

Original Research Paper

Pengenalan Tentang Model Akumulasi Air Raksa (Hg) Dalam Tubuh Makhluk Hidup Melalui Pelatihan Pada Siswa MAN 1 Kota Bima

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

¹. Prodi Pendidikan Biologi, FKIP, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia

DOI: <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v7i3.9265>

Sitasi : Khairuddin, K., Yamin, M., & Kusmiyati, K. (2024). Pengenalan Tentang Model Akumulasi Air Raksa (Hg) Dalam Tubuh Makhluk Hidup Melalui Pelatihan Pada Siswa MAN 1 Kota Bima. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 7(3)

Article history

Received: 24 Agustus 2024

Revised: 30 Agustus 2024

Accepted: 10 September 2024

*Corresponding Author:

Khairuddin; Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Mataram;

Email:

khairuddin.fkip@unram.ac.id

Abstract: Akumulasi logam berat air raksa (Hg) pada organisme merupakan pengetahuan yang penting untuk dipahami oleh anak didik sejak dari jenjang sekolah dasar sampai perguruan tinggi termasuk siswa Madrasah Aliyah Negeri 1 (MAN 1) Kota Bima. Pelaksanaan kegiatan dalam pengabdian kepada masyarakat ini berhubungan dengan permasalahan yang dihadapi mitra yaitu tentang bagaimana upaya yang semestinya dilakukan agar dapat meningkatkan pemahaman konsep dan pengetahuan awal tentang Air Raksa (Hg), dan keterampilan yang bagaimanakah yang diperlukan sejak awal oleh anak didik MAN 1 Kota Bima agar model Hg dalam tubuh makhluk hidup dapat dipahami dengan sempurna. Tujuan dari kegiatan pelatihan ini yaitu untuk meningkatkan pemahaman dan pengetahuan yang berhubungan dengan model akumulasi air raksa (Hg) bagi anak didik dan juga memberikan keterampilan dan pengetahuan tentang cara untuk menghindari diri dari paparan langsung dengan air raksa dalam kegiatan sehari-hari, sehingga siswa MAN 1 Kota Bima dapat terhindar dari dampak akumulasi air raksa (Hg). Kegiatan pelatihan ini dapat bermanfaat terhadap peningkatan pengetahuan dan pemahaman anak didik terhadap model akumulasi logam berat air raksa (Hg). Pelatihan ini juga bermanfaat dalam meningkatnya pengetahuan dan keterampilan anak didik dalam menemukan cara agar dapat menghindari diri dari paparan langsung dengan logam Hg dalam kehidupan sehari-hari. Adapun kesimpulan dari pelatihan ini yaitu adanya peningkatan pengertian, pengetahuan dan keterampilan tentang akumulasi logam berat Hg dalam tubuh makhluk hidup, termasuk manusia pada peserta didik di MAN 1 Kota Bima yang pada akhirnya dapat mengerti dengan baik tentang model akumulasi logam berat Air Raksa (Hg) pada tubuh makhluk hidup dalam aktifitas kehidupan.

Keywords : Akumulasi, Makhluk hidup, dan Air Raksa (Hg).

Pendahuluan

Dalam menunjang kehidupan sehari-hari, manusia memanfaatkan berbagai bahan dari produk industri yang berisi logam berat dalam rangka peningkatan kesejahteraannya. Hal ini menyebabkan logam berat dapat menjadi bahan pencemar dalam lingkungan dan dapat mengalami akumulasi pada tubuh makhluk hidup seperti tumbuhan, hewan dan juga manusia. Manusia menggunakan logam berat secara sadar dan ataupun

secara tidak sadar dalam berbagai bidang kehidupan

Dalam aktifitas kehidupan sehari-hari, manusia sulit untuk menghindari adanya kontak langsung dengan logam berat seperti Hg. Manusia dapat mengakumulasi logam berat Hg dalam tubuhnya dengan jalur bioakumulasi dan biomagnifikasi. Hal yang sama dapat terjadi pada tumbuhan dan hewan, karena mereka dapat mengakumulasi logam berat dari lingkungan yang masuk dalam tubuhnya. Berbagai jenis

bahan berbahaya dapat masuk kedalam jaringan tubuh manusia yang masuk dari berbagai jenis bahan makanan. Selain itu logam berat misalnya air raksa (Hg) bisa masuk melalui kulit, dan juga dari saluran pernapasan (Herman, 2006; Suryono, 2006; Atdjas, 2016; Amriani, 2011).

