

Original Research Paper

Pengenalan Tentang Model Akumulasi Logam Berat Hg dan Cd dalam Jaringan Makhluk Hidup Melalui Pelatihan pada Siswa MTsN 1 Kota Bima

K. Khairuddin^{1*}, M. Yamin¹, K. Kusmiyati¹, Lalu Zulkifli¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia;

<https://doi.org/10.29303/jpmpi.v3i2.1102>

Sitasi: Khairuddin, K., Yamin, M., Kusmiyati, K & Zulkifli. (2021). 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* 4(4)

Article history

Received: 02 Oktober 2021

Revised: 20 Oktober 2021

Accepted: 01 November 2021

*Corresponding Author: **K. Khairuddin**, Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Mataram, Indonesia;
Email: khairuddin644@gmail.com

Abstract: Model akumulasi logam berat air raksa (Hg) dan Kadmium (Cd) pada manusia adalah hal yang perlu dipahami oleh siswa pada berbagai jenjang sekolah termasuk siswa Madrasah tsanawiah Negeri 1 (MTsN 1) kota Bima. Permasalahan yang dihadapi mitra adalah bagaimana upaya yang harus dilakukan untuk mendapatkan pengetahuan, dan keterampilan yang bagaimanakah yang harus dimiliki oleh siswa MTsN 1 Kota Bima agar dapat mengerti tentang model akumulasi logam berat Hg dan Cd dalam jasad hidup dalam kehidupan sehari-hari. Pelatihan ini bertujuan untuk memberikan pemahaman tentang model akumulasi logam berat Hg dan Cd bagi siswa dan memberikan pengetahuan dan keterampilan tentang cara untuk menghindari diri dari kontak langsung dengan logam berat dalam kehidupan sehari-hari agar siswa MTsN 1 Kota Bima terhindar dari pola model akumulasi logam berat. Manfaat dari pelatihan ini adalah adanya peningkatan pemahaman tentang model akumulasi logam berat Hg dan Cd, dan peningkatan pengetahuan dan keterampilan tentang cara untuk menghindari diri dari kontak langsung dengan logam berat Hg dan Cd dalam kehidupan sehari-hari agar siswa peserta pelatihan terhindar dari pola model akumulasi logam berat. Pengetahuan dan keterampilan tentang penyusunan urutan akumulasi logam berat Hg dan Cd dalam rantai makanan telah mengantarkan siswa MTsN 1 Kota Bima sehingga dapat mengerti tentang model akumulasi logam berat Air Raksa (Hg) dan Kadmium (Cd) dalam jasad hidup dalam kehidupannya sehari-hari. Upaya melalui pelatihan tentang Model Akumulasi Logam Berat Hg dan Cd dalam jaringan makhluk hidup telah meningkatkan pemahaman siswa tentang model akumulasi logam berat Air Raksa (Hg) dan Kadmium (Cd) pada manusia kepada siswa MTsN 1 Kota Bima.

Keywords: Akumulasi; Logam berat; Air Raksa; Kadmium

dimanfaatkan oleh manusia dalam berbagai bidang kehidupan.

Adanya paparan logam berat pada makhluk hidup menjadi hal sulit untuk dihindari dalam kehidupan. Tumbuhan dan hewan sangat mudah mengakumulasi logam berat yang masuk dalam tubuhnya dan dapat juga masuk kedalam tubuh manusia melalui bioakumulasi dan biomagnifikasi (Atdjas, 2016; Suyono, 2006). Berbagai jenis logam berat seperti air raksa (Hg) dan Cadmium (Cd) masuk dalam tubuh manusia melalui kulit,

Pendahuluan

Penggunaan bahan industri yang mengandung logam berat dalam upaya peningkatan kesejahteraan manusia membuat logam berat dapat pencemari lingkungan dan dapat terakumulasi dalam jasad hidup dari organisme baik hewan maupun tumbuhan serta manusia. Logam berat secara sadar dan dan ataupun tidak sadar

pernapasan dan bahan makanan (Herman, 2006; Amriani, 2011).

