

**The Effects of Harvesttime on Vitamin-c Levels of Water Exposed to Heavy Metal Cd for the Manufacture of Biological LKPS****Pengaruh Masa Panen Terhadap Kadar Vitamin C Kangkung Air (*Ipomea aquatica*) yang Terpapar Logam Berat Cd (*Cadmium*) untuk Pembuatan LKPS Biologi**Nurma Aini Hanapi<sup>1</sup><sup>1</sup>Institut Agama Islam Negeri Metro

Jl. Ki Hajar Dewantara, No. 15 A, Iring Mulyo, Kec. Metro Timur, Kota Metro, Lampung 34112

Email : [hn.aini@yahoo.com](mailto:hn.aini@yahoo.com)

Received : 30 Agust 2019

Accepted : 25 November 2019

Revised : 19 Oktober 2019

Published : 19 December 2019

**Abstract.** Air pollution is a problem that occurs in the surrounding environment by human activities. One of the pollutants that can enter the heavy metal environment. Heavy metals in the surrounding environment have the potential to be absorbed by living things, one of which is spinach plants. The objectives of this study are: (1) Future planning of vitamin C levels in kale plants planted in Cd heavy metal contaminated media, (2) determining the appropriate harvesting time to increase vitamin C levels in air kale plants planted in Cd contaminated media , and (3) making LKPS high school biology learning class X in Environmental Pollution material. The design of this study uses RAK (Randomized Group Design). The research sample was water spinach plants contaminated with heavy metals Cd. The treatment in this study is the variation of the harvest period. Data were analyzed with Anava One Path. The results of the study concluded how there was a harvest period of vitamin C levels in the stems and leaves. The 15-day harvest period increases the levels of vitamin C with the lowest absorption of heavy metal Cd which is equal to 0.03 ppm. The results of the study can be used to make LKPS class X biology learning on Environmental Pollution material.

**Keywords:** Harvest period, Cd heavy metals, vitamin C levels, LKPS

**Abstrak :** Pencemaran air merupakan permasalahan yang kerap kali terjadi di lingkungan sekitar oleh aktivitas manusia. Salah satu bahan pencemar yang dapat masuk ke dalam lingkungan adalah logam berat. Logam berat di lingkungan sekitar memiliki potensi untuk terserap oleh makhluk hidup, salah satunya adalah tanaman kangkung air. Tujuan penelitian ini adalah : (1) mengidentifikasi ada tidaknya pengaruh masa panen terhadap kadar vitamin C pada tanaman kangkung air yang ditanam pada media tercemar logam berat Cd, (2) menentukan masa panen yang tepat untuk meningkatkan kadar vitamin C pada tanaman kangkung air yang ditanam pada media tercemar Cd, dan (3) membuat Lembar Kerja Praktikum Siswa (LKPS) pembelajaran biologi SMA kelas X materi Pencemaran Lingkungan. Desain penelitian ini menggunakan RAK (Rancangan Acak Kelompok). Sampel penelitian ini adalah tanaman kangkung air dicemari logam berat Cd. Perlakuan pada penelitian ini adalah variasi masa panen. Data dianalisis dengan Anava Satu Jalur. Hasil penelitian disimpulkan bahwa ada pengaruh masa panen terhadap kadar vitamin C pada bagian batang dan daun. Masa panen 15 hari mengalami kenaikan kadar vitamin C dengan serapan logam berat Cd terendah yaitu sebesar 0,03 ppm. Hasil penelitian dapat digunakan pembuatan LKPS pembelajaran biologi SMA kelas X pada materi Pencemaran Lingkungan.

**Kata Kunci :** Masa panen, Logam berat Cd, Kadar vitamin C, LKPS

## PENDAHULUAN

Biologi merupakan cabang ilmu yang mempelajari segala hal yang berhubungan dengan makhluk hidup. Seperti struktur yang membentuk makhluk hidup, komponen yang dibutuhkan makhluk hidup, serta berbagai hal mengenai hubungan antara makhluk hidup dengan lingkungannya. Dalam pembelajaran biologi, peserta didik memerlukan sumber belajar untuk mempermudah proses pembelajaran biologi tersebut. Sumber belajar adalah semua hal baik berupa data, orang, dan wujud tertentu yang dapat digunakan oleh peserta didik dalam belajar, baik secara terpisah maupun secara terkombinasi, sehingga mempermudah peserta didik dalam mencapai tujuan belajar atau mencapai kompetensi tertentu. Berarti sumber belajar biologi tidak hanya berasal dari buku saja, melainkan seperti proses praktikum siswa dan yang ada di lapangan. Logam berat adalah unsur logam dengan berat molekul tinggi, berat jenisnya lebih dari  $5 \text{ g/cm}^3$  (Connel & Miller, 2006). Dalam kadar rendah, logam berat umumnya sudah beracun bagi tumbuhan, hewan, dan manusia. Beberapa logam berat yang sering mencemari habitat adalah *Hg*, *Cr*, *As*, *Cd*, dan *Pb* (Notohadiprawiro, 1993).

