



**PENGEMBANGAN LEMBAR KERJA BERBASIS INKUIRI TERBIMBING BIOSORPSI
LOGAM BESI DALAM AIR SUMUR MENGGUNAKAN LIMBAH KERTAS
DENGAN MODIFIKASI ASAM SITRAT**

**DEVELOPMENT OF GUIDED INQUIRY BASED WORKSHEETS
BIOSORPTION OF IRON METAL IN WELL WATER USING PAPER WASTE WITH
MODIFICATION OF CITRIC ACID**

Ade Sulaeman*, Cucu Zenab Subarkah dan Yulia Sukmawardani

*Pendidikan Kimia, Tarbiyah dan Keguruan, Universitas Sunan Gunung Djati Bandung,
Jl. Soekarno-Hatta No.748, Bandung, 40614, Indonesia*

**E-mail: Sulaimandx129@gmail.com*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil uji validasi dan mendeskripsikan tampilan LK berbasis inkuiri terbimbing biosorpsi logam Fe dalam air sumur menggunakan limbah kertas dengan modifikasi asam sitrat. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Design Based Research* (DBR) dengan menggunakan desain pengembangan ADDIE (*analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*) yang dilakukan sampai tahap *Development*. Instrumen yang digunakan yaitu LK dan kisi-kisinya, dan uji validasi oleh tiga validator ahli. Hasil uji validasi LK yaitu rerata r_{hitung} didapat sebesar 0,80, dengan r_{hitung} paling tinggi yaitu 0,916 dan r_{hitung} paling rendah yaitu 0,75. LK berbasis inkuiri terbimbing dinyatakan valid dan siap digunakan untuk menunjang proses pembelajaran.

Kata kunci: LK inkuiri terbimbing, biosorpsi, limbah kertas

ABSTRACT

The purpose of this study to describe the view worksheet based guided inquiry, and analyze the results of the validation test worksheet based guided inquiry Fe metal biosorption in well water using citric acid modified paper waste. The method used in this research is Design Based Research (DBR) using the ADDIE development design (analysis, design, development, implementation, and evaluation) which is done up to Development stage. The instruments used were worksheet grids, worksheets, and validation test filled out by three expert validators. The result of worksheet validation test is that the mean count is 0.80, the highest count being 0.916 and the lowest count being 0.75. Guided inquiry based worksheets are declared valid and ready to be used to support the learning process.

Keywords: Guided inquiry LK, biosorption, waste paper

1. PENDAHULUAN

Kimia analisis merupakan cabang ilmu kimia yang berhubungan dengan teknik pengukuran kimia (Bell dkk., 2017). Lebih spesifiknya kimia analisis terbagi menjadi dua bagian yaitu analisis kualitatif dan analisis kuantitatif. Kimia analisis kualitatif merupakan ilmu yang membahas tentang identifikasi atau ada tidaknya unsur atau senyawa dalam suatu sampel yang diteliti (Mowry dkk., 2017). Sementara kimia analisis kuantitatif membahas komposisi atau kadar unsur atau suatu zat dalam suatu sampel yang diteliti (Grinias, 2017).

Identifikasi suatu unsur atau senyawa dalam sampel biasa dilakukan dalam suatu percobaan mengenai analisis logam (Nasution & Silaban, 2017). Logam terdapat diseluruh lapisan alam dan dalam konsentrasi yang sangat rendah (Tadiboyina & Ptsrk, 2016). Namun, logam juga sering kali ditemukan dalam suatu bahan makanan dan minuman (Kiki dkk., 2012). Bahan makanan dan minuman yang mengandung logam dengan konsentrasi yang tinggi apabila dikonsumsi akan menimbulkan efek yang buruk bagi kesehatan terutama air mineral yang terkandung dalam air tanah (Widaningrum, 2007).

Air tanah merupakan sumber mineral untuk kehidupan makhluk hidup yang sering memiliki kandungan besi dalam jumlah yang cukup besar, antara 1-10mg/l (Alsaqqar dkk., 2014). Kebutuhan kuantitas air dalam masyarakat sangat berbeda bergantung pada tingkat sosial dan budayanya, ada beberapa faktor yang mempengaruhi ketersediannya air di masyarakat. Kualitas air yang baik harus memenuhi syarat fisik, kimia, bakteriologis, serta keradio aktifannya. Syarat tersebut saling berhubungan satu sama lain. Penggunaan air yang tidak memenuhi syarat kualitas maka bisa menimbulkan macam-macam gangguan diantaranya gangguan kesehatan, estetika, dan nilai ekonomi.

Fe atau besi merupakan unsur esensial untuk asupan gizi pada makhluk hidup yang berasal dari makanan dan minuman. Dari sumber makanan, seseorang tidak akan kekurangan atau kelebihan zat besi jika mengetahui batas konsumsi dengan kadar antara 10-50 mg/hari (Depkes, 2001). Tetapi dalam air, jika kadar Fe melebihi baku mutu yaitu 1 mg/l dapat mengakibatkan iritasi terhadap mata dan kulit, gatal-gatal, penyakit kulit, ginjal dan paru-paru (Chakravarty dkk., 2008). Air yang berbau seperti bau busuk telur memungkinkan kelarutan Fe dalam air tersebut melebihi dari 10 mg/l. (Achmad, 2004).

