



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



Hesti^{1*}, Ety Riani², Rida Oktorida Khastini¹, Sjaifuddin¹

¹Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa

²Manajemen Sumber Daya Perairan, Fakultas Perairan dan Ilmu Kelautan, Intitut Pertanian Bogor

*Hestihes351@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.33369/pendipa.6.2.434-442>

ABSTRACT

A source of learning biology based on research results can be employed to improve student scientific activities. The aim of this study was to analyze the research results of the effect of heavy metal Cu on the growth of tiger prawns to be implemented as a source of learning. The study was conducted at the Biology Education Study Program, UNTIRTA and several state schools in Banten Province, including SMAN 4 CILEGON, SMAN 5 Cilegon, SMAN 1 Anyer, and SMAN 1 Cinangka. Three stages were conducted: identification of research processes and products, selection and modification of research results, and application and development of research results to be implemented as a source of learning. The study showed that the first step in implementing research findings as a learning resource was to design the learning phases focusing the science process skills through observing, analyzing, concluding, and communicating using a study plan (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran). The result from the research of the effect of heavy metal Cu on the growth of tiger prawns related to KD 3.11 and 4.11 in the environmental pollution subconcept of class X SMA can be used as facts and concepts. Environmental pollution caused by both human and natural activities disrupt the natural balance of the environment, leading biota development to be inhibited due to contaminants of heavy metal Cu was the main problem to be discussed in the learning process.

Keywords: Cu Heavy Metal, RPP, Learning Resources, Tiger Prawn.

ABSTRAK

Sumber pembelajaran biologi berdasarkan hasil penelitian dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan aktivitas ilmiah siswa. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil penelitian pengaruh logam berat Cu terhadap pertumbuhan udang windu untuk diterapkan sebagai sumber belajar. Penelitian dilaksanakan di Program Studi Pendidikan Biologi, UNTIRTA dan beberapa sekolah negeri di Provinsi Banten, antara lain SMAN 4 CILEGON, SMAN 5 Cilegon, SMAN 1 Anyer, dan SMAN 1 Cinangka. Tiga tahapan dilakukan: identifikasi proses dan produk penelitian, seleksi dan modifikasi hasil penelitian, serta penerapan dan pengembangan hasil penelitian untuk diimplementasikan sebagai sumber belajar. Hasil penelitian menunjukkan bahwa langkah awal dalam mengimplementasikan temuan penelitian sebagai sumber belajar adalah merancang tahapan pembelajaran yang menitikberatkan pada keterampilan proses sains melalui mengamati, menganalisis, menyimpulkan, dan mengomunikasikan dengan menggunakan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran. Hasil penelitian pengaruh logam berat Cu terhadap pertumbuhan udang windu terkait KD 3.11 dan 4.11 pada subkonsep pencemaran lingkungan kelas X SMA dapat dijadikan sebagai fakta dan konsep. Pencemaran lingkungan baik yang disebabkan oleh aktivitas manusia maupun alam mengganggu keseimbangan alam lingkungan, sehingga perkembangan biota terhambat akibat cemaran logam berat Cu menjadi masalah utama yang dibahas dalam proses pembelajaran.

Kata kunci: Logam Berat Cu, RPP, Sumber Belajar, Udang Windu.

PENDAHULUAN

Suatu hasil penelitian biologi sebaiknya dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar biologi di sekolah dengan harapan proses belajar biologi benar-benar dapat diwujudkan dengan proses sains. Subali (2010), menyatakan bahwa biologi termasuk dalam ilmu sains yang menerapkan pembelajaran siswa terlibat langsung dalam mendapatkan pengalaman belajarnya dengan menggunakan keterampilan proses sains dalam proses pembelajaran. Hal tersebut sejalan dengan Abungu *et al.*, (2014) yang menyatakan bahwa pengembangan keterampilan proses sains ini penting peranannya karena dapat mewujudkan pemahaman materi yang bersifat *long term memory* pada siswa. Ingatan *long term memory* ini dapat membantu siswa untuk memecahkan masalah di kehidupan sehari-hari dengan memanggil kembali ingatan pada masa lalu (Bhinnety, 2015).

