

ANALISIS DAN REKONSTRUKSI DESAIN KEGIATAN LABORATORIUM PADA MATERI PENCEMARAN LINGKUNGAN TINGKAT SMA

Nuraida Lathifah¹, Sri Anggraeni², Bambang Supriatno³
Program Studi Pendidikan Biologi, Sekolah Pascasarjana, Universitas Pendidikan Indonesia

Jalan Setiabudi No.229 Bandung

Email: nuraidalathifah@upi.edu

***Abstract** The design of laboratory activities is used in practicum activities in schools to develop scientific process skills. This study provides an overview of the design of laboratory activities used in schools. The research method used is descriptive qualitative with a research sample of six practical worksheets selected by purposive sampling technique. The research instruments used in the study were conceptual analysis, competency analysis, practical analysis and knowledge construction analysis based on the Vee Diagram scoring table adapted from Novak & Gowin (1984). The results showed that all DKL met the minimum standards of curriculum competency standards in force. Whereas for competency analysis, most of the laboratory activity designs used have not developed a high level cognitive level and have not trained the scientific method skills needed by students, in the practical aspects of tools and materials can be easily obtained, but for the structure of the work steps there are unstructured ones. The results of the analysis of knowledge construction using instruments from Novak & Gowin (1984) show that most procedural steps can be done but are less relevant to the knowledge reconstruction process or do not lead to the formation of knowledge claims in linking object events (observed facts) with the knowledge they already have. .Reconstruction made base the results of analysis DKL.*

***Key word** : Student worksheets, practice, environmental pollution, curriculum words*

Abstrak. Desain kegiatan laboratorium digunakan dalam kegiatan praktikum di Sekolah untuk mengembangkan keterampilan proses ilmiah. Penelitian ini memberikan gambaran desain kegiatan laboratorium yang digunakan di Sekolah. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kualitatif dengan sampel penelitian berjumlah enam lembar kerja praktikum yang dipilih dengan Teknik purposive sampling. Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian yaitu analisis konseptual, analisis kompetensi, analisis praktikal dan analisis konstruksi pengetahuan berdasarkan tabel penskoran Diagram Vee yang diadaptasi dari Novak & Gowin (1984). Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh Desain Kegiatan Laboratorium (DKL) memenuhi standar minimum standar kompetensi kurikulum yang berlaku. Sedangkan untuk analisis kompetensi sebagian besar desain kegiatan laboratorium yang digunakan belum mengembangkan level kognitif tingkat tinggi dan belum melatih kemampuan metode ilmiah yang dibutuhkan oleh siswa, pada aspek praktikal alat dan bahan dapat dengan mudah diperoleh namun untuk struktur langkah kerja terdapat yang tidak terstruktur. Pada hasil analisis konstruksi pengetahuan menunjukkan sebagian besar procedural dapat dikerjakan namun kurang relevan dengan proses rekonstruksi pengetahuan. Rekonstruksi DKL dibuat berdasarkan hasil analisis DKL.

Kata Kunci : LKS, Praktikum, Pencemaran lingkungan, Kurikulum

PENDAHULUAN

Sekarang banyak negara telah memasuki tahap revolusi industri keempat atau disebut juga sebagai industri 4.0. Di mana kemajuan teknologi memungkinkan perubahan signifikan dalam industri. Istilah ini pertama kali dikemukakan oleh Kagerman pada tahun 2011. Industri 4.0 tidak hanya meningkatkan efisiensi sumber daya dan waktu tetapi juga akan mengubah cara kerja manusia. Revolusi industri 4.0 memberikan pemahaman yang lebih baik tentang keterampilan yang dibutuhkan untuk bekerja dan menerapkan pengetahuan pada pekerjaan dimasa depan. Industri 4.0 mendorong kemajuan teknologi yang pesat dan sisi lain didorong oleh factor sosial dan ekonomi. Teknologi yang menggerakkan industri 4.0 adalah perangkat yang dapat dikenakan, augmented reality, simulasi, kendaraan, dan robot otonom, aditif manufaktur, big data, komputasi seluler, dan cloud komputasi (Clavert, M, 2019).

Revolusi industri yang terjadi di abad-21 ditandai dengan berkembangnya teknologi informasi yang sangat pesat serta perkembangan otomasi dimana banyak pekerjaan yang sifatnya pekerjaan rutin dan berulang-ulang mulai digantikan oleh mesin, baik mesin produksi maupun computer. Sebagaimana sudah diketahui dalam abad ke 21 ini sudah berubah total baik masyarakat maupun dunia Pendidikan. Sekolah yang dipahami sampai saat ini sudah terbentuk sejak abad-19 dalam rangka pengembangan Pendidikan anak dan juga mendorong industrialisasi. Untuk menghadapi revolusi industri 4.0 pertama, mengantisipasi masyarakat yang berbasis pengetahuan. Kita harus mendapatkan kemampuan bagaimana memberdayakan kapasitas yang kita miliki. Maksudnya tidak hanya mendapatkan pengetahuan saja tapi memanfaatkan dan mengaplikasikan apa yang kita dapat dan kreativitas dan daya eksplorasi atau kemampuan komunikasi dalam hal ini harus diutamakan (JICA, 2016)

