

Implementation Research Result About the Effect of Heavy Metal Cadmium on the Growth of Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*) as Biology Learning Source for Environmental Pollution

Pemanfaatan Hasil Penelitian Pengaruh Logam Berat Kadmium (Cd) Terhadap Pertumbuhan Udang Windu (*Penaeus monodon*) Sebagai Sumber Belajar Biologi Pada Subkonsep Pencemaran Lingkungan

Ma'rifatul Hidayah, Ety Riani, Sjaifuddin, Rida Oktorida Khastini(*)
Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan,
Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Banten, Indonesia
Jl. Ciwaru Raya, Cipare, Kec. Serang, Kota Serang, Banten, *Corresponding
author: rida.khastini@untirta.ac.id

Diterima 02 Februari 2022 dan disetujui 26 Februari 2022

Abstrak

Hasil penelitian yang berupa produk dan proses dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar yang dapat mengembangkan kemampuan ilmiah yang tepat sesuai kebutuhan siswa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil penelitian pengaruh logam berat cadmium (Cd) terhadap pertumbuhan udang windu untuk dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar biologi. Penelitian dilakukan di Jurusan Pendidikan Biologi FKIP Untirta serta di beberapa sekolah menengah atas negeri yang ada di Provinsi Banten yaitu SMAN 1 Anyer, SMAN 1 Cinangka, SMAN 4 Cilegon, dan SMAN 5 Cilegon. Penelitian ini dilakukan melalui tahapan, yaitu: identifikasi produk dan proses penelitian, seleksi dan modifikasi hasil penelitian, serta penerapan dan pengembangan hasil penelitian sebagai sumber belajar biologi. Hasil penelitian pengaruh logam berat Cd terhadap pertumbuhan udang windu sesuai dengan subkonsep pencemaran lingkungan yang terdapat pada KD 3.11 dan 4.11 di kelas X SMA. Pencemaran lingkungan yang terjadi dapat menghambat pertumbuhan biota sehingga dapat merusak dan mengganggu keseimbangan alam yang diakibatkan cemaran dari logam berat kadmium menjadi pokok bahasan dalam proses pembelajaran.

Kata Kunci: Logam Berat Kadmium, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran, Sumber Belajar, Udang Windu

Abstract

Research results in the form of products and processes can be used as learning resources that can develop appropriate scientific abilities according to student needs. This study aims to analyze the results of research on the effect of heavy metal cadmium on the growth of tiger shrimp which is used as a source of learning biology. The research was conducted at the Department of Biology Education, FKIP Untirta and several state high schools in Banten Province: SMAN 1 Anyer, SMAN 1 Cinangka, SMAN 4 Cilegon, and SMAN 5 Cilegon. The analysis process is carried out through stages: product identification and research processes, selection and modification of research results, as well as the application and development of research results as a source of biology learning contained in the Lesson Plan (RPP). The results of the study on the effect of heavy metal Cd on the growth of tiger prawns were in accordance with the sub-concept of environmental pollution contained

in KD 3.11 and 4.11 in class X SMA. Environmental pollution that occurs can inhibit the growth of biota so that it can damage and disrupt the natural balance caused by contamination from heavy metal cadmium which is the subject of the learning process.

Keywords: Cadmium Heavy Metal, Learning Implementation Plan, Learning Resources, Tiger Shrimp



Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus is Licensed Under a CC BY SA [Creative Commons Attribution-Share a like 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/). [doi https://doi.org/10.36987/jpbn.v8i1.2467](https://doi.org/10.36987/jpbn.v8i1.2467).

PENDAHULUAN

Hasil penelitian biologi akan lebih baik jika dimanfaatkan di bidang kependidikan biologi, salah satu caranya yaitu dijadikan sebagai sumber belajar. Dengan sumber belajar yang didapat dari hasil penelitian diharapkan tercapainya tujuan pembelajaran biologi yang menerapkan Keterampilan Proses Sains (KPS). Biologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang kehidupan juga merupakan cabang ilmu yang menyajikan berbagai pengalaman untuk mengembangkan pemahaman konsep dan proses sains (Subali, 2013). Sejalan dengan pernyataan dari Abungu *et al.*, (2014) bahwa pengembangan keterampilan proses sains ini dapat mewujudkan pemahaman pada siswa yang bersifat *long term memory* atau bukan hanya ingatan sesaat. Biologi mempunyai ciri khusus sebagai bagian dari rumpun ilmu sains, karakteristik biologi terletak pada objek yang dipelajari yaitu makhluk hidup, tema atau persoalan-persoalan objek biologi yang terjadi di alam dengan menggunakan metode ilmiah yang mencakup KPS untuk menyelesaikan masalah pada objek biologi tersebut. KPS yang ada dalam proses pembelajaran akan sangat membantu siswa, antara lain: meningkatkan motivasi serta hasil belajar siswa, menuntaskan hasil belajar siswa secara serentak antara keterampilan produk, proses dan keterampilan kinerja, siswa membangun konsepsi secara mandiri, memperdalam pemahaman, mengembangkan pengetahuan secara relevan dengan kehidupan (Mahmudah, 2017).