Adanya limbah industri yang mengandung logam berat seperti Hg yang dibuang ke lingkungan dapat menyebabkan terjadinya pencemaran logam berat dalam lingkungan. Pencemaran lingkungan terjadi karena limbah yang mengandung logam berat, terutama dengan konsentrasi yang tinggi sangat membahayakan kehidupan dalam lingkungan, termasuk di lingkungan air laut dan air tawar, dalam tanah, dan juga di lingkungan udara). Akumulasi logam berat Hg pada akar, batang dan daun tumbuhan dapat terjadi karena adanya kontaminasi yang awalnya berasal dari udara dan air, kemudian turun dan akhirnya menyebabkan munculnya pencemaran tanah (Sarkar, 2005; Widowati, dkk, 2008).

Limbah yang mengandung Hg dapat terbawa sampai ke laut, sehingga makanan hasil laut dapat terkontaminasi oleh logam Hg terutama yang terakumulasi melalui rantai makanan (Yusuf, dkk, 2004). Makanan yang berasal dari lahan pertanian seperti tanaman pangan dapat mengalami kontaminasi logam berat akibat dari adanya kandungan logam dalam pupuk dan pestisida yang diterapkan oleh petani pada lahan pertaniannya (Agustina, 2010). Sel-sel dan jaringan tumbuhan dapat menyerap logam berat dan dapat terakumulasi pada jaringan akar, batang, daun, bunga, buah sampai biji, yang selanjutnya masuk siklus rantai makanan dan jaring-jaring makanan. Manusia dan hewan dapat mengalami keracunan jika konsentrasi logam berat yang terakumulasi dalam tubuhnya melampaui batas toleransi.

Aktifitas manusia dalam berbagai bidang kehidupan seperti kesehatan, pertanian, pertambangan dan transportasi telah terbukti dapat mencemari lingkungan oleh berbagai unsur logam berat termasuk Hg. Saat ini sudah tampak dengan nyata adanya pencemaran lingkungan, seperti pencemaran udara, pencemaran air, dan pencemaran tanah. Manusia sudah dapat merasakan dampak negatif sebagai dampak dari kualitas lingkungan yang menurun akibat terpapar logam berat diseluruh belahan dunia. Hasil penelitian Khairuddin, dkk (2016), menemukan pada kerang bivalvia yang berasal dari teluk Bima telah

terkontaminasi oleh logam berat Hg. Sampel kerang yang diteliti diambil pada daerah dimana biasa masyarakat lokal menangkap kerang untuk dikonsumsi. Jaringan kerang telah terkontaminasi oleh logam berat Cd, Hg, dan Pb. Temuan ini mengindikasikan bahwa pada jaringan ikan Bandeng yang berasal dari perairan teluk Bima sudah terkontaminasi logam berat. Hasil penelitian lain juga menemukan adanya logam berat Kadmium dan Tembaga yang relative tinggi dan berada diatas ambang batas yang diperbolehkan (Khairuddin, dkk, 2021)

Madrasah Aliyah Negeri 1 (MAN 1) Kota Bima termasuk sekolah favorit. Secara kelembagaan sekolah ini sangat berkait dengan FKIP Universitas Mataram mengingat terdapatnya alumni yang menjadi guru atau staf pengajar di Sekolah tersebut. Selain itu adanya kegiatan pelatihan-pelatihan yang melibatkan lembaga-lembaga tersebut. Siswa MAN 1 Kota Bima sebagai pewaris pembangunan perlu diajarkan materi pelajaran tentang model akumulasi logam berat Hg sehingga memiliki pengetahuan tentang dampak negatif dari akumulasi logam berat Hg pada tubuh manusia dan organisme yang lain. Madrasah tersebut secara geografis juga merupakan sekolah yang berada dekat dengan daerah persawahan dan pertambakan, terutama yang terdapat di teluk Bima sisi Utara. Peserta didik Sebagian besar berasal dari keluarga petani atau keluarga pegawai yang tinggal di dekat lahan pertanian.

Para siswa sebagai subyek dalam pengabdian tentang pelatihan dan pengenalan model akumulasi logam berat Hg adalah peserta didik yang ada di MAN 1 Kota Bima, mengingat murid-murid ini adalah adalah anak-anak yang punya peluang yang tinggi untuk terpapar dengan logam berat Hg, yang bersumber makanan hasil laut dan dari daerah pertanian. Kontaminasi juga dapat bersumber dari pertambakan ikan di teluk Bima. Hasil laut tersebut seperti berbagai jenis kerang, berbagai jenis udang, kepiting, cumi, dan ikan karena akumulasi logam berat Hg ini sangat berbahaya bagi kesehatan manusia, terutama bagi para siswa sebagai generasi penerus pembangunan bangsa.

Berdasarkan hasil pengamatan dan diskusi dengan pengelola sekolah MAN 1 Kota Bima, dan memperhatikan realitas yang ada, yaitu belum dipahaminya tentang model akumulasi berat air

raksa (Hg) dalam tubuh makhluk hidup, maka diajukan permasalahan pengabdian ini sebagai berikut : 1). Pengetahuan dan keterampilan yang bagaimanakah yang harus dimiliki oleh para murid di MAN 1 Kota Bima agar dapat memahami tentang model akumulasi berat Air Raksa (Hg) dalam tubuh makhluk hidup dalam kehidupan sehari-hari ? dan 2). Bagaimana usaha yang harus dilakukan agar siswa dapat mengenal tentang model akumulasi logam berat Air Raksa (Hg) dalam tubuh manusia kepada kelompok siswa di MAN 1 Kota Bima ?