Pengolahan air telah dikembangkan beberapa tahun kebelakang sehingga menghasilkan alternatif baru yaitu dengan menggunakan metode Biosorpsi. Biosorpsi merupakan metode dalam pengolahan limbah cair yang bersifat efektif (Harif, Khai, & Adin, 2012). Salah satu penelitian mengenai pengolahan air lindi dengan proses biosorpsi telah dilakukan oleh Prabarini dan Okayadnya (2014) menghasilkan suatu produk efektif yang dapat digunakan sebagai metode alternatif dalam pengolahan air yang dapat menurunkan kadar-kadar logam pada air tersebut. Biosorpsi merupakan metode pengolahan air sederhana dengan biaya operasional yang rendah dan tidak memakai bahan kimia serta menjadi solusi alternatif untuk menurunkan pencemaran logam berat (Ratnawati dkk., 2017), serta terbuat dari bahan yang konvensional yang sangat melimpah dialam yakni lignoselulosa (Pitsari dkk., 2013).

Adsorben yang terbuat dari karbon aktif sudah terlalu banyak dipakai dalam pengolahan air, adsorben dari karbon aktif merupakan produk yang termasuk kedalam material yang bernilai dalam segi proses dan produknya dimana apabila ingin mendapatkan kualitas yang baik maka biayanya pun harus sebanding dengan kualitas (O'Connell dkk., 2008). Adsorben alternatif telah dikembangkan beberapa tahun kebelakang agar memiliki sifat yang *low cost* atau memiliki nilai yang

mudah dalam prosesnya tetapi memiliki daya adsorpsi yang baik dan bagus. Selulosa merupakan produk yang dikembangkan dari bioadsorben. Selulosa termasuk kedalam kategori material yang mudah ditemukan serta melimpah dialam dan dapat diperbaharui. Selulosa memiliki sifat adsorpsi yang cukup signifikan karena termasuk biopolimer alami dan lingkungan sangat mudah untuk mendekomposisinya (Mardiah & Fathoni, 2016).

Kertas merupakan material yang terbuat dari serat kayu yang mengandung selulosa dan semihelulosa, oleh karena itu limbah kertas dapat dimanfaatkan sebagai biosorben logam (Pudyaningtyas dkk., 2017). Chakravarty dkk., (2007) dalam penelitiannya tentang pengurangan kadar logam Zn dengan kertas koran sebagai adsorbennya didapat sebesar 9,20 mg/gr daya adsorpsi dengan konsentrasi awalnya yaitu sebesar 10,31 mg/l. Dehghani dkk (2016) dalam penelitiannya memodifikasi kertas sebagai adsorben mampu menyerap logam Cr sebesar 59,88 mg/gr (64%) dengan kapasitas adsorben 3 gr/l dalam waktu 60 menit. Meskipun biosorben telah digunakan dengan melarutkannya kedalam larutan HCl biosorben dapat di pakai kembali (Chakravarty dkk., 2008)

Pada saat menganalisis logam dan pengolahan limbah kertas, tentu saja tidak bisa dilakukan hanya dalam pembelajaran di kelas, melainkan dengan melakukan eksperimen di laboratorium (Chang, 2005). Eksperimen bertujuan supaya dalam pembelajaran dikelas, mahasiswa dapat dengan mudah melihat persoalan dan mampu mengembangkan pola, konsep serta teori, bukan mengilustrasikan teori yang sudah diajarkan juga tidak boleh mengesampingkan proses ditemukannya konsep (Yunita, 2013).

Untuk membantu mahasiswa belajar secara terarah diperlukan LK eksperimen (Damayanti dkk., 2013). LK eksperimen digunakan untuk mengembangkan kemampuan berpikir dan keterampilan proses sains yang ideal. Namun pada kenyataanya LK yang digunakan belum memenuhi tuntutan tersebut (Alfionita, 2016). Hal ini disebabkan karena pada LK yang biasa digunakan sudah memuat prosedur yang disertai dengan instruksi langsung. Mahasiswa dapat langsung melakukan kegiatan dengan melihat pada prosedur yang sudah baku, sehingga tidak ada kesempatan yang diberikan untuk berpartisipasi secara aktif ketika melakukan eksperimen dalam rangka menemukan konsep secara mandiri (Riri Aisyah & Yunita, 2017).

LK berbasis inkuiri terbimbing mempunyai dampak penting dalam pelaksanaan pembelajaran di kelas (Fathonah dkk., 2015), dan akan memacu mahasiswa untuk belajar lebih aktif dengan mengeluarkan segala kreatifitas yang mereka miliki (Riyadi dkk., 2015). Mahasiswa akan dilatih keberaniannya dalam berkomunikasi, bertanya, sehingga akan berusaha secara aktif dalam mendapatkan cara untuk memecahkan masalah yang dihadapi atau suatu fenomena yang mereka teliti (Daniah, 2013).