Salah satu penelitian biologi yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar yaitu pengaruh logam berat Cu terhadap pertumbuhan udang windu yang dapat dikaitkan dengan KD 3.11 dan 4.11 pada subkonsep pencemaran lingkungan SMA kelas X. Hal tersebut juga sejalan dengan permasalahan yang ditemukan di lapangan bahwa berdasarkan hasil wawancara dengan guru Biologi SMA Negeri 4 Cilegon, SMA Negeri 5 Cilegon, SMA Negeri 1 Cinangka dan SMA Negeri 1 Anyer mengenai subkonsep pencemaran lingkungan, belum pernah menggunakan pengaruh logam berat Cu terhadap pertumbuhan udang windu sebagai informasi sumber belajar Biologi pada subkonsep pencemaran lingkungan di sekolah. Sekolah yang dipilih berdasarkan lokasi terdekat dengan kawasan industri dekat perairan dan tempat budidaya udang windu, sehingga sangat tepat jika informasi tersebut diterapkan sebagai sumber belajar Biologi di sekolah.

Pada kurikulum 2013, kegiatan pembelajaran dirancang agar siswa dapat melibatkan proses fisik dan mentalnya dalam mendapatkan pengalaman belajar melalui berbagai interaksi yaitu siswa dengan guru, antarsiswa, sumber belajar dan lingkungannya. Hal tersebut dilakukan guna mencapai kompetensi dasar pembelajaran (Kemendikbud RI, 2014). Untuk menunjang kegiatan tersebut, hendaknya guru menyiapkan perangkat

pembelajaran dengan baik. Karena, perangkat pembelajaran merupakan sekumpulan alat maupun perlengkapan yang menunjang terjadinya proses pembelajaran yang digunakan pendidik dalam mengajar (Masitah, 2018). Salah satu contoh yang termasuk dari perangkat pembelajaran adalah sumber belajar.

Sumber belajar merupakan semua hal baik berupa orang, data dan wujud tertentu yang dapat digunakan oleh siswa dalam belajar yang memudahkan siswa untuk mencapai tujuan pembelajaran baik secara terkombinasi maupun terpisah (Lestari *et al.*, 2022). Penggunaan sumber belajar oleh guru dalam pembelajaran sangat dianjurkan karena dengan memanfaatkan sumber belajar dapat memberikan pengalaman belajar yang aktif dan konkrit bagi siswa, sehingga tujuan pembelajaran yang sudah dirancangpun dapat dicapai dengan efektif dan efisien (Daryanto, 2016). Hal tersebut diperkuat oleh Nur (2012), yang menyatakan bahwa hasil belajar yang merupakan pencapaian siswa dapat dilihat juga dari interaksi siswa dengan sumber belajarnya yang termasuk proses pembelajaran.

Peran sumber belajar dalam pembelajaran yaitu sangat penting, karena tanpa adanya sumber belajar, proses pembelajaranpun tidak akan terjadi (Suhirman, 2018). Menurut Cahyadi (2017), terdapat enam jenis sumber belajar yang biasa digunakan yaitu orang, pesan, bahan dan program, metode, alat serta latar. Walaupun sudah dibedakan menjadi 6 jenis, kenyataannya sumber belajar masih berhubungan satu dengan lainnya bahkan terkadang sulit untuk dibedakan. Oleh karena itu hasil penelitian sebagai sumber belajar akan diterapkan ke dalam organisasi instruksional berupa RPP untuk menciptakan pembelajaran berdasarkan proses sains.

Menurut Kunandar (2011), RPP adalah suatu rancangan yang menggambarkan pengorganisasian dan prosedur pembelajaran untuk mencapai kompetensi dasar yang ditentukan dalam Standar Isi. Guru sebelum mengajar harus menyiapkan beberapa persiapan yaitu persiapan mental maupun persiapan tertulis atau disebut dengan RPP juga meyakinkan siswa untuk mau terlibat penuh dalam pembelajaran. Hal tersebut didukung oleh Wahyuni (2012) yang menyatakan bahwa RPP merupakan perencanaan jangka pendek yang digunakan oleh guru untuk menentukan langkah dalam

pembelajaran. Peran RPP menurut Kunandar (2011), yaitu sebagai skenario pembelajaran yang berfungsi untuk menjadi acuan guru untuk melaksanakan kegiatan pembelajaran sehingga RPP dirancang agar bersifat fleksibel serta guru dapat menyesuaikan respon siswa dalam proses pembelajaran.

Menurut Mahmudah (2015), komponen yang termuat dalam RPP adalah Identitas mata pelajaran, standar kompetensi, kompetensi dasar, indikator pencapaian kompetensi tujuan pembelajaran, materi ajar, kegiatan pembelajaran dan penilaian. Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) merupakan suatu rencana atau rancangan yang dibuat oleh guru untuk menggambarkan prosedur dan pengorganisasian suatu proses pembelajaran untuk mencapai tujuan pembelajaran yang dituliskan dalam standar isi dan silabus untuk satu kali pertemuan atau lebih. Pengembangan RPP berdasarkan hasil penelitian ini diharapkan dapat menciptakan proses pembelajaran berlandaskan keterampilan proses sains karena proses penelitian yang dilakukan termasuk keterampilan proses sains.