Dari hasil analisis, diketahui bahwa pupuk fosfat mengandung logam berat *Pb* antara 2-156 ppm dan 7 ppm *Cd* untuk tanah netral (Aiyen, 2005). Pupuk fosfat yang digunakan secara terus menerus dengan dosis dan intensitas yang tinggi dapat meningkatkan *Pb* dan *Cd* pada tanaman. Petani cenderung menggunakan pupuk dan pestisida secara berlebihan untuk meningkatkan hasil pertanian, sehingga penggunaan pupuk tidak dapat dihindari. Akan tetapi, penggunaan bahan pupuk dan pestisida dapat berdampak negatif terutama terhadap sayur-sayuran karena meningkatkan resistensi hama atau penyakit tanaman, terbunuhnya musuh alami dan organisme yang berguna, serta terakumulasinya zat-zat kimia berbahaya dalam tanah. Adapun pupuk fosfat yang beredar di masyarakat antaranya pupuk TSP, pupuk KCL, dan pupuk NPK. Di Indonesia, kadar residu pestisida yang terkandung dalam bahan pangan dan sayuran cukup memprihatinkan. Sayuran seperti wortel, kentang, sawi, bawang merah dan kubis dari berbagai tempat budidaya sayuran di Jawa Barat dan Jawa Tengah diketahui mengandung residu pestisida melampaui batas maksimum.

Pencemaran logam berat yang tidak terkontrol, karena berat jenisnya tinggi, memberikan peluang terakumulasinya logam tersebut dalam lingkungan. Akumulasi logam berat dapat terjadi pada habitat tanaman pertanian sayuran yang diketahui mudah sekali tumbuh dalam lingkungan tercemar. Logam berat dapat terserap ke dalam jaringan tanaman melalui akar dan stomata selanjutnya akan masuk ke dalam siklus rantai makanan (Alloway, 1990). Hasil penelitian Panda & Choudhury (2005) menunjukkan bahwa jenis spesies tanaman yang toleran terhadap logam memiliki mekanisme pertahanan yang berkaitan dengan antioksidan sel dan enzim yang

melindungi beberapa proses fisiologi vital untuk mencegah kerusakan yang diakibatkan oleh bentuk-bentuk oksigen reaktif karena stres yang disebabkan oleh kandungan logam.

Untuk menghilangkan efek negatif radikal bebas, tanaman mengembangkan mekanisme pertahanan diri dengan menerapkan sistem antioksidan oleh vitamin antioksidan yaitu memberikan elektron kepada radikal bebas dengan ditandai menurunnya kandungan vitamin antioksidan, diantaranya vitamin A, C, dan E (Kong, dkk, 2000 dalam Monzuroglu, dkk, 2005). Khususnya dua vitamin utama dalam sayuran daun yaitu vitamin A dan vitamin C.

Berdasarkan uraian tersebut, perlu kajian tentang pengaruh masa panen terhadap kadar vitamin C yang terpapar logam berat yang tersedia dalam lingkungan dan dapat terserap oleh sayuran air yang biasa dikonsumsi manusia, hubungannya terhadap kandungan gizi sayuran khususnya vitamin C. Informasi yang diperoleh diharapkan dapat menyadarkan petani sayuran/masyarakat untuk menanam sayuran di tempat yang aman yaitu di lingkungan yang tidak tercemar serta menyadarkan konsumen pentingnya memperhatikan asal tumbuh dari sayuran yang akan dikonsumsi.

Berkaitan dengan kebutuhan sumber belajar dalam mencapai tujuan pembelajaran biologi, diadakan suatu penelitian tentang pengaruh masa panen terhadap kadar vitamin C pada tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) yang terpapar logam berat *Cd*, terkait dengan materi pencemaran lingkungan. Manfaat hasil penelitian ini dapat digunakan bagi pendidik dan peserta didik yakni berupa Lembar Kerja Praktikum Siswa (LKPS). LKPS adalah lembar kerja siswa yang diperuntukkan bagi metode praktikum (Arifin, U. F., Hadisaputro, S., & Susilaningsih, E. 2015). Parahita, A., Susilaningsih, E., & Supartono, S. (2018) mengungkapkan bahwa LKPS adalah lembar kegiatan yang tersusun secara kronologis dan berisi informasi singkat tentang materi, pengantar untuk merumuskan masalah dan hipotesis, prosedur kerja, hasil pengamatan, soal-soal yang dapat membantu siswa dalam menemukan konsep, serta kesimpulan akhir dari praktikum untuk mengasah setiap indikator keterampilan proses sains.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian tahap I ini menggunakan jenis penelitian eksperimen. Rancangan percobaan yang digunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) faktorial, dengan 3 faktor. Faktor pertama yaitu jenis sayuran air; kangkung air (*Ipomoea aquatica*). Faktor kedua yaitu jenis media tumbuh, medium Hoagland dengan penambahan logam berat *Cd* yang dari analisis data menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan dalam penurunan kadar vitamin C. Faktor ketiga adalah bagian organ sayuran yang dikonsumsi, yaitu batang dan daun kangkung air. Pengambilan data berdasarkan pada pertumbuhan vegetatif sayuran yang masih layak konsumsi, yaitu pada waktu pemanenan sayuran air, sebelum waktu panen (5 hari,  $W_1$ ), waktu panen (10 hari,  $W_2$ ), setelah

