm, 0,017 ppm (Khairuddin, dkk, 2016). Spesies bakau seperti *Sonneratia alba* juga ditemukan terkontaminasi Cd, 0,27ppm pada jaringan daunnya, dan 0,25ppm pada jaringan akarnya, sedangkan jaringan daun dan jaringan akar spesies bakau *Rizophora apiculata* ditemukan terkontaminasi Cd berturut-turut sebesar 0,05 ppm dan 0,36ppm (Yamin, dkk, 2017; Muslim, dkk, 2022; Noviantika, dkk, 2024).

Logam berat adalah merupakan salah satu polutan peradaban yang paling signifikan. Signifikansi negatifnya diketahui secara luas dan banyak dari logam ini harus terus dipantau di

lingkungan Khairuddin, dkk, 2022). Konsumsi manusia terhadap sumber daya air yang terkontaminasi oleh logam berat dapat memiliki implikasi kesehatan yang mendalam. contohnya, logam Hg atau juga Cd bersifat persisten dan dapat terakumulasi dalam otot ikan, menimbulkan keracunan makanan laut pada manusia. Ini dapat menyebabkan masalah kesehatan yang berkaitan dengan fungsi yang lebih lemah dari sistem internal tubuh dan munculnya penyakit dalam bentuk Penyakit saraf, kanker tulang, jantung, ginjal, dll. (Solgi, dkk, 2021). Contoh lain adalah adanya akumulasi Pb dalam organisme melemahkan fungsi sistem kekebalan tubuh, sirkulasi, dan mengurangi aktivitas hormonal dan enzimatik (Cahyani, dkk, 2016). Sudah menjadi pengetahuan yang umum bahwa logam berat seperti Hg, Cd, dan Pb, bisa diklasifikasikan sebagai racun, dan tingkat maksimum yang diizinkan ditetapkan untuk konsumsi manusia (Khairuddin, dkk, 2024)

Berdasarkan hasil penelitian Cahyani, dkk, (2016), ditemukan konsentrasi Hg dalam ikan Rejung sebesar 304,499-4535,221 ppb sedangkan konsentrasi Cd sebesar 0,107-0,564 ppm. Temuan ini membuktikan Hg dan Cd dapat terakumulasi dalam tubuh ikan yang diteliti. Selain itu hasil penelitian Zulfiah, dkk, (2017) yang melaporkan terjadinya kontaminasi Cu pada ikan bandeng sebesar 0,0882 mg/kg. Penggunaan pupuk untuk menyuburkan pertumbuhan fitoplankton menjadi sumber kontaminasi Cd dan Cu pada areal tambak (Septiani, dkk, 2022; Khairuddin, 2025). Kedua logam tersebut ditemukan dalam beberapa spesies hasil tambak seperti udang dan cumi (Yunanalifah, dkk, 2021; K. Khairuddin, 2025).

Suhu terkait erat dengan proses akumulasi logam berat. Peningkatan suhu akan diikuti peningkatan laju akumulasinya di dalam jaringan tubuh organisme. Hal tersebut terlihat dari laju akumulasi Hg dan Cd pada spesies tertentu seperti ikan, kerang-kerangan dan kepiting yang cenderung meningkat seiring dengan peningkatan suhu air (Legiarsi, dkk, 2022; Soraya, 2012), akibat terjadinya peningkatan aktivitas organisme (Soraya, (2012), yang disertai dengan meningkatnya laju metabolism organisme pada ekosistem tersebut (Khairuddin, dkk, 2022; Sitorus, 2011).

Spesies yang terlihat paling peka terhadap perubahan lingkungan adalah ganggang (Hastuti, dkk, 2013; Solgi, dkk, 2021). Sebagai predator puncak, manusia menjadi penumpuk logam berat

yang terbesar, termasuk Cd (Khairuddin, dkk, 2022). Akumulasi Cd dan Cu yang tinggi di dalam jaringan tubuh berdampak negatif karena unsur-unsur tersebut dapat memicu terbentuknya sel-sel kanker (Rochyatun, dkk. 2005; Rochyatun dan Rozak, 2007; Magna, dkk, 2021). Salah satu spesies yang terbukti mampu mengakumulasi Cd dan Cu adalah ikan bandeng. Kadar Cu yang ditemukan dalam tubuhnya mencapai 0.0882 mg/kg berat badan. (Khairuddin dkk, 2022; Purnomo dan Muchyiddin, 2007).