Kadmium (Cd) mempunyai nomor atom 48. Logam lunak dan putih kebiruan Cd lebih menyukai tingkat oksidasi +2 dalam sebagian besar senyawa dan, seperti raksa, ia menunjukkan titik lebur yang rendah dibandingkan dengan logam transisi pada umumnya. Konsentrasi kadmium rata-rata dalam kerak bumi adalah antara 0,1 dan 0,5 bagian per juta (ppm). Kadmium terdapat sebagai komponen minor di sebagian besar bijih seng dan oleh karena itu merupakan hasil sampingan dari produksi seng. Kadmium telah digunakan sejak lama sebagai lapisan tahan korosi pada baja, sementara senyawa kadmium digunakan sebagai pigmen merah, oranye dan kuning, untuk mewarnai kaca dan untuk menstabilkan plastik. Salah satu dari sedikit manfaat barunya adalah panel surya kadmium telurida. Meskipun kadmium tidak diketahui memiliki fungsi biologis pada organisme yang lebih tinggi, karbonat anhidrase yang tergantung pada kadmium telah ditemukan di diatom laut (<https://id.wikipedia.org/wiki/Kadmium> [1 Nov-2020]).

Pencemaran lingkungan oleh logam berat dapat terjadi, terutama saat membuang limbah dari industri yang mengandung logam Hg dan Cd (Khairuddin, dkk, 2021). Logam-logam tertentu dalam konsentrasi tinggi akan sangat berbahaya bila ditemukan di dalam lingkungan, baik dalam air, dan tanah, maupun di udara). Sumber utama kontaminasi logam berat sesungguhnya berasal dari udara dan air yang mencemari tanah. Selanjutnya semua tanaman yang tumbuh di atas tanah yang telah tercemar akan mengakumulasi logam-logam tersebut pada semua bagian termasuk akar, batang, daun dan buah. Apabila tumbuhan tersebut dimakan oleh hewan, maka logam berat tersebut akan terakumulasi pada hewan tersebut (Sarkar, 2005; Widowati, dkk, 2008).

Sumber bahan pencemar logam berat juga dapat berasal dari makanan yang terkontaminasi oleh logam berat, misalnya makanan hasil laut (Yamin dkk, 2021; Yusuf dkk, 2004) Kontaminasi makanan juga bisa terjadi dari tanaman pangan (bidang pertanian) yang diberi pupuk dan pestisida yang mengandung logam (Agustina, 2010; Khairuddin, dkk, 2019). Logam berat terserap ke dalam jaringan tanaman melalui akar batang dan daun, yang selanjutnya akan masuk dalam siklus rantai makanan. Tanaman yang tumbuh di atas tanah yang

telah tercemar akan mengakumulasi logam-logam tersebut pada organ tubuhnya, seperti akar. Logam dapat menimbulkan keracunan pada manusia, dan hewan, jika terakumulasi pada jaringan tubuh dan melebihi batas toleransi.

Aktivitas manusia pada bidang pertanian dan pertambangan dapat menjadi sumber logam berat yang dapat masuk dalam lingkungan. Penurunan kualitas lingkungan berlangsung secara terus menerus dan dapat berpengaruh buruk terhadap manusia. Kerusakan lingkungan muncul dalam bentuk; pencemaran udara, pencemaran air, dan pencemaran tanah. Kualitas lingkungan yang buruk akibat terpapar logam berat, dapat berdampak global pada lingkungan, khususnya bagi kesehatan masyarakat sendiri. Hasil penelitian Khairuddin, dkk (2016), menunjukkan adanya kandungan logam berat Cd, Hg, dan Pb pada kerang bivalvia di teluk Bima dengan kadar yang bervariasi. Hal ini dapat memberi gambaran bahwa di lingkungan perairan teluk Bima yang biasa digunakan masyarakat untuk mengambil kerang sebagai sumber makanan sudah menunjukkan adanya pencemaran logam berat. Khairuddin, dkk (2021) juga menemukan adanya logam berat Tembaga (Cu) dan Kadmium (Cd) yang melebihi ambang batas pada jaringan Bandeng dari teluk Bima.

MTsN 1 Kota Bima termasuk sekolah favorit sangat berkaitan dengan FKIP Unram karena adanya alumni-alumni yang mengajar atau menjadi guru di sekolah tersebut atau adanya kegiatan pelatihan-pelatihan yang melibatkan lembaga-lembaga tersebut. Siswa MTsN 1 Kota Bima sebagai generasi penerus pembangunan perlu dibekali dengan pengetahuan tentang model akumulasi logam berat Hg dan Cd sehingga dapat mengetahui dampak negatif dari akumulasi logam berat tersebut terutama dalam tubuh manusia. MTsN 1 Kota Bima merupakan sekolah yang dekat dengan daerah pertanian dan pertambangan yang ada di bagian tengah teluk Bima. Siswa-siswinya juga sebagian besar berasal dari daerah pertanian.

