

Original Research Paper

Pelatihan Tentang Model Akumulasi Logam Berat Dalam Tubuh Organisme Pada Siswa Madrasah Aliyah Negeri 1 Kota Bima

Khairuddin^{1*}, M. Yamin¹, & Kusmiyati¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Mataram

DOI: <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v9i2.15902>

Sitasi: Khairuddin., Yamin, M., Kusmiyati. (2026). Pelatihan Tentang Model Akumulasi Logam Berat Dalam Tubuh Organisme Pada Siswa Madrasah Aliyah Negeri 1 Kota Bima. *Jurnal. Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 9(2)

Article history

Received: 2 Juni 2026

Revised: 15 Juni 2026

Accepted: 29 Juni 2026

*Corresponding Author:
Khairuddin, Universitas
Mataram, Mataram, Indonesia;
Email:
khairuddin.fkip@unram.ac.id

Abstract: The accumulation model of heavy metals Cadmium (Cd), mercury (Hg), and Lead (Pb) in humans is something that needs to be understood by students at various school levels including students of State Islamic Senior High School 1 (MAN 1) Bima City. The problem faced by partners is how efforts must be made to gain knowledge, and what skills must be possessed by students of MAN 1 Bima City in order to understand the accumulation model of heavy metals Cd, Hg, and Pb in the body of organisms in life. This training aims to provide an understanding of the accumulation model of heavy metals Cd, Hg, and Pb for students of MAN 1 Bima City. The benefit of this training is an increase in understanding of the accumulation model of heavy metals Cd, Hg, and Pb in everyday life. The methods used in this training include Lectures, Demonstrations, Questions and Answers and Discussions. The conclusion of the training is that the knowledge and skills about the accumulation of heavy metals Cd, Hg, and Pb in the bodies of organisms in students of MAN 1 Kota Bima have increased so that they can understand the accumulation model of heavy metals Cadmium, Mercury, and Lead in the bodies of organisms.

Keywords: Accumulation, Heavy Metals, Cadmium, Mercury, and Lead

Pendahuluan

Pemanfaatan bahan kimia dari hasil industri yang memiliki kandungan unsur logam berat dengan tujuan untuk meningkatkan taraf kesejahteraan pada manusia menjadikan logam berat sebagai salah satu bahan yang mencemari lingkungan. Bahan cemaran logam berat ini bisa terakumulasi didalam berbagai organ dari organisma. Akumulasi logam berat terjadi mulai tumbuhan, hewan maupun pada manusia. Logam berat ada dalam bahan yang digunakan manusia secara sadar maupun tidak sadar digunakan dalam kehidupan sehari-hari di berbagai aspek kehidupan.

Terjadinya akumulasi logam berat pada organisme merupakan hal yang sangat sulit untuk dihindari dalam menjalani kehidupan. Berbagai spesies tumbuhan dan juga hewan senantiasa melakukan penumpukkan logam berat yang ada disekitarnya dan ikut masuk dalam tubuhnya. Logam berat seperti Cd, Hg dan Pb bisa masuk kedalam tubuh manusia melewati jalur bioakumulasi dan jalur biomagnifikasi (Atdjas, 2016). Banyak unsur logam berat misalnya Cd, Hg dan Pb dapat masuk kedalam organ tubuh manusia lewat kulit, bahan makanan dan melalui jalur pernapasan dan (Khairuddin, dkk ; 2024 Amriani, 2011).

Kadmium adalah logam lunak berwarna putih keperakan yang terdapat di lebih banyak

tempat daripada yang disadari kebanyakan orang, mulai dari panel surya di atap rumah hingga warna-warna cerah pada gelas minum. Beberapa decade terakhir, baterai nikel-kadmium (NiCd) adalah pilihan utama baterai isi ulang untuk perkakas listrik tanpa kabel, unit lampu kilat kamera, mobil kendali jarak jauh, penerangan darurat, dan elektronik portabel. Keunggulan utamanya adalah kemampuannya untuk memberikan arus tinggi dalam waktu singkat, yang menjadikannya ideal untuk apa pun yang membutuhkan lonjakan daya cepat. Konsentrasi kadmium secara rata-rata didalam kerak bumi yaitu antara 0,1 sampai 0,5 bagian per sejuta (ppm). Kadmium berada selaku komponen minor pada sebagian besar dari bijih seng, oleh sebab itu cadmium dapat menjadi hasil samping dalam produksi seng (Widowati, dkk, 2008; Magna, dkk, 2021).