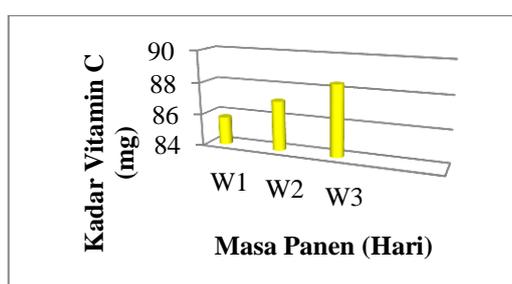
waktu panen (15 hari, W<sub>3</sub>). Penelitian tahap II adalah pembuatan LKPS Biologi, kemudian divalidasi oleh tiga orang ahli, yaitu ahli kelayakan isi, ahli kebahasaan, dan ahli kegrafikan. Sampel pada penelitian ini adalah keseluruhan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*) yang berada pada semua lahan penelitian, yaitu 6 pot tanaman kangkung air yang ditanam secara hidroponik pada media yang sudah dicemari logam berat Cd. Penelitian ini dilakukan di Greenhouse milik Dr. Hening Widowati, M. Si, mulai dari tanggal 2 sampai dengan 29 Juni. Alat yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain; alat tulis, gunting, ember plastik, spatula, gelas ukur, botol, neraca ohaus, plastik, label, karet, bak besar. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain; tanaman kangkung air, aquades, hoagland yang berisi: KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>, KNO<sub>3</sub>, Fe-tartal, MnCl<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O H<sub>2</sub>NO<sub>4</sub>.4H<sub>2</sub>O, MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O, CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O, H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>, Ca (NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. 4H<sub>2</sub>O, ZnSO<sub>4</sub> dan Cd<sup>6+</sup>.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Data yang didapatkan dari hasil penelitian adalah hasil analisis kadar vitamin C dan data hasil validasi para ahli pada lembar kegiatan praktikum siswa yang sudah disusun.

### Rangkuman Hasil Rata-rata Kadar Vitamin C Pada Bagian Daun Tanaman Kangkung Air di Masa Panen 5, 10, dan 15 Hari

Kadar vitamin C pada setiap bagian tanaman berbeda, berdasarkan data yang diperoleh terlihat bahwa kadar vitamin C yang terdapat di daun lebih tinggi dibandingkan jumlah kadar vitamin C di bagian batang tanaman kangkung air.

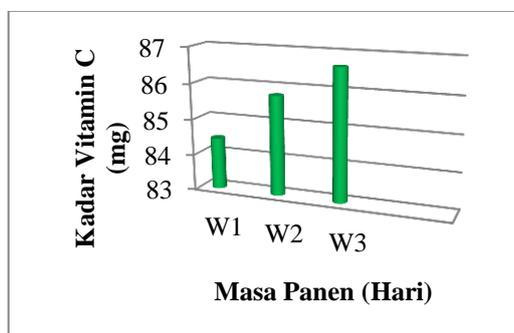


Gambar 1. Rata-rata Kadar Vitamin C pada Bagian Daun Tanaman Kangkung Air

Berdasarkan Gambar 1, menunjukkan rata-rata kadar vitamin C pada bagian daun tanaman kangkung air berdasarkan masa panen 5 hari, 10 hari, dan 15 hari. Rata-rata kadar vitamin C pada bagian daun dengan masa panen 5 hari sebanyak 85,76 mg. Rata-rata kadar vitamin C pada bagian daun dengan masa panen 10 hari sebanyak 87,09 mg. Rata-rata kadar vitamin C pada bagian daun dengan masa panen 15 hari sebanyak 88,41 mg.

### Rangkuman Hasil Rata-rata Kadar Vitamin C pada Bagian Batang Tanaman Kangkung Air di Masa Panen 5, 10, dan 15 Hari

Kadar vitamin C pada setiap bagian tanaman berbeda, berdasarkan data yang diperoleh terlihat bahwa kadar vitamin C yang terdapat batang tanaman kangkung air lebih rendah dibandingkan kadar vitamin C pada bagian daun.