Kegiatan pengabdian ini tentunya sangat bermanfaat bagi para siswa MAN 1 Kota Bima. Adapun manfaat dari kegiatan pengabdian ini meliputi : 1). Adanya peningkatan pengetahuan dan pemahaman siswa tentang model akumulasi logam berat Air Raksa (Hg) pada tubuh makhluk hidup kepada kelompok siswa MAN 1 Kota Bima, dan 2). Peningkatan keterampilan dan pemahaman pada siswa tentang cara atau usaha agar terhindar dari kontak langsung dengan bahan berbahaya logam berat Hg dalam menjalani hidup sehari-hari.

Metode Pelaksanaan

Terdapat berbagai metode dalam pelaksanaan pelatihan. Metode yang telah diterapkan dalam pelatihan ini, mencakup: Metode yang utama digunakan dalam pelatihan ini yaitu metode ceramah dan diskusi. Metode ceramah dan diskusi digunakan supaya pemberian penjelasan kepada para siswa MAN 1 Kota Bima yang mengikuti pelatihan tentang model akumulasi Air Raksa (Hg) dalam tubuh makhluk hidup termasuk manusia. Materi penting lain yang juga dilatihkan pada para siswa sebagai peserta pengabdian di MAN 1 Kota Bima adalah informasi yang bertalian dengan sumber bahan yang bisa terpapar oleh logam berat Hg, sehingga dapat terjadi proses penumpukan atau akumulasi pada tubuh makhluk hidup. Sifat logam berat dapat menentukan model akumulasinya dalam jaringan makhluk hidup. Setiap unsur logam berat memiliki organ target masing-masing, sebagai contoh adalah logam berat Hg sasarannya adalah system saraf. Pada akhirnya pemberian materi tersebut akan meningkatkan pemahaman peserta pelatihan yaitu siswa MAN 1 Kota Bima baik secara perorangan maupun secara kelompok.

Metode berikutnya dalam kegiatan pengabdian ini adalah metode tanya jawab. Metode

ini dimaksudkan agar dapat memberikan refleksi atau umpan balik pada para siswa MAN 1 Kota Bima. Selain itu juga agar siswa yang mengikuti pelatihan dapat memberi tanggapan tentang model akumulasi logam berat Air Raksa (Hg) pada tubuh makhluk hidup.

Metode terakhir adalah metode demonstrasi, dengan tujuan untuk dapat memberikan gambaran pada para siswa tentang model akumulasi Air Raksa (Hg), dampak dari paparan dengan logam berat Hg dan upaya agar terhindar dari paparan langsung dengan logam berat Hg pada para siswa di MAN 1 Kota Bima.

Hasil dan Pembahasan

Pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat sudah diselenggarakan di MAN 1 Kota Bima. Kegiatan tersebut dilaksanakan dalam bentuk pelatihan dengan judul; Pelatihan dan Pengenalan Tentang Model Akumulasi Air Raksa (Hg) dalam Tubuh makhluk hidup pada kelompok siswa MAN 1 Kota Bima. Kegiatan pelatihan terlaksana dengan baik, aman dan lancar, dilaksanakan pada bulam Mei tahun 2024 **dengan peserta lebih dari 60 orang**. Para Siswa sangat senang dan diikuti pula dengan aktifitas tanya jawab dan diskusi yang berhubungan dengan materi pelatihan. Pemutaran video tentang dampak akumulasi logam berat Hg pada makhluk hidup, terutama pada hewan mamalia termasuk pada manusia diberikan untuk memudahkan siswa memahami tentang materi pelatihan. Materi yang dijelaskan dalam video memotivasi para siswa MAN 1 Kota Bima untuk memahami tentang dampak logam berat Hg yang masuk dalam sistem kehidupan. Bioakumulasi dan biomagnifikasi memang terjadi dan masuk dalam rantai makanan, yang pada akhirnya akan sampai pada puncak rantai makanan seperti halnya dapat terjadi pada umat manusia.