Kadmium sulfida dan kadmium sulfoselenida menghasilkan warna kuning, oranye, dan merah yang cerah dan sangat stabil terhadap panas dan cahaya. Pigmen ini telah digunakan dalam cat, plastik, keramik, dan kaca selama lebih dari satu abad. Dalam produk konsumen, yang paling umum ditemukan adalah peralatan gelas yang dihias. Enamel berwarna cerah pada gelas minum dapat mengandung pigmen kadmium, dan penelitian telah mengidentifikasi ini sebagai risiko paparan konsumen terbesar dari pigmen kadmium. Produk keramik juga menggunakan glasir berbasis kadmium, meskipun pigmen biasanya dikapsulasi dan dilapisi glasir untuk membatasi kontak. Plastik berwarna, terutama yang membutuhkan stabilitas panas selama pembuatan, secara historis juga menggunakan pigmen kadmium, meskipun pengganti telah mengurangi praktik ini secara signifikan (Agustina, dkk, 2010; Khairuddin, dkk, 2022). Salah satu hal penting dari sedikit manfaat kadmium yang baru adalah untuk panel surya kadmium telurida. Walaupun kadmium tidak banyak diketahui mempunyai fungsi biologis pada beberapa organisme tingkat tinggi, karbonat anhidrase yang mengandung kadmium telah ditemukan pada diatom laut (Khairuddin, dkk, 2023).

Pencemaran yang terjadi pada lingkungan oleh berbagai unsur dan senyawa yang mengandung logam berat senantiasa terjadi, terutama ketika melakukan pembuangan limbah dari berbagai industri yang mempunyai kandungan logam dan dan logam berat seperti Cd, Hg dan Pb

(Agustina, 2010; Khairuddin, dkk, 2019). Logam berat seperti Cd, Hg dan Pb dalam konsentrasi yang tinggi dapat memberikan efek yang berbahaya ketika berada didalam lingkungan, baik di udara, didalam air, dan bahkan didalam tanah atau sedimen (Khairuddin, dkk, 2025). Sumber yang utama dari bahan semaran logam berat sebenarnya berawal dari udara dan juga pada air yang kemudian mencemari tanah. Ketika ada tumbuhan yang tumbuh diatas tanah yang terkontaminasi logam berat, maka tumbuhan tersebut akan menumpuk logam berat tersebut pada organ-organnya, misalnya di akar, batang, dan juga daun serta buah dan biji (Hossain, dkk, 2022; Legiarsi, dkk, 2022). Ketika tumbuhan ini dikonsumsi oleh hewan, selanjutnya logam berat itu akan mengalami akumulasi dalam tubuh hewan (Widowati, dkk, 2008; Khairuddin, dkk, 2018).

Kualitas lingkungan yang menurun dan berlangsung secara berulang, maka dapat memberikan pengaruh yang buruk bagi kehidupan manusia. Khairuddin, dkk (2016), melalui hasil risetnya menginformasikan bahwa terdapat konsentrasi logam berat yaitu unsur Cd, Hg, dan Pb dengan kandungan yang berbeda yang ditemukan dalam daging kerang bivalvia yang sampelnya diambil dari teluk Bima. Kejadian ini bisa memberikan gambaran bahwa didalam badan air dan sedimen dalam teluk Bima mengalami pencemaran dari logam berat. Sementara teluk Bima senantiasa digunakan oleh masyarakat untuk mencari kerang seperti bivalvia sebagai bahan makanan. Khairuddin, dkk (2021c), melaporkan tentang ditemukannya logam berat Cu dan Cd yang cukup tinggi yang terdapat dalam jaringan Bandeng yang sampelnya ddiambil pada sedimen di teluk Bima.

MAN 1 Kota Bima adalah sekolah favorit yang sangat terkait dengan FKIP Unram mengingat banyak alumni yang menjadi guru dan mengajar di sekolah yang bersangkutan. Para siswa dari madrasah ini tentu akan menjadi generasi yang meneruskan pembangunan, maka perlu diberi bekal dengan pengetahuan yang memadai tentang model akumulasi pada unsur logam berat seperti Cd, Pb dan juga Hg, sehingga bisa memahami tentang dampak negatif dari adanya akumulasi logam berbahaya ini utamanya yang terjadi didalam tubuh manusia. Lokasi sekolah MAN 1 Kota Bima ini berdekatan dengan kawasan pertanian dan area tambak yang letaknya ada di bagian Selatan dan

utara dari wilayah teluk Bima. Sebagian besar dari siswa madrasah ini asalnya dari wilayah sekitar yang masih dikelilingi oleh kawasan pertanian.