Berdasarkan latar belakang dan kajian literatur di atas maka dapat dirumuskan masalahnya yaitu bagaimana cara mengimplementasikan hasil penelitian murni menjadi sumber belajar biologi dengan tujuan untuk menganalisis hasil penelitian pengaruh logam berat Cu terhadap pertumbuhan udang windu untuk diterapkan sebagai sumber belajar biologi di sekolah supaya kegiatan pembelajaran biologi dapat diwujudkan dengan kegiatan ilmiah atau proses sains.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dari bulan September 2020 – Oktober 2021 yaitu dari tahap observasi hingga tahap penulisan hasil penelitian. Penelitian ini dilakukan di Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP, UNTIRTA dan beberapa sekolah diantaranya SMAN 4 CILEGON, SMAN 5 Cilegon, SMAN 1 Anyer dan SMAN 1 Cinangka merupakan sekolah yang berlokasi dekat dengan Kawasan industri dan tempat budidaya udang windu.

Langkah kerja penelitian yang dilakukan terdapat 3 tahapan (Suhardi, 2012), yaitu:

1. Identifikasi Proses dan Produk Penelitian

Produk penelitian yang akan dibuat harus memenuhi beberapa persyaratan yaitu kejelasan potensi, kesesuaian dengan tujuan pembelajaran, kejelasan sasaran materi, kejelasan informasi yang dapat diungkap, kejelasan pedoman eksplorasi dan kejelasan perolehan yang didapat. Proses penelitian diidentifikasi berdasarkan keterampilan proses dasar dan keterampilan proses terpadu sedangkan produk penelitian dianalisis terkait produk fakta dan konsep.

2. Seleksi dan Modifikasi Hasil Penelitian sebagai Sumber Belajar Biologi

Pada tahapan ini keterampilan proses dasar dan keterampilan proses terpadu pada penelitian disesuaikan dengan kegiatan pembelajaran peserta didik, sedangkan produk penelitian disesuaikan dengan konsep atau sub-konsep tuntutan kurikulum yang berlaku.

3. Penerapan dan Pengembangan Hasil Penelitian sebagai Sumber Belajar

Tahap ini merupakan proses penyusunan organisasi Intruksional berupa RPP berdasarkan hasil seleksi dan modifikasi proses dan produk penelitian.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Suatu hasil penelitian baik proses maupun produknya dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar supaya proses belajar dapat diwujudkan dengan proses sains. Prosedur penelitian yang dilakukan termasuk proses sains yaitu dimulai dari merumuskan masalah sampai mengkomunikasikan hasil. Sedangkan, produk penelitian merupakan fakta maupun konsep yang diperoleh selama penelitian. Menurut Suhardi (2012), terdapat 3 tahapan agar hasil penelitian dapat dijadikan sebuah sumber belajar yaitu identifikasi proses dan produk penelitian, seleksi dan modifikasi hasil penelitian dan penerapan dan pengembangan hasil penelitian sebagai sumber belajar.

Berikut ini penjelasan dari tahapan pemanfaatan hasil penelitian sebagai sumber belajar biologi tentang subkonsep pencemaran lingkungan:

Identifikasi Proses dan Produk Penelitian

Tahapan paling awal yang dilakukan dalam pemanfaatan hasil penelitian menjadi sumber belajar yaitu identifikasi proses dan produk penelitian yaitu dengan mengkaji terlebih dahulu

kurikulum yang diterapkan pada sekolah yang ditentukan. Berdasarkan hasil observasi, kurikulum yang berlaku di SMA Negeri 4 Cilegon, SMA Negeri 5 Cilegon, SMA Negeri 1 Anyer dan SMA Negeri 1 Cinangka yaitu menerapkan kurikulum 2013. K-13 merupakan program pendidikan berbasis sains yang diberikan oleh suatu lembaga pendidikan dengan menitik beratkan pada tujuan agar siswa lebih aktif dalam kegiatan pembelajaran serta mendorong siswa agar lebih kompeten dalam melakukan kegiatan bertanya, observasi, bernalar serta mempresentasikan atau mengemukakan gagasan yang mereka dapatkan setelah menerima pembelajaran (Yusuf, 2018).