Pemberian materi pelatihan yang berhubungan dengan model akumulasi logam berat Air Raksa (Hg) yang terkandung dalam makanan yang telah terpapar logam berat seperti dari makanan pokok nasi, ikan laut, udang, kepiting, kerang, cumi dan sebagainya, memberikan manfaat bagi peserta. Pemberian materi pelatihan dilakukan dengan penjelasan yang baik sesuai dengan jenjang pengetahuan bawaan siswa MAN 1 Kota Bima. Penjelasan dan diskusi dalam kegiatan pelatihan

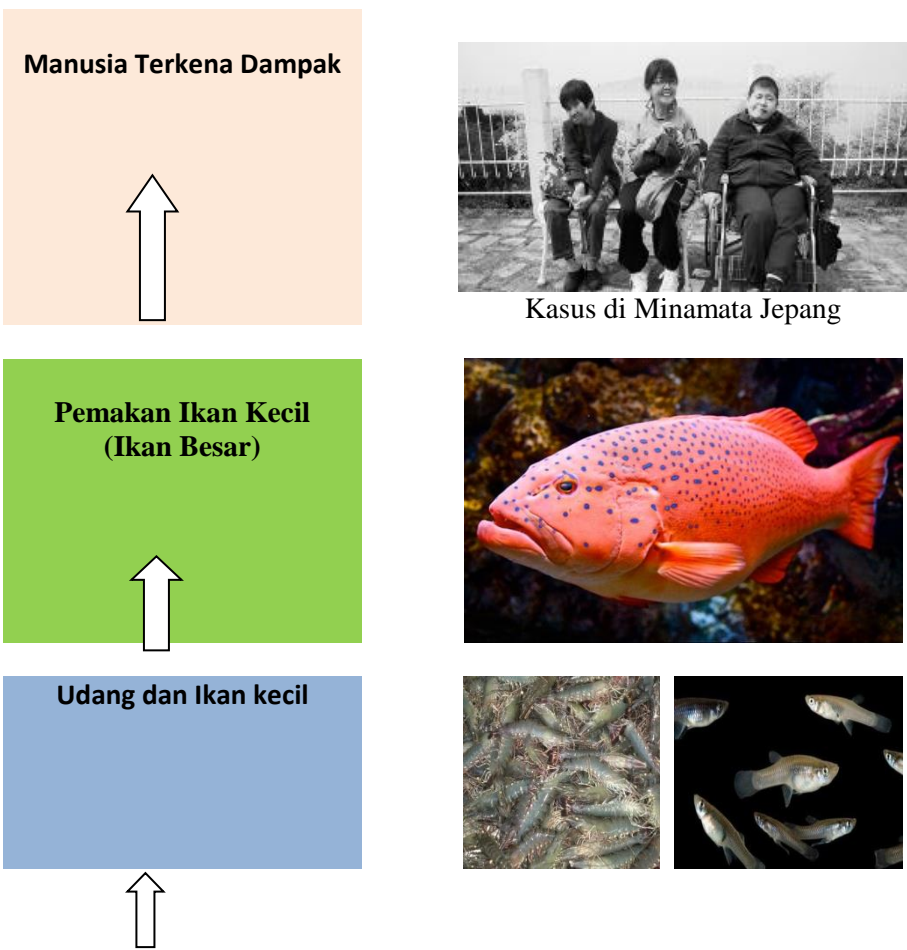
telah dapat mendorong naiknya kadar pemahaman dan pengetahuan tentang akumulasi logam berat seperti Hg pada siswa MAN 1 Kota Bima mencapai 100 %. Perolehan hasil pelatihan ini didapatkan karena dalam sajian materi pelatihan disertai dengan memutar video contoh makanan yang mempunyai kecenderungan terkontaminasi oleh logam Merkuri, seperti makanan pokok dan makanan yang berasal dari laut seperti ikan, udang dan kerrang.

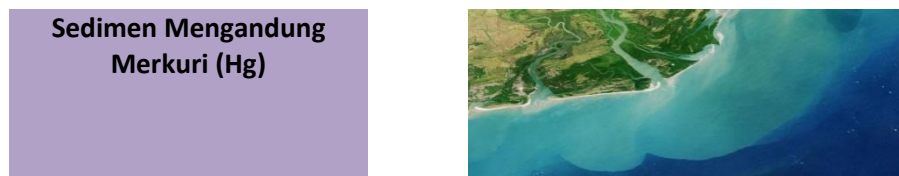
Penguasaan materi pelatihan oleh siswa MAN 1 Kota Bima yang sangat baik tentang paparan dan proses akumulasi logam berat berbahaya seperti Hg pada manusia, sebagai dampak dari hasil pelatihan ini tentu merupakan informasi yang sangat bermanfaat bagi semua peserta pelatihan. Para peserta pelatihan dapat

mengerti dengan baik terhadap model akumulasi logam berat Hg sesuai materi yang disajikan. Hal ini dapat dibuktikan dengan adanya umpan balik seperti saat pelatih memberikan pertanyaan balik, kemudian para siswa yang mengikuti pelatihan menjawab dengan benar. Media elektronik seperti LCD yang digunakan pada penyampaian materi dalam pelatihan ini sangat menunjang dalam penayangan video tentang akumulasi logam berat Hg pada makhluk hidup dan power point (PPT), sehingga peningkatan pemahaman dan keterampilan siswa juga terjadi.