Pada abad 21 telah membawa perubahan dalam berbagai aspek kehidupan manusia, salah satunya pada bidang Pendidikan. Oleh karena itu kegiatan pembelajaran diharap dapat menjangkau keterampilan abad 21. 1) komunikasi oral maupun tertulis 2) berpikir kritis dan mengatasi masalah, 3) etika bekerja dan profesionalisme 4) bekerja secara tim dan berkolaborasi, 5) bekerja di dalam kelompok yang berbeda 6) memahami ICT 7) manajemen proyek dan kepemimpinan (Trilling & Fadel, 2009). Kegiatan laboratorium dapat meningkatkan kualitas pembelajaran. Kompetensi siswa yang dapat dilatihkan dalam kegiatan praktikum mencakup keterampilan bersifat *mind on* dan *hands on* (Wilcox & Lewandowski, 2016).

Kegiatan praktikum yang bersifat kompleks dapat meningkatkan keterampilan siswa, karena kegiatan tersebut memadukan aspek *minds on* dan *hands on*. Kegiatan laboratorium juga dapat melatih keterampilan abad-21. Hal tersebut dituliskan oleh JICA (2016) Kegiatan yang sangat penting dalam pembelajaran adalah pembelajaran yang bersifat kolaboratif. Jaman dulu siswa hanya duduk manis dikelas menghadap guru dan melihat papan tulis. Pola Pendidikan seperti itu sudah dimuseumkan di negara-negara maju. Jadi kelas untuk era sekarang melakukan kolaborasi atau kelompok. Tapi pola Pendidikan di kelas itu masih ada di negara-negara berkembang, dan Indonesia sedang mengalami kegiatan pembelajaran transisi. Jadi reformasi Pendidikan di Indonesia masih ada polanya dan semakin lama beralih ke bentuk kolaborasi.

Berdasarkan uraian di atas, perlu upaya untuk melaksanakan kegiatan laboratorium secara berkesinambungan, maka dalam pembelajaran Biologi dapat dilakukan dengan mengintegrasikan kegiatan laboratorium dalam proses kegiatan belajar dan mengajar. Menurut Marta, dkk (2018) Kegiatan praktikum dapat meningkatkan keterampilan proses sains diantaranya dalam observasi, mengklasifikasi, berkomunikasi, berhipotesis, dan menerapkan

konsep selama praktikum. Menurut Supriatno (2009) Kegiatan laboratorium dapat memberikan kesan yang utuh dan bermakna kepada siswa, karena selama pembelajaran akan melibatkan berbagai indera seperti penglihatan, penciuman, pendengaran, peraba, dan pengecap. Kegiatan praktikum yang dilakukan oleh siswa biasanya mengacu pada Desain Kegiatan Laboratorium (DKL). DKL dapat diwujudkan dalam LKS atau lembar kerja siswa.

Kegiatan praktikum yang dilakukan dalam pembelajaran diharap mampu memenuhi standar minimum kompetensi lulusan yang ada pada kurikulum dalam aspek afektif, kognitif dan keterampilan. Sehingga dari proses pembelajaran dapat melatih keterampilan dan kecakapan hidup (life skill). Kurikulum yang berkembang di Indonesia sudah mengalami perubahan sebanyak delapan kali perubahan dimulai dari tahun 1947 (Rentjana Pembelajaran 1947), tahun 1952 (Rentjana Pembelajaran 1952), tahun 1968 (kurikulum 1968), tahun 1975 (kurikulum 1975), tahun 1984 (kurikulum 1984), tahun 1994 (kurikulum 1994), tahun 2004 (kurikulum berbasis kompetensi/KBK), tahun 2006 (Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan /KTSP), tahun 2013 (Kurikulum 2013) dan kurikulum 2013 edisi revisi. Setiap perubahan kurikulum didasari oleh tujuan Pendidikan, kondisi sosial, dan perkembangan ilmu pengetahuan (IPTEK). Pada kurikulum 2013 mengharapkan agar siswa dapat memenuhi standar kompetensi lulusan sesuai dengan perkembangan IPTEK kini (R. Bambang A. Soekisno (2007) dalam Sulisworo, 2019). Kegiatan praktikum sangat mengembangkan keterampilan pada siswa. Hal tersebut sejalan dengan Emda, A (2014) Kegiatan praktikum dapat berfungsi sebagai 1) menyeimbangkan antara teori dan praktik ilmu dan menyatukan antara teori dan praktik, 2) memberikan keterampilan kerja ilmiah, 3) memberikan dan memupuk keberanian dalam membuktikan kebenaran dari suatu objek, 4) menambah keterampilan dan keahlian dalam menggunakan alat laboratorium, 5) memupuk

rasa ingin tahu kepada siswa, 6) dapat memupuk dan membina rasa percaya diri pada siswa dalam keterampilan yang diperoleh atau penemuannya berdasarkan kegiatan laboratorium, dan 7) memberikan gambaran sikap ilmiah dan dapat menginspirasi siswa menjadi seorang ilmuwan.