MAN 1 Kota Bima ini adalah merupakan sekolah yang terkenal dan memiliki peserta didik yang banyak dari sekolah-sekolah yang melaksanakan proses belajar-mengajar di Kota Bima. Para peserta didik ini sangat potensial sebagai obyek kegiatan pelatihan, karena peserta didik ini adalah sumberdaya manusia yang punya potensi dan kecenderungan mengalami kontaminasi dengan berbagai unsur logam berat misalnya Cd, Pb dan Hg. Sumber logam berat tersebut bisa berasal aktifitas petani di lahan pertanian, tambak ikan dan bisa juga bersumber dari makanan yang berasal dari hasil laut seperti ikan Bandeng, Mujair dan dari kerrang Bivalvia. Jika terjadi akumulasi berbagai unsur logam berat ini pada siswa, maka dampaknya sangat berbahaya dan beresiko tinggi terhadap kesehatan manusia, utamama para peserta didik sebagai generasi yang akan meneruskan kegiatan pembangunan bangsa dan negara.

Hasil observasi dan memperhatikan kondisi nyata di lapangan, yaitu peserta didik belum memahami bentuk dan berbagai model akumulasi dari unsur logam berat seperti Kadmium, Timbal dan Air Raksa yang terjadi dalam berbagai jaringan dan organ tubuh organisme, selanjutnya dirumuskan masalah seperti berikut : Pengetahuan dan keterampilan yang bagaimanakah yang seharusnya dimiliki oleh para peserta didik di MAN 1 Kota Bima supaya bisa mengerti dengan baik terkait dengan model akumulasi dari unsur logam berat Kadmium, Timbal dan Air Raksa dalam tubuh organisme dalam kehidupan ?

Kegiatan pelatihan tentang model akumulasi logam berat ini dapat memberikan manfaat bagi peserta didik di MAN 1 Kota Bima yaitu untuk meningkatkan tingkat pemahaman yang terkait dengan model akumulasi dari beberapa unsur logam berat seperti Cd, Pb, dan Hg. Pemahaman tentang model akumulasi logam ini dapat diterapkan dalam kehidupan sehari-hari yang dikhususkan untuk peserta didik atau peserta pelatihan di MAN 1 Kota Bima. Pengetahuan tersebut sekaligus sebagai bekal dalam menjalankan kehidupan di masa yang akan datang.

Metode

Penyelenggaraan kegiatan pelatihan tentang akumulasi logam berat menggunakan berbagai metode pelaksanaan yaitu mencakup: Metode yang pertama yaitu metode ceramah, digunakan dengan maksud untuk memberikan penjelasan kepada peserta didik yang mengikuti pelatihan yang berkaitan dengan model akumulasi dari unsur logam berat Kadmium, Timbal dan Air Raksa dalam tubuh organisme kepada para siswa. Unsur-unsur logam berat seperti Cd, Pb, dan Hg mampu memasuki jaringan dan organ tubuh organisme melalui trifik-trofik dalam rantai makanan.

Metode kedua yaitu menggunakan metode demonstrasi, dimaksudkan agar bisa memberikan pola-pola dari model akumulasi logam berat seperti Cd, Pb dan Hg kepada peserta pelatihan di MAN 1 Kota Bima. Selain itu juga mendemonstrasikan bahaya jika terjadi paparan dengan logam berat, sekaligus pengetahuan tentang usaha agar terhindar dari kontak langsung dengan berbagai unsur logam berat kepada peserta didik yang ada di MAN 1 Kota Bima. Pada saat demonstrasi juga dilakukan pemutaran video terkait dengan akibat yang muncul dari terjadinya akumulasi unsur logam berat seperti Cd, Pb, dan Hg yang bisa menimbulkan adanya kerusakan yang permanen pada organisme dan bahkan bisa mengakibatkan kematian. Kasus kematian bisa terjadi disebabkan oleh adanya kerusakan pada beberapa organ, dan proses fisiologis di dalam tubuh, sehingga menimbulkan gangguan dalam proses pertumbuhan perkembangannya.