Logam berat Air Raksa (Hg) dapat mengalami penumpukan dalam tubuh manusia. Model penumpukan atau akumulasi logam berat air raksa (Hg) pada tubuh manusia dapat dilihat seperti berikut :

Model Akumulasi Logam berat Merkuri (Hg)





Gambar 1: Skema bioakumulasi logam berat Air Raksa (Hg) pada Manusia

Cahyani, dkk, (2016) mengungkapkan adanya temuan logam Hg sebesar 304,499-4535,221 ppb dan Cd sebesar 0,107-0,564 ppm pada daging ikan Rejung (*Sillago sihama*). Hal ini yang memberikan petunjuk adanya akumulasi logam berat. Berikutnya, Zulfiah, dkk, (2017) menemukan adanya kadar logam Tembaga (Cu) sebesar rata-rata sebesar 0,0882 mg/kg pada sampel ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsk). Adanya Kadmium (Cd) dalam badan air misalnya dalam tambak ikan bandeng, senantiasa berasal dari penggunaan pupuk dengan tujuan menyuburkan phytoplankton yaitu alga atau ganggang (Septiani, dkk, 2022). Alga yang sehat dan subur dapat menjadi sumber makanan yang utama bagi ikan seperti Bandeng. Selanjutnya berbagai jenis logam berat seperti Hg dan Cd dapat masuk dalam makanan yang bersumber dari laut (*sea food*) melalui jalur rantai makanan.

Petani sering menggunakan pupuk dalam usaha meningkatkan produksi pertaniannya, seperti pupuk Pospat. Di dalam setiap pupuk pospat mengandung logam berat (Riani, dkk, 2017). Ikan, udang atau cumi sebagai makanan hasil laut bisa terkontaminasi logam berat seperti logam Cu dan atau Hg (Yunanmalifah, dkk, 2021). Makanan yang terkontaminasi logam berat seperti Cu yang tinggi, dapat berdampak negative pada manusia karena memiliki sifat karsinogenik. Jika manusia mengkonsumsi ikan, kerang, dan cumi yang mengandung logam berat seperti Cu dan Pb dan Hg, maka dapat merusak jaringan dan organ tubuh sehingga dapat menimbulkan penyakit (Sarkar, 2005; Suryono, 2006).

Suhu lingkungan sangat mempengaruhi akumulasi logam berat pada organisme. Jaringan atau organ dari makhluk hidup seperti cumi, kerang dan ikan bandeng, akan mengakumulasi logam berat lebih tinggi jika terjadi kenaikan suhu air. Suhu air yang naik akan memberikan kecenderungan dalam akumulasi dan tingkat keracunan logam berat, contohnya air Raksa (Hg), Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) (Legiarsi, dkk,

2022). Jika suhu mencapai 30⁰ C, ikan yang mengalami kontaminasi oleh logam berat akan mengakumulasi logam berat lebih tinggi bila dibandingkan dengan yang terjadi pada suhu kamar. Dari temuan (Soraya, 2012), mengungkapkan bahwa suhu air yang naik memberikan pengaruh pada aktivitas makhluk hidup yang ada di air. Proses metabolisme hewan yang ada dalam air akan meningkat sejalan dengan naiknya proses anabolisme dan katabolisme dari makhluk hidup yang ada dalam badan air (Sitorus, 2011, Gunarto, 2004).

Dalam ekosistem perairan laut, kerang termasuk jenis makhluk hidup yang mampu menumpuk logam berat dalam tubuhnya. Dari hasil penelitian, sudah ditemukan adanya logam berat pada berbagai spesies kerang. Logam berat Hg (Air Raksa) ditemukan pada 3 jenis kerang yang berbeda. Kerang yang diteliti terdiri atas; Kerang darah (*Anadara granosa*), Kerang hiatula (*Hiatula chinensis*), dan Kerang siliqua (*Siliqua winteriana*). Logam berat merkuri (Hg) dalam jaringan kerang ditemukan sebesar 0,040 ppm pada kerang darah (*Anadara granosa*), sedikit lebih kecil yaitu 0,017 ppm pada Kerang siliqua (*Siliqua winteriana*) dan 0,031 ppm pada kerang hiatula (*Hiatula chinensis*) (Khairuddin, dkk, 2016). Selain itu ditemukan juga adanya kandungan logam berat Hg pada siput sawah (Khairuddin, dkk, 2023). Hasil penelitian lain melaporkan adanya kandungan logam Hg pada belut Sawah (*Monopterus albus*) sebesar 0,013 ppm (Noviantika, dkk, 2024).