Kegiatan praktikum dapat menjadi sarana keterampilan kerja ilmiah sehingga dapat membekali keterampilan dan kecakapan hidup siswa. Sehingga kegiatan praktikum penting dilakukan di kegiatan belajar dan mengajar di Sekolah. Menurut Millar (2004) menegaskan bahwa diskusi yang mengikuti setiap kegiatan praktis sangat penting untuk mengembangkan pemahaman dan bahwa keduanya sangat erat terkait sehingga tidak bisa dipisahkan. Menurut Rustaman, N., & Rustaman, A. (2010) Kegiatan praktikum tidak hanya berperan sebagai penunjang penguasaan konsep, kegiatan praktikum juga penting dilakukan karena alasan-alasan lainnya. Pertama, dengan melakukan kegiatan praktikum siswa menjadi termotivasi dalam belajar, kedua dalam kegiatan praktikum dikembangkan keterampilan-keterampilan dasar bereksperimen dan terakhir, kegiatan praktikum merupakan wahana pengembangan penyelidikan ilmiah. Berdasarkan uraian tersebut berdasarkan kegiatan praktikum dapat mengembangkan keterampilan-keterampilan pada siswa.

Relevansi kurikulum dengan kegiatan praktikum saling berkaitan. Karena dengan kegiatan praktikum dapat meningkatkan keterampilan yang menjadi standar kompetensi minimum yang ada di kurikulum. Sejauh ini relevansi kegiatan praktikum dengan kurikulum masih bisa dikatakan belum sesuai dengan capaian yang diharapkan. Tujuan praktikum yang dilakukan seharusnya disesuaikan dengan kompetensi dasar yang diharapkan pada kurikulum Biologi. Untuk mencapai hal tersebut prosedur yang dilakukan harus menjawab tujuan yang mengandung pertanyaan fokus (investigasi) dan objek melahirkan fakta yang ditransformasikan dan

diinterpretasikan menjadi sebuah *knowledge claim* atau pemahaman siswa (kesimpulan).

Banyak ditemukan desain kegiatan laboratorium di lapangan yang tidak sesuai dengan tuntutan kompetensi minimum dari kurikulum. Banyak prosedur desain kegiatan laboratorium yang membingungkan dan dapat mempengaruhi hasil objek pengamatan dan berimbas pada *knowledge claim* siswa, dan pertanyaan-pertanyaan pada desain kegiatan laboratorium tidak menuntun pada tujuan untuk mengkonstruksi konsep. Menurut Novak (1998) Konstruksi pengetahuan dimulai dengan observasi terhadap objek atau peristiwa. Karakteristik objek sebagai fakta hasil observasi biasanya dinyatakan dalam bentuk data kuantitatif atau data kualitatif. Proses konstruksi pengetahuan dimulai dengan mencoba mencari hubungan antara fakta yang ada dengan pengetahuan yang telah dimiliki. Hakikatnya ini adalah aktivitas dari *minds-on*, berupa interaksi kognitif antara domain riil yang diwakili oleh *fata factual* dengan domain pikiran (*pengetahuan awal*) sehingga memungkinkan penguatan atau konstruksi pengetahuan baru (Supriatno, 2018).

Berdasarkan uraian diatas sangat dibutuhkan desain kegiatan laboratorium yang memadai yang sesuai dengan kurikulum dan tuntutan era *industry 4.0*. Pemerintah melakukan perkembangan kurikulum berdasarkan kondisi sosial dan perkembangan IPTEK, oleh karena itu semestinya desain kegiatan laboratorium juga berkembang dan dapat mengembangkan keterampilan siswa sesuai tuntutan kurikulum dan keterampilan abad 21. Salah satu keterampilannya adalah keterampilan ilmiah. Keterampilan proses sains siswa dapat dikembangkan melalui kegiatan praktikum yang menggunakan lembar desain kegiatan laboratorium yang sesuai dalam tahapan *science method* agar siswa memperoleh pengetahuan secara benar. Pentingnya desain kegiatan laboratorium tersebut menjadi dasar perlunya pengembangan desain kegiatan laboratorium yang semestinya sesuai dengan

standar minimum kurikulum dan tuntutan era *industry 4.0* sekarang.

Permasalahan yang sering muncul kini dari perkembangan industri tak lepas dari perubahan iklim oleh pencemaran lingkungan akibat dari aktivitas manusia. Hal tersebut akan sangat relevan dengan permasalahan yang sangat kontekstual dengan lingkungan siswa. Pada tuntutan kurikulum siswa harus membuat suatu gagasan atau solusi dari permasalahan yang ada dari lingkungannya. Maka, dengan adanya desain kegiatan laboratorium yang tepat diharap mampu membimbing siswa untuk mencapai standar kompetensi minimum tersebut dan dapat melatih metode ilmiah agar siswa terbiasa dalam memecahkan permasalahan dengan metode ilmiah. Namun pada kenyataannya banyak sampel desain kegiatan laboratorium yang tidak dikembangkan meskipun kurikulum sudah banyak berubah. Fenomena tersebut melandasi dilakukannya penelitian ini untuk melihat kelayakan desain kegiatan praktikum.