MTsN 1 Kota Bima, adalah salah satu sekolah favorit di Kota Bima dengan jumlah siswa yang banyak. Siswa-siswa tersebut sangat potensial untuk dijadikan obyek pelatihan, mengingat siswa dan siswi tersebut merupakan orang-orang yang berpotensi besar untuk terkontaminasi logam berat seperti logam Hg dan Cd, yang berasal dari daerah pertanian, pertambangan ikan dan juga dari makanan hasil laut seperti kerang, karena akumulasi logam

berat ini sangat berbahaya bagi kesehatan manusia, terutama siswa-siswi yang menjadi generasi penerus bangsa.

Dari hasil pengamatan dan melihat kondisi serta kenyataan di lapangan, yaitu belum dipahaminya bentuk dan model akumulasi logam berat air raksa (Hg) dan kadmium (Cd) dalam organ atau jaringan makhluk hidup, maka dirumuskan permasalahan sebagai berikut : Pengetahuan dan keterampilan yang bagaimanakah yang harus dimiliki oleh siswa MTsN 1 Kota Bima agar dapat mengerti tentang model akumulasi logam berat Air Raksa (Hg) dan Kadmium (Cd) dalam jasad hidup dalam kehidupan sehari-hari ? dan Bagaimana upaya yang harus dilakukan untuk memahami model akumulasi logam berat Air Raksa (Hg) dan Kadmium (Cd) pada manusia kepada siswa MTsN 1 Kota Bima ?

Kegiatan Pelatihan ini dapat bermanfaat bagi siswa siswi MTsN 1 Kota Bima atau peserta yaitu untuk Peningkatan pemahaman tentang model akumulasi logam berat Air Raksa (Hg) dan Kadmium (Cd) dan Peningkatan pengetahuan dan keterampilan tentang cara untuk menghindari diri dari kontak langsung dengan logam berat dalam kehidupan sehari-hari yang ditujukan kepada siswa MTsN 1 Kota Bima agar siswa MTsN 1 Kota Bima sebagai peserta pelatihan terhindar dari pola model akumulasi logam berat Hg dan Cd.

Metode

Pelaksanaan kegiatan pelatihan ini menggunakan beberapa metode yaitu: Metode pertama adalah metode ceramah, dimaksudkan untuk menjelaskan kepada peserta pelatihan tentang model akumulasi logam berat Air Raksa (Hg) dan Kadmium (Cd) pada organ dan jaringan makhluk hidup para siswa. Logam berat Hg dan Cd dapat masuk dalam organ makhluk hidup melalui jalur rantai makanan. Logam Kadmium (Cd) yang ada pada sedimen atau yang ada dalam air dapat ditangkap oleh alga, kemudian dimakan oleh zooplankton, terus dimakan oleh ikan kecil, ke ikan besar dan akhirnya sampai ke Manusia. Dalam tubuh manusia akan terakumulasi di tulang, yang menyebabkan kerusakan tulang. Selain itu juga memberikan pengetahuan tentang sumber-sumber bahan yang mengandung logam berat dan pola akumulasi berdasarkan sifat logam berat serta target organ dari masing-masing logam berat tersebut,

Dengan demikian akan dapat dengan mudah dipahami secara individu maupun secara berkelompok oleh siswa MTsN 1 Kota Bima.

Metode kedua adalah metode demonstrasi, untuk memberikan gambaran pada sasaran tentang model akumulasi logam berat Air Raksa (Hg) dan Kadmium (Cd), bahaya paparan logam berat dan upaya menghindari kontak langsung dengan logam berat pada siswa siswi MTsN1 Kota Bima. Dalam demonstrasi juga memutar video tentang dampak dari akumulasi logam berat seperti air raksa (Hg) dan Kadmium (Cd) yang menunjukkan ada kerusakan permanen pada makhluk hidup dan bahkan dapat menimbulkan kematian. Kematian terjadi karena kerusakan organ dan sistem fisiologis yang ada dalam tubuh mengalami gangguan.