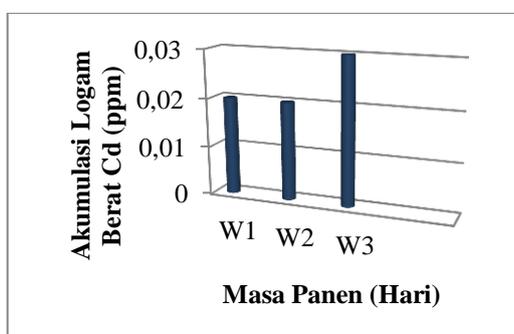


Gambar 2. Rata-rata Kadar Vitamin C pada Bagian Batang Tanaman Kangkung Air

Berdasarkan Gambar 2, menunjukkan rata-rata kadar vitamin C pada bagian batang tanaman kangkung air berdasarkan masa panen 5 hari, 10 hari, dan 15 hari. Rata-rata kadar vitamin C pada bagian batang dengan masa panen 5 hari sebanyak 84,44 mg. Rata-rata kadar vitamin C pada bagian batang dengan masa panen 10 hari sebanyak 85,77 mg. Rata-rata kadar vitamin C pada bagian batang dengan masa panen 15 hari sebanyak 86,64 mg.

### Rangkuman Hasil Rata-rata Akumulasi Logam Berat Cd pada Bagian Daun Tanaman Kangkung Air di Masa Panen 5, 10, dan 15 Hari

Akumulasi logam berat Cd pada bagian daun tanaman kangkung air ada pada bagian batang tanaman kangkung air selama masa panen 5 hari, 10 hari, dan 15 hari.



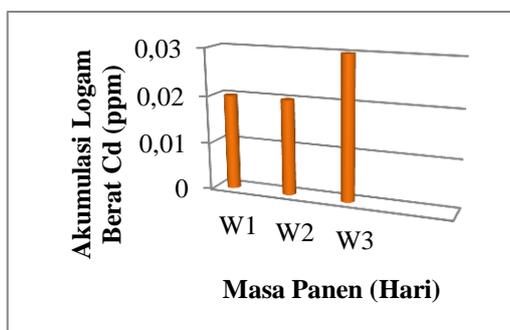
Gambar 3. Rata-rata Akumulasi Logam Berat Cd pada Bagian Daun Tanaman Kangkung Air

Berdasarkan Gambar 3, menunjukkan rata-rata akumulasi logam berat Cd pada bagian daun tanaman kangkung air berdasarkan masa panen 5 hari, 10 hari, dan 15 hari. Rata-rata kadar vitamin C pada bagian daun dengan masa panen 5 hari sebanyak 0,02 ppm. Rata-rata akumulasi

logam berat Cd pada bagian daun dengan masa panen 10 hari sebanyak 0,02 ppm. Rata-rata akumulasi logam berat Cd pada bagian daun dengan masa panen 15 hari sebanyak 0,03 ppm.

### **Rangkuman Hasil Rata-rata Akumulasi Logam Berat Cd pada Bagian Batang Tanaman Kangkung Air di Masa Panen 5, 10, dan 15 Hari**

Akumulasi logam berat Cd pada bagian daun tanaman kangkung air ada pada bagian batang tanaman kangkung air selama masa panen 5 hari, 10 hari, dan 15 hari.



Gambar 4. Rata-rata Akumulasi Logam Berat Cd pada Bagian Batang Tanaman Kangkung Air

Berdasarkan Gambar 4, menunjukkan rata-rata akumulasi logam berat Cd pada bagian daun tanaman kangkung air berdasarkan masa panen 5 hari, 10 hari, dan 15 hari. Rata-rata kadar vitamin C pada bagian daun dengan masa panen 5 hari sebanyak 0,02 ppm. Rata-rata akumulasi logam berat Cd pada bagian daun dengan masa panen 10 hari sebanyak 0,02 ppm. Rata-rata akumulasi logam berat Cd pada bagian daun dengan masa panen 15 hari sebanyak 0,03 ppm. Berdasarkan pada analisis data yang dilakukan dapat dibahas bahwa:

#### **1. Ada Pengaruh Sangat Signifikan Masa Panen terhadap Kadar Vitamin C pada Tanaman Kangkung Air**

Berdasarkan hasil analisis vitamin C pada bagian daun didapatkan hasil signifikansi sebesar 0,009 yang berarti kurang dari 0,01, bahwa terdapat pengaruh yang sangat signifikan masa panen terhadap kadar vitamin C pada bagian daun tanaman kangkung air. Hal ini dapat terjadi dikarenakan akumulasi logam berat Cd pada bagian daun tanaman kangkung air belum terlalu tinggi, sehingga tanaman kangkung air belum melakukan mekanisme pertahanan diri dengan vitamin C sebagai antioksidan dan belum mempengaruhi proses metabolisme pembentukan vitamin C. Sedangkan hasil analisis vitamin C pada bagian batang didapatkan hasil signifikansi sebesar 0,014 yang artinya lebih besar dari 0,01, lebih kecil dari 0,05, bahwa terdapat pengaruh yang signifikan masa panen terhadap kadar vitamin C pada bagian batang tanaman kangkung air. Hal ini dapat terjadi dikarenakan akumulasi logam berat Cd pada bagian batang lebih besar dibandingkan dengan akumulasi logam berat Cd pada bagian daun, namun akumulasi logam berat Cd pada

bagian batang belum mempengaruhi metabolisme pembentukan vitamin C sehingga kadar vitamin C masih terus meningkat setiap masa panen tanaman kangkung air.