Penelitian yang dilakukan adalah menganalisis aspek konseptual, analisis kompetensi (*minds on- dan hands on*), analisis konstruksi pengetahuan, berdasarkan instrument form analisis desain kegiatan laboratorium. Pada penelitian ini merekonstruksi DKL berdasarkan hasil analisis yang telah diperoleh.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kualitatif. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis lembar desain kegiatan laboratorium siswa yang biasa digunakan di sekolah dari berbagai kurikulum yang telah berkembang di Indonesia dari tahun 1984 hingga kurikulum 2013 revisi pada materi pencemaran lingkungan atau perubahan lingkungan. Analisis dilakukan berdasarkan instrument yang telah dibuat peneliti dan berdasarkan rubrik penilaian yang diadaptasi dari Novak & Gowin (1984) analisis konseptual, praktikal, dan konstruksi pengetahuan.

Populasi penelitian yang digunakan di dalam penelitian ini adalah lembar desain kegiatan laboratorium siswa SMA kelas X yang digunakan oleh guru untuk pelaksanaan pembelajaran di laboratorium sekolah. Sampel dalam penelitian ini adalah lembar desain kegiatan laboratorium materi perubahan lingkungan yang digunakan pada kegiatan laboratorium di sekolah. Teknik pengambilan sample yang digunakan adalah *purposive sampling* untuk lembar desain kegiatan laboratorium dari tingkat SMA dari berbagai kurikulum.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan populasi sampel yang diperoleh dipilih berdasarkan keberadaan desain kegiatan laboratorium pada materi pencemaran lingkungan. Maka diperoleh data sebagai berikut:

Tabel 1. Daftar populasi yang digunakan dalam penelitian

Tahun kurikulum	Kode Sampel	Keberadaan DKL
1984	1984-1	Tidak ada
	1984-2	Tidak ada
1994	1994-1	Tidak ada
1999 (GBPP)	1999-1	Tidak ada
KTSP	KTSP-1	Ada
	KTSP-2	Ada
Kurikulum 2013	K13-1	Ada
	K13-2	Ada
Kurikulum 2013 (Revisi 2016)	K13R-1	Ada
	K13R-2	Ada

Maka diambil sampel sesuai dengan kriteria yang ditentukan yaitu adanya desain kegiatan laboratorium pada buku terbitan kurikulum sebanyak dua DKL pada kurikulum KTSP, dua dari kurikulum 2013 dan dua dari kurikulum 2013 revisi. Data dikumpulkan dengan menggunakan tiga instrument form penilaian analisis DKL yang telah

dikembangkan oleh peneliti untuk digunakan dalam proses analisis relevansi komponen-komponen desain kegiatan laboratorium dengan kompetensi dasar. Berdasarkan hasil penelitian diperoleh lembar kerja yang tidak relevan dengan tujuan Pendidikan di kurikulum yang berlaku saat buku tersebut digunakan. Analisis relevansi lembar desain kegiatan laboratorium siswa terhadap kurikulum pada materi pencemaran lingkungan akan dijabarkan sebagai berikut:

RELEVANSI

Relevansi merupakan tingkat kesesuaian dan hubungan antara lembar desain kegiatan laboratorium yang digunakan oleh siswa (komponen tujuan, pertanyaan focus, prosedur pengerjaan, objek/peristiwa, transformasi data, pertanyaan praktikum dan knowledge claim) dengan kurikulum yang berlaku saat buku tersebut digunakan. Relevansi tersebut diukur berdasarkan kriteria yang tersedia dalam instrument penelitian.

LEMBAR DESAIN KEGIATAN LABORATORIUM

Desain kegiatan laboratorium siswa merupakan desain yang berisi prosedur kerja yang menuntun siswa dalam melaksanakan kegiatan praktikum. Lembar DKL terdiri atas tujuan, pertanyaan focus, Langkah kerja, objek/peristiwa, transformasi data, pertanyaan praktikum, dan knowledge claim. Desain kegiatan laboratorium yang dianalisis lembar kerja yang digunakan oleh siswa dari berbagai sumber buku belajar biologi SMA atau LKS yang telah digunakan dari berbagai kurikulum mengenai kegiatan praktikum pada materi pencemaran lingkungan.