Metode berikutnya dalam kegiatan ini yaitu tanya jawab dan diskusi, digunakan untuk memberikan umpan balik pada siswa-siswi MTsN 1 Kota Bima sekaligus untuk mendapat tanggapan peserta tentang model akumulasi logam berat Air Raksa (Hg) dan Kadmium (Cd) sebagai materi dalam kegiatan pelatihan ini. Diskusi juga memberi kesempatan kepada para siswa untuk melatih kemampuan dan keberanian dalam mengungkapkan permasalahan atau pendapat yang selama ini belum dimengerti dengan jelas tentang akumulasi logam berat dan jalur-jalur masuknya dalam tubuh makhluk hidup. Kemampuan siswa dalam berpendapat dan bertanya juga dapat menunjukkan tentang pemahamannya terhadap isi dan alur materi yang disampaikan oleh tim pengabdian.

Hasil dan Pembahasan

Pengabdian kepada masyarakat yang dilaksanakan di Kota Bima, dilaksanakan dalam bentuk pelatihan dengan judul: Pelatihan tentang Model Akumulasi Logam Berat Hg dan Cd dalam Jaringan Makhluk Hidup pada Siswa MTsN 1 Kota Bima. Pelaksanaan kegiatan pelatihan berlangsung dengan lancar dan aman, dilaksanakan tanggal **4 September 2021 dengan peserta berjumlah 35 orang**. Peserta sangat bersemangat dan disertai dengan kegiatan diskusi dan tanya jawab terhadap materi pelatihan yang disertai dengan pemutaran video tentang dampak akumulasi logam berat pada makhluk hidup, terutama pada manusia dan hewan mamalia. Isi video menggugah siswa untuk mengerti tentang dampak logam berat yang masuk

dalam rantai makanan, yang bermuara pada manusia sebagai puncak rantai makanan.

Materi tentang model akumulasi logam berat Air Raksa (Hg) dan Kadmium (Cd) yang bersumber dari makanan yang berpotensi mengandung logam berat seperti dari makanan pokok nasi, ikan, cumi, udang, kepiting dan sebagainya diberikan dengan penjelasan yang baik sesuai dengan jenjang pengetahuan siswa MTs atau setingkat Sekolah Menengah Pertama. Pemberian pengetahuan dan penjelasan melalui pelatihan pada siswa telah dengan nyata mengerti 100% terhadap materi pelatihan. Hasil ini tentu dapat diperoleh karena materi pelatihan disertai dengan pemberian contoh-contoh makanan yang berpotensi mengandung logam berat Hg dan Cd misalnya dari makanan pokok nasi, dan juga makanan hasil laut berupa udang, cumi, kepiting dan ikan bandeng. Selain itu juga disertai contoh makanan berupa sayur-sayuran dari pertanian yang menggunakan racun serangan (insektida), racun jamur (fungisida), racun rumput (herbisida), dan juga pupuk.

Kadar pengetahuan siswa yang baik tentang bahaya logam berat, sumber logam berat, paparan dan akumulasi dari logam berat, dari hasil pelatihan ini tentu merupakan informasi yang sangat berharga bagi para siswa dan siswi di MTsN 1 Kota Bima. Dari hasil tanya jawab dan diskusi, siswa dengan mudah mengerti materi pelatihan. Dapat disimpulkan 100% siswa dapat dengan mudah mengerti materi pelatihan, karena disampaikan dengan menggunakan media elektronik dengan tayangan LCD dan juga diberikan materi dalam bentuk video tentang dampak logam berat terhadap makhluk hidup. Hal ini dapat dibuktikan dengan pertanyaan balik dari pelatih yang dapat dijawab dengan benar oleh para siswa.