Salah satu penelitian biologi yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar yaitu pengaruh logam berat kadmium (Cd) terhadap pertumbuhan udang windu yang dapat dikorelasikan dengan subkonsep pencemaran lingkungan yang termuat di dalam KD 3.11 dan 4.1 bagi kelas X SMA. Hal tersebut sesuai dengan hasil wawancara terhadap guru biologi dari empat sekolah yang lokasinya dekat dengan kawasan industri dan tempat budidaya udang windu, antara lain SMAN 1 Anyer, SMAN 1 Cinangka, SMAN 4 Cilegon dan SMAN 5 Cilegon. Berdasarkan hasil wawancara mengenai pembelajaran pada subkonsep pencemaran lingkungan ternyata belum pernah menggunakan sumber belajar dari hasil penelitian pengaruh logam berat kadmium terhadap pertumbuhan udang windu, sehingga sangat sesuai jika informasi tersebut diterapkan sebagai sumber belajar di keempat sekolah tersebut yang menjadi salah satu penunjang tercapainya tujuan pembelajaran.

Tujuan pembelajaran dapat tercapai apabila terdapat perangkat pembelajaran yang dipersiapkan dengan baik, dan salah satunya adalah sumber belajar. Sumber belajar adalah semua hal yang dapat digunakan dalam Pembelajaran guna mempermudah

tercapainya tujuan pembelajaran baik secara terkomposisi maupun terpisah (Lestari *et al.*, 2022). Sumber belajar tidak hanya berupa buku, sumber belajar dapat berupa pesan, orang, bahan, alat, teknik dan lingkungan. Walau sudah ada klasifikasi sumber belajar, tetapi semua jenisnya belum memiliki definisi yang tegas dan masih berkaitan satu sama lain. Sumber belajar memiliki peranan penting dalam pembelajaran karena tanpa adanya sumber belajar, proses pembelajaran pun tidak bisa terlaksana (Suhirman, 2018).

Sumber belajar yang tepat juga diharapkan dapat meningkatkan pemahaman serta hasil belajar siswa yang dikemukakan oleh Nur (2012) bahwa hasil belajar siswa dapat dipengaruhi oleh sumber belajarnya. Diperkuat oleh hasil penelitian yang dilakukan Sriyati *et al.*, (2021), bahwa perangkat pembelajaran yang bermuatan keterampilan proses siswa berpengaruh terhadap keterampilan siswa. Diperkuat oleh Yuliani (2016) bahwa pembelajaran Biologi yang termasuk bagian dari IPA sebaiknya memuat unsur sains yaitu produk, proses serta sikap. Oleh karena itu, hasil penelitian sangat penting untuk dapat dijadikan sumber belajar dan digunakan dalam proses pembelajaran siswa. Langkah-langkah pembelajaran siswa yang menggunakan sumber belajar tersebut dimuat dalam rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) guna tercapainya tujuan dan terwujudnya proses pembelajaran serta akan membatu pengembangan keterampilan proses sains siswa.

RPP merupakan suatu perangkat pembelajaran yang mengorganisir kegiatan pembelajaran guna tercapainya kompetensi dasar (KD). RPP dibuat dengan tujuan agar guru memiliki pedoman saat mengajar sehingga pembelajaran akan terarah (Harahap & Nazlia, 2019). RPP yang ideal adalah RPP yang memiliki karakteristik sebagai berikut: terdapat struktur dan komponen (identitas sekolah dan mata pelajaran, kelas dan semester, alokasi waktu, materi pokok, tujuan pembelajaran, kompetensi dasar dan indikator pencapaian kompetensi, metode pembelajaran, media pembelajaran, sumber belajar, langkah-langkah pembelajaran serta penilaian hasil pembelajaran), Semua komponen dalam RPP saling berkaitan untuk menunjang pencapaian indikator KD, Penyajian RPP sesuai dengan situasi dan kondisi peserta didik, metode pembelajaran yang tercantum dalam RPP mampu menghidupkan suasana kelas, RPP memuat penilaian hasil belajar beserta teknik penilaiannya, RPP memuat sumber belajar yang bervariasi serta mudah didapatkan, semua komponen dari RPP dapat digunakan atau disesuaikan oleh guru jika terjadi perubahan di sekolah dan tuntutan dari masyarakat.

Pengembangan RPP berdasarkan hasil penelitian ini diharapkan dapat mewujudkan proses pembelajaran yang membuat siswa terampil dalam kegiatan proses sains karena proses penelitian yang dilakukan termasuk KPS. Berdasarkan latar belakang dan kajian literatur di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah bagaimana cara mengimplementasikan hasil penelitian biologi yaitu pengaruh logam berat kadmium terhadap pertumbuhan udang windu menjadi sumber belajar biologi untuk diterapkan di sekolah agar kegiatan pembelajaran biologi pada subkonsep pencemaran lingkungan dapat diwujudkan dengan proses sains.