Oleh karena itu, perlu dikembangkan LK berbasis inkuiri terbimbing untuk menunjang praktikum mahasiswa dengan prosedur sederhana di laboratorium sehingga memiliki kesempatan untuk membangun pengetahuan mahasiswa.

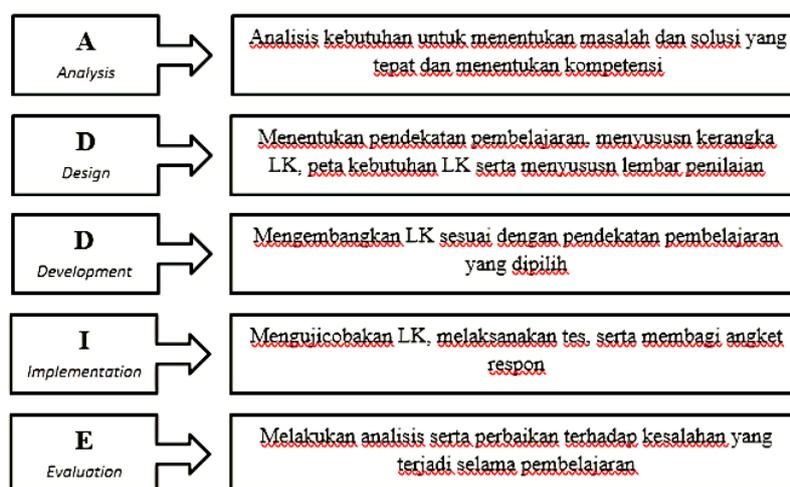
Dengan demikian, maka peneliti merasa perlu mengadakan penelitian yang berjudul "Pengembangan LK Berbasis Inkuiri Terbimbing Biosorpsi Logam Besi Dalam Air Sumur Menggunakan Limbah Kertas Dengan Modifikasi Asam Sitrat". Dengan penelitian ini diharapkan agar pemahaman mahasiswa dalam pengolahan air meningkat, pemanfaatan limbah, lebih bijak dalam mengonsumsi air, dan diharapkan mahasiswa dapat menjaga lingkungan. Berdasarkan hasil penelitian di atas, peneliti melakukan perubahan analisis logam dengan menggunakan LK dan prosedur sederhana yang bisa dilakukan di laboratorium dengan bahan dan biaya yang terjangkau.

Pada penelitian sebelumnya menggunakan instrument SSA (spektrofotometer serapan atom) diganti dengan analisis kuantitatif yaitu titrasi permanganometri. Dengan demikian penelitian ini bertujuan untuk menganalisis hasil uji validasi dan tampilan LK berbasis inkuiri terbimbing.

2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan yaitu *Design Based Research* (DBR). *Design Based Research* ini merupakan metode penelitian yang bertujuan mengembangkan kualitas dari design pembelajaran dan hubungan diantara teori dan praktiknya (Nugraha dkk., 2017).

Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu ADDIE. Mulyatiningsih, (2012) menyebutkan penjelasan tahapan desain ADDIE pada Gambar 1 sebagai berikut.



Gambar 1. Tahapan Desain ADDIE

1) Analysis (Analisis)

Pada tahap ini peneliti melakukan analisis awal pada materi yang berkaitan dengan penelitian yaitu dengan mencari jurnal-jurnal yang relevan dengan penelitian kemudian dilakukan analisis terhadap jurnal tersebut. Pada penelitian ini mencakup materi analisis kualitatif dan kuantitatif yaitu titrasi permanganometri yang terdapat pada mata kuliah kimia pemisahan. Oleh Karena itu peneliti menganalisis jurnal tentang pembelajaran inkuiri terbimbing, jurnal analisis kadar logam dengan menggunakan titrasi permanganometri dan jurnal pengolahan limbah kertas.

2) Design (perencanaan)

Tahap kedua ADDIE yaitu *design*. Pada tahap ini peneliti mulai merancang LKM yang dikembangkan dari analisis awal yang sudah dilakukan pada tahap pertama. Kemudian pada tahap ini mulai ditentukan unsur-unsur yang dibutuhkan dalam menyusun LKM dan kisi-kisi LKM. Materi yang disajikan dalam bahan ajar LKM merupakan hasil dari pengembangan referensi yang digunakan.

Pada tahap ini peneliti juga membuat beberapa instrumen untuk penilaian LKM. Instrumen penelitian berupa angket validasi LKM berbasis inkuiri terbimbing. Kemudian instrumen yang sudah dibuat di uji validasi sebagai alat ukur penilaian instrumen yang valid.