Berdasarkan hasil wawancara dan hasil pengkajian awal silabus biologi diperoleh bahwa hasil penelitian pengaruh logam berat Cu terhadap pertumbuhan udang windu dapat dimasukkan dalam standar kompetensi memahami perubahan lingkungan pada bidang studi Biologi kelas X SMA. Pengkajian hasil penelitian yang akan dimanfaatkan sebagai sumber belajar tersebut juga harus memenuhi persyaratan tertentu yaitu sebagai berikut:

1. Kejelasan potensi ketersediaan objek dan permasalahan yang diangkat

Udang windu merupakan objek dari penelitian, sedangkan permasalahan yang diangkat yaitu pengaruh pencemaran logam berat Cu terhadap pertumbuhan udang windu. Permasalahan penelitian ini memenuhi syarat kejelasan potensi pada KD 3.11 di kurikulum 2013 tentang pencemaran lingkungan. Sehingga dapat dijabarkan bahwa pencemaran logam berat Cu di perairan termasuk penyebab terjadinya perubahan lingkungan sedangkan lambatnya pertumbuhan udang windu termasuk dampak perubahan lingkungan tersebut.

2. Kesesuaian dengan tujuan pembelajaran

Hasil penelitian harus sesuai dengan Standar Kompetensi dan Kompetensi dasar yang tercantum dalam kurikulum 2013. Standar Kompetensi yang ingin dicapai adalah memahami prinsip perubahan lingkungan. Kompetensi Dasar yang ingin dicapai adalah mendeskripsikan menganalisis data perubahan lingkungan, penyebab, dan dampaknya bagi kehidupan.

3. Kejelasan sasaran materi dan peruntukannya

Terdapat dua macam sasaran yaitu sasaran pengamatan berupa pengaruh logam berat Cu terhadap pertumbuhan udang windu dan sasaran peruntukan yaitu siswa kelas X SMA semester genap.

4. Kejelasan informasi yang diungkap

Informasi yang diungkap dalam penelitian ini yaitu dampak yang ditimbulkan terhadap pertumbuhan udang windu oleh pemaparan logam berat Cu.

5. Kejelasan pedoman eksplorasi

Hal ini berkaitan dengan prosedur penelitian yaitu sumber belajar yang akan dimanfaatkan sebagai sumber belajar harus dipertimbangkan terlebih dahulu terkait waktu, sarana dan prasarana, kemampuan guru juga siswa. Sehingga prosedur penelitian tidak semuanya diterapkan dalam pembelajaran yaitu harus diadakannya proses seleksi dan modifikasi.

Hasil penelitian terdapat dua macam yaitu hasil penelitian berupa proses dan hasil penelitian berupa produk. Berikut ini penjelasannya:

1. Hasil penelitian berupa proses

Berdasarkan proses yang dilakukan, langkah-langkah penelitian termasuk langkah-langkah dalam keterampilan proses sains. Berdasarkan Depdiknas (2003), keterampilan proses yang termasuk keterampilan proses sains yaitu menggolongkan, mengukur, mengamati, menggunakan alat, mengkomunikasikan, memprediksi, mensintesis, menganalisis, menafsirkan, dan melakukan percobaan secara terstruktur. Berikut ini keterampilan proses yang diterapkan dalam penelitian:

- a. Mengidentifikasi dan merumuskan masalah.
- b. Merumuskan tujuan penelitian
- c. Merumuskan hipotesis penelitian
- d. Menyusunan prosedur penelitian
- e. Melaksanakan penelitian (mengelompokkan, mengamati, mengukur)
- f. Mengumpulkan dan menganalisis data
- g. Menyajikan hasil penelitian
- h. Menarik kesimpulan
- i. Mengkomunikasikan

Keterampilan proses penelitian di atas dapat dimanfaatkan menjadi sumber belajar dengan cara mengidentifikasi setiap keterampilan prosesnya termasuk keterampilan proses dasar atau keterampilan proses terpadu, kemudian

dibandingkan dengan keterampilan proses yang ada pada kompetensi dasar 3.11 dan 4.11.

Menurut Ibrahim (2010), terdapat dua macam keterampilan proses dalam sains yaitu keterampilan proses dasar dan terpadu. Keterampilan proses terpadu dapat dilakukan dengan baik dengan didukung dengan keterampilan proses dasar. Keterampilan yang termasuk keterampilan proses dasar yaitu klasifikasi, pengukuran, pengamatan, komunikasi, penafsiran/prediksi dan keterampilan bertanya. Sedangkan yang termasuk dalam keterampilan proses terpadu yaitu mengidentifikasi variabel, merumuskan masalah, merumuskan definisi operasional, merumuskan hipotesis, merancang dan melaksanakan eksperimen, merumuskan kesimpulan. Berikut ini hasil identifikasi proses penelitian yang akan dimanfaatkan menjadi sumber belajar:

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

No	Keterampilan Proses Sains	Keterampilan Proses penelitian dan Keterampilan Proses Kurikulum
1	Keterampilan proses dasar berdasarkan proses penelitian	Mengelompokkan, Mengamati, Mengukur, Mengkomunikasikan
2	Keterampilan proses dasar berdasarkan KD 3.11 dan 4.11	Mengamati, Mengkomunikasikan
3	Keterampilan proses terpadu Berdasarkan proses penelitian	Mengidentifikasi dan merumuskan masalah, Merumuskan tujuan, Merumuskan hipotesis, Menyusun prosedur penelitian, Eksperimen, Mengumpulkan data, Menganalisis data, Menyajikan hasil penelitian, Menyimpulkan.
4	Keterampilan proses terpadu berdasarkan KD 3.11 dan 4.11	Menganalisis, Menyimpulkan.