KOMPETENSI DASAR

Kompetensi dasar yang dimaksud adalah kompetensi minimum yang menjadi tujuan Pendidikan kelas X SMA/MA yang ada pada kurikulum pada materi pencemaran lingkungan. Tujuan tersebut sebagai berikut:

Tabel 2. Kompetensi Dasar Sesuai kurikulum yang berlaku

KTSP 2006	Kurikulum 2013	Kurikulum 2013 revisi
Standar kompetensi: Menganalisis hubungan antara komponen ekosistem, perubahan materi dan energi serta pengaruh manusia dalam keseimbangan ekosistem.	Kompetensi dasar (pengetahuan): 3.10 menganalisis data perubahan lingkungan dan dampak dari perubahan tersebut bagi kehidupan	Kompetensi Dasar 3 (Pengetahuan) Menganalisis data perubahan lingkungan, penyebab, dan dampaknya bagi kehidupan.
Kompetensi dasar: 4.2 Menjelaskan keterkaitan antara kegiatan manusia dengan masalah perusakan/pencemaran lingkungan dan pelestarian lingkungan. 4.3 Menganalisis jenis-jenis limbah dan daur ulang limbah. 4.4 Membuat produk daur ulang limbah.	Kompetensi dasar (keterampilan): 4.10 memecahkan masalah lingkungan dengan membuat desain produk daur ulang limbah dan upaya pelestarian lingkungan	Kompetensi dasar 4 (Keterampilan) merumuskan gagasan pemecahan masalah perubahan lingkungan yang terjadi di lingkungan sekitar.

ANALISIS KONSEPTUAL

Tabel 3. Kesesuaian dengan Kurikulum

No	Parameter	Skor						Rata-rata
		KTSP-1	KTSP-2	K13-1	K13-2	K13R-1	K13R-2	
1	Relevansi kompetensi dengan kurikulum	2	2	2	2	2	2	2
2	Konten dengan kurikulum	2	2	2	3	3	2	2,3

Berdasarkan Tabel 3 dapat disimpulkan bahwa desain kegiatan laboratorium seluruhnya sudah memenuhi standar minimum kompetensi kurikulum yang berlaku pada saat DKL tersebut digunakan. Pada sampel KTSP keduanya memfokuskan pada pengaruh pencemar terhadap kehidupan dan pada kurikulum 2013 hanya melakukan percobaan solusi atau gagasan dari pencemaran, aspek KD.4 keterampilan. Sementara pada aspek

konten dengan kurikulum Sebagian konten pada DKL telah memenuhi standar minimal dan terdapat dua DKL melebihi standar minimal dengan membuat produk./solusi. Berdasarkan hasil tersebut, beberapa DKL dari setiap perkembangan kurikulum berkembang dapat dilihat pada sampel DKL kurikulum 2013- 1 percobaan daya serap limbah rambut terhadap minyak. Tetapi terdapat DKL yang masih terjadi pengulangan atau serupa

meskipun kurikulum telah berubah dari DKL sampel Kurikulum 2013-2 dan sampel kurikulum 2013 revisi-1, DKL yang digunakan sama meskipun kurikulum telah berubah. Pada kurikulum 2013 sebelum revisi siswa hanya harus memecahkan masalah dengan daur ulang, tetapi pada edisi revisi sebaiknya sudah

menyesuaikan dengan perubahan kurikulum yang meminta siswa untuk membuat gagasan untuk menyelesaikan permasalahan perubahan lingkungan disekitarnya.

ANALISIS

KOMPETENSI

Tabel 4. Aspek Kompetensi

No	Parameter	Skor						Rata-rata
		KTSP-1	KTSP-2	K13-1	K13-2	K13R-1	K13R-2	
1	Kemampuan observasi	2	2	2	1	1	2	2,3
2	Representasi data	2	2	2	1	1	2	1,6
3	Interpretasi	2	2	2	1	1	2	1,6
4	Level kemampuan berpikir (Anderson & Krathwohl)	1	1	1	1	1	3	1,3

Berdasarkan Tabel aspek kemampuan observasi sebagian besar DKL hanya mengobservasi karakter umum saja seperti hanya mengamati kondisi perilaku ikan (KTSP-1), pertumbuhan kacang panjang yang disirami air tercemar (KTSP-2), daya serap rambut pada limbah minyak (K13-1), dan daya tahan tanaman pada paparan asap roko (K13R-2). Pada sampel K13-2 dan K13R-1 memiliki DKL yang serupa tidak adanya kegiatan observasi siswa hanya membuat kompos saja dan tidak ada pengujian pada efektifitas kompos pada tanaman. Sementara pada KTSP Sementara pada Pada aspek representasi data, sebagian besar DKL mempresentasikan data pengamatan dengan bentuk tabel dan terdapat DKL yang tidak melakukan pengubahan bentuk data sama sekali pada DKL K13-2 dan K13R-1. Pada aspek kemampuan Interpretasi sebagian besar DKL siswa akan menggunakan komponen data yang diperoleh secara

keseluruhan menjadi data kualitatif dari pengamatan seperti pada DKL KTSP-1 pengamatan ikan yang tercemar oleh air detergen, KTSP-2 pengaruh air tercemar pada pertumbuhan tanaman, K13-1 daya serap rambut pada limbah minyak, dan K13R-2 pengaruh pencemaran udara pada tanaman. Namun kegiatan interpretasi tidak dilakukan oleh K13-2 dan K13R-1. Level kemampuan berpikir Sebagian besar DKL pada level LOTS (dari level kognitif C1 hingga C3 menurut Anderson & Krathwohl) namun pada DKL K13R-2 terdapat kegiatan memprediksi apa yang terjadi bila dilakukan lebih lama bila dilihat dari hasil yang diperoleh pada percobaan (pola). Kegiatan memprediksikan berdasarkan fakta yang telah dilihat adalah aktivitas berpikir yang sudah termasuk berpikir tingkat tinggi.