3) Developmet (Pengembangan)

Pada tahap pengembangan peneliti melakukan uji validasi terhadap 3 dosen ahli. Validasi digunakan untuk penilaian terhadap isi dan konstruk LK. Penilaian dilakukan oleh validator sesuai dengan angket yang diberikan oleh peneliti dan pemberian saran serta komentar terhadap LK sebagai nilai ukur perbaikan dan penyempurnaan LK. Validasi dilakukan sampai mendapatkan nilai kevalidan pada LK.

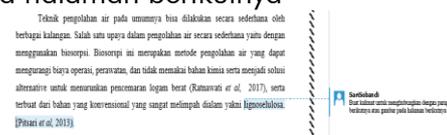
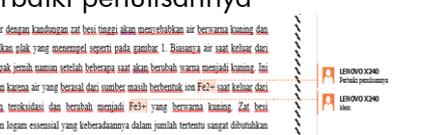
Pada penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Terpadu UIN Sunan Gunung Djati Bandung. Pelaksanaan praktikum dilakukan pada materi titrasi redoks dengan sub judul titrasi permanganometri pada mata kuliah Kimia Pemisahan. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada hari senin 18 Mei – 8 Juni 2020.

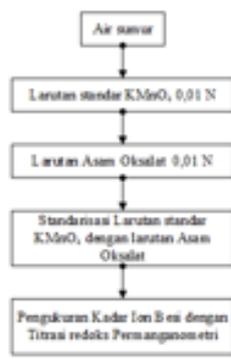
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Menganalisis hasil uji validasi LK berbasis inkuiri terbimbing pada biosorpsi logam besi dalam air sumur menggunakan limbah kertas dengan modifikasi asam sitrat

Lembar kerja berbasis inkuiri terbimbing yang telah dibuat, kemudian di uji validasi oleh 3 dosen sebagai validator ahli untuk mendapatkan nilai hasil kelayakan dan kevalidan lembar kerja yang digunakan mahasiswa. Adapun pada saat validasi terdapat beberapa komentar dan revisi dari validator untuk perbaikan lembar kerja yang telah di susun terdapat pada tabel 1.

Tabel 1. Komentar Dan Saran Dari Validator

No	Revisi	Hasil revisi
1	<p>“ Buat kalimat untuk menghubungkan dengan paragraf berikutnya atau gambar pada halaman berikutnya “</p> 	<p>Sudah ditambahkan kalimat penghubung dengan paragraf selanjutnya</p> <p><u>Selulosa merupakan bahan dasar pembuatan kertas (Pitsari et al, 2013).</u></p>
2	<p>Kalimat terpotong oleh gambar</p> 	<p>Kalimat sudah terbaca</p> <p><u>Rumusan Masalah</u></p> <p><u>Berdasarkan wacana tersebut, tuliskan dua rumusan masalah pokok yang ingin diselesaikan !</u></p>
3	<p>“ Cukup alamat websitenya saja, tidak usah pake link URL nya “</p> 	<p>Alamat web sudah di tambahkan</p> <p><u>Gambar 1. Air yang mengandung logam.</u> (http://nanosmartfilter.com)</p>
4	<p>“ Perbaiki penulisannya “</p> 	<p>Penulisan sudah di sesuaikan dengan penulisan unsur kimia</p> <p><u>berasal dari sumber masih berbentuk ion Fe²⁺ saat keluar dari kran akan teroksidasi dan berubah menjadi Fe³⁺ yang berwarna kuning. Zat besi merupakan logam essensial yang keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun</u></p>

No	Revisi	Hasil revisi
5	<p>“ Kurangi alinea bagian awal yang kurang relevan dan membahas yang tidak penting “</p> <p>Air dengan kandungan zat besi tinggi akan menyebabkan air berwarna kuning dan menimbulkan plak yang menempel seperti pada gambar 1. Biasanya air saat keluar dari kran nampak jernih namun setelah beberapa saat akan berubah warna menjadi kuning. Ini disebabkan karena air yang berasal dari sumber masih berbentuk ion Fe^{2+} saat keluar dari kran akan teroksidasi dan berubah menjadi Fe^{3+} yang berwarna kuning. Zat besi merupakan logam esensial yang keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah berlebih dapat menimbulkan efek berbahaya bagi makhluk hidup. Penggunaan air yang tidak memenuhi syarat kualitas dari air maka bisa menimbulkan macam-macam gangguan diantaranya gangguan kesehatan, estetika, dan nilai ekonomi (Depkes, 2001).</p>	<p>Alinea sudah di tambahkan dengan yang relevan dan menghapus yang kurang penting</p> <p>Air dengan kandungan zat besi tinggi akan menyebabkan air berwarna kuning dan menimbulkan plak yang menempel seperti pada gambar 1. Ini disebabkan karena air yang berasal dari sumber masih berbentuk ion Fe^{2+} saat keluar dari kran akan teroksidasi dan berubah menjadi Fe^{3+} yang berwarna kuning. Zat besi merupakan logam esensial yang keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah berlebih dapat menimbulkan efek berbahaya bagi makhluk hidup. Penggunaan air yang tidak memenuhi syarat kualitas dari air maka bisa menimbulkan macam-macam gangguan diantaranya gangguan kesehatan, estetika, dan nilai ekonomi (Depkes, 2001).</p>
6	<p>“ Dalam wacana harus ada prosedur standar bisa dalam bentuk gambar atau bagan “</p>	<p>Sudah di tambahkan prosedur sederhana dalam bentuk bagan.</p>  <p>Gambar 3. Prosedur titrasi permanganometri.</p>