Metode berikut yang digunakan dalam pelatihan ini adalah berupa tanya jawab dan diskusi. Metode tersebut dipergunakan dengan maksud agar bisa mendapatkan umpan balik dari para peserta pelatihan di MAN 1 Kota Bima, dan juga sekaligus menjadi momentum pada peserta didik untuk curah pendapat yang terkait dengan model akumulasi dari unsur logam berat seperti Cd, Hg dan Pb. Metode diskusi dimaksudkan agar bisa memberikan kesempatan pada peserta didik sehingga bisa melatih keterampilan berbicara di muka umum, keberanian dan kemampuan dalam menyampaikan berbagai masalah atau pendapat terhadap materi yang belum dimengerti secara tuntas. Kemampuan peserta didik dalam mengutarakan pendapat dan mengajukan pertanyaan dapat menjadi rujukan tentang tingkat pemahaman siswa terhadap materi pelatihan,

model-model akumulasi dan juga alur materi pelatihan yang disajikan oleh tim pengabdian dari Unram dalam kegiatan pengabdian kepada Masyarakat tersebut.

Hasil Dan Pembahasan

Pengabdian pada masyarakat yang telah terlaksana di Kota Bima, diselenggarakan dengan kegiatan yang berbentuk pelatihan. Pelatihan tersebut berhubungan dengan Model Akumulasi dari unsur-unsur logam berat Air raksa, Kadmium dan Timbal dalam tubuh organisme pada Siswa Madrasah Aliyah Negeri 1 Kota Bima. Kegiatan pelatihan telah terlaksana dengan sangat aman dan juga sangat lancar. Peserta yang ikut pelatihan **adalah sebanyak 69 orang siswa**. Peserta pelatihan sangat bersemangat dalam mengikuti kegiatan dan diiringi tanya jawab dan diskusi terhadap materi tentang logam berat. Dalam pelaksanaan pelatihan juga disertai dengan penayangan video tentang dampak yang dapat terjadi akibat adanya akumulasi berbagai logam berat pada organ tubuh organisme, utamanya yang dapat terjadi dalam tubuh manusia dan pada hewan mamalia. Materi yang ada dalam isi video dapat menggugah para siswa dalam memahami dan mengerti terkait dengan dampak dari logam berat seperti Pb atau Cd yang memasuki rantai makanan, sehingga pada akhirnya dapat bermuara pada organ tubuh manusia selaku predator tertinggi yang berada pada rantai makanan.

Materi tentang berbagai model akumulasi dari logam berat Air Cd, Pb dan Hg yang berasal dari makanan yang memiliki potensi berisi logam berat yang ada dalam makanan pokok seperti nasi, sayur-sayuran, dan lauk-pauk seperti ikan dan udang, kerang dan kepiting (Noviantika, dkk, 2024; Yoga, dkk, 2016). Penyajian materi pelatihan diberikan dengan menjelaskan dengan baik sesuai dengan pengetahuan yang dimiliki siswa MAN 1 Kota Bima atau siswa setingkat Sekolah Menengah Tingkat Atas. Pengetahuan dan penjelasan yang diberikan dalam kegiatan pelatihan kepada siswa sehingga sampai mengerti dengan tuntas 100 %. Hasil ini dicapai atau diperoleh mengingat penyampaian materi pada pelatihan diiringi dengan memberikan contoh-contoh berbagai jenis makanan yang memiliki potensi mengandung jenis logam berat Pb, Hg, dan Cd.

Tingkat pengetahuan dan pemahaman siswa yang tinggi tentang bahaya dan dampak paparan logam berat dan sumber-sumber logam berat, serta akumulasi dari berbagai jenis logam berat, sebagai sasaran akhir pelatihan ini dapat menjadi informasi yang bermakna bagi semua peserta pelatihan di Madrasah Aliyah Negeri 1 Kota Bima. Berdasarkan hasil curah pendapat dan diskusi, para siswa dapat dengan mudah memahami terhadap isi dari materi pelatihan. Dapat disimpulkan bahwa 100 % siswa yang mengikuti pelatihan dapat dengan tuntas mengerti semua materi pelatihan, karena pelatih menyampaikan dengan memanfaatkan alat bantu berupa media elektronik melalui tayangan LCD. Selain itu juga materi ditayangkan dalam bentuk video yang berkaitan dengan dampak dari logam berat pada organisme. Hal ini bisa dibuktikan dengan berbagai pertanyaan balikan dari pelatihan dan mampu dijawab dengan lancar dan benar oleh para peserta di MAN 1 Kota Bima.