Berdasarkan pengkajian proses penelitian di atas, bahwa tidak semua langkah dapat dilakukan oleh siswa. Hal tersebut dikarenakan adanya keterbatasan waktu, keterbatasan biaya, laboratorium, sarana dan prasarana, kemampuan guru serta kemampuan siswa sehingga perlu dilakukan seleksi dan modifikasi supaya proses penelitian dapat dimanfaatkan menjadi sumber belajar. Sumber belajar yang diwujudkan adalah berupa studi kasus mengenai pencemaran logam berat Cu terhadap udang windu yang disajikan dalam LKPD di RPP.

2. Hasil penelitian berupa produk

Produk penelitian merupakan fakta dan konsep yang diperoleh dari penelitian. Fakta dari

hasil penelitian yang dilakukan yaitu berupa data perbandingan ukuran berat, panjang dan berat harian postlarva udang windu yang diberi perlakuan logam berat Cu dan tanpa perlakuan logam berat Cu sebagai kontrol didukung juga dengan foto-foto dokumentasi penunjang. Sedangkan produk berupa konsep merupakan hasil generalisasi dari produk fakta.

- a. Produk penelitian berupa fakta yaitu semua fakta yang diperoleh dari hasil penelitian. Hal tersebut sejalan dengan Sabarudin (2018) yang menyatakan bahwa materi fakta merupakan segala hal yang berwujud kenyataan dan kebenaran. Berikut ini produk penelitian berupa fakta:

Tabel 2. Data Pertumbuhan Udang Windu dengan Perlakuan logam berat Cu dan tanpa logam berat Cu

Perlakuan	Berat awal PL	Berat akhir PL	Panjang Awal PL	Panjang Akhir PL
Kontrol	0,03 g	1,1 g	10 mm	53,2 mm
P1	0,03 g	0,55 g	10 mm	47,4 mm
P2	0,03 g	0,48 g	10 mm	42,4 mm
P3	0,03 g	0,4 g	10 mm	37,6 mm
P4	0,03 g	0,34	10 mm	34 mm
P5	0,03 g	0,24 g	10 mm	29,1 mm

Keterangan: PL : *Postlarva* udang windu

P1 : Cu 0,056 M

P2 : Cu 0,1 M

P3 : Cu 0,18 M

P4 : Cu 0,32 M

P5 : Cu 0,56 M

- b. Produk penelitian berupa konsep yaitu sebuah kesimpulan berdasarkan fakta yang diperoleh. Hal tersebut sejalan dengan Arifin (2015), menyatakan bahwa materi konsep merupakan suatu hasil pemikiran yang menghasilkan pengertian-pengertian baru yang meliputi pengertian, definisi, hakikat, inti, ciri khusus dan lainnya. Berikut ini produk berupa konsep:

1. Pemberian logam berat Cu pada lingkungan postlarva udang windu menyebabkan lambatnya pertumbuhan udang baik pertumbuhan berat, panjang dan laju pertumbuhan hariannya.
2. Pertumbuhan panjang postlarva lebih cepat dibandingkan pertumbuhan beratnya.

- c. Produk kurikulum berupa fakta dan konsep

Produk berupa fakta dari kompetensi dasar kurikulum 2013 yaitu pencemaran lingkungan berasal dari alam atau aktivitas manusia dan macam-macam pencemaran sedangkan tuntutan materi konsep pada KD 3.11 dan 4.11 yaitu Perubahan pada lingkungan, Keseimbangan lingkungan, Pencemaran dan dampaknya pada lingkungan dan Pengelolaan limbah (Huda, 2020).

Produk penelitian fakta dan konsep di atas perlu dilakukan seleksi dan modifikasi agar dapat dimanfaatkan menjadi sumber belajar.