Selain pada hewan, logam berat ditemukan juga pada tumbuhan mangrove. Dari hasil penelitian melaporkan bahwa ada kandungan logam Air Raksa (Hg) dan Kadmium (Cd) pada tumbuhan mangrove. Kadar logam Kadmium (Cd) ditemukan 0,27 ppm pada daun dan 0,25 ppm pada akar *Sonneratia alba*. Logam berat Cd juga didapatkan pada jenis mangrove yang lain. Kadar logam Cd sebesar 0,05 ppm ditemukan pada daun dan 0,36 ppm pada akar *Rysozophora apiculata* (Yamin, dkk,

2017; Khairuddin, dkk, 2018; Muslim, dkk, 2022 Khairuddin, dkk, 2024).

Hasil penelitian Khairuddin, dkk (2021) menunjukkan adanya logam tembaga (Cu) dengan rata-rata 27,3 %. dalam jaringan ikan Bandeng (*Chanos-chanos*). Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai pembanding dalam menjelaskan tentang akumulasi logam berat. Temuan ini dikatakan tinggi karena berada diatas batas ambang sebesar 20 mg/kg, berdasarkan Surat Keputusan Direktur Jenderal Pengawasan Obat dan Makanan No. 03725/B/SK/89 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam dalam Ikan dan Hasil Olahannya (Priyanto dan Ariyani, 2008).

Tumbuhan air seperti spesies ganggang sangat sensitive terhadap perubahan lingkungan. Ganggang merupakan makhluk hidup yang mempunyai respon paling cepat jika dibandingkan dengan hewan dan manusia terhadap adanya perubahan lingkungan (Hastuti, dkk, 2013). Mengingat manusia sebagai puncak rantai makanan, maka ditemukan bukti adanya akumulasi logam berat seperti Hg dan Cd (Khairuddin, dkk, 2022). Hasil penelitian lain menunjukkan adanya logam berat pada ikan bandeng (Masak dan Rahmansyak, 2006; Purnomo dan Muchyiddin, 2007). Peningkatan kadar logam berat yang tinggi dapat berakibat negatif bagi makhluk hidup, baik hewan maupun manusia karena adanya sifat karsinogenik dari logam berat. (Rochyatun, dkk. 2005; Rochyatun dan Rozak, 2007; Zulfiah, dkk, 2017).

Berbagai unsur logam berat dapat terakumulasi dan dapat mengendap di dasar perairan, selanjutnya secara adsorpsi dan kombinasi dapat membentuk senyawa kompleks dengan bahan organik dan anorganik. Berikutnya logam berat masuk dalam tubuh tanaman yang tumbuh didalam perairan. Logam berat bersifat mencemari dan berbahaya disebabkan oleh sifatnya yang tidak mudah dihancurkan (*nondegradable*) oleh makhluk hidup yang ada dalam lingkungannya.

Penyelenggaraan pelatihan tentang akumulasi logam berat Hg sudah terselenggara dengan sukses. Hal ini dapat terjadi karena adanya beberapa faktor, baik faktor pendukung maupun faktor penghambat. Semua faktor yang menghambat kegiatan pelatihan sudah dapat diatasi dengan hasil yang memuaskan saat kegiatan pelatihan berlangsung. Pelatihan yang dilakukan di MAN 1 Kota Bima ini didukung oleh faktor pendorong misalnya Sebagian besar siswa

yang ada di MAN 1 Kota Bima berasal dari daerah kawasan pertanian. Pada kegiatan pertaniannya, para petani menggunakan pupuk agar tanamannya menjadi subur. Unt memberantas hama dan penyakit, petani menggunakan insektisida, herbisida dan fungisida, yang mana didalamnya terdapat logam berat seperti Hg dan Cd. Selain itu, lokasi MAN 1 Kota Bima berada tidak jauh dari perairan dan tambak ikan yang ada di utara teluk Bima. Dari tambak dan teluk Bima diperoleh banyak makanan hasil laut seperti ikan, cumi, dan berbagai spesies kerang, termasuk kerang darah.

Sekolah MAN 1 Kota Bima berlokasi tidak jauh dari teluk Bima dan wilayah pertanian. Perilaku petani yang terbiasa menggunakan bahan-bahan beracun seperti insektisida dan herbisida dalam kegiatan pertaniannya memberi peluang adanya paparan logam berat seperti Hg. Kontaminan logam merkuri pada manusia dapat berasal dari produk pertanian dan hasil-hasil laut misalnya ikan Mujair, Bandeng dan kerang. Khairuddin, dkk (2016) melaporkan bahwa “ada 3 jenis kerang yang berasal dari teluk Bima sudah terkontaminasi oleh logam berat. Logam berat tersebut adalah timbal (Pb), Kadmium (Cd), dan air raksa (Hg).