METODE

Penelitian ini dilakukan dari bulan September 2020 – Oktober 2021 yaitu dari tahap observasi sampai tahap penulisan hasil penelitian. Penelitian dilakukan di Program Studi

Biologi FKIP Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Serang Banten serta beberapa sekolah di Provinsi Banten yaitu SMAN 1 Anyer, SMAN 1 Cinangka, SMAN 4 Cilegon, SMAN 5 Cilegon yang berdekatan dengan kawasan industri penghasil limbah dan tempat budidaya udang windu.

Berikut beberapa tahapan yang dilakukan untuk membuktikan bahwa hasil penelitian pengaruh logam berat kadmium terhadap pertumbuhan udang windu layak digunakan sebagai sumber belajar pada subkonsep pencemaran lingkungan, yaitu:

1. Identifikasi Proses dan Produk Penelitian

Proses dan produk penelitian dianalisis, lalu dilakukan pengkajian berdasarkan kurikulum yang digunakan di sekolah saat ini yaitu kurikulum 2013. Berdasarkan hasil kajian tersebut akan terlihat kejelasan potensi ketersediaan objek dan permasalahan yang diangkat, kesesuaian dengan tujuan pembelajaran, pedoman eksplorasi dan perolehan nilai yang akan dicapai dalam pembelajaran biologi di SMA. Hasil identifikasi dari proses penelitian yang bisa diterapkan dalam proses pembelajaran biologi siswa SMA adalah adalah keterampilan proses dasar dan keterampilan proses terpadu, sedangkan hasil identifikasi dari produk penelitian adalah fakta dan konsep. Hasil penelitian terbagi menjadi dua bentuk yaitu berupa proses dan produk.

Proses yang dilakukan selama penelitian termasuk dalam keterampilan proses sains. Keterampilan proses adalah keterampilan dasar yang menunjang pembelajaran sains, menghidupkan suasana belajar, meningkatkan rasa tanggungjawab seperti mengamati, mengklasifikasi, menyimpulkan, memprediksi, membuat hipotesis, merumuskan masalah, dan mengomunikasikan. KPS menjadi dua, yaitu keterampilan proses dasar dan terpadu. Keterampilan proses dasar mencakup mengamati, mengklasifikasikan, melakukan pengukuran, menyimpulkan, memprediksi dan mengomunikasikan. Keterampilan proses terpadu mencakup merumuskan masalah, mengontrol variabel, menginterpretasi data, merumuskan hipotesis, serta melakukan eksperimen merujuk (Prasasti, 2018).

Keterampilan proses dasar yang dilakukan selama penelitian yaitu mengukur, mengamati, mengelompokkan, menyimpulkan serta mengomunikasikan. Sedangkan keterampilan proses terpadu yang dilakukan yaitu merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, menentukan dan mengontrol variabel penelitian, melakukan eksperimen, melakukan analisis serta mengolah data hasil penelitian. Keterampilan-keterampilan tersebut diseleksi dan dimodifikasi sesuai dengan tuntutan KD 3.11 dan 4.11 sehingga didapati keterampilan proses yang harus termuat dalam proses pembelajaran yaitu mengamati, menganalisis, menyimpulkan serta mengomunikasikan.

2. Seleksi dan Modifikasi Hasil Penelitian sebagai Sumber Belajar Biologi

Proses dan produk penelitian disesuaikan dengan kegiatan pembelajaran berdasarkan tuntutan kompetensi dasar yang harus dicapai pada kurikulum.

3. Penerapan dan Pengembangan Hasil Penelitian sebagai Sumber Belajar Biologi

Tahap terakhir merupakan proses pemuatan sumber belajar berupa hasil seleksi dan modifikasi dari proses dan produk penelitian yang disesuaikan dengan tuntutan kurikulum ke dalam RPP.

Tabel 1. Hasil Identifikasi proses penelitian berdasarkan keterampilan proses dasar dan keterampilan proses terpadu

No	Jenis Keterampilan Proses Sains	Keterampilan Proses Penelitian dan Keterampilan Proses Kurikulum
1	Keterampilan Proses Dasar pada penelitian	Mengukur, mengamati, mengelompokkan, menyimpulkan, mengomunikasikannya
2	Keterampilan Proses Dasar berdasarkan KD 3.11 dan 4.11	Mengamati, menyimpulkan dan mengomunikasikan
3	Keterampilan Proses Terpadu pada Penelitian	merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, menentukan dan mengontrol variabel penelitian, melakukan eksperimen, melakukan analisis, mengolah data hasil penelitian.
4	Keterampilan Proses Terpadu berdasarkan KD 3.11 dan 4.11	Menganalisis

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian dapat diimplementasikan ke dalam bidang pendidikan berupa sumber belajar agar proses pembelajaran memuat proses sains di dalamnya. Proses penelitian yang termasuk keterampilan proses dasar hasil seleksi dan modifikasi yaitu mengamati, menyimpulkan serta mengomunikasikan dan untuk keterampilan proses terpadunya yaitu menganalisis. Sedangkan produk merupakan fakta dan konsep yang didapatkan dari hasil penelitian pengaruh logam berat kadmium terhadap pertumbuhan udang windu.

