

## PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA BERBASIS INKUIRI UNTUK ANALISIS KUALITATIF LOGAM BERAT PADA LIMBAH LABORATORIUM

***Yulia Sukmawardani<sup>1</sup> dan Risma Hardiyanti<sup>1</sup>***

*<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Kimia, Jurusan PMIPA, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan,  
Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, Jl. A.H. Nasution No. 105, Kota  
Bandung, 40614, Indonesia  
E-mail: [hardiyantirisma26@gmail.com](mailto:hardiyantirisma26@gmail.com)*

### ABSTRAK

Lembar kerja mahasiswa merupakan salah satu instrumen yang diperlukan pada praktikum analisis kualitatif logam berat. Tujuan dari penelitian ini yaitu mendeskripsikan tahapan penyusunan lembar kerja dan tampilan lembar kerja, menganalisis hasil uji kelayakan lembar kerja, dan menganalisis logam berat pada sampel limbah laboratorium secara kualitatif. Metode yang digunakan untuk penelitian ini yaitu R&D (*Research & Development*) yang meliputi studi pendahuluan, analisis jurnal yang relevan, membuat lembar kerja berbasis inkuiri dari analisis kualitatif logam berat pada limbah laboratorium, uji validasi lembar kerja yang telah dibuat, dan uji coba analisis kualitatif logam berat pada sampel limbah laboratorium secara kualitatif. Tampilan lembar kerja berbasis inkuiri didasarkan pada pertanyaan-pertanyaan: merumuskan masalah, hipotesis, merancang percobaan, melakukan percobaan, menganalisis data, dan menyimpulkan data. Logam berat yang dianalisis pada sampel limbah laboratorium Pendidikan Kimia yaitu logam Pb, Cr dan Cu. Analisis kualitatif dilakukan dengan metode pengendapan. Hasil uji validasi menghasilkan bahwa lembar kerja telah memenuhi syarat (valid), hasil analisis logam Pb, Cr, dan Cu membuktikan bahwa ketiga logam tersebut terdapat dalam sampel, ditandai dengan perubahan warna yang spesifik untuk masing-masing logam. Berdasarkan hasil penelitian, lembar kerja siap digunakan pada praktikum kimia analitik I pada sub materi analisis kualitatif logam berat.

Kata kunci: analisis kualitatif, inkuiri, lembar kerja, limbah laboratorium, logam berat

### ABSTRACT

*Student worksheet is one of necessary instruments on a qualitative analysis on heavy metals. The purpose of this study is to describe the preparation stages of worksheets and display worksheets, analyze the results of feasibility test worksheets, and analyze heavy metals in the sample of laboratory waste qualitatively. The methods used for this research are R & D (Research & Development) which includes preliminary study, relevant journal analysis, creating an inquiry-based worksheet of qualitative heavy metal analysis on laboratory waste, worksheet validation test, and analysis test on heavy metals in laboratory waste samples qualitatively. The appearance of an inquiry-based worksheet is based on questions: formulating problems, hypotheses, designing experiments, conducting experiments, analyzing data, and summarizing data. Heavy metals analyzed on Chemical Laboratory waste sampel are Pb, Cr and Cu metals. Qualitative analysis is done by precipitation method. Validation test results show that the worksheet has been valid, the metal analysis of Pb, Cr, and Cu proves that the three metals are present in the sample, marked by specific color changes for each metal. Based on the results of the research, the worksheet is ready to be used in analytical chemistry laboratory experiment on the subconcept qualitative analysis of heavy metals.*

Keywords: inquiry, laboratory waste, qualitative test, worksheet.

**DOI:** <https://doi.org/10.15575/jtk.v2i2.1880>

## 1. PENDAHULUAN

Kimia merupakan suatu ilmu teoritik yang berlandaskan pada eksperimen (Sari, 2010:1). Ilmu kimia merupakan ilmu percobaan dan sebagian pengetahuannya berasal dari hasil penelitian yang dilakukan di laboratorium. (Zarwinda, dkk., 2015:60). Sehingga dilihat dari sifat khasnya, ilmu kimia mempunyai dua sifat yaitu kualitatif dan kuantitatif, di mana penyusunan konsep, prinsip, aturan-aturan dan penemuan baru didapat dari hasil pengukuran dan pengamatan hasil percobaan di laboratorium (Nugroho, Eko dkk, 2010:1).