Pada tahap penelitian selanjutnya yaitu melakukan uji validasi terhadap 3 validator ahli. Hasil dari validasi format LK berbasis inkuiri terbimbing dapat dilihat pada tabel 2 berikut Tabel 2. Rekapitulasi hasil uji validasi

Tabel 2. Rekapitulasi hasil uji validasi

No	Aspek yang dinilai	r_{hitung}	r_{kritis}	Ket
1	Wacana membantu mahasiswa untuk memaparkan pengetahuannya dan menemukan masalah	0,75	0,30	Valid
2	Wacana membantu mahasiswa untuk merumuskan masalah dan menuliskan hipotesis	0,916	0,30	Valid
3	Petunjuk pada tahap 3 membantu dalam menuliskan data pengamatan dalam bentuk tabel	0,75	0,30	Valid
4	Petunjuk pada tahap 4 membantu mahasiswa dalam menilai hasil praktikum	0,75	0,30	Valid
5	Percobaan dapat dilakukan dengan mudah	0,75	0,30	Valid
6	Kemudahan alat dan bahan	0,916	0,30	Valid
rata-rata		0,805	0,30	Valid

Berdasarkan hasil uji validasi seperti pada tabel 2 tersebut dinyatakan bahwa nilai r_{hitung} yang paling besar adalah 0,916 dan nilai r_{hitung} yang paling kecil adalah 0,75 serta nilai rata-rata r_{hitung} yaitu 0,80 sehingga LK berbasis inkuiri terbimbing biosorpsi logam Besi dalam air sumur menggunakan limbah kertas dengan modifikasi asam sitrat dinyatakan valid dan mahasiswa dapat menggunakannya sebagai media pembelajaran dalam kegiatan praktikum.

3.2.Deskripsi tampilan produk lembar kerja berbasis inkuiri terbimbing pada biosorpsi logam besi dalam air sumur menggunakan limbah kertas dengan modifikasi asam sitrat

Penelitian ini menggunakan model pembelajaran inkuiri terbimbing pada LK biosorpsi logam besi dalam air sumur menggunakan limbah kertas dengan modifikasi asam sitrat. Adapun tahapan inkuiri terbimbing yaitu 1) mengidentifikasi masalah, 2) merancang percobaan, 3) melakukan percobaan, 4) menganalisis data, 5) kesimpulan.

LK berbasis inkuiri terbimbing yang telah dibuat, kemudian di uji validasi oleh 3 dosen sebagai validator ahli untuk mendapatkan nilai hasil kelayakan dan kevalidan LK yang digunakan mahasiswa.

Pada media pembelajaran tampilan LK memiliki peran penting untuk proses pembelajaran serta membantu mahasiswa untuk menemukan konsep (Astuti dkk., 2018). Tampilan LK dirancang dengan menarik supaya mahasiswa dapat dengan mudah membaca dan memahami LK tersebut.

Pada penulisan dalam tampilan LK yang dikembangkan menggunakan huruf, jenis dan ukuran yang sesuai. Pada penulisan LK menggunakan huruf cetak bukan romawi dan besar kecilnya huruf harus sesuai dengan gambar. Penggunaan jenis huruf harus konsisten supaya dapat mempermudah mahasiswa dalam memahami materi yang tersaji. Kemudian LK dicetak sesuai dengan standar ISO yaitu A4 (210mm x 297mm). (Fitri dkk., 2017)

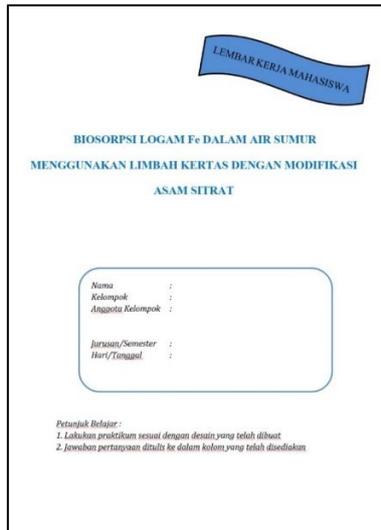
Hasil dari perbaikan tampilan LK yang sudah dilengkapi yaitu sebagai berikut:

1) Cover Lembar Kerja (LK)

Halaman depan LK berbasis inkuiri terbimbing disediakan kolom identitas kelompok yang terdiri dari: Judul lembar kerja, kelompok, kelas, anggota kelompok, dan petunjuk belajar.