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa ada pengaruh masa panen terhadap kadar vitamin C pada bagian batang dan daun tanaman kangkung air. Berdasarkan hasil penelitian pengaruh yang ditimbulkan ialah pengaruh peningkatan kadar vitamin C. Dari data yang dianalisis menunjukkan masih terjadi kenaikan kadar vitamin C dikarenakan logam berat yang terakumulasi dalam tubuh tanaman kangkung air masih dalam jumlah kecil dan belum mempengaruhi proses metabolisme dalam tubuh tanaman kangkung air. Akumulasi logam berat Cd belum mempengaruhi metabolisme pembentukan vitamin C, sehingga kadar vitamin C masih mengalami kenaikan di setiap waktu masa panen. Tidak terjadi penurunan kadar vitamin C pada tanaman kangkung air selain dikarenakan terus terjadi pembentukan vitamin C, juga disebabkan karena belum terjadinya proses metabolisme antioksidan yang digunakan untuk menanggulangi radikal bebas yang ada di dalam tubuh tanaman. Radikal bebas yang ada dalam tubuh tanaman bisa berasal dari cekaman logam berat, akumulasi yang terjadi dalam tubuh tanaman yang masih dalam kadar aman membuat metabolisme antioksidan tersebut tidak berlangsung sehingga kadar vitamin C dalam tanaman kangkung air tidak terjadi penurunan.

## **2. Pada Masa Panen 15 Hari Meningkatkan Kadar Vitamin C**

Waktu 15 hari pemanenan adalah waktu dari kebiasaan petani dalam memanen tanaman kangkung, kebiasaan tersebut sangat tetap dikarenakan pada waktu 15 hari pemanenan proses pembentukan gizi tanaman seperti vitamin C masih berlangsung. Penelitian ini mengambil waktu 15 hari sebagai waktu pemanenan dikarenakan pada saat penelitian masih dalam keadaan musim kemarau sehingga dimungkinkan proses transpirasi dalam tanaman cukup tinggi, yang otomatis diimbangi dengan proses penyerapan, penyerapan air yang sudah terdapat logam berat akan membuat logam berat masuk ke dalam tubuh tanaman dan akan terakumulasi dalam tubuh tanaman kangkung air, namun dalam hasil penelitian ini jumlah akumulasi logam berat dalam tanaman diperkirakan belum mencapai jumlah maksimum, hal ini dikarenakan waktu pemanenan tidak terlalu lama.

Akumulasi logam yang tidak terlalu banyak belum membahayakan bagi tanaman sehingga tanaman tidak melakukan perlindungan diri dengan cara menyumbangkan elektron dari vitamin antioksidan seperti vitamin C, sehingga tanaman kangkung air yang terpapar logam berat Cd tetap mengalami peningkatan kadar vitamin C pada bagian batang dan daun. Berdasarkan hasil penelitian terlihat bahwa kadar vitamin C pada bagian daun lebih tinggi dibandingkan dengan kadar vitamin C pada bagian batang tanaman kangkung air, hal ini dikarenakan letak perbedaan antara batang dan daun. Bagian batang yang lebih dekat dengan akar mengakibatkan akumulasi logam berat lebih banyak di bagian batang.

### 3. Pemanfaatan Hasil Penelitian Untuk Pembuatan LKPS

Lembar Kegiatan Praktikum Siswa (LKPS) yang dikembangkan berdasarkan hasil penelitian ini menerapkan proses pendekatan ilmiah (saintifik). Seperti yang kita ketahui, pendekatan saintifik merupakan kerangka ilmiah pembelajaran yang dibawa oleh Kurikulum 2013. Menurut Pengembangan Profesi Pendidik, (2014) Langkah-langkah pada pendekatan saintifik merupakan adaptasi dari langkah-langkah ilmiah pada sains. Dalam pendekatan atau proses kerja yang memenuhi kriteria ilmiah, para ilmuan lebih mengedepankan penalaran induktif (*Inductive Reasoning*) dibandingkan dengan penalaran deduktif (*Deductive Reasoning*). Metode ilmiah merujuk pada teknik-teknik investigasi atas suatu atau beberapa fenomena atau gejala, memperoleh pengetahuan baru, atau mengoreksi dan memadukan pengetahuan sebelumnya.

Lembar Kegiatan Praktikum Siswa (LKPS) yang dikembangkan berdasarkan hasil penelitian ini menerapkan proses pendekatan ilmiah (saintifik). Penyusunan didasari oleh Silabus Peminatan Matematika dan Ilmu-Ilmu Alam Mata Pelajaran Biologi SMA Kurikulum 2013 pada materi Pencemaran Lingkungan. Validasi yang dilakukan oleh tiga orang dosen meliputi aspek kelayakan isi, aspek kebahasaan dan aspek kegrafikan. Ketiga aspek tersebut memiliki beberapa indikator yang dinilai oleh para ahli. Pengujian dari aspek kelayakan isi dimaksudkan untuk menilai kesesuaian isi LKPS dengan kurikulum dan kebutuhan siswa. Pengujian dari aspek kebahasaan dalam LKPS dengan kaidah bahasa Indonesia yang baik dan benar. Pengujian dari aspek kegrafikan untuk menilai tampilan dari LKPS yang telah dikembangkan.