Salah satu pembelajaran yang dapat memberikan pengalaman belajar menjadi lebih bermakna adalah praktikum (Nugroho, Eko dkk, 2010:1). Pembelajaran dengan praktikum dapat melatih kemampuan berfikir dan keterampilan pada setiap peserta didik (Hayat & Anggraeni, 2011:143). Suatu pendekatan yang diduga membuat siswa dapat mengembangkan pengetahuannya sendiri adalah pendekatan inkuiri, karena pendekatan inkuiri dirancang untuk membuat peserta didik lebih aktif dan mandiri dalam proses pembelajarannya (Trianto, 2007:136). Strategi inkuiri menekankan kepada aktivitas peserta didik secara maksimal untuk mencari dan menemukan, artinya pendekatan inkuiri menempatkan siswa/mahasiswa sebagai subjek belajar. Dalam proses pembelajaran, siswa/mahasiswa tidak hanya berperan sebagai penerima pelajaran melalui penjelasan guru secara verbal, tetapi mereka berperan untuk menemukan sendiri inti dari materi pelajaran.

Salah satu sumber belajar bagi kegiatan praktikum adalah sumber belajar lingkungan. Sumber belajar lingkungan terbukti dapat meningkatkan aktivitas dan hasil belajar pada peserta didik, juga dapat mengembangkan keterampilan, sikap, nilai yang berperan dalam kehidupannya, selain itu menjadikan peserta didik lebih peka terhadap masalah sosial, serta terampil dalam mengatasi masalah lingkungan yang terjadi terutama terhadap limbah (Hendarwati, 2013:61).

Pada penelitian terdahulu, pengembangan lembar kerja dikaitkan langsung dengan materi pelajarannya. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Astuti dan Setiawan (2013), juga penelitian yang dilakukan oleh Rohaeti (2009). Berbeda dengan kedua peneliti tersebut, penelitian yang dilakukan lebih bersifat kontekstual, yaitu penyusunan lembar kerja dikaitkan pada pemanfaatan limbah, di mana bahan utama yang digunakan berasal dari lingkungan sekitar yaitu limbah laboratorium.

Laboratorium kimia merupakan salah satu penghasil limbah, baik itu limbah cair, padat ataupun gas. Kuantitas dan frekuensi dari limbah itu sendiri termasuk kecil, namun kandungan cemarannya termasuk dalam bahan buangan berbahaya (Widjajanti, 2009:1). Dari segi jumlah umumnya relatif sedikit akan tetapi limbah cair ini tercemar oleh bahan anorganik salah satunya logam berat (Suprihatin & Indrasti, 2010:45).

Dilihat dari sifatnya, logam berat bersifat toksik karena jika masuk ke dalam tubuh dapat bersifat racun. Logam berat juga tidak dapat dihancurkan (*non-degradable*) oleh organisme makhluk hidup yang ada di lingkungan (Lase dkk, 2015:2). Suatu logam berat dapat membahayakan apabila jumlah yang diserap oleh makhluk hidup melebihi ambang batas (Notohadiprawiro, 2006:3).

Menurut penuturan laboran pendidikan kimia di Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, limbah yang terdapat di laboratorium, yang berasal dari praktikum kimia analitik, kimia fisika, dan kimia anorganik terkontaminasi oleh logam berat Pb, Cr dan Cu. Ketiga logam berat tersebut dapat dianalisis secara kualitatif dengan metode pengendapan yang prinsipnya menggunakan reaksi pengendapan. Reaksi pengendapan didasarkan pada pemisahan dan identifikasi suatu zat berdasarkan golongan-golongannya (Vogel, 1990:205).

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan, maka penulis merasa perlu untuk mengembangkan lembar kerja berbasis inkuiri untuk analisis kualitatif logam berat

pada limbah Laboratorium Terpadu Pendidikan Kimia Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan untuk penelitian ini yaitu R&D (*Research & Development*). Penelitian ini berfokus pada uji coba prosedur analisis kualitatif logam berat pada sampel limbah laboratorium, pengembangan lembar kerja berbasis inkuiri terbimbing, dan validasi kepada dosen ahli.

Penelitian ini terdiri atas beberapa tahapan, diantaranya: 1) melakukan penelitian preparasi sampel pada limbah; 2) melakukan penelitian uji kualitatif logam Pb, Cr dan Cu pada sampel limbah menggunakan metode pengendapan; 3) membuat lembar kerja berbasis inkuiri dari uji kualitatif logam pada limbah laboratorium berdasarkan Kompetensi Dasar (KD); 4) melakukan uji validasi untuk dihasilkan suatu lembar kerja yang dikategorikan valid.

Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan pada tanggal 19 Mei s.d 14 Juli 2017. Tempat pelaksanaan penelitian dilakukan di Laboratorium Terpadu Pendidikan Kimia Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung. Alat yang digunakan pada saat penelitian adalah gelas kimia, tabung reaksi, pipet tetes. Sedangkan bahan yang digunakan adalah limbah laboratorium, NaOH 50%, CH<sub>3</sub>COOH encer, K<sub>2</sub>CrO<sub>4</sub> 1 M, K<sub>4</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>] 1 M, dan Pb(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub> 1 M.

Uji coba analisis kualitatif Pb, Cr dan Cu dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen. Data yang diperoleh kemudian digunakan untuk menyusun Lembar Kerja (LK) Mahasiswa berbasis inkuiri. LK yang sudah disusun kemudian diuji kelayakannya. Instrumen uji kelayakan yang digunakan adalah angket. Perhitungan yang digunakan untuk uji validasi secara matematis menggunakan rumus sebagai berikut:

$$r = \frac{x}{N.n}$$

keterangan:

r = nilai validasi

x = bobot jumlah responden

N = jumlah item

n = jumlah responden

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bagian ini akan dikemukakan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dalam pengembangan lembar kerja berbasis inkuiri untuk uji kualitatif logam berat pada limbah laboratorium sebagai berikut.

Tampilan LK terdiri dari bagian wacana digunakan untuk mempermudah mahasiswa dalam menggali informasi mengenai materi yang akan dipelajari. Selain itu pertanyaan-pertanyaan yang terdapat dalam wacana disusun berdasarkan tahapan inkuiri di mana terdiri dari merumuskan masalah, hipotesis, merancang percobaan, melakukan percobaan, menganalisis data, dan menyimpulkan data.

Hal penting lainnya yang harus ada pada pembuatan lembar kerja ada rubrik penilaian. Rubrik penilaian digunakan sebagai pedoman dalam melakukan penilaian terhadap hasil kerja mahasiswa. Penilaian dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat keberhasilan yang dicapai oleh mahasiswa setelah melakukan kegiatan pembelajaran (Suwandi, 2010:73).

Data penelitian ini diperoleh dari angket validasi yang diberikan kepada tiga dosen ahli yang terdiri dari ahli LK (lembar kerja) dan ahli konten kimia untuk menilai validitas, angket juga diberikan kepada mahasiswa pendidikan kimia yang sudah pernah mendapat materi dan melaksanakan praktikum analisis kualitatif sebelumnya. Uji kelayakan kepada tiga orang validator bertujuan untuk mendapatkan saran perbaikan terhadap lembar kerja yang dibuat, hasil yang diperoleh nantinya terdiri dari dua kategori yaitu layak dan tidak layak.

Adapun hasil uji kelayakan format lembar kerja kepada tiga orang validator disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1. Hasil Uji Kelayakan Kepada Dosen Ahli**

No.	Pertanyaan	v1	v2	v3	X	N	n	r <sub>hitung</sub>	r <sub>kritis</sub>	ket.
1.	Gambar yang digunakan pada lembar kerja sudah cukup jelas	3	3	2	8	4	3	0,667	0,3	Valid
2.	Tahapan dalam prosedur disusun secara sistematis	4	3	3	10	4	3	0,834	0,3	Valid
3.	Wacana yang diberikan membantu mahasiswa memaparkan pengetahuan tentang uji kualitatif logam berat pada limbah laboratorium	3	3	3	9	4	3	0,750	0,3	Valid
4.	Prosedur yang diberikan dapat membantu mahasiswa menemukan permasalahan yang ditulis dalam bentuk kalimat tanya	3	3	4	10	4	3	0,834	0,3	Valid
5.	Petunjuk yang terdapat soal dapat membantu mahasiswa dalam menuliskan data pengamatan	3	3	3	9	4	3	0,750	0,3	Valid
6.	Data yang diberikan pada kolom klaim dapat membantu mahasiswa memprediksi untuk menjawab soal	3	3	4	10	4	3	0,834	0,3	Valid
7.	Pertanyaan yang diberikan pada kolom kesimpulan dapat membantu mahasiswa untuk menyimpulkan	3	3	3	9	4	3	0,750	0,3	Valid
8.	Percobaan dapat dilakukan dengan mudah	4	3	4	11	4	3	0,916	0,3	Valid
Rata-rata								0,792	0,3	Valid