Pupuk dalam pertanian sudah terbukti mengandung Cd. Contoh model akumulasi logam berat dapat dengan mudah diuraikan yaitu Cd berasal pupuk, seperti pupuk pospat. Kadmium (Cd) dalam pupuk yang digunakan petani di sawah, akan terurai dari senyawa pengikatnya, kemudiana diambil oleh tanaman misalnya padi dan

terakumulasi di biji padi. Ketika manusia memakan nasi dari beras yang mengandung Kadmium (Cd), maka selanjutnya Cd masuk dalam tubuh manusia sehingga terjadi akumulasi pada tulang manusia karena proses bioakumulasi yang pada akhirnya menimbulkan penyakit Itai-itai. Skema tentang akumulasi logam berat Kadmium (Cd) dalam tubuh manusia dapat digambarkan seperti berikut:

Pengaruh Cadmium (Cd) pada manusia



Gambar 1. Skema bioakumulasi logam berat Kadmium (Cd) pada Manusia

Berikut adalah contoh model akumulasi logam berat air raksa (Hg) pada tubuh manusia

Model Akumulasi Logam Hg



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

Logam berat seperti Kadmium (Cd) dapat berasal dari penggunaan pupuk yang dilakukan oleh petani tambak untuk menyuburkan phytoplankton berupa alga (ganggang). Alga (ganggang) ini adalah

makanan utama bagi ikan seperti Bandeng. Selanjutnya Cd dapat masuk pada makanan hasil laut melalui rantai makanan. Hasil penelitian menemukan kadar Hg, dan Cd, pada daging ikan Rejung (*Sillago sihama*) masing-masing secara

berurutan berkisar, 304,499-4535,221 ppb dan 0,107-0,564 ppm (Cahyani, dkk, 2016), yang menunjukkan adanya akumulasi logam berat. Berikutnya hasil penelitian (Zulfiah, dkk, 2017) menunjukkan bahwa kadar rata-rata logam Cu pada sampel ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsk.) sebesar 0,0882 mg/kg.

Dalam aktifitas untuk meningkatkan hasil pertanian, para petani sering menggunakan pupuk. Di dalam pupuk Pospat terkandung logam Cu (Riani, dkk, 2017). Cu dapat masuk dalam makanan hasil laut seperti ikan bandeng. Apabila manusia mengkonsumsi ikan bandeng yang mengandung Tembaga (Cu) yang tinggi, maka tembaga tersebut dapat terakumulasi dalam tubuh, dan berbahaya karena bersifat karsinogenik. Kejadian serupa juga dapat terjadi pada logam berat Air raksa (Hg) dan Kadmium (Cd) (Sarkar, 2005; Suryono, 2006).

Akumulasi logam berat juga dipengaruhi oleh peningkatan suhu lingkungan. Meningkatnya suhu air akan menyebabkan terjadinya akumulasi logam berat dalam tubuh ikan. Peningkatan suhu perairan cenderung menaikkan akumulasi dan toksisitas logam berat, diantaranya tembaga (Cu) dan juga Kadmium (Cd). Menurut (Soraya, 2012), ikan yang terpapar logam berat akan cenderung mengakumulasi logam berat lebih banyak pada pengaruh temperatur 30⁰ C bila dibandingkan dengan suhu kamar. Hal ini dapat terjadi akibat meningkatnya laju metabolisme dari organisme air (Sitorus, 2011, Gunarto. 2004).

Logam berat ditemukan pada beberapa spesies Kerang. Logam berat timbal (Pb), Cadmium (Cd) dan air raksa (Hg) ditemukan pada 3 spesies Kerang yaitu pada Kerang darah (*Anadara granosa*), Kerang (*Siliqua winteriana*), Kerang hiatula (*Hiatula chinensis*). Logam Cadmium (Cd) dalam Kerang ditemukan masing-masing; Kerang darah (*Anadara granosa*) sebesar 0,802 ppm, Kerang hiatula (*Hiatula chinensis*) 0,334 ppm dan Kerang (*Siliqua winteriana*) 0,066 ppm. Sementara Logam merkuri atau air raksa (Hg) dalam Kerang ditemukan masing-masing ; Kerang darah (*Anadara granosa*) sebesar 0,040 ppm, Kerang hiatula (*Hiatula chinensis*) 0,031 ppm dan Kerang (*Siliqua winteriana*) 0,017 ppm (Khairuddin, dkk, 2016).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada tanaman mangrove dan pada jaringan kerang menemukan adanya kandungan logam berat Tembaga (Cu), Timbal (Pb) dan air raksa (Hg).