Implementasi hasil penelitian sebagai sumber belajar biologi pada subkonsep pencemaran lingkungan dapat digunakan setelah melalui beberapa tahapan. Tahapan pertama yaitu melakukan identifikasi proses dan produk penelitian yaitu dengan menganalisis kurikulum yang diterapkan di sekolah. Hasil observasi dari keempat sekolah yang dipilih, semuanya menerapkan kurikulum 2013 (K-13). K-13 merupakan kurikulum yang terintegrasi sehingga dapat memberikan pengalaman bermakna pada siswa. K-13 dirancang dengan tujuan untuk menciptakan generasi yang siap menghadapi tantangan di masa depan, maka K-13 lebih menitikberatkan siswa agar memiliki kemampuan yang baik dalam hal observasi, menanya, menalar, dan mengomunikasikan sesuatu (Yusuf, 2018).

Berdasarkan hasil observasi dan analisis silabus pembelajaran biologi diperoleh bahwa hasil dari penelitian pengaruh logam berat Cd terhadap pertumbuhan udang windu dapat diimplementasikan sebagai sumber belajar pada konsep perubahan lingkungan SMA kelas X tepatnya pada subkonsep pencemaran lingkungan. Hasil penelitian ini telah memenuhi beberapa kriteria yang menjadi syarat suatu hasil penelitian bisa dijadikan sebagai sumber belajar. Kriteria-kriteria tersebut yaitu pertama, harus jelasnya potensi ketersediaan objek dan permasalahan yang diangkat, objek pada penelitian ini adalah udang windu yang potensi ketersediannya jelas serta permasalahan yang jelas yakni adakah pengaruh kadmium terhadap pertumbuhan udang windu.

Kedua, kesesuaian dengan tujuan pembelajaran, tujuan yang tertuang dalam standar kompetensi pada kurikulum 2013 adalah siswa mampu memahami prinsip dari perubahan lingkungan, sedangkan kompetensi dasar yang harus dicapai yaitu siswa mampu mendeskripsikan dan menganalisis data perubahan lingkungan baik penyebab maupun dampaknya bagi keberlangsungan hidup. Ketiga, sasaran yang jelas, sumber belajar ini diperuntukkan bagi siswa SMA kelas X. Keempat, informasi yang jelas, informasi yang disampaikan terkait dampak dari logam berat kadmium terhadap pertumbuhan udang windu yang sudah jelas hasil penelitiannya. Kelima, pedoman eksplorasi yang jelas, prosedur penelitian yang dijadikan sumber belajar diseleksi dan dimodifikasi sehingga sesuai dengan kondisi lapangan. Hasil penelitian yang dijadikan sumber belajar diharapkan membuat siswa mudah memahami sebuah konsep karena disertai dengan contoh konkret, hal tersebut menjadi salah satu alasan perlunya diterapkan keterampilan proses sains (Ambarsari & Santosa, 2013). Langkah awal pemanfaatan hasil penelitian sebagai sumber belajar adalah identifikasi proses dan produk penelitian.

Berdasarkan hasil analisis, tidak semua tahapan proses dapat dilakukan siswa karena keterbatasan sarana prasarana, biaya, serta waktu, sehingga dilakukan seleksi terlebih dahulu agar proses penelitian dapat dijadikan sumber belajar yang efisien (Hesti et al., 2022). Sejalan dengan pernyataan Supriadi (2017) bahwa pemanfaatan berbagai sumber belajar harus disesuaikan dengan efisiensi, efektivitas dan kebutuhan. Sumber belajar yang dibuat dari hasil seleksi berupa penyelesaian kasus tentang pencemaran lingkungan dalam bentuk Lembar Kerja Siswa (LKS) yang tercantum di RPP.

Produk dari penelitian ini yaitu berupa fakta dan konsep yang didapat dari penelitian. Sabarudin (2018) menyatakan bahwa materi fakta merupakan semua hal yang berwujud kenyataan dan kebenaran. Fakta yang didapat dari hasil penelitian yaitu berupa data-data pertumbuhan berat udang windu yang diberi perlakuan logam berat kadmium dan yang tidak. Sedangkan produk berupa konsep adalah simpulan dari fakta-fakta yang ada.