Logam berat memasuki badan air dapat mengendap di dasar dan berikatan dengan bahan-bahan organik dan bahan-bahan anorganik membentuk senyawa yang lebih kompleks. Unsur-unsur yang sulit terurai yang terdapat di dalam senyawa tersebut diserap oleh vegetasi yang tumbuh di substrat tersebut.

Kegiatan ini berjalan dengan baik karena peserta didik di MTs Yasin Nata umumnya berasal dari keluarga petani yang sebagian besar menggunakan insektisida dan pupuk kimia untuk meningkatkan hasil panennya. Hal tersebut memberi motivasi pada peserta mengikuti pelatihan ini karena insektisida dan pupuk kimia mengandung logam berat yang dapat terakumulasi pada jaringan tubuh organisme budidaya dan pada kadar tertentu terbukti berbahaya bagi kesehatan. Disamping itu komunikasi yang baik yang terjalin dengan semua unsur terkait termasuk kepala sekolah, guru, dan siswa serta pelatih ikut menentukan terselenggaranya kegiatan ini dengan sangat baik.

Faktor-faktor yang menjadi kendala dalam kegiatan ini adalah terbatasnya waktu yang dimiliki oleh pelatih, kesesuaian jadwal antara pelatih dengan madrasah serta lokasi pelaksanaan kegiatan yang jauh dari domisili pelatih. Meskipun demikian kendala-kendala tersebut dapat diatasi dengan komunikasi dan kerja sama yang baik antar seluruh unsur yang terlibat.

Kesimpulan Dan Saran

Kesimpulan yang bisa ditarik dari penyelenggaraan dari kegiatan ini yaitu: Terjadi peningkatan taraf pengetahuan dan tingkat keterampilan yang berhubungan dengan akumulasi logam berat Hg didalam tubuh organisme. Pengetahuan dan keterampilan ini memperkaya khasanah pengetahuan dari siswa MTs Yasin Nata sehingga bisa memahami dengan baik model dari

bentuk akumulasi Hg di dalam jasad hidup dalam rutinitas kehidupannya.

Pelaksanaan kegiatan serupa disarankan untuk dilakukan pada institusi pendidikan yang lain yang berlokasi di sekitar Teluk Bima untuk meningkatkan kesadaran siswa dan masyarakat sekitar tentang bahaya polutan-polutan tersebut dan cara mengelolanya.

Ucapan Terima Kasih

Mengingat kegiatan pelatihan di MTs Yasim Nata Kabupaten Bima ini berjalan dengan lancar, maka kami tim pengabdian merasa perlu memberikan ucapan terima kasih yang setinggi-tingginya kepada pihak-pihak yang sudah memberikan bantuan. Dengan adanya sokongan dana dari Universitas Mataram dengan kontrak Nomor : 2521/UN18.L1/PP/2025 merupakan hal yang sangat penting terhadap pelaksanaan kegiatan ini. Ucapan terima kasih terutama disampaikan kepada Rektor Universitas Mataram dan Ketua LPPM Universitas Mataram, Dekan FKIP Universitas Mataram. Ucapan terima kasih juga disampaikan terutama kepada Pimpinan dan staf MTs Yasim Nata. Lebih khusu kepada pimpinan MTs Yasim Nata kabupaten Bima disampaikan terima kasih atas tersedianya fasilitas dan sarana penunjang untuk kegiatan pelatihan ini.