Seleksi dan Modifikasi Hasil Penelitian sebagai Sumber Belajar Biologi

Pengangkatan proses dan produk penelitian menjadi suatu sumber belajar terdapat dua hal yang perlu diperhatikan. Namun, dua hal tersebut dapat diperhatikan jika persyaratan pembuatan sumber belajar berdasar hasil penelitian telah dipenuhi. Berikut ini kedua hal tersebut:

a. Prosedur kerja penelitian

Prosedur kerja penelitian harus disesuaikan dengan kegiatan siswa dalam pembelajaran (Suhardi, 2012). Contohnya menyiapkan alat dan bahan penelitian sampai melaksanakan penelitian bagi siswa. Hal tersebut tidak bisa dilakukan mengingat kelengkapan alat laboratorium yang belum memadai dan waktu yang sempit. Sehingga, tidak memungkinkan jika mengajak siswa untuk melakukan penelitian kembali.

Berdasarkan hasil identifikasi proses penelitian sebelumnya dapat diseleksi keterampilan proses dasar dan keterampilan proses terpadu yang memungkinkan untuk dilakukan siswa yaitu dengan cara melihat kesamaan keterampilan proses dari tuntutan kompetensi dasar terhadap keterampilan proses hasil penelitian sehingga dapat dituliskan bahwa keterampilan proses dasar yang dapat dilakukan siswa yaitu mengamati dan mengkomunikasikan, sedangkan keterampilan proses terpadu yang dapat dilakukan siswa yaitu menganalisis dan menyimpulkan. Keterampilan proses yang merupakan hasil seleksi tersebut akan diterapkan dalam proses penyusunan RPP sebagai sumber belajar khususnya dalam penentuan Indikator Pencapaian Kompetensi dan pemilihan metode dalam pembelajaran.

b. Produk penelitian

Hasil identifikasi produk berupa fakta dan konsep di atas juga disesuaikan dengan tuntutan materi konsep dan fakta pada kompetensi dasar 3.11 dan 4.11 yaitu dengan cara menyeleksi tiap produk agar dapat dimanfaatkan sebagai sumber belajar guna mencapai tujuan pembelajaran. Berdasarkan seleksi produk fakta dan konsep hasil penelitian, hasil seleksi produk fakta dan konsep yang sebaiknya tertuang dalam RPP yaitu bahwa pencemaran lingkungan dapat disebabkan oleh aktivitas manusia yang mengakibatkan keseimbangan lingkungan terganggu sehingga menyebabkan terhambatnya pertumbuhan biota karena adanya bahan pencemar salah satunya logam berat Cu. Kemudian didapatkan sebuah konsep juga bahwa logam berat Cu merupakan penyebab pencemaran dan terhambatnya pertumbuhan udang windu merupakan akibat dari pencemaran tersebut.

Hal di atas sesuai dengan Soegianto *et al.*, (2004), yang menyatakan bahwa Ion Cu yang masuk ke dalam tubuh udang akan diikat oleh *haemolimpha* yang memiliki peran sama dengan darah pada organisme tingkat tinggi, sehingga ion Cu yang berikatan dengan *haemolimpha* tersebut akan diedarkan ke seluruh tubuh udang khususnya *hepatopancreas* yang sama perannya sebagai hati dan *pancreas* pada mamalia yang berfungsi melaksanakan proses enzimatik. Jika ion Cu banyak masuk ke dalam tubuh udang lama-kelamaan akan terpaksa terakumulasi dalam tubuh udang, kemudian menghambat proses metabolisme sehingga sel-sel tubuh udang bertambah dengan lambat yang mengakibatkan menurunnya pertumbuhan pada udang. Selain fakta dan konsep di atas, produk penelitian juga dapat didukung oleh data pendukung lainnya yaitu berupa tabel, grafik maupun foto penelitian yang dapat digunakan sebagai informasi bagi siswa. Informasi yang disajikan tersebut dapat dijadikan sebuah bahan diskusi siswa di kelas yang disajikan dalam bentuk LKPD, maupun tugas secara individu atau berkelompok.

Penerapan dan Pengembangan Hasil Penelitian sebagai Sumber Belajar Biologi kedalam Organisasi Instruksional RPP.

Tahap terakhir dalam pemanfaatan hasil penelitian sebagai sumber belajar adalah mewujudkan hasil penelitian ke dalam organisasi

intruksional berupa RPP. RPP memuat komponen proses dan produk berdasarkan seleksi hasil penelitian dengan hasil analisis kompetensi dasar kurikulum 2013 sehingga ideal untuk dimanfaatkan sebagai pedoman guru dalam melaksanakan proses pembelajaran.