Pemanfaatan pupuk oleh para petani memberikan dampak bagi kehidupan. Pupuk yang diaplikasikan oleh para petani di bidang pertanian telah terbukti memiliki kandungan logam Cd. Sebagai contoh tentang model akumulasi dari logam berat bisa dengan mudah dijelaskan yaitu logam kadmium (Cd) berasal pupuk, misalnya pupuk pospat (Khairuddin, dkk, 2021b; Septiani, dkk, 2022). Kadmium didalam pupuk yang dimanfaatkan oleh petani di sawah, dapat mengalami penguraian dari senyawa yang mengikatnya, selanjutnya diserap oleh tanaman ontohnya padi dan terakumulasi didalam biji padi. Saat manusia mengkonsumsi nasi yang berasal dari beras yang sudah terkontaminasi Cd, maka berikutnya Cd dapat masuk dalam organ tubuh manusia, selanjutnya dapat terjadi penumpukan atau akumulasi didalam tulang manusia melalui proses bioakumulasi, yang pada akhirnya menyebabkan penyakit yang disebut sebagai Itai-itai (Khairuddin, dkk, 2024; Muslim, dkk, 2022). Skema tentang proses akumulasi unsur logam berat Cd yang terjadi didalam tubuh manusia bisa diuraikan seperti gambar berikut:



Gambar 1 : Skema bioakumulasi unsur logam berat Kadmium (Cd) yang terjadi pada Manusia

Logam Air raksa juga dapat mengalami akumulasi pada jaringan organisme. Berikut merupakan contoh model akumulasi dari logam berat yaitu air raksa (Hg), yang terjadi dalam tubuh manusia

Model Akumulasi Logam Hg



Gambar 2 : Skema bioakumulasi logam berat Air Raksa (Hg) pada Manusia

Kadmium (Cd) sebagai logam berat dapat berasal dari pupuk kimia yang digunakan oleh petani pada tanamannya dengan tujuan untuk membuat phytoplankton yaitu ganggang menjadi subur. Ganggang tersebut merupakan makanan utama untuk ikan misalnya Bandeng (Khairuddin,

dkk, 2021a; Halmagyi, dkk, 2023). Tahapan berikutnya Cd bisa masuk dalam makanan yang berasal dari laut (*sea food*) melalui trofik-trofik pada rantai makanan. Hasil penelitian menunjukkan adanya kadar logam berat pada otot ikan Rejung (*Sillago sihama*) yaitu Cd dengan konsentrasi sebesar 0,107-0,564 ppm dan Hg dengan kisaran konsentrasi sebesar 304,5 - 4535,2 ppb (Cahyani, dkk, 2016). Hasil penelitian lain yang dilaksanakan oleh Zulfiah, dkk, (2017) menemukan kandungan logam Cu pada otot ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsk.) dengan konsentrasi 0,0882 mg/kg.

Akumulasi untuk unsur logam berat sangat dipengaruhi oleh adanya suhu lingkungan yang mengalami peningkatan. Dengan meningkatnya suhu pada badan air, maka akan menimbulkan terjadinya proses akumulasi dari unsur logam berat didalam tubuh ikan (Khairuddin, dkk, 2021b; Moodley, dkk, 2021). Peningkatan temperatur perairan berkecenderungan untuk terjadinya kenaikan akumulasi dan juga toksisitas dari unsur logam berat, misalnya Kadmium (Cd) dan juga Tembaga (Cu). Soraya (2012), melaporkan bahwa ikan yang terkontaminasi dengan logam berat memiliki kecenderungan untuk melakukan akumulasi unsur logam berat yang lebih banyak yaitu pada suhu 30⁰ C kalau dibandingkan dengan yang terjadi di suhu kamar. Proses ini terjadi karena adanya laju metabolisme yang meningkat yang terjadi pada organisme air (Alshkarchy, dkk, 2021; Sitorus, 2011).