Daftar Pustaka

- Agustina, T. (2010). Kontaminasi Logam Berat pada Makanan dan Dampaknya Pada Kesehatan Jurnal TEKNUBUGA, 2(1), 53 – 65. DOI: <https://doi.org/10.15294/teknobuga.v1i1.6405>
- Alshkarchy, S.S.;, Raesen, A.K.; and Najim, S.M. 2021. Effect of heavy metals on physiological and histological status in liver of common carp *Cyprinus carpio*, reared in cages and wild in the Euphrates River, Babil / Iraq. 5ISCESD 2021. IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 779 (2021) 012066, doi:10.1088/1755-1315/779/1/012066.
- Amriani., Hendrarto.B., dan Hadiyarto, A. 2011. Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) Dan Seng (Zn) Pada Kerang Darah (*Anadara*

- Granosa* L.) Dan Kerang Bakau (*Polymesoda Bengalensis* L.) Di Perairan Teluk Kendari . Jurnal Ilmu Lingkungan, Vol 9 (2): 45-50. <https://doi.org/10.14710/jil.9.2.45-50>
- Atdjas, D, 2016. Dampak Kadar Cadmium (Cd) dalam Tubuh Kerang Hijau (*Perna Viridis*) di Daerah Tambak Muara Karang Teluk Jakarta Terhadap Kesehatan Manusia. eesupa.com/10-4-2016.
- Budiman, T.P., Dhahiyat, Y., dan Hamdani, H. 2012. Bioakumulasi logam berat Pb (Timbal) dan Cd (Kadmium) pada daging ikan yang tertangkap di Sungai Citarum Hulu. Jurnal Perikanan dan Kelautan. Vol 3 No. 4 Desember 2015: 261-270. jpk/article/view/2569
- Cahyani, N; Djamar T. F Lumban Batu, DFL; dan Sulistiono, 2016. Heavy Metal Contain Pb, Hg, Cd and Cu in Whiting Fish (*Sillago sihama*) Muscle in Estuary of Donan River, Cilacap, Central Java. JPHPI 2016, Volume 19 Nomor 3: [267-276]. DOI: 10.17844/jphpi.2016.19.3.267
- Hastuti , E. D., Anggoro., dan Pribadi, R. 2013 Pengaruh Jenis dan Kerapatan Vegetasi Mangrove terhadap Kandungan Cd dan Cr Sedimen di Wilayah Pesisir Semarang dan Demak, Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. <http://eprints.undip.ac.id/40685/3/17844/jphpi.2016.19.3.267.pdf>
- Herman, D.Z , 2006. Tinjauan terhadap *tailing* mengandung unsur pencemar Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd) dari sisa pengolahan bijih logam. Jurnal Geologi Indonesia, Vol. 1 No. 1 Maret 2006: 31-36. <https://media.neliti.com/media/publications/63989-ID-tinjauan-terhadap-tailing-mengandunguns.pdf>
- Hossain, M.B.;, Tanjin, F.;, Rahman, M.S.;, Yu, J.;, Akhter, S.;, Noman, M. A.;, dan Sun, J. 2022. Metals Bioaccumulation in 15 Commonly Consumed Fishes from the Lower Meghna River and Adjacent Areas of Bangladesh and Associated Human Health Hazards. *Toxics* 2022, 10, 139. <https://doi.org/10.3390/toxics10030139>: [1-18].
- Khairuddin, Yamin, M, & Syukur, A. 2016. Analisis Kualitas Air Kali Ancar dengan