Keterampilan proses dasar dan terpadu yang harus tertuang dalam RPP yaitu mengamati, menganalisis, menyimpulkan dan mengkomunikasikan sehingga nantinya siswa diminta untuk mengamati permasalahan lingkungan yang tertuang di LKPD, kemudian menganalisis permasalahan secara berkelompok, lalu siswa mempresentasikan hasil diskusi sebagai penerapan keterampilan dasar mengkomunikasikan dan terakhir siswa diminta untuk menyimpulkan hasil pembelajaran yang didapat, sehingga model pembelajaran yang cocok untuk digunakan yaitu model *Problem Based Learning* (PBL). Karena menurut Nirwana *et al.* (2014), untuk mewujudkan keterampilan proses sains pada siswa diperlukan metode atau pembelajaran yang tepat, selain itu juga diperlukan proses pembelajaran yang memberikan keleluasaan kepada siswa untuk melakukan aspek KPS.

Model PBL merupakan salah satu model yang direkomendasikan oleh para ahli untuk menunjang keterampilan proses sains dalam pembelajaran biologi. Pembelajaran berbasis masalah atau PBL yaitu menggunakan masalah sebagai dasar bagi siswa untuk memperoleh pengetahuan (Wirda *et al.*, 2015). Model PBL adalah pendekatan pembelajaran menyajikan masalah kontekstual, dan pengembangan pemahaman tentang topik-topik, siswa belajar bagaimana mengkonstruksi kerangka masalah, mengorganisasikan dan menginvestigasi masalah, mengumpulkan dan menganalisa data, menyusun fakta, mengkonstruksi argument mengenai pemecahan masalah, bekerja secara individual atau berkolaborasi dalam pemecahan masalah (Nuraini & Kristin, 2017).

Berdasarkan hal di atas dapat diuraikan terkait Indikator Pencapaian Kompetensi yang tertuang pada RPP. Indikator pencapaian kompetensi adalah penjabaran dari kompetensi dasar yaitu berupa perilaku yang dapat diukur atau di observasi untuk melihat ketercapaian dari kompetensi dasar yang menjadi acuan penilaian suatu mata pelajaran. Indikator yang

dikembangkan harus mencapai tingkat minimal suatu kompetensi dasar dan boleh melebihi tingkat minimal tersebut (Indaryanti, *et al.*, 2019). KD 3.11 diturunkan menjadi 4 IPK yaitu menjelaskan pengertian tentang pencemaran lingkungan (C1), menjelaskan macam-macam pencemaran lingkungan (penyebab, dampak serta contoh kasus) (C2), menjelaskan cara penanggulangan pencemaran lingkungan (C3), mekanisme terjadinya pencemaran khususnya pencemaran logam berat Cu terhadap pertumbuhan udang windu (C4). Sedangkan KD 4.11 diturunkan menjadi 2 IPK yaitu menyajikan laporan diskusi dengan mengisi LKPD dengan lengkap (P3) dan mempresentasikan hasil diskusi tentang perubahan lingkungan yang terjadi di lingkungan sekitar (P3).

Hal di atas sesuai dengan muatan pengembangan silabus biologi berdasarkan Kusumah (2020), bahwa IPK yang perlu ada pada KD 3.11 dan 4.11 yaitu mengamati fenomena kerusakan lingkungan berdasarkan hasil studi maupun melalui media informasi kemudian mendiskusikan secara kelompok untuk menemukan faktor penyebab terjadinya kerusakan, selanjutnya mengasosiasikan atau menyimpulkan hasil pengamatan atau diskusi serta mengkomunikasikan laporan hasil pengamatan secara tertulis dan presentasi secara lisan.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa langkah awal dalam mengimplementasikan temuan penelitian sebagai sumber belajar adalah merancang tahapan pembelajaran yang menitikberatkan pada keterampilan proses sains melalui mengamati, menganalisis, menyimpulkan, dan mengomunikasikan dengan menggunakan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran. Pemanfaatan hasil penelitian menjadi sumber belajar tersebut yaitu harus melewati beberapa tahapan diantaranya mengidentifikasi proses dan produk penelitian, modifikasi hasil penelitian serta menerapkan dan mengembangkan hasil penelitian.

Hasil penelitian pengaruh logam berat Cu terhadap pertumbuhan udang windu terkait KD 3.11 dan 4.11 pada subkonsep pencemaran lingkungan kelas X SMA dapat dijadikan sebagai fakta dan konsep. Pencemaran lingkungan baik yang disebabkan oleh aktivitas manusia maupun

alam mengganggu keseimbangan alam lingkungan, sehingga perkembangan biota terhambat akibat cemaran logam berat Cu menjadi masalah utama yang dibahas dalam proses pembelajaran.