ANALISIS

PRAKTIKAL

Tabel 5. Analisis Praktikal

No	Parameter	Skor						Rata-rata
		KTSP-1	KTSP-2	K13-1	K13-2	K13R-1	K13R-2	
1	Kesesuaian alat praktikum dengan keperluan kegiatan	4	4	4	4	4	4	4
2	Kesesuaian bahan praktikum dengan keperluan kegiatan	2	1	2	2	2	2	1,8
3	Struktur kerja praktikum	3	3	3	3	3	3	3

Berdasarkan hasil penilaian desain kegiatan laboratorium, seluruh DKL memiliki kesesuaian alat praktikum yang mudah diperoleh untuk memenuhi kebutuhan kegiatan. Dapat menggunakan alat laboratorium tingkat sekolah atau bisa diganti dengan alternatif lain yang mudah diperoleh di rumah seperti gelas pada kegiatan DKL KTSP-1. Pada kegiatan DKL KTSP-2 dampak air tercemar pada pertumbuhan tanaman kacang panjang juga dapat dilakukan dengan alat-alat yang mudah diperoleh. Namun pada aspek kesesuaian bahan praktikum kegiatan KTSP-2 ini memiliki kendala di mana dalam memperoleh bahan tanaman kacang panjang atau bibit akan kesulitan bila di tempat tertentu tidak tersedia, lebih baik dituliskan dapat diganti dengan bibit tanaman lainnya, tetapi DKL lainnya memiliki

bahan-bahan yang tidak tersedia di Laboarotium sekolah tetapi mudah diperoleh dari rumah siswa sehingga. Sementara pada aspek struktur langkah kerja dari desain kegiatan seluruh DKL memiliki prosedur yang terstruktur namun terdapat urutan atau tahapan yang salah untuk mendapatkan hasil pengamatan. Seperti pada DKL KTSP-1 air yang tercemar oleh detergen konsep pencemaran sendiri masuknya zat polutan bukan ikan yang memasuki air yang tercemar maka tahapan semestinya ikan telah ada pada wadah kemudian dimasukan larutan detergen konsentrasi 5% sehingga mempengaruhi hasil pengetahuan siswa.

ANALISIS PENGETAHUAN INSTRUMEN NOVAK & GOWIN

KONSTRUKSI BERDASARKAN INSTRUMEN NOVAK & GOWIN

Tabel 6. Konstruksi pengetahuan

No	Parameter	Skor						Rata-rata
		KTSP-1	KTSP-2	K13-1	K13-2	K13R-1	K13R-2	
				1				

1	Judul/tujuan	2	2	3	3	3	2	2,5
2	Objek/fenomena	2	2	1	1	1	1	1,3
3	Teori,prinsip, dan konsep	2	2	2	2	2	2	2
4	Perekaman dan transformasi data	2	2	2	0	0	2	1,3
5	Perolehan pengetahuan	2	3	2	0	0	2	1,5

Berdasarkan Tabel di atas mengenai aspek judul atau tujuan pada DKL Sebagian besar telah mengandung konseptual dan mendukung peristiwa/objek. Sebagian besar hasil dari DKL terdapat object/fenomena yang konsisten dengan pertanyaan focus. Seluruh DKL terdapat sedikit konsep yang dapat diidentifikasi dan berasal dari percobaan laboratorium yang dapat dihubungkan dari fakta yang diperoleh dengan konsep yang dimiliki oleh siswa. Aspek perekaman dan transformasi data pada Sebagian DKL terdapat kegiatan pencatatan berdasarkan hasil kegiatan dengan bentuk standar (table) namun tidak pada DKL K13-2 dan K13R-1 tidak ada kegiatan pencatatan sama sekali hal tersebut menunjukkan tidak memenuhi komponen diagram vee konstruksi pengetahuan dari indrumen Novak & Gowin (1989). Sementara pada aspek perolehan pengetahuan pada sebagian besar DKL tidak sesuai dengan table yang diperoleh, terdapat pertanyaan-pertanyaan yang diperoleh dari membaca buku bukan dari hasil percobaan. Sehingga perolehan pengetahuan tidak konsisten dengan data yang diperoleh.

REKONSTRUKSI

Berdasarkan hasil penilaian lembar desain kegiatan laboratorium dari berbagai kurikulum terdapat kekurangan yang harus direkonstruksi. Kekurangan yang diperoleh dari hasil analisis konseptual, kompetensi,

praktikal dan konstruksi pengetahuan maka dibutuhkan rekonstruksi desain kegiatan praktikum. Perkembangan kurikulum disesuaikan dengan kondisi lingkungan, sosial dan perkembangan IPTEK maka sebaiknya kegiatan laboratorium juga seharusnya menjadi alat untuk mencapai tujuan pendidikan sesuai kurikulum yang berlaku sekarang dan tidak menggunakan percobaan sebelumnya yang tidak relevan bila digunakan pada kurikulum sekarang. Dapat dilihat pada sampel kurikulum 2013-2 digunakan kembali pada kurikulum 2013 revisi-1 memiliki kegiatan praktikum yang serupa, namun kompetensi dasar (KD) telah berubah.