Tabel 2. Data Akhir Berat dan Panjang Udang Windu pada Masing-masing Perlakuan

Perlakuan	Berat Akhir (g)	Panjang Akhir (mm)
Kontrol	1,1	51,88
P1 (0,1 M)	0,78	44,2
P2 (0,18 M)	0,71	39,7
P3 (0,32 M)	0,65	34,1
P4 (0,56 M)	0,6	30,2
P5 (1 M)	0,54	23,3

Selaras dengan materi konsep menurut Arifin (2015), bahwa materi konsep merupakan suatu hasil pemikiran yang melahirkan pengertian baru.

a. Produk penelitian berupa fakta yaitu semua data benar yang diperoleh dari hasil penelitian. Faktanya, berat awal dan panjang awal udang windu semuanya sama yaitu 0,03 g dan 10 mm. Setelah diberi perlakuan terlihat perbedaan antar masing-masing perlakuan pada berat akhir dan panjang akhirnya.

b. Produk penelitian berupa konsep yaitu ditemukannya konsep bahwa pemberian logam berat Cd mengakibatkan terhambatnya pertumbuhan panjang dan berat udang windu serta pertumbuhan panjangnya lebih cepat daripada pertumbuhan beratnya.

c. Produk fakta dan konsep berdasarkan kurikulum

Produk berupa fakta yang terdapat pada kurikulum 2013 tepatnya pada KD 3.11 dan 4.11 yaitu pencemaran lingkungan berasal dari alam atau aktivitas manusia sedangkan tuntutan materi konsep pada KD 3.11 dan 4.11 yaitu perubahan pada lingkungan, keseimbangan lingkungan, pencemaran dan dampaknya pada lingkungan.

Seleksi dan Modifikasi Hasil Penelitian sebagai Sumber Belajar Biologi

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan saat pengimplementasian proses dan produk penelitian menjadi sumber belajar, yaitu: Prosedur kerja dan produk penelitian. Prosedur kerja harus disesuaikan dengan kegiatan siswa dalam pembelajaran. Berdasarkan hasil identifikasi proses didapati bahwa keterampilan proses dasar dan terpadu yang relevan dengan kegiatan siswa yaitu mengamati, menganalisis, menyimpulkan dan mengomunikasikan. Keterampilan proses tersebut akan diimplementasikan sebagai sumber belajar yang termuat dalam RPP. Selanjutnya, hasil identifikasi produk berupa fakta dan konsep juga disesuaikan kembali dengan tuntutan pada kompetensi dasar 3.11 dan 4.11.

Berdasarkan seleksi dari produk hasil penelitian, fakta dan konsep yang ideal untuk dituangkan dalam RPP yaitu bahwa pencemaran lingkungan dapat disebabkan oleh aktivitas manusia yang mengakibatkan keseimbangan lingkungan terganggu (Dimenta & Arismen, 2017), hal ini yang menyebabkan terhambatnya pertumbuhan biota khususnya udang windu oleh pencemar yakni logam berat kadmium. Sejalan dengan apa yang dikatakan oleh Riani (2011), kadmium adalah logam berat yang bersifat toksik dan bersifat racun yang membahayakan kehidupan pada konsentrasi yang sangat tinggi. Diperkuat oleh Yudiati *et al.*, (2012), bahwa logam berat kadmium juga bisa masuk melalui insang. Insang merupakan saluran penting untuk masuknya air. Kadmium yang masuk ke dalam insang akan menyebabkan udang mengalami keracunan karena kation dari logam bereaksi dengan fraksi tertentu dari lendir insang. Keadaan ini mengakibatkan terganggunya proses metabolisme dari insang. Lendir yang memiliki fungsi sebagai pelindung akan lebih banyak diproduksi dari biasanya yang membuat terjadinya penumpukan lendir. Hal ini akan menyebabkan lambatnya pengikatan oksigen dan respirasi pada insang yang menyebabkan terhambatnya pertumbuhan bahkan kematian apabila konsentrasinya tinggi. Selain fakta dan konsep, produk penelitian juga dapat berupa tabel, grafik maupun dokumentasi gambar penelitian yang mendukung siswa dalam memahami pembelajaran.

Penerapan dan Pengembangan Hasil Penelitian sebagai Sumber Belajar Biologi ke dalam Rencana Pelaksanaa Pembelajaran

Tahap ini merupakan tahap terakhir dalam pemanfaatan hasil penelitian sebagai sumber belajar ke dalam bentuk RPP. Menurut Permendikbud No.22 tahun 2016, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) merupakan rencana dari suatu kegiatan pembelajaran untuk satu kali pertemuan atau lebih. RPP juga merupakan pengembangan dari silabus untuk mengorganisir kegiatan pembelajaran guna tercapainya kompetensi dasar (KD).

Setiap tenaga pendidik memiliki kewajiban menyusun RPP yang tepat supaya pembelajaran berjalan dengan baik, berlangsung secara interaktif, solutif, inspiratif, menantang serta menyenangkan, dengan waktu yang efisien mampu memotivasi peserta didik, memberi peluang untuk peserta didik menyalurkan kreativitas dan kemandirian. RPP ini mengandung proses dan produk hasil identifikasi serta seleksi dari hasil penelitian dengan kompetensi dasar pada kurikulum 2013 sehingga sangat efektif dan ideal untuk diimplementasikan sebagai sumber belajar yang dimuat dalam RPP. Sejalan dengan pernyataan [Harahap dan Nazliah \(2019\)](#) bahwa penyusunan RPP harus mengacu pada KD dalam kurikulum. Kurikulum yang digunakan yakni K-13 sehingga digunakan strategi pembelajaran pendekatan ilmiah (*scientific approach*) dan *student centered*.