Keterangan :

v1= dosen ahli 1

v2= dosen ahli 2

v3= dosen ahli 3

X=bobot jumlah responden

N= jumlah item

n= jumlah responden

Perhitungan r<sub>hitung</sub> :

$$1. r_{hitung} = \frac{57}{64} = 0,890$$

$$2. r_{hitung} = \frac{55}{64} = 0,859$$

$$3. r_{hitung} = \frac{58}{64} = 0,906$$

$$4. r_{hitung} = \frac{57}{64} = 0,890$$

$$5. r_{hitung} = \frac{54}{64} = 0,843$$

$$6. r_{hitung} = \frac{56}{64} = 0,718$$

$$7. r_{hitung} = \frac{59}{64} = 0,921$$

Berdasarkan data pada Tabel 1, dapat dilihat bahwa lembar kerja yang diujikan menghasilkan nilai r<sub>hitung</sub> > 0,3 di mana rata-rata nilai r<sub>hitung</sub> sebesar 0,792. Berdasarkan teori, semua aspek pada lembar kerja dikatakan sudah memenuhi aspek kelayakan jika nilai r<sub>hitung</sub> > 0,3.

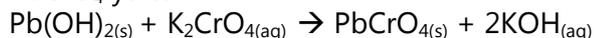
Suatu lembar kerja dapat dikatakan valid karena pada isi lembar kerja memiliki keistimewaan tersendiri. Di mana lembar kerja yang dikembangkan dibuat berdasarkan pembelajaran inkuiri.

Pertanyaan-pertanyaan dan perintah yang terdapat di dalam lembar kerja disesuaikan dengan tahapan inkuiri mulai dari tahap merumuskan masalah, hipotesis, merancang percobaan, melakukan percobaan, menganalisis data, dan menyimpulkan data. Selain itu, LK yang disusun harus memenuhi syarat-syarat tertentu agar menjadi LK yang berkualitas baik.

Syarat-syarat didaktik, konstruksi, dan teknis yang harus dipenuhi, antara lain: (1) Syarat-syarat didaktik mengatur tentang penggunaan LK yang bersifat universal dapat

digunakan dengan baik untuk peserta didik yang lamban atau yang pandai. LK lebih menekankan pada proses untuk menemukan konsep, dan yang terpenting dalam LK ada variasi stimulus melalui berbagai media dan kegiatan peserta didik. LK diharapkan mengutamakan pada pengembangan kemampuan komunikasi sosial, emosional, moral, dan estetika. Pengalaman belajar siswa ditentukan oleh tujuan pengembangan pribadi siswa; (2) Syarat konstruksi berhubungan dengan penggunaan bahasa, susunan kalimat, kosakata, tingkat kesukaran, dan kejelasan dalam LK; dan (3) Syarat teknis menekankan pada tulisan, gambar, penampilan dalam LK (Rohaeti, Lfx, & Padmaningrum, 2009).

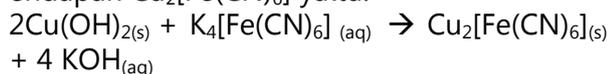
Pada uji spesifik Pb menghasilkan endapan berwarna kuning, karena  $Pb^{2+}$  mengikat gugus  $CrO_4^{2-}$  sehingga warna yang dihasilkan berwarna kuning (Vogel, 1990:458). Reaksi yang terjadi pada pembentukan endapan  $PbCrO_4$  yaitu:



Pada uji spesifik Cr menghasilkan endapan berwarna kuning, karena  $Cr^{2+}$  mengikat gugus  $PbO_4^{2-}$  sehingga warna yang dihasilkan berwarna kuning. (Vogel, 1990:469). Reaksi yang terjadi pada pembentukan endapan  $PbCrO_4$  yaitu:



Sedangkan uji spesifik Cu menghasilkan endapan berwarna coklat agak kemerahan, karena  $Cu^{2+}$  mengikat gugus  $[Fe(CN)_6]^{4-}$  sehingga warna yang dihasilkan berwarna merah agak kecoklatan (Vogel, 1990:456). Reaksi yang terjadi pada pembentukan endapan  $Cu_2[Fe(CN)_6]$  yaitu:



Suatu larutan akan mengendap apabila kelarutan dari suatu zat lebih besar dari nilai  $K_{sp}$  nya. Hubungan antara hasil kali kelarutan dengan kelarutan, bahwa kelarutan suatu zat sangat banyak berkurang jika ditambahkan reagensia yang mengandung ion-sekutu dengan zat itu. Ketika suatu zat memiliki

konsentrasi yang rendah maka ditambahkan ion sekutu yang memiliki konsentrasi yang tinggi (Vogel, 1990:74).