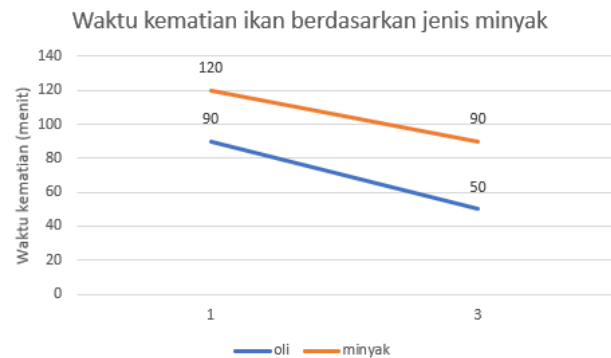
Selain itu pemilihan bahan untuk melakukan percobaan seperti penggunaan limbah detergen pada ikan sudah sering digunakan dan siswa akan mudah memprediksi hasil dari percobaan sebelum melakukannya karena siswa sudah pernah melakukannya pada tingkat sebelumnya (SMP). Karena sudah pernah melakukan percobaan siswa tidak akan tertarik dalam melakukan percobaan. Selain mempengaruhi ketertarikan siswa dalam melakukan percobaan pemilihan bahan pengganti detergen juga menunjukkan pada siswa macam-macam limbah yang bisa mengganggu kualitas dan ekosistem kehidupan air. Berdasarkan hasil analisis desain kegiatan laboratoium dibuat rekonstruksi untuk melatih kemampuan siswa dalam keterampilan kerja ilmiah yang

akan bermanfaat untuk *life skill* di era industry 4.0.

Pertukaran gas oksigen untuk masuk menjadi oksigen terlarut dengan kontak permukaan air dengan atmosfer. Pada situasi perairan yang tercemat oleh minyak DKL yang direkonstruksi ini mencoba menggambarkan fenomena kematian ikan karena tidak memperoleh kesempatan bernapas (oksigen terlarut) disebabkan adanya pencemaran air oleh limbah minyak.. Kematian ikan disebabkan oleh oksigen bebas tidak dapat masuk melalui lapisan minyak pada permukaan air. Maka ikan akan menggunakan jumlah oksigen yang tersedia pada air tersebut hingga batas nol. Oksigen bebas yang tidak dapat memasuki air menjadi oksigen terlarut dijelaskan oleh Suyasa (2015) Oksigen yang terkandung dalam air atau oksigen terlarut (Dissolved oxygen) jumlahnya dapat berkurang disebabkan oleh beberapa hal antaralain respirasi hewan. Hampir seluruh oksigen yang ada dalam air berasal dari atmosfer. Kemampuan suatu badan air untuk mengisi oksigen kembali dengan cara kontak dengan atmosfer yang menjadi faktor penting dalam mempertahankan kandungan oksigen dalam air. Jumlah organisme yang banyak akan memakan jumlah oksigen terlarut yang banyak juga sehingga ketersediaan kadar oksigen terlarut akan semakin kecil hingga mencapai nol.

Percobaan uji coba rekonstruksi DKL ini menggunakan dua jenis minyak yang berbeda yaitu oli dan minyak goreng. Ikan yang ditempatkan pada gelas oli lebih cepat mati dibanding dengan minyak goreng. Hal tersebut karena oli bekas mengandung logam berat dan berkategori limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun) sehingga ikan juga akan lebih cepat mati karena selain menghalangi oksigen bebas masuk, saat insang ikan terkena oli tersebut ikan akan keracunan dari bahan-bahan logam berat tersebut. Meskipun dalam kecepatan waktu dalam percobaan lebih cepat menggunakan oli, pemilihan bahan harus tetap aman bagi praktikan atau siswa yang akan melakukan percobaan tersebut. Di mana bila oli terhirup

lama akan membuat siswa merasa tidak nyaman seperti pusing atau bila ada pemicu api akan mudah terbakar karena oli bersifat B3. Berikut adalah hasil dari uji coba rekonstruksi bahan limbah minyak untuk menguji kesempatan bernapas ikan dalam memperoleh oksigen.



Gambar 1. Grafik waktu kematian ikan berdasarkan jenis minyak

Berdasarkan lama waktunya ikan mati DKL bisa di desain selama 30 menit kemudian siswa diminta memprediksikan bila ikan didiamkan selama 2 jam apa yang akan terjadi pada ikan tersebut berdasarkan hasil dari pengamatan sebelumnya. Untuk saran bila ikan setelah dikembalikan ke air bersih dan masih dapat hidup kembali segera berikan aerator sehingga DKL rekonstruksi ini lebih sedikit jumlah ikan yang mati dibandingkan dengan percobaan detergen. Saran untuk percobaan yang lebih lanjut dapat mengukur kadar oksigen terlarut dengan menggunakan alat ukur DO atau dengan metode titrasi.