Berdasarkan hasil validasi aspek kelayakan isi oleh para ahli, LKPS yang telah disusun telah dikatakan layak digunakan untuk proses pembelajaran, namun terdapat beberapa saran dari para ahli untuk menyempurnakan LKPS yang telah disusun. Berdasarkan hasil validasi ahli untuk aspek kebahasaan sudah layak untuk digunakan dalam pembelajaran. Aspek lain yang divalidasi adalah aspek kegrafikan, penilaian aspek kegrafikan merupakan penilaian untuk tampilan dari LKPS yang telah disusun. Berdasarkan hasil validasi yang dilakukan oleh ahli untuk aspek kegrafikan LKPS yang telah disusun sudah dikatakan layak digunakan untuk proses pembelajaran karena penilaian untuk lima indikator, empat indikator masuk dalam kriteria tinggi dan satu indikator masuk dalam kriteria sangat tinggi. Tampilan LKPS yang menarik akan membuat siswa tertarik untuk menggunakan LKPS tersebut, dengan rasa ketertarikan yang dimiliki siswa maka LKPS yang telah disusun akan dengan mudah diterima oleh siswa. Berikut tampilan LKPS yang sudah divalidasi.

**TOPIK I**  
**PENCEMARAN LINGKUNGAN**

**A. Petunjuk Belajar**

- Pelajarilah materi yang ada di lembar kegiatan siswa dengan seksama!
- Pahami dan amati lingkungan di sekitarmu!

**B. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar**

**KOMPETENSI INTI**

**KI 3.** Memahami, menerapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.

**KOMPETENSI DASAR**

**3.12.** Mengidentifikasi jenis-jenis limbah dan daur ulang limbah

**C. Materi**

Coba kalian lihat lingkungan sekitar! Sekarang coba kalian renungkan, bagaimana cara untuk menyelesaikan pencemaran yang sudah terjadi di lingkungan sekitar?

**PENCEMARAN LINGKUNGAN**

a.) Pendahuluan

Lingkungan hidup merupakan komponen penting yang menyediakan berbagai kebutuhan untuk manusia. Pada awal peradaban, mula-mula manusia hanya memanfaatkan alam untuk memenuhi kebutuhannya. Kekayaan alam yang masih melimpah, tingkat pengetahuan dan konsumsi yang rendah masih mampu menyediakan kebutuhan dasar untuk hidup. Peradaban manusia terus berkembang, jumlah penduduk makin banyak, tingkat kebutuhan makin beragam, perkembangan budaya manusia semakin kompleks, dan lingkungan tidak lagi mampu memenuhi kebutuhan manusia. Terjadi berbagai bentuk pergeseran cara hidup manusia. Manusia tidak lagi hanya sekedar mengandalkan alam, lebih dari itu mulai menggunakan ilmu dan teknologi untuk memanfaatkan dan mengelola lingkungan hidup.

Banyak upaya yang sudah dilakukan manusia untuk memanfaatkan dan mengelola lingkungan hidup melalui sentuhan ilmu pengetahuan dan teknologi. Semua itu dilakukan agar manusia dapat menikmati hidup, tidak lagi sekedar melakukan hidup. Kondisi ini semakin mendorong manusia untuk terus melakukan eksploitasi yang tanpa batas. Eksploitasi, aktivitas hidup dan proses produksi lainnya memberikan hasil samping yang terbuang pada lingkungan yang sering dinamakan limbah.

Pengelolaan limbah kadang kurang mendapatkan perhatian yang serius, akibatnya semakin memperparah keseimbangan lingkungan yang sebelumnya terjaga. Lingkungan tidak lagi berfungsi sesuai peruntukannya. Kurang disadari

**LEMBAR KEGIATAN PRATIKUM SISWA | 1**

**LEMBAR KEGIATAN PRATIKUM SISWA | 2**

Gambar 5: LKPS hasil penelitian

Menurut Nst, S. H. (2018) LKPS merupakan lembar kerja siswa yang dirancang untuk khusus untuk pembelajaran dengan metode pratikum. Parahita, A., Susilaningsih, E., & Supartono, S. (2018) menambahkan bahwa LKPS adalah lembar kegiatan yang tersusun secara kronologis dan berisi informasi singkat tentang materi, pengantar untuk merumuskan masalah dan hipotesis, prosedur kerja, hasil pengamatan, soal-soal yang dapat membantu siswa dalam menemukan konsep, serta kesimpulan akhir dari pratikum untuk mengasah setiap indikator keterampilan proses sains. Arifin, U. F., Hadisaputro, S., & Susilaningsih, E. (2015) menyatakan bahwa LKPS dapat meningkatkan ketrampilan proses siswa. Sadikin, A., Saudagar, F., & Muslim, F. (2018) menambahkan bahwa media pembelajaran berupa bahan ajar dapat berpengaruh positif terhadap pemahaman kemampuan kognitif peserta didik.

bahwa lingkungan tidak hanya disediakan untuk manusia, makhluk hidup yang lain terabaikan. Pencemaran lingkungan mulai terjadi dan akhirnya lingkunganpun mulai berubah dan ketimpangan daur ekologis makin memperburuk lingkungan hidup manusia.