Jalinan komunikasi yang baik antara kepala MAN 1 Kota Bima dengan tim pelatih merupakan faktor pendukung tersendiri dalam Kegiatan pelatihan ini. Faktor pendorong berikutnya adalah adanya komunikasi yang baik dengan para pendidik yang dikenal oleh pelatih Ketika kegiatan pelatihan ini terlaksana. Dengan adanya kegiatan pelatihan ini, dapat merupakan bentuk kerja sama antara Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) Universitas Mataram dengan sekolah formal seperti MAN 1 yang ada di Kota Bima ini.

Membangun jalinan kerja sama dan komunikasi antara dosen sebagai pelatih dan sekolah seperti MAN 1 Kota Bima sebagai mitra sangat penting dilakukan. Kerja sama kedua institusi pendidikan formal, yaitu FKIP Unram dan MAN 1 Kota Bima tetap dapat terjadi sepanjang keduanya saling membutuhkan. Ada jalinan kerja ketika guru MAN 1 Kota Bima mengikuti berbagai pelatihan, misalnya Pendidikan dan latihan profesi guru (PLPG) di FKIP Unram, sehingga guru-guru tersebut dapat memperoleh sertifikasi pendidik. Berikutnya, juga ada jalinan konsultasi tentang kegiatan akademis, antara lain konsultasi yang berkaitan dengan penggunaan media, model pembelajaran, perencanaan dan evaluasi dalam

pembelajaran secara keberlanjutan dalam menunjang karir guru sebagai pendidik, termasuk guru-guru yang berada dibawah koordinasi Kementerian Agama Kota Bima.

Pada pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat berupa pelatihan ini mengalami beberapa hambatan. Hambatan utama biasanya berhubungan dengan ketersediaan waktu pelatih yang sangat terbatas. Hambatan berikut yaitu kesulitan menemukan jadwal yang sama antara pihak pelatih dengan pihak sekolah mitra yaitu MAN 1 Kota Bima. Hambatan jarak menjadi bagian hambatan yang ketiga dalam pengabdian ini. Jarak kampus Unram yang jauh di Mataram dengan lokasi pengabdian di Kota Bima, memerlukan waktu yang perjalanan yang lama. Faktor penghambat lainnya yaitu adanya kegiatan yang padat seperti menjelang ujian tengah semester atau ujian semester pada sekolah MAN 1 Kota Bima sebagai mitra, sehingga pihak sekolah tidak leluasa dapat menyediakan jadwal kegiatan pelatihan seperti yang dijadwalkan oleh pelatih. Dengan niatan, kemauan keras dan rasa sabar yang tinggi, akhirnya pihak pelatih dan pihak sekolah MAN 1 Kota Bima menemukan waktu yang luang dan menyepakati untuk tentang jadwal penyelenggaraan pelatihan tentang model akumulasi logam berat Hg. Keseluruhan tahapan yang dilalui selama pelatihan di sekolah mitra MAN 1 Kota Bima dapat terselenggara dengan lancar. Hambatan keterbatasan dana juga dirasaakan dalam kegiatan pelatihan ini. Meskipun dana pengabdian yang disediakan oleh pihak Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan (FKIP) dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Mataram amat terbatas, namun dengan adanya tekad bersama dari anggota tim pelatihan, maka semua hambatan bisa dilalui dan semua tahapan kegiatan pelatihan dapat terselenggara dengan lancar dan aman.

Kesimpulan

Dengan memperhatikan proses penyajian, pemaparan materi, diskusi, tanya-jawab dan umpan balik antara peserta dan pelatih selama pelatihan berlangsung, maka sebagai kesimpulan yang dapat diformulasikan adalah : Pengetahuan dan keterampilan siswa MAN 1 Kota Bima tentang model akumulasi logam berat Merkuri (Hg) dalam tubuh makhluk hidup mengalami peningkatan

sehingga dapat mengerti tentang model akumulasi logam berat Hg tersebut. Dengan melalui upaya pelatihan tentang model akumulasi logam berat Hg dalam tubuh makhluk hidup telah memberikan pemahaman yang tuntas pada siswa MAN 1 Kota Bima terhadap model akumulasi logam berat Air Raksa (Hg) pada manusia

Dengan memperhatikan hasil pelaksanaan pengabdian ini, maka disampaikan saran bahwa sebagai upaya untuk peningkatan pemahaman siswa pada domain kognitif dan psikomotor tentang model penumpukan logam berat Hg dalam tubuh makhluk hidup, perlu dilakukan kegiatan pelatihan serupa pada siswa di sekolah-sekolah lainnya. Kegiatan pelatihan berikutnya bisa dilakukan pada sekolah-sekolah yang ada di sekitar teluk Bima dan di sekitar Kawasan pertanian baik yang ada pada wilayah administrasi Kota Bima maupun Kabupaten Bima, karena di teluk Bima menghasilkan bahan makanan hasil laut seperti ikan, udang dan kerang yang berpotensi terkontaminasi Merkuri (Hg).