- Menggunakan Bioindikator Makroinvertebrata. *Jurnal Biologi Tropis*, 16(2). DOI: [10.29303/jbt.v16i2.220](https://doi.org/10.29303/jbt.v16i2.220)
- Khairuddin, Yamin, M., dan Abdul Syukur, 2018. Analisis Kandungan Logam Berat pada Tumbuhan Mangrove Sebagai Bioindikator di Teluk Bima. *Jurnal Biologi Tropis*, Januari-Juni 2018: Volume 18 (1) p-ISSN: 1411-9587 e-ISSN: 2549-7863: [69-79]. DOI: [10.29303/jbt.v18i1.731](https://doi.org/10.29303/jbt.v18i1.731)
- Khairuddin, Yamin, M., Kusmiyati dan Zulkifli., L. 2021a. Pengenalan Tentang Model Akumulasi Logam Berat Hg dan Cd dalam Jaringan Makhluk Hidup Melalui Pelatihan pada Siswa MTsN 1 Kota Bima. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, Vol. 4 no. 4. [232-240]. <https://doi.org/10.29303/jpmi.v4i4.1102>
- Khairuddin, Yamin, M.; dan Kusmiyati, 2021b. Analysis of Cd and Cu Heavy Metal Content in Climbing perch (*Anabas testudineus*) Derived from Rawa Taliwang Lake, West Sumbawa Regency. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(1) : DOI : <http://dx.doi.org/10.29303/jbt.v22i1.3105> : [186 – 193].
- Khairuddin, M. Yamin, dan Kusmiyati. 2021c. Analisis Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Bandeng (*Chanos chanos* Forsk) yang Berasal Dari Kampung Melayu Kota Bima. *J. Pijar MIPA*, Vol. 16 No.1, Januari 2021: [97-102]. DOI: [10.29303/jpm.v16i1.2257](https://doi.org/10.29303/jpm.v16i1.2257)
- Khairuddin, Yamin. M and Kusmiyati. 2022. Analysis of Cd and Cu Heavy Metal Content in Climbing perch (*Anabas testudineus*) Derived from Rawa Taliwang Lake, West Sumbawa Regency, *Jurnal Biologi Tropis*, Vol. 22 No.1: [186 – 193]. <https://doi.org/10.29303/jbt.v22i1.3105>
- Khairuddin., Yamin, M, & Kusmiyati, (2023). Analysis of Mercury (Hg) Heavy Metal Content in Rice Snail (*Pila ampullacea*) Derived from Rawa Taliwang Lake, West Sumbawa Regency. *Jurnal Biologi Tropis*, 23 (2): 414 – 421 DOI: <http://dx.doi.org/10.29303/jbt.v23i2.4875>
- Khairuddin, Yamin, M., dan Kusmiyati. 2024. Analysis of The Heavy Metal Cd Content in Ricefield Eel from Rawa Taliwang Lake, West Sumbawa Regency. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(4), 1961–1968. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i4.7516>
- Khairuddin dan M. Yamin, 2025. Analisys of Lead Content in Rice Snail from Taliwang Lake. *Jurnal Biologi Tropis*, 25 (1): 1214 – 1222 DOI: <http://doi.org/10.29303/jbt.v25i1.8810>
- K. Khairuddin, M. Yamin, and K. Kusmiyati, “Analysis of Mercury Heavy Metal Content in Climbing perch fish (*Anabas testudineus*) from Rawa Taliwang Lake”, *J. Pijar.MIPA*, vol. 20, no. 4, pp. 725–730, Jun. 2025. <https://doi.org/10.29303/jpm.v20i4.7054>
- Legiarsi, K; Khairuddin, dan M. Yamin, 2022. Analysis of Cadmium (Cd) Heavy Metal Content in Headsnake Fish (*Channa striata*) Derived from Rawa Taliwang Lake, West Sumbawa Regency 2021. *Jurnal Biologi Tropis*, 22 (2): 595 – 601
- Magna, E.K., Koranteng, S.S., Donkor, A., dan Gordon, C. 2021. Health Risk Assessment and Levels of Heavy Metals in Farmed Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) from the Volta Basin of Ghana. *Journal of Chemistry* Volume 2021, Article ID 2273327, <https://doi.org/10.1155/2021/2273327>
- Moodley, R.; Mahlangeni, N.T.; dan Reddy, P. 2021. Determination of heavy metals in selected fish species and seawater from the South Durban Industrial Basin, KwaZulu-Natal, South Africa. *Environ Monit Assess* (2021). <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09014-0> : [193-206].
- Muslim, B.; Khairuddin, M. Yamin, dan Kusmiyati, 2022. Analysis Of Heavy Metal Content Of Cadmium (Cd) in Milkfish (*Chanos chanos* Forsk) From Milkfish Farms in Bima Bay. *Jurnal Pijar MIPA*, Vol. 17 No.1, January 2022: 83-88. DOI: [10.29303/jpm.v17i1.3122](https://doi.org/10.29303/jpm.v17i1.3122)
- Noviantika, D., Khairuddin, K., & Yamin, M. (2024). Measurement of Heavy Metal Mercury (Hg) Content in The Swamp Eel (*Monopterus albus*) as a Bioindicator from Lake Rawa Taliwang. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(4), 1640–1647. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i4.7324>