Langkah awal untuk menyusun perangkat pembelajaran yang baik adalah mengetahui Kompetensi Inti (KI) terlebih dahulu yang mencakup empat aspek yaitu: sikap spiritual, sikap sosial, sikap pengetahuan dan sikap keterampilan. Kompetensi inti dijabarkan melalui Kompetensi Dasar (KD) yang terbagi pada setiap mata pelajaran. KD terdiri dari aspek pengetahuan dan keterampilan. Subkonsep pencemaran lingkungan ini termuat dalam kompetensi dasar pembelajaran 3.11 dan 4.11. Kompetensi dasar ini diperjelas melalui Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) yang diturunkan menjadi 4 IPK yaitu menjelaskan pengertian tentang pencemaran lingkungan (C1), menjelaskan macam-macam pencemaran lingkungan dan contohnya (C2), menganalisis penyebab pencemaran dan solusinya terutama pada udang windu (C4) dan mempresentasikan hasil diskusi terkait pencemaran lingkungan (P3). Proses penurunan dari KD ke IPK ini harus dari jenjang lebih rendah dahulu agar tahap berpikir siswa teratur dan tidak mengalami kesulitan. Sejalan dengan apa yang dikatakan oleh Scristia (2019) bahwa indikator harus mencapai tingkat minimal KD, boleh juga melebihi tingkat minimal tetapi berurutan. IPK dibuat untuk mencapai standar tujuan pembelajaran. IPK tersebut sudah sesuai dengan silabus biologi pada KD 3.11 dan 4.11 yaitu mengamati peristiwa kerusakan lingkungan berdasarkan hasil pengamatan maupun tidak, lalu berdiskusi secara kelompok untuk menganalisis penyebab dan akibatnya, setelah itu siswa menyimpulkan serta mengomunikasikan hasil diskusi baik secara tertulis maupun tidak ([Kusumah, 2020](#)).

Keterampilan proses dasar dan terpadu hasil seleksi harus termuat dalam RPP. Keterampilan proses dasarnya yaitu mengamati, menyimpulkan serta mengomunikasikan. Sedangkan keterampilan proses terpadunya yaitu menganalisis. Maka siswa diminta untuk mengamati kondisi di sekitar lingkungan sekolahnya, [Sjaifuddin et al., \(2019\)](#) menyatakan bahwa pembelajaran berbasis lingkungan merupakan salah satu kekuatan untuk siswa lebih memahami, lalu menganalisis permasalahan yang diberikan secara berkelompok, menurut Bloom menganalisis termasuk ke dalam aspek kognitif tipe C4 yang penting bagi keberhasilan siswa secara professional di masa depan ([Eckman & Frey, 2005](#)). Setelah itu siswa harus mampu menyimpulkan serta mempresentasikan hasil diskusi sebagai bentuk komunikasi dalam berbagai bentuk. [Yusefni dan Sriyati \(2016\)](#) menyatakan bahwa komunikasi tidak hanya secara lisan, tapi juga bisa berupa tulisan. Setelah proses pembelajaran, diharapkan siswa dapat memiliki keterampilan tersebut yang mana itu merupakan keterampilan tertinggi dalam pembelajaran sains ([Lepiyanto, 2017](#)).

Model pembelajaran yang digunakan dalam pembelajaran harus tepat karena KPS tidak akan terwujud apabila model pembelajaran yang digunakan kurang tepat

(Nirwana *et al.*, 2014). Salah satu model pembelajaran yang banyak diminati adalah *Problem Based Learning* (PBL). Model PBL membuat siswa lebih aktif dan bersifat kontekstual sehingga sesuai dengan subkonsep pencemaran lingkungan. PBL memulai pembelajaran dengan menyajikan permasalahan lalu menyelesaikannya. Melalui model pembelajaran kontekstual yang mengaitkan kognitif dan karakter, siswa mampu menciptakan konsep dan mengontruksikan pengetahuannya sendiri dengan bantuan bimbingan dari guru (Hadi, 2019). Nantinya, siswa diminta berkelompok diskusi dan model PBL mendorong siswa menjadi aktif berdiskusi dan memecahkan masalah (Asyari *et al.*, 2016). Menurut Sherwood (2004) PBL fokus pada proses pemecahan masalah sehingga siswa mendapat pengetahuan yang dibutuhkan. PBL adalah model pembelajaran yang membuat siswa berpikir secara kelompok mengaitkan dengan informasi yang ada. Proses pemecahan masalah dilakukan setelah siswa mampu mensintesis pengetahuan serta keterampilan dalam pembelajaran (Kuan-nien *et al.*, 2011). Model ini juga mendorong siswa untuk menghubungkan peristiwa masa lalu dalam pemecahan masalah di masa kini (Werth, 2009). Berdasarkan hal tersebut, model PBL cocok dan sesuai untuk digunakan dalam RPP pada subkonsep pencemaran lingkungan.