Pada tampilan desain cover LK menggunakan warna yang kontras supaya membantu mahasiswa dalam proses pembelajaran. Tampilan LK harus dibuat menarik dengan menyertakan gambar dan ilustrasi didalam LK supaya mahasiswa merasa senang saat mempelajarinya (Senam & Permasari, 2008)

Karakter mahasiswa cenderung menyukai warna yang kontras merupakan pada tahap operasional konkret. Departemen ilmu Komputer (2006) menyatakan bahwa kondisi sosial pada seseorang dapat mempengaruhi kesan dan identitas tertentu pada warna yang diberikan. Tampilan cover LK berbasis inkuiri terbimbing terdapat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Cover lembar kerja (LK)

2) Kegiatan inti

Pada kegiatan inti ini terdapat beberapa tahapan kegiatan mahasiswa dalam pengerjaan LK yang berisi wacana dan tahapan model pembelajaran berbasis inkuiri terbimbing yaitu: 1) mengidentifikasi masalah, 2) merancang percobaan, 3) melakukan percobaan, 4) menganalisis data, 5) kesimpulan. Berdasarkan hasil validasi pada Tabel 2 wacana membantu mahasiswa dalam memaparkan pengetahuannya dan menemukan masalah memiliki nilai r_{hitung} 0.75 yang artinya hanya satu validator yang setuju bahwa wacana ini dapat membantu mahasiswa dalam memaparkan pengetahuannya dan menemukan masalah. Berdasarkan nilai Tabel 2 juga nilai r_{hitung} tinggi yaitu 0,916 terdapat pada pernyataan wacana membantu merumuskan masalah dan membuat hipotesis serta ketersediaan alat dan bahan yang mudah, artinya hampir semua validator setuju dengan pernyataan tersebut.

Tampilan wacana pada LK seperti pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Wacana lembar kerja

Konsep dapat diperjelas dengan menambahkan gambar pada desain LK pada lembar wacana. Pada tahap operational konkrit mahasiswa sangat senang pada materi yang disampaikan dengan menyertakan gambar atau visualisasi didalamnya. Menurut Arsyad (2014) dalam menyampaikan konsep kepada mahasiswa dapat divisualisasikan menggunakan gambar supaya tampilan LK lebih menarik.

a. Mengidentifikasi masalah

Pada tahap identifikasi masalah di LK, mahasiswa diinstruksikan untuk membaca wacana terlebih dahulu untuk mengerjakan perintah yang telah disediakan dan berhubungan dengan wacana tersebut. Berikut tampilan LK pada tahap mengidentifikasi masalah yang terdiri dari: menuliskan ide pokok, rumusan masalah, judul praktikum, dan hipotesis seperti pada Gambar 4 berikut.

The worksheet is titled 'Mengidentifikasi Masalah' and contains three main sections for student input:

- Rumusan Masalah:** Instructs students to write a clear problem statement based on the text. (Skor 0-3)
- Judul:** Instructs students to write a title for the experiment based on the problem statement. (Skor 0-2)
- Hipotesis:** Instructs students to write a hypothesis based on the problem statement. (Skor 0-3)

Gambar 4. Tahap mengidentifikasi masalah

b. Merancang percobaan

Pada tahapan merancang percobaan, disajikan beberapa instruksi untuk mengisi beberapa kolom yang sudah disediakan yaitu: Tujuan percobaan, prinsip percobaan, menuliskan variabel, menuliskan alat dan bahan yang digunakan, dan membuat prosedur percobaan.

Berdasarkan tabel 2, nilai r_{hitung} pada pernyataan petunjuk tahap 3 membantu dalam menuliskan data pengamatan dalam bentuk tabel yaitu 0,75, artinya hanya satu validator yang setuju dengan pernyataan tersebut. Adapun tampilan LK pada tahap merancang percobaan seperti pada Gambar 5 berikut.

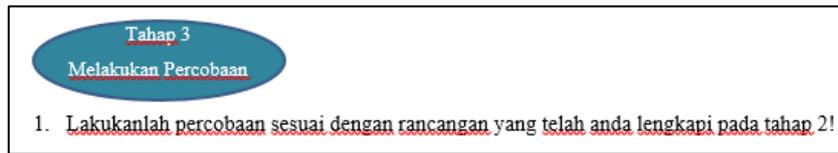
The worksheet is titled 'Tahap 2 Merancang Percobaan' and contains three main sections for student input:

- 1. Berdasarkan informasi yang telah diperoleh dari wacana, tuliskan:**
 - a. Tujuan percobaan. (Skor 0-2)
 - b. Prinsip percobaan. (Skor 0-2)
- 2. Tambahkan variabel-variabel yang anda kembangkan.** (Skor 0-4)