Pertanyaan Penting

1. Bagaimana pendapat anda tentang masyarakat yang masih kurang peduli dengan lingkungan sekitarnya?
2. Bagaimana pendapat anda tentang ilmu pengetahuan dan teknologi yang telah dipergunakan manusia untuk melakukan koreksi terhadap berbagai bentuk eksploitasi dan ketimpangan daur ekologi ?

b) Pencemaran Lingkungan

Dalam kehidupan sehari-hari kita memerlukan air bersih untuk minum, memasak, mandi, mencuci dan keperluan lain. Air yang kita manfaatkan sebaiknya dapat memenuhi syarat kuantitas dan kualitas. Secara kuantitas rata-rata keperluan air per hari per kapita sebanyak 100 liter. Secara kualitas air yang sehat harus memenuhi syarat fisika, kimia, dan biologi agar tidak merugikan kesehatan. Secara fisika, air yang sehat adalah air yang jernih, tidak berasa, dan tidak berbau. Secara kimia, air yang sehat harus bebas dari bahan beracun dan berbahaya (B3).

Para petani di sawah membasmi hama serangga dengan menggunakan pestisida. Pestisida yang terlalu tinggi akan terlarut dalam air dan akhirnya sampai ke sungai. Sampah-sampah rumah tangga dikumpulkan kemudian dibuang ke sungai. Limbah-limbah industri dibuang dan dialirkan ke sungai. Semua akhirnya bermuara di sungai dan pencemaran polutan ini akhirnya sampai di tempat-tempat sepanjang aliran sungai bahkan masuk lebih dalam lagi melalui saluran atau sungai-sungai yang lebih kecil. Polusi air yang disebabkan oleh zat-zat kimia buatan manusia mempunyai dampak negatif yang lebih besar bila dibandingkan dengan zat-zat kimia alami seperti Zn, Pb, Cu, Fe, Cl, sulfat, dan sebagainya.

LEMBAR KEGIATAN PRATIKUM  
SISWA | 3

### Kegiatan ke I

#### Menyelesaikan Masalah Pencemaran Lingkungan

**A. Tujuan:**

1. Siswa dapat menganalisis tentang masalah pencemaran air di lingkungan sekitar
2. Siswa dapat memberikan solusi untuk menyelesaikan masalah pencemaran air di lingkungan
3. Siswa mampu menerapkan sikap peduli lingkungan

**B. Petunjuk Kerja**

1. Menentukan lokasi atau daerah yang akan diamati, misalnya kolam, sungai, sawah, atau aliran air di sekitar rumah.
2. Mengamati penyebab terjadinya pencemaran air di lingkungan.
3. Membuat sebuah rumusan masalah dan tentukan variabel bebas dan terikatnya dari analisis permasalahan itu.
4. Setelah menentukan variabel, melakukan observasi untuk mengumpulkan data.
5. Membuat hipotesis dari hasil observasi yang sudah diperoleh.
6. Bagaimana solusi kalian untuk mengatasi permasalahan yang terjadi pada lingkungan itu
7. Menampilkan foto hasil pengamatan pencemaran air di lingkungan beserta hasil observasinya pada tabel hasil pengamatan yang sudah disediakan.