Beberapa logam berat dilaporkan ada pada otot dari berbagai spesies Kerang. Unsur Logam berat yaitu timbal, kadmium dan air raksa diperoleh pada tiga jenis kerang yaitu yang terdapat pada Kerang (*Siliqua winteriana*) dan Kerang darah (*Anadara granosa*), serta pada Kerang hiatula (*Hiatula chinensis*). Kandungan konsentrasi logam Cd ditemukan pada tiap-tiap kerang dengan konsentrasi yang berbeda. Konsentrasi logam Cd ditemukan sebesar 0,802 ppm pada Kerang darah (*Anadara granosa*), dan 0,334 ppm pada Kerang hiatula (*Hiatula chinensis*) serta 0,066 ppm pada Kerang (*Siliqua winteriana*). Selain logam berat Cd, ditemukan juga logam air raksa (Hg) dalam daging Kerang yaitu sebesar 0,040 ppm pada Kerang darah (*Anadara granosa*), dan 0,031 ppm pada Kerang hiatula (*Hiatula chinensis*), serta 0,017 ppm pada Kerang (*Siliqua winteriana*) (Khairuddin, dkk, 2019; Khairuddin dan Yamin, 2022).

Hasil penelitian memberikan informasi bahwa pada tanaman bakau dan dalam jaringan kerang ditemukan adanya konsentrasi Cu, Pb dan Hg. Konsentrasi Pb yang ditemukan pada daun *Sonneratia alba* sebesar 4 ppm dan Cd sebesar 0,27 ppm. Sementara pada organ akar *Sonneratia alba* konsentrasi yang ditemukan sebesar 4,3 ppm timbal dan 0,25 ppm kadmium. Pada daun mangrove dari jenis *Ryzophora apiculata* diperoleh konsentrasi Pb sebesar 2,9 ppm dan Cd sebesar 0,36 ppm. Konsentrasi logam berat yang berbeda ditemukan dalam akar *Ryzophora apiculata* yaitu untuk Pb sebesar 1,1 ppm dan Cd sebesar 0,05 ppm (Khairuddin, dkk, 2018; Yamin, dkk, 2017).

Sebagai bahan perbandingan terhadap akumulasi dari unsur logam berat seperti tembaga, Khairuddin, dkk (2020) melaporkan adanya unsur logam Cu dalam daging ikan Bandeng (*Chanos-chanos*) yang mencapai 0,95 mg/kg. Data ini menunjukkan bahwa kadar Cu ini tergolong rendah karena berada dibawah ambang batas yang dibolehkan yaitu sebesar 20 mg/kg. Aturan yang diacu untuk logam tembaga (Cu) yaitu Surat Keputusan Direktur Jenderal (Dirjen) Pengawasan Obat dan Makanan No. 03725/B/SK/89 yang terkait dengan Batas Maksimum tentang Cemaran Logam yang ada dalam Ikan dan hasil Olahan ikan (Priyanto dan Ariyani, 2008).

Ganggang adalah salah satu organisme yang sangat peka dengan adanya perubahan lingkungan seperti suhu dan pH. Perubahan lingkungan ini akan berdampak sangat nyata pada pertumbuhan dan perkembangan alga, mengingat berbagai spesies ganggang mempunyai respon yang paling cepat jika lingkungan mengalami perubahan jika dibandingkan terhadap manusia maupun hewan (Hastuti, dkk, 2013; Khairuddin, dkk, 2021d). Manusia sebagai predator puncak dalam rantai makanan, mampu mengakumulasi unsur logam berat Cd, Hg dan Pb. Peningkatan konsentrasi Cd, Hg, dan Pb serta juga dengan logam Cu dengan konsentrasi yang tinggi bisa berdampak sangat negatif terhadap organisme, yaitu pada hewan dan juga pada manusia karena logam berat juga memiliki sifat karsinogenik dan condong terakumulasi didalam jaringan dan organ tubuh (Rochyatun, dkk. 2005; Rochyatun dan Rozak, 2007).

Zulfiah, dkk, (2017), melalui hasil penelitiannya, menjelaskan bahwa konsentrasi logam Cu setara 0,0882 mg/kg secara nyata

ditemukan otot ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsk). Fakta ini memperlihatkan bahwa ikan Bandeng mampu melakukan akumulasi logam Cu dan logam berat lainnya termasuk Hg dan Cd. Selanjutnya penelitian lain melaporkan adanya logam Hg dan Pb pada ikan bandeng (Purnomo dan Muchyiddin, 2007; Riani, dkk, 2017).