Hasil penelitian biologi dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar yang dimuat dalam Rencana Pelaksanaan Pembelajaran. RPP disusun berdasarkan hasil penelitian yang disesuaikan dengan tuntutan kurikulum yang digunakan. Proses pembelajaran yang dirancang dalam RPP memuat beberapa KPS yang merupakan hasil seleksi dari hasil penelitian, keterampilan tersebut yaitu mengamati, menganalisis, menyimpulkan, serta mengomunikasikan.

KESIMPULAN

Hasil penelitian harus melalui beberapa tahapan untuk bisa dimanfaatkan menjadi sumber belajar, diantaranya mengidentifikasi proses dan produk penelitian, seleksi dan modifikasi hasil penelitian disesuaikan dengan kurikulum, serta menerapkan dan mengembangkan hasil penelitian dalam bentuk sumber belajar. Produk dan proses hasil penelitian pengaruh logam berat kadmium terhadap pertumbuhan udang windu yang berupa fakta dan konsep dapat dikaitkan dengan kompetensi dasar 3.11 dan 4.11 pada subkonsep pencemaran lingkungan kelas X SMA. Pencemaran lingkungan khususnya pencemaran perairan oleh logam berat kadmium dapat merusak keseimbangan lingkungan dan keberlangsungan hidup dari biota menjadi topik yang dipelajari dalam pembelajaran biologi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abungu, H. E., Okere, M. I. O., Wachanga, S. W. (2014). The Effect of Science Procces Skills Teaching Approach on Secondary School Students Achievement in Chemistry in Nyando District, Kenya. *Journal of Educational and Social Research*, Vol 4(6): 359–372.
- Ambarsari, W., Santosa, S. (2013). Penerapan Pembelajaran Inkuiri Terbimbing terhadap Keterampilan Proses Sains Dasar Pada Pelajaran Biologi Siswa Kelas VIII SMP Negeri 7 Surakarta. *Jurnal Pendidikan Biologi*, Vol 5(1): 81–95.

- Arifin, M. S. (2015). Pengembangan Materi Pembelajaran Makassar. *Education Science and Technology*, Vol 1(1): 1–12.
- Asyari, M., Muhdhar H, M., Ibrohim, H. (2016). Improving Critical Thinking Skills Through The Integration of Problem Based Learning And Group Investigation. *International Journal for Lesson and Learning Studies*, Vol 5(1): 36–44.
- Dimenta, R. H., & Arismen, S. (2017). Distribusi Spasial Dan Kelimpahan Populasi Udang Windu (*Penaeus Monodon*) Di Perairan Mangrove Belawan. *Jurnal Pembelajaran Dan Biologi Nukleus*, 3(1), 30–34. <https://doi.org/https://doi.org/10.36987/jpbn.v3i1.1200>
- Eckman, M., Frey, D. K. (2005). Using the WebCT NAFTA Program to Promote Analytical Thinking and Global Awareness Competencies Through a Team Approach. *International Textile & Apparel Association*, Vol 23(4): 278–289.
- Hadi, I. A. (2019). Pentingnya Pendidikan Karakter Dalam Lembaga Formal. *Jurnal Inspirasi*, Vol 3(1): 1–17.
- Harahap, R.D., Nazlia, R. (2019). Analisis Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Biologi Kurikulum 2013 Kelas X Semester 1 Tahun Ajaran 2016-2017 di MAS Islamiyah Gunting Saga Kualuh Selatan Kabupaten Labuhanbatu Utara. *Jurnal Biolokus*, Vol 2(2), 2621–3702.
- Hesti, Riani, E., Khastini, R. O., Sjaifuddin. (2022). Pemanfaatan Hasil Penelitian Pengaruh Logam Berat Cu Terhadap Pertumbuhan Udang Windu (*Penaeus monodon*) sebagai Sumber Belajar Biologi Pada Subkonsep Pencemaran Lingkungan SMA. *PENDIPA Journal of Science Education*, Vol 6(2): 434–442.
- Kuan-nien, C., Lin, P.C., Chang, S.-S. (2011). Integrating Library Instruction Into a Problem Based Learning Curriculum. *Aslib Proceedings*, Vol 63(5): 517–532.
- Kusumah, E. Y. S. (2020). Pengembangan Silabus Biologi Kelas X. <https://ayoguruberbagi.kemdikbud.go.id/rpp/pengembangan-silabus-biologi-kelas-x/> Accessed on January, 2022.
- Lepiyanto, A. (2017). Analisis Keterampilan Proses Sains Pada Pembelajaran Berbasis Praktikum. *BIOEDUKASI (Jurnal Pendidikan Biologi)*, Vol 5(2): 156-161.
- Lestari, E., Nulhakim, L., Suryani, D. I. (2022). Pengembangan E-modul Berbasis Flip Pdf Professional Tema Global Warming Sebagai Sumber Belajar Mandiri Siswa Kelas VII. *PENDIPA Journal of Science Education*, Vol 6(2): 338–345.
- Mahmudah, L. (2017). Pentingnya Pendekatan Keterampilan Proses Pada Pembelajaran Ipa Di Madrasah. *ELEMENTARY: Islamic Teacher Journal*, Vol 4(1): 168-187.
- Nirwana, F. B., Nyeneng I.D.P., Maharta, N. (2014). The Effect Of Science Process Skills To Learning Outcomes On Inquiry Training Model. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, Vol 2(3): 31–42.
- Nur, F. M. (2012). Pemanfaatan Sumber Belajar Dalam Pembelajaran Sains Kelas V Sd Pada Pokok Bahasan MakhluK Hidup Dan Proses Kehidupan. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, Vol 13(1): 67–78.
- Prasasti, P. A. T. (2018). Efektivitas *Scientific Approach With Guided Experiment* Pada Pembelajaran IPA untuk Memberdayakan Keterampilan Proses Sains Siswa Sekolah Dasar. *Profesi*