Konsentrasi logam Timbal (Pb) pada daun *Sonneratia alba* 4 ppm dan Kadmium (Cd) 0,27 ppm. Sedangkan pada akar *Sonneratia alba* ditemukan 4,3 ppm logam timbal (Pb) dan 0,25 ppm logam Kadmium (Cd). Pada daun dari spesies *Ryzophora apiculata* ditemukan 2,9 ppm logam timbal (Pb) dan 0,36 ppm logam Kadmium (Cd). Pada organ akar *Ryzophora apiculata* juga ditemukan 1,1 ppm Timbal (Pb) dan 0,05 ppm Kadmium (Cd) (Yamin, dkk, 2017; Khairuddin, dkk, 2018).

Sebagai pembandingan tentang akumulasi logam berat, hasil penelitian Khairuddin, dkk (2020) menunjukkan adanya logam tembaga (Cu) dalam jaringan ikan Bandeng (*Chanos-chanos*) mencapai rata-rata 27,3 %. Data tersebut tampak jelas bahwa kandungan Cu tersebut termasuk tinggi karena diatas ambang yang diperbolehkan sesuai dengan standard maksimum yang diperbolehkan yaitu kadar logam Cu sebesar 20 mg/kg, seperti yang tertuang dalam 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).

Alga/ganggang adalah organism yang peka terhadap perubahan lingkungan. Sebagai akibat dari perubahan lingkungan tersebut akan berdampak nyata pada tumbuhan alga, karena spesies-spesies alga/ganggang merupakan organisme yang memiliki respon paling cepat terhadap perubahan lingkungan dibandingkan dengan manusia dan hewan (Hastuti, dkk, 2013). Manusia sebagai puncak rantai makanan, cenderung untuk mengakumulasi logam berat Kadmium (Cd). Peningkatan kadar Cd, bersama juga dengan kadar Cu yang terlalu tinggi dapat memberikan dampak negatif bagi makhluk hidup, baik hewan maupun manusia karena sifatnya yang karsinogenik dan terakumulasi dalam jaringan tubuh (Rochyatun dan Rozak, 2007; Rochyatun, dkk. 2005).

Dari hasil penelitian (Zulfiah, dkk, 2017) mendapatkan fakta bahwa kadar rata-rata logam Cu sebesar 0,0882 mg/kg ditemukan pada sampel ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsk). Ini menunjukkan bahwa Bandeng dapat mengakumulasi logam berat Cu dan logam berat lainnya seperti Cd. Berikutnya hasil penelitian lain menemukan adanya logam berat pada bandeng (Purnomo dan Muchyiddin, 2007; Masak dan Rahmansyak, 2006).

Logam berat mempunyai sifat yang membahayakan jaringan dan organ makhluk hidup, disebabkan oleh sifat logam berat yang tidak dapat dihancurkan (*nondegradable*) oleh organisme hidup yang ada di lingkungan, itulah yang menjadi penyebab utama logam berat menjadi bahan pencemar berbahaya. Akibatnya, logam-logam tersebut terakumulasi ke lingkungan, terutama mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara adsorpsi dan kombinasi. Logam yang ada di dasar perairan ini akan dapat diambil oleh tanaman yang tumbuh di dalam perairan.

Kegiatan pelatihan ini dapat terlaksana dengan baik karena adanya faktor-faktor pendorong dan faktor penghambat yang bisa diatasi selama kegiatan pelatihan berlangsung. Kegiatan Pelatihan di MTsN 1 Kota Bima ditunjang oleh faktor pendorong yaitu berupa siswa dan siswi yang ada di sekolah tersebut berasal dari desa yang mengenal cara-cara petani dalam aktivitas pertaniannya yang menggunakan pupuk, insektisida, herbisida dan fungisida, yang didalamnya mengandung logam berat seperti Kadmium (Cd), timbal (Pb) dan bahkan air raksa (Hg). Selain itu, lokasi MTsN 1 Kota Bima yang ada di kawasan dekat perairan teluk Bima yang menghasilkan banyak makanan hasil laut seperti kepiting, udang dan berbagai jenis kerang. Selain itu juga lokasi sekolah berdekatan dengan tambak ikan Bandeng. Kontaminasi logam berat Cd dan Hg pada manusia dapat berasal dari hasil-hasil laut seperti kerang, udang, ikan yang berpotensi mengandung logam berat, seperti yang disampaikan oleh Khairuddin, dkk (2016) mengatakan bahwa “kerang yang berasal dari teluk Bima sudah terkontaminasi oleh logam berat seperti Kadmium (Cd), air raksa (Hg) dan timbal (Pb)”. Hubungan baik antara kepala MTsN 1 Kota Bima dengan tim pelatih memberikan kemudahan tersendiri dalam penyelenggaraan kegiatan pengabdian ini. Faktor pendorong yang lain adalah adanya komunikasi dengan guru-guru yang merupakan alumni FKIP Unram yang menjadi pengajar di MTsN 1 Kota Bima. Adanya kegiatan pelatihan ini juga merupakan cara berkomunikasi antara FKIP Unram dengan alumni, sehingga keberadaan dan karir alumni bisa dilacak oleh lembaga (FKIP Unram).