Ucapan Terima Kasih

Mengingat kegiatan pelatihan di MAN 1 Kota Bima ini berjalan dengan lancar, maka kami perlu menyampaikan ucapan terima kasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang sudah memberikan bantuannya. Adanya dukungan dana dari Universitas Mataram merupakan hal yang utama terhadap pelaksanaan kegiatan pelatihan ini. Ucapan terima kasih yang pertama disampaikan pada Bapak Rektor Unram dan Ketua Lembaga Pengabdian kepada masyarakat Unram. Ucapan terima kasih juga disampaikan pada Dekan FKIP Universitas Mataram, Kepala Sekolah MAN 1 Kota Bima beserta guru-guru dan stafnya yang telah menyediakan fasilitas untuk pelaksanaan kegiatan pelatihan ini, dan mahasiswa yang terlibat yang selalu membantu tim pengabdian sejak perencanaan sampai selesainya penyelenggaraan kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang berupa pelatihan ini.

Daftar Pustaka

Agustina, T. 2010. Kontaminasi Logam Berat Pada Makanan dan Dampaknya pada Kesehatan. *jurnal Teknubuga* Volume 2 No. 2 – April 2010

- Amriani, Hendrarto, 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*, Volume 9, Issue 2: 45-50 (2011) ISSN 1829-890. UNDIP Semarang.
- 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
- Gunarto, 2004. Konservasi Mangrove Sebagai Pendukung Sumber Hayati Perikanan Pantai. *Jurnal Litbang Pertanian*, 23(1).
- Hastuti, E. D., Anggoro & 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.
- 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
- Khairuddin, Yamin, M, & Syukur, A. 2016. Analisis Kualitas Air Kali Ancar dengan Menggunakan Bioindikator Makroinvertebrata. *Jurnal Biologi Tropis*, 16(2).
- Khairuddin, Yamin, M. & Abdul Syukur, 2018. Analisis Kandungan Logam Berat pada Tumbuhan Mangrove Sebagai Bioindikator di Teluk Bima. *Jurnal Biologi Tropis*, Januari-Juni 2018, 18 (1) p-ISSN: 1411-9587 e-ISSN: 2549-7863: [69-79]
- Khairuddin, M. Yamin, dan Kusmiyati. 2021. 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, M. Yamin, dan Kusmiyati, 2022. Analisis Kandungan Logam Berat Cd dan Cu pada Ikan Betok (*Anabas testudineus*) yang Berasal dari Danau Rawa Taliwang Kabupaten Sumbawa Barat. *Jurnal Biologi Tropis*, 22 (1): 186 – 193.
- Khairuddin, M. Yamin, dan 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): DOI: <http://dx.doi.org/10.29303/jbt.v23i2.4875>: [414 – 421].
- Khairuddin, Yamin, M., & 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>
- 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
- 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
- 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.

- Riani, E., Johari, H.S; & 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*, 9(1), 235-246.
- Rochyatun, E; Kaisupy M.T; & Rozak, A. (2005). Distribusi Logam Berat Dalam Air Dan Sedimen di Perairan Muara Sungai Cisdane. *Jurnal Makara, Sains*, 10(1), April 2006: 35-40.
- Rochyatun, E & Rozak, A. (2007). Pemantauan Kadar Logam Berat Dalam Sedimen Di Perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Makara, Sains*, 11(1), April 2007:28-36.
- 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.
- Suryono, C.A. 2006. Bioakumulasi Logam Berat Melalui Sistim Jaringan Makanan dan Lingkungan pada Kerang Bulu (*Anadara inflata*). *Jurnal Ilmu Kelautan. Maret 2006. Vol. 11 (1): 19 – 22. Jurusan Ilmu Kelautan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan UNDIP, Semarang.g*
- Sarkar B.A, 2005. Mercury in the environment: Effects on health and reproduction. *Rev Environ Health*. 2005; 20:39–56.
- Widowati, W; Sastiono, A dan Yusuf, R. 2008. Efek Toksik Logam. Andi, Yogyakarta.
- Septiani, W,; Khairuddin,; dan M. Yamin. 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
- Yamin, M., Khairuddin, dan Abdul Syukur. 2017. Analisis Kandungan Logam Berat pada Tumbuhan Bioindikator dari Teluk Bima. 2017. Laporan Penelitian, Unram, Mataram.
- 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
- Yusuf, M dan Handoyo, G. 2004. Dampak Pencemaran Terhadap Kualitas Perairan dan Strategi Adaptasi Organisme Makrobenthos di Perairan Pulau Tirangcawang Semarang. *Jurnal Ilmu Kelautan. Maret 2004. Vol. 9 (1) : 12- 42. Jurusan Ilmu Kelautan-FPIK UNDIP, Semarang*
- 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 Labakkang Kab. Pangkep Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *As-Syifaa Jurnal Farmasi*, 9(1), 85-91.