Gambar 5. Tahap merancang percobaan

c. Melakukan percobaan

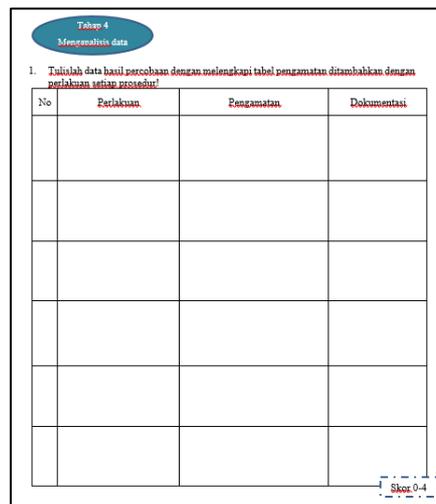
Pada tahap melakukan percobaan, peneliti menginstruksikan mahasiswa untuk melakukan percobaan atau kegiatan praktikum sesuai dengan hasil rancangan praktikum yang telah dibuat sebelumnya. Tampilan LK pada tahap melakukan percobaan seperti pada Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Tahap melakukan percobaan

d. Menganalisis data

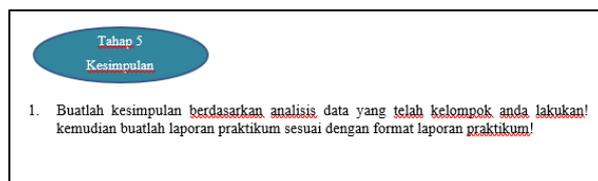
Pada tahap Menganalisis data, mahasiswa diinstruksikan menganalisis data dan pembahasan dari hasil praktikum. Mahasiswa mencatat hasil percobaan kedalam tabel pengamatan sesuai dengan instruksi yang terdapat dalam LK. Tampilan LK pada tahapan menganalisis data seperti pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Tahap menganalisis data

e. Kesimpulan

Pada tahap terakhir dalam LK yaitu kesimpulan mahasiswa diinstruksikan untuk menuliskan kesimpulan sementara. Kemudian masing-masing kelompok mempresentasikan hasil dari percobaan yang sudah dilakukan saat praktikum didepan kelompok lainnya. Setelah itu mahasiswa diberikan tugas untuk membuat laporan hasil praktikum yang sudah dilakukan yang memuat beberapa hal yang sudah ditentukan. Adapun tampilan LK pada tahap kesimpulan seperti pada Gambar 8 berikut.



Gambar 8. Tahap kesimpulan

4. KESIMPULAN

Hasil dari uji validasi lembar kerja pada penelitian ini menyebutkan nilai rata-rata r_{hitung} sebesar 0,80 dengan nilai r_{hitung} paling besar yaitu 0,916 dan nilai r_{hitung} paling kecil yaitu sebesar 0,75. Berarti lembar kerja berbasis inkuiri terbimbing pada biosorpsi logam besi dalam air sumur menggunakan limbah kertas dengan modifikasi asam sitrat dinyatakan valid, serta mahasiswa dapat menggunakan sebagai media pembelajaran, dan Tampilan lembar kerja berbasis inkuiri terbimbing meliputi tahap 1) mengidentifikasi masalah dengan menuliskan ide pokok, rumusan masalah, judul praktikum, dan hipotesis, 2) merancang percobaan dengan menuliskan tujuan percobaan, prinsip percobaan, menuliskan variabel, dan menuliskan alat dan bahan yang digunakan, 3) melakukan percobaan, 4) menganalisis data dengan mencatat hasil percobaan kedalam tabel pengamatan, 5) kesimpulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, R. (2004). *Kimia Lingkungan* (1st ed.). Yogyakarta: Andi Offset.
- Alfionita, S. (2016). *Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Inkuiri Terbimbing Pada Materi Elastisitas Dan Hukum Hooke [Tesis] tidak di terbitkan*. Universitas Lampung.
- Alsaqqar, A. S., Khudair, B. H., & Ali, S. K. (2014). Evaluating Water Stability Indices from Water Treatment Plants in Baghdad City. *Journal of Water Resource and Protection*, 06(14), 1344–1351. <https://doi.org/10.4236/jwarp.2014.614124>
- Bell, P. T., Whaley, W. L., Tochtermann, A. D., Mueller, K. S., & Schultz, L. D. (2017). qHNMR Analysis of Purity of Common Organic Solvents—An Undergraduate Quantitative Analysis Laboratory Experiment. *Journal of Chemical Education*, 94(12), 1969–1973. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00343>
- Chakravarty, S., Bhattacharjee, S., Gupta, K. K., Singh, M., Chaturvedi, H. T., & Maity, S. (2007). Adsorption of zinc from aqueous solution using chemically treated newspaper pulp. *Bioresource Technology*, 98(16), 3136–3141. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2006.10.040>
- Chakravarty, S., Pimple, S., Chaturvedi, H. T., Singh, S., & Gupta, K. K. (2008). Removal of copper from aqueous solution using newspaper pulp as an adsorbent. *Journal of Hazardous Materials*, 159(2–3), 396–403. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2008.02.030>
- Chang, R. (2005). *Kimia Dasar Konsep-konsep Inti*. Jakarta: Erlangga.
- Damayanti, D. S., Ngazizah, N., & K, E. S. (2013). Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Dengan Pendekatan Inkuiri Terbimbing, 3(1), 58–62.
- Daniah. (2013). Penggunaan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing Pada Mata Kuliah IPA, 1–14.
- Depkes, R. (2001). *Pedoman Pelayanan Pusat Sterilisasi (CSSD) di Rumah Sakit* (pp. 1–7). Jakarta: Departemen Kesehatan RI.