Jalinan kerja diantara kedua institusi sudah dapat terjalin dengan baik. Terdapat guru MTsN 1 Kota Bima juga yang telah mengikuti pelatihan

termasuk pelatihan yang berhubungan dengan Pendidikan dan latihan profesi guru di Unram (FKIP Unram), sehingga bisa memperoleh sertifikasi pendidik. Demikian juga dengan adanya alumni yang telah bertugas dan mengikuti kegiatan ilmiah di kampus FKIP UNRAM dan juga ada jalinan komunikasi tentang kegiatan akademis berupa konsultasi tentang pembelajaran, media dan keberlanjutan dalam meniti karir sebagai guru termasuk yang dibawah koordinasi Kementerian Agama Kota Bima.

Selain itu terdapat juga hambatan-hambatan yang ditemui pada kegiatan pelatihan ini. Kegiatan pelatihan yang merupakan bagian dari pengabdian kepada masyarakat ini mengalami beberapa hambatan dalam pelaksanaannya. Salah satu faktor penghambat adalah ketersediaan waktu yang terbatas dan kesulitan menemukan jadwal yang tepat antara pihak pelatih dengan pihak sekolah yaitu MTsN 1 Kota Bima. Hambatan yang kedua adalah jarak tempat pengabdian dengan kampus yang relatif jauh, sehingga membutuhkan waktu yang lama dalam perjalanan. Selain itu adanya pandemi Covid-19 juga merupakan hambatan dan kendala dalam pelatihan ini. Faktor penghambat berikutnya dalam pengabdian ini adalah adanya kegiatan yang padat seperti menjelang ujian tengah semester atau ujian semester pada sekolah yang bersangkutan menyebabkan pihak sekolah tidak dapat menyediakan jadwal kegiatan pelatihan sesuai kemauan pelatih. Adanya kemauan keras dan kesabaran yang tinggi, akhirnya pihak pelatih dan pihak sekolah dapat menemukan waktu yang luang dan menyepakati untuk menentukan jadwal pelaksanaan pelatihan. Semua tahapan kegiatan pelatihandi MTsN 1 Kota Bima ini dapat terlaksana dengan baik. Kesiediaan waktu para anggota pelatih juga merupakan faktor penghambat dalam penyelenggaraan kegiatan penyuluhan ini. Dana juga merupakan faktor penghambat yang masih cukup terasa karena masih kurang besarnya alokasi dana dan pencairan dana yang kurang tepat waktu pada kegiatan pengabdian pada masyarakat. Dana masih merupakan faktor penghambat dalam kegiatan pengabdian ini, walaupun dana pengabdian masih disediakan oleh pihak Fakultas dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Mataram. Hambatan-hambatan tersebut akhirnya bisa teratasi karena adanya kebersamaan antara tim pelatihan sehingga

semua tahapan kegiatan bisa terlaksana dengan baik, aman dan lancar.

Kesimpulan

Dari pelaksanaan kegiatan pelatihan dan diskusi selama proses pelatihan berlangsung, maka dapat disimpulkan bahwa: Pengetahuan dan keterampilan tentang penyusunan urutan akumulasi logam berat Hg dan Cd dalam rantai makanan telah mengantarkan siswa MTsN 1 Kota Bima sehingga dapat mengerti tentang model akumulasi logam berat Air Raksa (Hg) dan Kadmium (Cd) dalam jasad hidup dalam kehidupannya sehari-hari, dan melalui upaya pelatihan tentang Model Akumulasi Logam Berat Hg dan Cd dalam Jaringan Makhluk Hidup telah meningkatkan pemahaman siswa tentang model akumulasi logam berat Air Raksa (Hg) dan Kadmium (Cd) pada manusia kepada siswa MTsN 1 Kota Bima.