- Priyanto, N., & Ariyani, F. 2008. Kandungan logam berat (Hg, Pb, Cd, dan Cu) pada ikan, air, dan sedimen di Waduk Cirata, Jawa Barat. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 3(1), 69-78
- Purnomo, T. M., & Muchyiddin. 2007. Analisis kandungan timbal (Pb) pada ikan bandeng (*chanos chanos* Forsk.) di tambak Kecamatan Gresik. *Jurnal Neptunus*, 1(14), 68 - 77. <https://ojs.petra.ac.id/ojsnew/index.php/nep/article/view/16838>
- Riani, E; Johari, H.S; dan Cordova, M. R. 2017. Kontaminasi Pb Dan Cd Pada Ikan Bandeng *Chanos Chanos* Yang Dibudidaya Di Kepulauan Seribu, Jakarta. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Vol. 9, No. 1: 235-246. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v9i1.17938>
- Rochyatun, E; Kaisupy M.T; dan Rozak, A. 2005. Distribusi Logam Berat Dalam Air Dan Sedimen di Perairan Muara Sungai Cisadane. *Jurnal Makara, Sains*, Vol. 10, No. 1, April 2006: 35-40. <https://doi.org/10.7454/mss.v10i1.151>
- Rochyatun, E dan Rozak, A. 2007. Pemantauan Kadar Logam Berat Dalam Sedimen Di Perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Makara, Sains*, Vol. 11, No. 1, April 2007: 28-36. DOI:[10.7454/mss.v11i1.228](https://doi.org/10.7454/mss.v11i1.228)
- Septiani, W; Khairuddin., dan Yamin, M. 2022. The Evidence of Cadmium (Cd) Heavy Metal in South Asian Apple snail (*Pila ampullacea*) on The Batu Kuta Village Narmada District. *Jurnal Biologi Tropis*, 22 (2): 339 – 344. DOI: [10.29303/jbt.v22i2.2586](https://doi.org/10.29303/jbt.v22i2.2586)
- Solgi, E dan Mirmohammadvali, S. 2021. Comparison of the Heavy Metals, Copper, Iron, Magnesium, Nickel, and Zinc Between Muscle and Gills of Four Benthic Fish Species from Shif Island (Iran). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* (2021) 106: [658–664]. <https://doi.org/10.1007/s00128-021-03155-1>
- Sitorus, H. 2011. Analisis beberapa parameter lingkungan perairan yang mempengaruhi akumulasi logam berat timbal dalam tubuh kerang darah di perairan pesisir timur Sumatra Utara. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan* 19(1), 374 – 384. <https://media.neliti.com/media/publications/247856-analisis-beberapa-karakteristik-lingkung-567d56bb.pdf>
- Soraya, Y. (2012). Pengaruh temperatur terhadap akumulasi dan depurasi tembaga (Cu) serta kadmium (Cd) pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*). (<http://www.ftsl.itb.ac.id/wp-content/uploads/2012/07/25309305-Yara-Soraya.pdf>)
- Widowati, W., Sastiono, A., dan Yusuf, R. 2008. Efek Toksik Logam. Andi, Yogjakarta
- Yoga, G.P dan Sadi, N.H. 2016. Kajian Awal Rute Paparan Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Ikan Gabus di Danau Sentani Provinsi Papua. Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan MLI 2015. Jakarta. <http://opac.lib.unlam.ac.id/id/opac/detail.php?q1=571.95&q2=Wah&q3=E&q4=->
- Yunanimalifah, M.A.; Khairuddin, dan M. Yamin, 2021. Analysis of Heavy Metal Content of Copper (Cu) in Milkfish (*Chanos chanos* Forsk) from Milkfish Farms in Bima Bay 2020. *Jurnal Biologi Tropis*, 21 (3): 778 – 782. DOI: [10.29303/jbt.v21i3.2907](https://doi.org/10.29303/jbt.v21i3.2907)
- Zulfiah, A., Seniwati, S., & Sukmawati, S., 2017. Analisis Kadar Timbal (Pb), Seng (Zn) Dan Tembaga (Cu) Pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk.) Yang Berasal Dari Labbakkang Kab. Pangkep Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *As-Syifaa Jurnal Farmasi*, 9(1), 85-91. <https://jurnal.farmasi.umi.ac.id/index.php/as-syifaa/article/view/257>