KESIMPULAN

1. Aspek konseptual sebagian besar perkembangan desain kegiatan laboratorium materi pencemaran tingkat SMA berdasarkan kurikulum hanya memenuhi salah satu standar kompetensi minimum kurikulum yang berlaku saat DKL tersebut digunakan.
2. Aspek kompetensi sebagian besar desain kegiatan laboratorium yang digunakan di SMA pada materi pencemaran lingkungan hanya melatih level kognitif yang masih rendah tidak hingga level kognitif tinggi

dan masih rendah dalam melatih representasi data dan interpretasi.

3. Aspek praktikal pada desain kegiatan laboratorium, sebagian besar DKL memiliki karakteristik alat di laboratorium sekolah atau dari rumah dan membutuhkan bahan yang mudah diperoleh dari rumah siswa. Untuk tahapan prosedur seluruh DKL telah terstruktur namun terdapat urutan atau tahapan yang salah untuk mendapatkan hasil pengamatan mempengaruhi pemahaman siswa.
4. Aspek konstruksi pengetahuan sebagian besar desain kegiatan laboratorium masih belum membantu siswa dalam mengkonstruksi pengetahuan. Terdapat pertanyaan-pertanyaan yang disajikan yang dijawab bukan dari fakta/fenomena yang diperoleh dari kegiatan praktikum. Sehingga siswa kesulitan dalam menghubungkan fakta dengan pengetahuan yang telah dimiliki.

DAFTAR PUSTAKA

- Clavert, M. (2019). Universities of The Future Collaborative Digital Shift Towards A New Framework For Industry and Education. *Co-Funded by Erasmus+ Programme of The European Union*. Dapat diakses di https://universitiesofthefuture.eu/wp-content/uploads/2019/02/State-of-Maturity_Report.pdf
- Emda, A. (2014). Laboratorium sebagai Sarana Kimia dalam Meningkatkan Pengetahuan dan Keterampilan Kerja Ilmiah. *Latanida Journal*. 2(2)
- Japan International Cooperation Agency (JICA) (2016). Masyarakat dan Pendidikan di Abad ke-21. Tersedia online di https://www.jica.go.jp/project/indonesia/n/indonesia/0800042/materials/materials_01.html
- Marta, H., Catria, M., Ondi., & Rahma. (2018). Upaya Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Melalui Metode Praktikum Berbasis *Modigied Free Inquiry (MFI)* pada Konsep Animalia di Kelas X MIPA. *Quangga*. 10(1) Hal 1-9 dapat diperoleh online di file:///C:/Users/Nuraida/Downloads/UPA_YA_MENINGKATKAN_KETERAMPILAN_PROSES_SAINS_MELAL.pdf
- Millar, R. (2004). The Role of Practical Work in the teaching and learning science. Paper prepared for meeting: High school science laboratories: role and vision department of education studies university of York
- Novak, J.D., & Gowin, D.B. (1984) *Learning How To Learn*. New York: Cambridge University Press
- Rusmiyati, A., & Yulianto, A. (2009). Peningkatan Keterampilan Proses Sains dengan Menerapkan Model Problem Based Instruction. *Jurnal Pendidikan Fisika*. 5(2009) Hal 75-78
- Rustaman, N., & Rustaman, A. (2010). Kemampuan Kerja Ilmiah dalam Sains. Karakteristik Kurikulum Berbasis Kompetensi Mata Pelajaran Biologi. Bandung: UPI dapat diakses online di http://file.upi.edu/Direktori/FPMIPA/JUR._PEND._BIOLOGI/131353755-ANDRIAN_RUSTAMAN/KERJA_ILMIAH-UNPAS2003.pdf
- Sulisworo, D. & Suranto. (2019). *Konsep Pengembangan Kurikulum Membangun Sekolah Global*. Semarang: ALPRIN
- Supriatno, B. (2009) Uji Langkah Kerja Laboratorium Biologi Sekolah. *Prosiding Seminar Nasional Jurusan Pendidikan Biologi*. Bandung: Universitas Pendidikan Indonesia
- Supriatno, B. (2018). Praktikum untuk Membangun Kompetensi. *Proceeding Biology Education Conference*. 15(1) Hal 1-18
- Suyasa, W.B. (2015). *Pencemaran Air dan Pengelolaan Air Limbah*. Bali: UDAYANA University Press
- Trilling, & Fadel, C. (2009). *21st Century Skills: Learning For Life In Our Times*. San Francisco: John Wiley and Sons tersedia online di <http://gen.lib.ec/book/index.php?md5=7D2B90D1>

Wilcox, B. R., & Lewandowski, H.J. (2016).
Open-Ended versus Guided Laboratory
Activities: Impact on Student' Beliefs
About Experimental Physics. *Physical
Review Physics Education Research*.
12(2)