Sebagai tindak lanjut berikutnya, maka disampaikan saran bahwa pengetahuan dan keterampilan tentang Model Akumulasi Logam Berat Hg dan Cd dalam Jaringan Makhluk Hidup pada Siswa MTsN 1 Kota Bima adalah sangat penting. Untuk itu maka kegiatan pelatihan berikutnya disarankan untuk dilakukan pada sekolah-sekolah lainnya di sekitar teluk Bima, mengingat teluk Bima menghasilkan bahan makanan hasil laut seperti kepiting, udang, kerang, ikan mujair dan ikan bandeng yang senantiasa dikonsumsi oleh masyarakat setempat setiap hari.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih setinggi-tingginya kami sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu pelaksanaan kegiatan pelatihan di MTsN 1 Kota Bima ini. Kegiatan ini dapat terlaksana dengan dukungan dana dari Unram dengan kontrak Nomor : 1945/UN18.11/PP/2021. Ucapan terima kasih ditujukan terutama pada Bapak Rektor Unram, Ketua Lembaga Pengabdian kepada masyarakat Unram, Dekan FKIP Unram, mahasiswa yang terlibat dan Kepala MTsN 1 Kota Bima beserta guru-guru dan stafnya yang senantiasa membantu dan menemani kami dalam pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat 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.
- Cahyani, N; Djamar T. F Lumban Batu, DTFLL; 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, Vol.23, No.1.*
- 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.*
- 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://id.wikipedia.org/wiki/Kadmium>: [1 November 2020]
- <http://polapikirmalukutenggarabarat.blogspot.co.id/2008/03/dampak-kadar-cadmium-terhadap-kesehatan.html>, 10-4-2016
- Khairuddin, K., Jamaluddin, J., Syukur, A., & Kusmiyati, K. (2021). Pelatihan Tentang Model Akumulasi Logam Berat Pada Siswa SMAN 1 Palibelo Kabupaten Bima. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA, 4(1).*
- Khairuddin, M. Yamin dan Abul Syukur dan Muhlis, 2016. Analisis Logam Pencemar pada Klas Bivalvia dari Teluk Bima, Laporan penelitian, Unram. Mataram

- Khairuddin, M. Yamin dan dan Abdul Syukur, 2018. Analisis kandungan Logam berat pada tanaman mangrove sebagai Bioindikator di Teluk Bima. *Jurnal Biotropis*, Januari-Juni 2018, Volume 18 (1): [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, Muhammad Yamin, Abdul Syukur, Kusmiyati, 2019. Penyuluhan Tentang Upaya Pelestarian Lingkungan Hidup pada Siswa SMPN 3 Palibelo Kabupaten Bima. *Jurnal Pendidikan dan Pengabdian Masyarakat* (e-ISSN. 2614-7939) Vol. 2 No. 2, Mei 2019 (p-ISSN. 2614-7947): 239-248
- Masak, P.R.P dan Rahmansyak, 2006. Distribusi logam berat Timbal (Pb) dalam Organ ikan Bandeng (*Chanos chanos*) pada salinitas Air yang Berbeda beda. *Jurnal perikanan (J. Fish. Sci.) VIII* (1): [44 - 49]
- 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.
- 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: 235-2
- 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
- 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
- Sarkar B.A, 2005. Mercury in the environment: Effects on health and reproduction. *Rev Environ Health*. 2005; 20:39–56.
- 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.
- 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>)
- 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*
- Widowati, W; Sastiono, A dan Yusuf, R. 2008. Efek Toksik Logam. Andi, Yogyakarta
- Yamin, M., Jufri, A. W., Jamaluddin, J., & Khairuddin, K. (2021). Makanan Siap Saji dan Dampaknya terhadap Kesehatan Manusia. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 4(3).
- Yamin, M., Khairuddin, dan Abdul Syukur. 2017. Analisis Kandungan Logam Berat pada Tumbuhan Bioindikator dari Teluk Bima. 2017. Laporan Penelitian, Unram, Mataram.
- 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; dan Sukmawati, 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). *Jurnal As-Syifaa Vol 09 (01)*: [85-91].