DAFTAR PUSTAKA

- Abungu, H. E., Okere, M. I. O., & Wachanga, S. W. (2014). The Effect of Science Process Skills Teaching Approach on Secondary School Students' Achievement in Chemistry in Nyando District, Kenya. *Journal of Educational and Social Research*, 4(6), 359–372.
- Arifin, M. S. (2015). Pengembangan Materi Pembelajaran Makassar. *Education Science and Technology*, 1(1), 1–12.
- Bhinnety, M. (2015). Struktur Dan Proses Memori. *Buletin Psikologi*, 16(2), 74–88.
- Cahyadi, A. (2017). *Pengembangan Media Dan Sumber Belajar*. Kota Serang Baru: Penerbit Laksita Indonesia.
- Daryanto. (2016). *Media Pembelajaran Edisi ke-3 Revisi*. Yogyakarta: P. G. Media
- Depdiknas. (2003). *Standar Kompetensi Mata Pelajaran Biologi Sekolah Menengah Atas Dan Madrasah Aliyah*.
- Huda, K. (2020). *Modul Pembelajaran SMA Biologi: Perubahan Lingkungan Mapel Biologi Kelas X*. Direktorat SMA, Direktorat Jenderal PAUD, DIKDAS dan DIKMEN.
- Ibrahim. (2010). *Dasar-Dasar Proses Belajar Mengajar*. Surabaya: Unesa University Press.
- Indaryanti, E. Susanti, N. Aisyah, S. (2019). Analisis Kesesuaian Indikator terhadap Kompetensi Dasar pada Pelajaran Matematika oleh Guru Sekolah Menengah Palembang. *Jurnal Gantang*, 4(2), 103–109.
- Kemendikbud RI. (2014). *Permendikbud Nomor 81 A 2013. Implementasi Kurikulum Kurikulum*.
- Kunandar. (2011). *Guru Profesional (Implementasi Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan dan Sukses dalam Sertifikasi Guru)*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Kusumah, E. Y. S. (2020). *Pengembangan Silabus Biologi Kelas X*. Diambil dari <https://ayoguruberbagi.kemdikbud.go.id/rp/p/pengembangan-silabus-biologi-kelas-x/>
- 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*, 6(2), 338–345.
- Mahmudah, T. (2015). Penyusunan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Guru Bahasa Indonesia Di SMP Negeri 2 Bantul. *SKRIPSI*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Masitah. (2018). Pengembangan Perangkat Pembelajaran untuk Memfasilitasi Guru Menumbuhkan Rasa Tangung Jawab Siswa SD terhadap Masalah Banjir. *Proceeding Biology Education Conference*, 15(1), 40–44.
- 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*, 2(3), 31–42.
- Nur, F. M. (2012). Pemanfaatan Sumber Belajar Dalam Pembelajaran Sains Kelas V SD Pada Pokok Bahasan Makhluh Hidup Dan Proses Kehidupan. *Jurnal Penelitian Pendidikan*, 13(1), 67–78.
- Nuraini, F., & Kristin, F. (2017). Penggunaan Model Problem Based Learning (Pbl) Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Ipa Siswa Kelas 5 SD. *E-Jurnalmitrapendidikan*, 1(4), 369–379.
- Sabarudin, S. (2018). Materi Pembelajaran Dalam Kurikulum 2013. *Jurnal An-Nur: Kajian Ilmu-Ilmu Pendidikan*, 4(1), 1–18.
- Soegiarto, A., Primarastri, N. A., & Winarni, D. (2004). Pengaruh Pemberian Kadmium Terhadap Tingkat Hepatopankreas Pada Udang Regang. *Berk. Penel. Hayati*, 10, 59–66.
- Subali, B. (2010). Bias Item Test Of Divergen Pattern Of Science. *Jurnal Penelitian dan Evaluasi Pendidikan*, 14(2), 309–334.
- Suhardi. (2012). *Pengembangan Sumber Belajar Biologi*. Yogyakarta: UNY Press.
- Suhirman, S. (2018). Pengelolaan Sumber Belajar Dalam Meningkatkan Pemahaman Peserta Didik. *Al Fitrah: Journal Of Early Childhood Islamic Education*, 2(1), 159.
- Wahyuni, S. & A. S. I. (2012). *Perencanaan Pembelajaran Bahasa Berkarakter*.

- Malang: Refika Aditama.
- Wirada, W., Gani, A., & Khaldun, I. (2015). Penerapan Pembelajaran Model Problem Based Learning (PBL) Untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dan Motivasi Belajar Siswa Pada Materi Alat-Alat Optik. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 3(2), 131–142.
- Yusuf, W. F. (2018). Implementasi Kurikulum 2013 (K-13) Pada Mata Pelajaran Pendidikan Agama Islam Sekolah Dasar (SD). *Al-Murabbi: Jurnal Pendidikan Agama Islam* 3(2), 263–278.