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian pengembangan yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu penyusunan lembar kerja berbasis inkuiri pada uji kualitatif logam berat dikembangkan berdasarkan penelitian R&D (*Research & Development*) yang meliputi melakukan studi pendahuluan, menganalisis jurnal yang relevan, membuat lembar kerja berbasis inkuiri dari uji kualitatif logam pada limbah laboratorium berdasarkan KD; serta melakukan uji validasi untuk dihasilkan suatu lembar kerja yang dikategorikan valid. Tampilan dari lembar kerja inkuiri didasarkan pada pertanyaan-pertanyaan dengan 5 tahapan yaitu tahap merumuskan masalah, hipotesis, merancang percobaan, melakukan percobaan, menganalisis data, dan menyimpulkan data. Hasil uji kelayakan terhadap lembar kerja berbasis inkuiri pada uji kualitatif logam berat pada limbah laboratorium memperoleh nilai  $r_{hitung}$  rata-rata lebih dari 0,3 yaitu 0,79 dan persentase rata-rata lebih dari 75% yang berarti bahwa lembar kerja layak digunakan. Logam berat yang diuji pada limbah laboratorium Pendidikan Kimia di Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung yaitu Pb, Cr dan Cu. Analisis kualitatif ketiga logam tersebut menunjukkan hasil positif, dibuktikan dengan perubahan warna spesifik untuk masing-masing logam pada pengujian dengan metode pengendapan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Astuti, Y., & Setiawan, B. (2013). Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Pendekatan Inkuiri Terbimbing Dalam Pembelajaran Kooperatif Pada Materi Kalor. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 2(1), 88–92.
- Lase, V. A., & Dkk. (2015). Daya Serap Mangrove *Avicennia Marina* Terhadap

- Logam Berat Kadmium ( Cd ) Dan Timbal ( Pb ) Di Kampung Nelayan. *Makalah*, (2), 1-11.
- Hayat, M. S., & Anggraeni, S. (2011). Pembelajaran Berbasis Praktikum Pada Konsep Invertebrata Untuk Pengembangan Sikap Ilmiah Siswa. *Bioma*, 1(2), 141–152.
- Hendarwati, E. (2013). Pengaruh Pemanfaatan Lingkungan Sebagai Sumber Belajar Melalui Metode Inkuiri Terhadap Hasil Belajar Siswa SDN I Sribit Delanggu Pada Pelajaran IPS. *Pedagogia*, 2(1), 59–70.
- Notohadiprawiro, T. (2006). Logam Berat dalam Pertanian. *Ilmu Tanah Universitas Gajah Mada*, 1–10.
- Nugroho, Eko et, al. (2010). Pengembangan Buku Petunjuk Praktikum Kimia SMA/MA Kelas X Semester 2 Berbasis Learning Cycle 5E. *Laporan Penelitian*, 1–7.
- Rohaeti, E., Lfx, E. W., & Padmaningrum, T. (2009). Pengembangan Lembar Kerja Siswa (Lks) Mata Pelajaran Sains Kimia Untuk Smp. *Inovasi Pendidikan*, 1–11.
- Sari, Lis Permana. (2010). Pengembangan Instrumen *Performance Assessment* Sebagai Bentuk Penilaian Berkarakter Kimia. *Makalah Semnas MIPA 2010*, 1-11.
- Suprihatin, & Indrasti, N. S. (2010). Penyisihan Logam Berat Dari Limbah Cair Laboratorium Dengan Metode Presipitasi dan Adsorpsi. *Makara Sains*, 14(1), 44–50.
- Suwandi, Sarwiji. (2010). Model Assesmen dalam pembelajaran. Surakarta: UNS Press.
- Svehla, G dan Vogel. (1990). *Buku Teks Analisis Anorganik kualitatif makro dan semimikro bagian 1 edisi ke lima*. Terjemahan oleh : Setiono, dkk. Jakarta: PT. Kalman Media Pusaka.
- Trianto. (2010). *Model-Model Pembelajaran Inovatif Berorientasi Konstruktivisme*. Jakarta: Prestasi Pustaka Publisher.
- Widjajanti, E. (2009). Penanganan Limbah Laboratorium Kimia. *Makalah*. Yogyakarta: UNY, 1-8.
- \_\_\_\_\_, E. (2008). *Kualitas Lembar Kerja Siswa*. *Makalah*. Yogyakarta: UNY, 1-7.
- Zarwinda, Irma. (2015). Pengembangan Modul Metode Proyek Untuk Mengetahui Keterampilan Proses Sains (Kps) Berdasarkan Gaya Belajar Siswa Pada Larutan Elektrolit Dan Non Elektrolit. *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 03(1)