- Fathonah, R., Masykuri, M., & Saputro, S. (2015). Pengembangan Multimedia Simulatif Kimia Berbasis Inkuiri Terbimbing pada Materi Analisis Kualitatif Kation Golongan 1. *Jurnal Inkuiri*, 4(3), 2252–7893. Retrieved from <http://jurnal.fkip.uns.ac.id/index.php/sains>
- Grinias, J. P. (2017). Making a Game Out of It: Using Web-Based Competitive Quizzes for Quantitative Analysis Content Review. *Journal of Chemical Education*, 94(9), 1363–1366. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00311>
- Harif, T., Khai, M., & Adin, A. (2012). Electrocoagulation versus chemical coagulation: Coagulation/flocculation mechanisms and resulting floc characteristics. *Water Research*, 46(10), 3177–3188. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2012.03.034>
- Kiki, A. A., Kiki, Y., & R, S. H. (2012). Analisis Kandungan Logam Berat (Pb, Hg , Cu Dan As) Pada Kerupuk Kemplang Di Desa Tebing Gerinting Utara , Kecamatan Indralaya. *Fishtech*, 1(01), 69–77.
- Mardiah, & Fathoni, R. (2016). Adsorpsi Logam Cu (II) Dan Fe (II) Menggunakan Kertas Koran Bekas. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(2), 89–94.
- Mowry, C., Milofsky, R., Collins, W., & Pimentel, A. S. (2017). Laser-Induced Breakdown Spectroscopy for Qualitative Analysis of Metals in Simulated Martian Soils. *Journal of Chemical Education*, 94(10), 1507–1511. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00133>
- Mulyatiningsih, E. (2012). *Metode Penelitian Terapan Bidang Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Nasution, H. I., & Silaban, S. (2017). Anaysis of Heavy Metal Pb and Cd on Well Water Around The Waste Disposal, 1(1), 17–24.
- Nugraha, R. S., Sumardi, S., & Hamdu, G. (2017). Desain Pembelajaran Tematik Berbasis Outdoor Learning Di SD. *Indonesian Journal of Primary Education*, 1(1), 34. <https://doi.org/10.17509/ijpe.v1i1.7495>
- O’Connell, D. W., Birkinshaw, C., & O’Dwyer, T. F. (2008). Heavy metal adsorbents prepared from the modification of cellulose: A review. *Bioresource Technology*, 99(15), 6709–6724. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2008.01.036>
- Pitsari, S., Tsoufakis, E., & Loizidou, M. (2013). Enhanced lead adsorption by unbleached newspaper pulp modified with citric acid. *Chemical Engineering Journal*, 223, 18–30. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2013.02.105>
- Prabarini, N., & Okayadnya, D. (2014). Penyisihan Logam Besi (Fe) Pada Air Sumur Dengan Karbon Aktif Dari Tempurung Kemiri. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 5(2), 33–41.
- Pudyaningtyas, P., Gamu, H., & Mardiah. (2017). Pembuatan Adsorben Dari Koran Bekas Dengan Modifikasi Asam Sitrat. *Jurnal Integrasi Proses*, 6(3), 139–142. <https://doi.org/10.36055/jip.v6i3.1456>
- Ratnawati, E., Ermawati, R., & Naimah, S. (2017). Teknologi Biosorpsi oleh Mikroorganismes, Solusi Alternatif untuk Mengurangi Pencemaran Logam Berat. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 32(1), 34. <https://doi.org/10.24817/jkk.v32i1.2739>
- Riri Aisyah, & Yunita. (2017). Penggunaan Lembar Kerja Berbasis Problem Based Learning untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Mahasiswa. *Jurnal Tadris Kimiya*, 2(1), 116–.
- Riyadi, I. P., Prayitno, B. A., & Marjono. (2015). Penerapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing (Guided Inquiry) pada Materi Sistem Koordinasi untuk Meningkatkan Keterampilan Proses Sains

pada Siswa Kelas XI IPA 3 SMA Batik 2 Surakarta Tahun Pelajaran 2013/2014. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 7, 80–93.

Tadiboyina, R., & Ptsrk, P. R. (2016). Trace analysis of heavy metals in ground waters of Vijayawada industrial area. *International Journal of Environmental and Science Education*, 11(10), 3215–3229.

Widaningrum, M. dan S. (2007). Bahaya Kontaminasi Logam Berat Dalam Sayuran Dan Alternatif Pencegahan Cemarannya, 3.

Yunita. (2013). *Panduan Pengelolaan Laboratorium Kimia*. Bandung: CV. Insan Mandiri.