Semua jenis logam berat memiliki sifat yang sangat berbahaya terhadap jaringan tubuh organisme, karena logam berat memiliki sifat lain yaitu tidak bisa dihancurkan (*nondegradable*) oleh berbagai organisme yang hidup dalam ekosistemnya (Khairuddin, dkk, 2022; Solgi, dkk, 2021). Sifat inilah yang menjadikan penyebab utama dari logam berat untuk menjadi unsur pencemar yang berbahaya. Akibatnya, berbagai unsur logam berat seperti Cd, Hg, Pb dan Cu tersebut mengalami akumulasi dalam lingkungan (Yunanmalifah, dkk, 2021). Logam-logam ini ada yang mengendap di sedimen perairan, kemudian membentuk senyawa yang kompleks dengan bahan organik dan juga bahan anorganik, baik secara adsorpsi maupun kombinasi. Logam yang ada didalam sedimen perairan ini, tentu akan diambil dengan mudah oleh ganggang atau tanaman lain yang tumbuh didalam badan perairan (Khairuddin, dkk, 2021c).

Penyelenggaraan kegiatan pelatihan di MAN 1 Kota Bima sudah dapat dilaksanakan dengan sangat baik yang disebabkan oleh adanya beberapa faktor, yaitu faktor pendorong dan juga faktor penghambat yang dapat diatasi selama berlangsungnya kegiatan pelatihan. Faktor pendorong yang utama adalah para siswa yang di sekolah ini asalnya dari beberapa desa yang sudah sangat mengenal pola dan cara dari para petani dalam menjalankan kegiatan pertaniannya yaitu dengan menggunakan pupuk dan insektisida. Petani juga menerapkan herbisida dan juga fungisida dalam memberantas hama dan penyakit pada tanaman. Didalam berbagai racun ini terkandung logam berat termasuk Cd, Pb dan juga Hg. Faktor pendukung berikutnya, yaitu MAN 1 Kota Bima berlokasi pada kawasan yang sangat dekat dengan perairan teluk Bima yang menjadi sumber makanan hasil laut (*sea food*) misalnya ikan, kepiting, dan udang serta berbagai spesies kerang. Selain itu Sekolah MAN 1 Kota Bima juga berdekatan lokasinya dengan tambak pemeliharaan ikan Bandeng. Kontaminan logam berat seperti Hg dan juga Cd, serta juga Pb yang terakumulasi dalam

tubuh manusia dapat berawal dari makanan yang diperoleh dari hasil laut. Khairuddin, dkk, (2018) melaporkan bahwa “Kerang yang diambil di teluk Bima telah terkontaminasi oleh unsur-unsur logam berat yaitu logam Cd), Hg dan juga Pb”. Hal lain yang menunjang kegiatan pelatihan ini adalah adanya hubungan baik antara kepala sekolah dengan tim pelatih. Hubungan ini tentunya dapat memberikan kemudahan yang sangat bermakna untuk terselenggaranya kegiatan pelatihan ini. Faktor pendorong berikutnya yaitu terjadi komunikasi yang baik antara pelatih dengan pihak guru yang sebagiannya adalah alumni dari FKIP Unram, dan sudah menjadi pengajar di MAN 1 Kota Bima. Dengan melalui kegiatan pelatihan seperti ini, dapat menjadi sarana berkomunikasi yang terjadi antara FKIP Unram dan beberapa alumni, yang pada akhirnya keberadaan dan keberlanjutan karir sebagian dari alumni FKIP Unram bisa dilacak secara kelembagaan .

Selain adanya berbagai faktor pendorong, ditemukan juga faktor penghambat pada proses pelaksanaan pelatihan ini. Aktifitas dari pelatihan ini adalah bagian dari tridarma perguruan tinggi yaitu darma pengabdian kepada masyarakat. Salah satu faktor penghambat dalam pelatihan ini yaitu berkaitan dengan waktu yang tersedia sangat terbatas dan juga adanya kesulitan dalam menemukan jadwal waktu yang efektif baik untuk pihak sekolah MAN 1 Kota Bima maupun untuk pihak pelatih. Hambatan kedua yaitu kendala jarak tempat pelaksanaan pengabdian kepada masyarakat dengan lokasi kampus yang dinilai jauh, sehingga memerlukan waktu yang relatif lama di perjalanan. Faktor penghambat selanjutnya dalam pelatihan ini yaitu adanya berbagai kegiatan yang relatif padat misalnya menjelang ujian pertengahan semester atau juga ujian akhir semester di sekolah MAN 1 Kota Bima yang mengakibatkan pimpinan sekolah tidak bisa menyiapkan jadwal untuk kegiatan pelatihan yang sesuai dengan keinginan pelatih. Dana juga menjadi komponen penghambat yang sangat terasa mengingat masih kurang memadainya alokasi dana yang tersedia, dan juga pencairan dana pada waktu yang masih kurang tepat dalam menunjang kegiatan untuk darma pengabdian kepada masyarakat. Berbagai hambatan tersebut pada akhirnya dapat teratasi dengan baik karena adanya rasa kebersamaan antara anggota tim dalam pelatihan sehingga tahapan-tahapan kegiatan dapat terselenggara dengan baik, lancar dan juga aman.