Pendidikan Dasar, Vol 1(1): 67-78.

- Riani, E. (2011). Reproductive Disorder Due to Heavy Metal Contamination in Green Mussels (*Perna viridis*) Cultured in Muara Kamal Waters, Jakarta Bay. *Journal Moluska Indonesia*, Vol 2(2): 67–74.
- Sabarudin, S. (2018). Materi Pembelajaran Dalam Kurikulum 2013. *Jurnal An-Nur: Kajian Ilmu-Ilmu Pendidikan*, Vol 04(01): 1–18.
- Scristia, S. (2019). Analisis Kesesuaian Indikator terhadap Kompetensi Dasar pada Pelajaran Matematika oleh Guru Sekolah Menengah Palembang. *Jurnal Gantang*, Vol 4(2): 103–109.
- Sherwood, A. L. (2004). Problem Based Learning in Management Education: A Framework for Designing Context. *Journal of Management Education*, Vol 28(5): 536–557.
- Sjaifuddin, S., Hidayat, S., Fathurrohman, M., Ardie, R., El Islami, R. A. Z. (2019). The Development of Food Security Behavior Model Through Environmental-Based Learning: A System Dynamics Approach. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, Vol 8(2): 230–240.
- Sriyati, S., Ivana, A., Pryandoko, D. (2021). Pengembangan Sumber belajar Biologi Berbasis Potensi lokal Dadihah untuk meningkatkan Keterampilan Proses Sains Siswa. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, Vol 9(2): 168–180.
- Subali, B. (2013). Bias Item Tes Keterampilan Proses Sains Pola Divergen dan Modifikasinya sebagai Tes Kreativitas. *Jurnal Penelitian Dan Evaluasi Pendidikan*, Vol 14(2): 309–334.
- Suhirman, S. (2018). Pengelolaan Sumber Belajar dalam Meningkatkan Pemahaman Peserta Didik. *Al-Fitrah: Journal Of Early Childhood Islamic Education*, Vol 2(1): 159–173.
- Supriadi, S. (2017). Pemanfaatan Sumber Belajar dalam Proses Pembelajaran. *Lantanida Journal*, Vol 3(2): 127-139.
- Werth, E. (2009). Student Perception of Learning Through A Problem-Based Learning Exercise: An Exploratory Study. *Policing: An International Journal of Police Strategies & Management*, Vol 32(1): 21–37.
- Yudiati, E., Sedjati, S., Enggar, I., Metoda, M. (2012). Dampak Pemaparan Logam Berat Kadmium pada Salinitas yang Berbeda terhadap Mortalitas dan Kerusakan Jaringan Insang Juvenile Udang Vaname (*Litopeneus vannamei*). *ILMU KELAUTAN: Indonesian Journal of Marine Sciences*, Vol 14(4): 29–35.
- Yuliani, F. (2016). Penerapan Pendekatan Saintifik Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains di Kelas IV SD. *Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, Vol 1(1): 142–155.
- Yusefni, W., Sriyati, S. (2016). Pembelajaran IPA Terpadu Menggunakan Pendekatan Science Writing Heuristic untuk Meningkatkan Kemampuan Komunikasi Tulisan Siswa SMP. *Edusains*, Vol 8(1): 9–17.
- Yusuf, W. F. (2018). Implementasi Kurikulum 2013 (K-13) Pada Mata Pelajaran Pendidikan Agama Islam Sekolah Dasar (SD). *Al-Murabbi: Jurnal Pendidikan Agama Islam*, Vol 3(2): 263–278.

Sitasi APA style :

Hidayah, M., Riani E., Sjaifuddin S., Khastini R O. (2022). Implementation Reasearch Result About the Effect of Heavy Metal Cadmium on the Growth of Tiger Shrimp (*Penaeus monodon*) as Biology Learning Source for Environmental Pollution, *Jurnal Pembelajaran dan Biologi Nukleus*, 8(1), 122-132. <https://doi.org/10.36987/jpbn.v8i1.2467>.