**Buatlah kesimpulan hasil kegiatanmu, dan presentasikan di depan kelas!**

LEMBAR KEGIATAN PRATIKUM  
SISWA | 4

LEMBAR KEGIATAN PRATIKUM  
SISWA | 5

No	Foto	Hasil Pengamatan	
		Masalah	Solusi
1			
2			
3			

Gambar 6: LKPS Hasil Penelitian

Supardi, S. U., Leonard, L., Suhendri, H., & Rismurdiyati, R. (2015) menyatakan bahwa media pembelajaran berpengaruh positif terhadap minat dan hasil belajar. Sadikin, A., & Hakim, N. (2019) media berupa bahan ajar juga dapat meningkatkan ketrampilan peserta didik. Parahita, A., Susilaningsih, E., & Supartono, S. (2018) menambahkan bahwa LKPS adalah lembar kegiatan yang tersusun secara kronologis dan berisi informasi singkat tentang materi, pengantar untuk merumuskan masalah dan hipotesis, prosedur kerja, hasil pengamatan, soal-soal yang dapat membantu siswa dalam menemukan konsep, serta kesimpulan akhir dari praktikum untuk mengasah setiap indikator keterampilan proses sains.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan analisis hasil penelitian dan pembahasan, dapat disusun kesimpulan : (1) Terdapat pengaruh yang sangat signifikan masa panen terhadap kadar vitamin C pada bagian daun tanaman kangkung air dilihat dari hasil perhitungan sebesar 0,009 artinya kurang dari 0,01, dan terdapat pengaruh yang signifikan masa panen terhadap kadar vitamin C pada bagian batang tanaman kangkung air dilihat dari hasil perhitungan sebesar 0,014 artinya lebih besar dari 0,01, lebih kecil dari 0,05. (2) Masa panen mempengaruhi peningkatan kadar vitamin C pada tanaman kangkung air. Kadar vitamin C paling tinggi terdapat pada tanaman kangkung air dengan masa panen 15 hari dikarenakan akumulasi logam berat *Cd* pada kangkung air hanya 0,03 ppm sehingga belum mengganggu metabolisme pembentukan vitamin C. (3) Hasil penelitian pengaruh masa panen terhadap kadar vitamin C pada tanaman kangkung air yang terpapar logam berat *Cd* dapat digunakan untuk pembuatan LKPS yang menerapkan proses pendekatan ilmiah (saintifik) pada materi Pencemaran Lingkungan. LKPS yang telah disusun dikatakan layak berdasarkan validasi para ahli, LKPS sudah layak dari aspek kelayakan isi, aspek kebahasaan, dan aspek kegrafikan.

## **SARAN**

Dari penelitian ini dapat disarankan : (1) Bagi para petani sayuran, pemanenan yang terlalu lama dimungkinkan membuat kadar vitamin C pada tanaman kangkung air berkurang karena akumulasi logam berat pada tanaman bisa semakin meningkat jika dikonsumsi akan membahayakan para konsumen. (2) Bagi para konsumen, memilih sayuran yang masih memiliki gizi yang cukup untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari dapat dilihat dengan mengecek kondisi batang dan daunnya. Perlu kehati-hatian untuk memilih sayuran yang layak konsumsi. (3) Bagi para pendidik, pendekatan saintifik yang menekankan pada pengetahuan empirik (observasi langsung dan eksperimen) merupakan langkah konkret membangun pola berfikir peserta didik yang kritis, dan sistematis.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aiyen. *Ilmu Remediasi untuk Atasi Pencemaran Tanah di Aceh dan Sumatra Utara*, Kompas 4 Maret 2005 (online).
- Arifin, U. F., Hadisaputro, S., & Susilaningsih, E. (2015). Pengembangan lembar kerja praktikum siswa terintegrasi guided inquiry untuk keterampilan proses sains. *Chemistry in Education*, 4(1), 54-60.
- Alloway, B.J. (1990). *Heavy Metals in Soil*. New York : Jhon Willey and Sons Inc.
- Connell, Des. W. & Miller, Gregory J. (2006). *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Terjemahan oleh Yanti Koestoer. Jakarta: Universitas Indonesia (UI-Press).
- Monzuroglu, Omer, Erdal Obek, Fikret Karatas, Sule Yuksel Tatal. (2005). Effects of Simulated Acid Rain on Vitamin A, E, and C in Strawberry (*Fragaria vesca*). *Pakistan Journal of Nutriion* 4 (6): 402-405.
- Notohadiprawiro, Tejoyuwono. (1993). Logam Berat dalam Pertanian. Artikel: *Ceramah di Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, Medan 28 Agustus 2003.
- Nst, S. H. (2018). *Pengembangan Lembar Kerja Praktikum Siswa (LKPS) Terintegrasi Inkuiri Terbimbing Pada Materi Hidrolisis Garam* (Doctoral dissertation, UNIMED).
- Panda, S.K. & Choudhury, S. (2005). Chromium Stress in Plants. *Braz. J. Plant. Physicl.* 17: 95-102.
- Parahita, A., Susilaningsih, E., & Supartono, S. (2018). Pengembangan Lembar Kerja Praktikum Siswa Terintegrasi Guided Inquiry Untuk Analisis Keterampilan Laboratorium. *Chemistry in Education*, 7(1), 24-31.
- Pengembangan Profesi Pendidik, Tim. ( 2014). *Materi Pelatihan Guru Implementasi Kurikulum 2013*. Jakarta: Kemendikbud.
- Sadikin, A., & Hakim, N. (2019) Buku Ajar Berbantuan Model Pembelajaran Everyone is A Teacher Here: Upaya Meningkatkan Keterampilan Dasar Mengajar Calon Guru Biologi. *Assimilation: Indonesian Journal of Biology Education*, 2(2), 47-51.
- Supardi, S. U., Leonard, L., Suhendri, H., & Rismurdiyati, R. (2015). Pengaruh Media Pembelajaran dan Minat Belajar terhadap Hasil Belajar Fisika. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 2(1).
- Sadikin, A., Saudagar, F., & Muslim, F. (2018). Development of the Biology Textbook of Process Evaluation and Learning Outcome for Students in Biology Education, University of Jambi. *BIODIK*, 4(2), 83-94.
- Widowati, Hening. (2009). Pengaruh Logam Berat terhadap Protein dan Vitamin Sayuran Air. *Bioedukasi*. 7.(1).