Berkat adanya kemauan yang keras dan dengan sifat sabar yang tinggi, pada akhirnya kedua pihak, baik pelatih maupun pihak sekolah bisa menyepakati waktu yang luang dalam menentukan jadwal pelaksanaan pelatihan. Seluruh tahapan dan langkah-langkah dalam kegiatan pelatihan di MAN 1 Kota Bima ini bisa dilaksanakan dengan baik

Kesimpulan

Dari semua tahapan yang ada dalam penyelenggaraan kegiatan pelatihan yang disertai juga diskusi sepanjang proses pelatihan dilakukan, maka dapat ditarik kesimpulan yaitu: Pengetahuan dan keterampilan yang berkaitan dengan akumulasi logam berat seperti Hg, Cd dan juga Pb didalam tubuh organisme sudah mampu dipahami dan dimengerti oleh siswa MAN 1 Kota Bima. Pemahaman yang berkaitan dengan model akumulasi dari unsur-unsur logam berat Cd, Hg, dan Pb dalam tubuh organisme termasuk pada manusia sudah mengalami peningkatan untuk siswa MAN 1 Kota Bima terhadap model akumulasi logam berat tersebut.

Saran

Menindak-lanjuti simpulan diatas, maka perlu disampaikan saran baik untuk pengetahuan maupun keterampilan yang terkait dengan Model Akumulasi pada unsur Logam Berat Cd, Hg, dan juga Pb dalam tubuh organisme pada Siswa MAN 1 Kota Bima perlu dan sangat penting untuk senantiasa diasah. Sebagai perencanaan, kegiatan pelatihan selanjutnya disarankan untuk bisa dilaksanakan pada sekolah lain yang ada di sekitar wilayah teluk Bima. Alasan pelatihan pada sekolah lain, mengingat dari teluk Bima dihasilkan berbagai bahan makanan hasil laut seperti ikan bandeng, mujair dan udang, serta kepiting dan juga kerang, yang senantiasa dikonsumsi oleh masyarakat sekitar teluk Bima setiap hari.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih yang sangat banyak kami ucapkan kepada banyak pihak yang sudah memberikan bantuan sehingga kegiatan pelatihan telah terlaksana dengan baik di MAN 1 Kota Bima. Pelatihan ini telah dilaksanakan dengan bantuan

dana dari Unram melalui kontrak dengan Nomor : 2273/UN18.L1/PP/2024. Terima kasih yang pertama disampaikan kepada Bapak Rektor Unram selaku pimpinan perguruan tinggi. Terima kasih berikutnya ditujukan kepada Ketua Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Mataram, selaku pihak yang menandatangani kontrak pengabdian. Kepada pimpinan FKIP Unram dan mahasiswa FKIP Unram yang sudah terlibat juga disampaikan ucapan terima kasih. Terakhir Kepala MAN 1 Kota Bima dengan guru-guru dan stafnya yang senantiasa memberikan bantuan dan juga menemani kami pada saat pelaksanaan kegiatan pelatihan pada darma pengabdian pada masyarakat 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., Hendarto.B., dan Hadiyanto, 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. <http://polapikirmalukutenggarabarat.blogspot.co.id/2008/03/dampak-kadar-cadmium-terhadap-kesehatan.html>, 10-4-2016.
- Cahyani, N; Djamar T. F Lumban Batu, DTFL; 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
- Halmagyi, A; Butiuc-Keul, A; Keul, M; Dobrotă, C; Fodorpataki, L; Pintea, A; Mocan, A; Pop, V; dan Coste, A, 2023. Impact of Aries River Contaminants on Algae and Plants. *Toxics* 2023 (11), 817:[1-30]. <https://doi.org/10.3390/toxics11100817>
- 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/>
- 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/jpmpi.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, M. Yamin, dan Kusmiyati. 2021d. 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]
- 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. Analisis 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>
- Khairuddin, M. Yamin, and K. Kusmiyati. 2025. “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>
- 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
- 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, Yogyakarta
- 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=->
- Yunanmalifah, 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>